

Anexo-35

Ejemplos de materiales del seminario técnico (administración de producción)



**Proyecto de Mejoramiento de Tecnología
de
Estampado y Troquelado**

**Tema I
Puntos claves en la reducción de costos**

M. en C. Irma Morán Chávez

Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial



Contenido

1. Desperdicio	3
2. Tipo de Desperdicio	3
3. Revisar el QCD desde el punto de vista de la "utilidad". PyMEs	6
4. Mejora Continua	7
5. Por donde Empezar	7



Responder estas preguntas básicas:

- ¿Cómo está la calidad de mi trabajo?
- ¿Por qué son nuestros costos más altos?
- ¿Por qué son los tiempos de entrega más largos?

- ¿Qué va a pasar si sigo como estoy?
- ¿Cómo debo o quiero estar?
- ¿Qué debo realizar y emprender para lograrlo?

1. Desperdicio

¿Qué es un desperdicio?

Es cualquier actividad que interfiere dentro del proceso y no genera valor agregado.

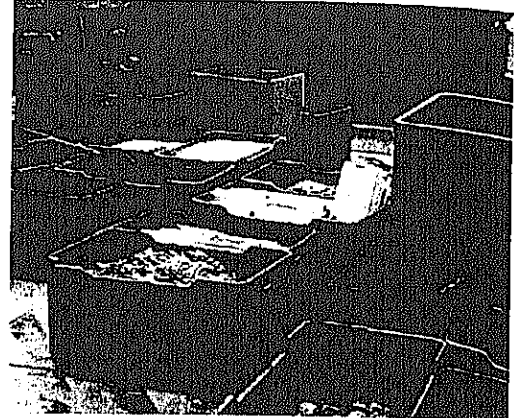
2. Tipos de Desperdicio

Siete tipos o categorías de desperdicios:

-Desperdicios de la sobreproducción.

Ocurre cuando las operaciones continúan después de que deberían ser detenidas.

- a) Productos en cantidades excesivas.
- b) Productos realizados antes de que el cliente los necesite.



-Desperdicios de la espera

Periodos de inactividad en un proceso continuo. Los recursos ociosos se utilizan en actividades que no agregan valor o en sobreproducción.

-Desperdicios del transporte

Movimiento innecesario que se transportan de una operación a otra o materiales que se almacenan y se vuelven a utilizar.

-Desperdicios del proceso mismo

Operaciones extra, tales como retrabajo, reproceso, manejo y almacén que ocurre debido a defectos, sobreproducción y mucho o poco inventario.

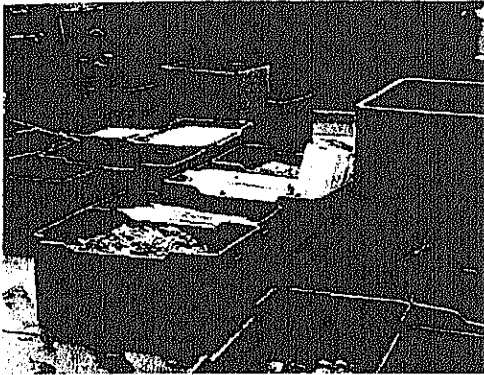
-Desperdicios por almacenamiento innecesario

Ocurre por stocks innecesarios derivados de un sistema de producción inapropiado.

Almacén, producto en proceso y terminado.

-Desperdicios por movimientos innecesarios

Un deficiente diseño en lay-out, consume tiempo y no agrega valor a su producto o servicio.



-Desperdicios por productos defectuosos

No cumple con las especificaciones o con las expectativas de sus clientes y por lo tanto causan insatisfacción.

3. Revisar el QCD desde el punto de vista de la "utilidad" PyMEs

Medida/ Objetivo	a) El trabajo que deja ganancias (sólo durante el tiempo de transformación) <u>Poca ganancia → Eliminar el desperdicio → Incremento de la ganancia</u>	b) El trabajo que no deja ganancias (operaciones necesarias excepto transformación) <u>Minimizarlo, acortar el tiempo e incrementar la eficiencia exhaustivamente</u>	c) El trabajo que genera pérdidas (operaciones que preferiblemente no existan) <u>Esforzarse para eliminarlo</u>
I. Q Mantenimiento y mejoramiento de la (calidad)	1. Se considera la transformación de buenos productos como el trabajo que deja ganancia.	1. La Inspección (final) es una operación innecesaria. 2. Recolección de datos de calidad y el análisis de defectos con el fin de contribuir al mejoramiento de la calidad. 3. Registrar en el documento de No conformidades el acumulación de Know-how.	1. Piezas defectuosas es "el trabajo que provoca pérdidas". La meta es "0" defectos. 2. Evitar la ocurrencia de la falta de precisión y/o roturas de partes que componen herramientas (generación de rebaba, abrasión, el despunte de cuchillas, etc.) 3. Crear el sistema de revisión y ajuste para no generar defectos en la precisión del equipo e instalación.
II. C Reducción de costos	1. Procurar a obtener mayor eficiencia y acortar el tiempo desde la entrada del material hasta el último proceso.	1. La distancia para transportar artículos sea lo más corta posible. 2. Minimizar la cantidad de piezas a trabajar y reducir a lo mínimo la holgura.	1. Evitar el paro de operación causada por avería de herramientas y de los equipos. 2. Eliminar los paros de los equipo.
III. D Acortar el tiempo de entrega (JIT)	1. La meta es utilizar el equipo a su máximo nivel de capacidad.	1. Procurar acortar el tiempo de cambio de herramientas.	1. Re-trabajo 2. Re entrega 3. Re-inspección Por indicaciones por el cliente. 4. Defectos del material, errores en números y fechas de entrega especificada.



4. Mejora continua

Más que un enfoque o concepto es una estrategia, y como tal constituye una serie de programas generales de acción y despliegue de recursos para lograr objetivos completos.

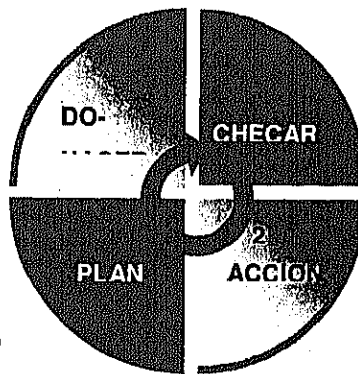
Adoptar una cultura de mejora continua sostenida, que se centra en la eliminación de los desperdicios y despilfarros en los sistemas y procesos de una organización.

5. Por dónde empezar?

Metodología de CAP-D

**Do – Implementación
y control de avance:**
Impulsar las acciones,
sistema de evaluación
y controlar las metas.

Elaborar un plan de trabajo
para implementación:
Prioridad de "quién, qué y
hasta cuándo"



Comprensión de la
situación actual de los
problemas.

Análisis de las causas
de los problemas y
propuestas de
contramedidas:
Causas directas y
causas raíz.

Procedimiento de mejoramiento de trabajo:

- Buscar los problemas.
- Decidir las metas alcanzar.



-Análisis de la situación actual

- a) Responde cada una de nuestras propias preguntas 5W1H.
- b) Investigación de materiales
- c) Información obtenida por entrevista
- d) Uso de método de análisis de Ing. Industrial.

-Estudio del mejoramiento

- a) Perseguir el propósito "para que": Obtener ganancias
- b) Concebir la idea del mejoramiento
- c) Registrar
- d) Ideas de varias personas
- e) Decidir por las ideas y ejecutarlas
- f) Confirmación y seguimiento
- g) Obstrucción al mejoramiento



**Proyecto de Mejoramiento de Tecnología
de
Estampado y Troquelado**

Tema II

Estructura de costos de una empresa sana

M. en A. Shazzel Areli Ramirez Galindo

Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial



Contenido

1. Introducción	3
2. Estructura de Costos	6
3. Caso Práctico	9
Estado de resultados de situación actual	10
Inversión	11
Estado de resultados con inversión propuesta	12
Punto de equilibrio y rendimiento sobre la inversión	14
4. Valor "un nuevo enfoque"	15



1. Introducción

Toda empresa subsiste en base a sus clientes y mercado, por lo que el cliente ocupa una posición primordial. Por ello los esfuerzos de la empresa deben enfocarse a:

-Atender las necesidades del cliente.

-Dar al cliente valor agregado.

Esto sin perder de vista el objetivo que es la permanencia del negocio con ganancias.

Para evitar que la eficacia de estas decisiones no dependa únicamente de la buena suerte, sino más bien, sea el resultado de un análisis de las posibles consecuencias, cada decisión debe ser respaldada por importantes aspectos:

Conocer cuáles son las consecuencias técnicas de la decisión.

Evaluar las incidencias en los costos de la empresa.

Calcular el impacto en el mercado actual que atiende la empresa.



Cuál es el valor que genera al proceso o al cliente

Como se ve el cálculo de costo es uno de los instrumentos más importantes para la toma de decisiones y se puede decir que no basta con tener conocimientos técnicos adecuados, sino que es necesario considerar la incidencia de cualquier decisión en este sentido y las posibles o eventuales consecuencias que pueda generar.

El cálculo de costo, por ende, es importante en la planificación de productos y procesos de producción, la dirección y el control de la empresa y para la determinación de los precios.

La mayoría de las empresas definen sus precios de venta a partir de los precios de sus competidores, sin saber si ellos alcanzan a cubrir los costos, o sin conocer cuál es la oferta de valor de la competencia.

Nuevo modelo	$\text{Costo} = \text{Precio de venta} - \text{Utilidad}$	o
Antiguo modelo	$\text{Costo} + \text{Utilidad} = \text{Precio de venta}$	x

Uno de los objetivos más importantes a lograr es la "rentabilidad", sin dejar de reconocer



que existen otros tan relevantes como crecer, agregar valor a la empresa, etc. Pero sin rentabilidad no es posible la permanencia de la empresa en el mediano y largo plazo.

Estrategia de los costos.

Los costos constituyen un ente muy importante, ya que son una herramienta en las grandes, medianas y pequeñas empresas, en cuanto se refiere a la toma de decisiones.

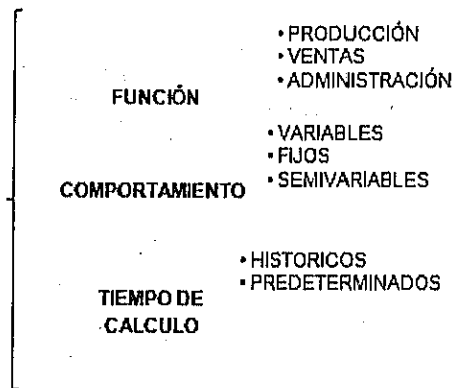
Los costos son empleados en las tomas de decisiones para:

- Determinar los precios de los productos.
- Medir la ejecución del trabajo
- Evaluar y controlar el inventario.
- La inversión del capital y de selección de posibles inversiones.



2. Estructura de costos.

Clasificación de los costos



De acuerdo a la función.

Costo de producción

Total de operaciones realizadas desde la adquisición del material hasta su transformación en artículo de consumo o de servicio se reconocen en 3 elementos, Material, Mano de obra y Gastos de fabricación indirectos.

Costos de ventas

Son los originados desde que el producto es terminado hasta que dicho producto es puesto en manos del consumidor.



Costos de administración

Son por exclusión todas las partidas normales o cotidianas no localizadas en los costos de producción y / o ventas.

Tres los elementos esenciales que integran el costo de producción:

Materia Prima

Materiales que serán sometidos a operaciones de transformación o manufactura para su cambio físico y/o químico, antes de que puedan venderse como productos terminados.

Estos son:

Materia Prima Directa: Se puede identificar o cuantificar plenamente con los productos terminados.

Materia Prima Indirecta: No es posible identificar con las unidades terminadas. (Barniz, Pintura, Pegamento etc.)

Mano de Obra

Es el esfuerzo humano que interviene en el proceso de transformar las materias primas en productos terminados. Se divide en:



Mano de obra directa: Lo constituyen los salarios que puedan ser identificados con las unidades producidas.

Mano de obra indirecta: Salarios de personal que no interviene directamente en el proceso productivo (Supervisores, almacenista, etc.)

Cargos Indirectos

Se refieren al conjunto de costos que interviene en la transformación de los productos, que no son posibles o resultaría muy costoso su identificación con las unidades terminadas, integran el tercer elemento del costo de producción y pueden estar identificados con:

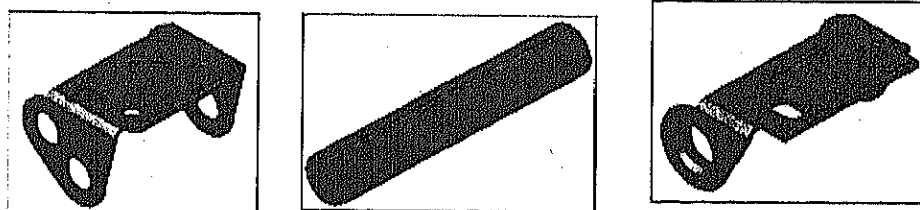
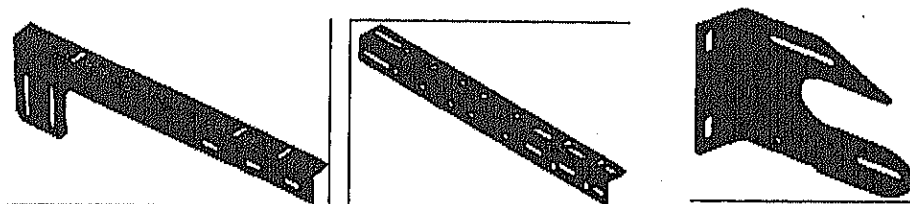
Materia prima indirecta.

Mano de obra indirecta.

Diversos. Gastos relacionados con la planta pero muy difíciles de identificar en forma unitaria con la producción terminada (renta, teléfono, luz, combustible etc.) Existen otros gastos indirectos de fabricación como serían las depreciaciones y amortizaciones de la planta productiva cuyo efecto debe reconocerse como parte del costo de producción.

3. Caso práctico

Una empresa, actualmente funciona como mediadora entre fabricante y comerciante de un Kit de piezas, las cuales en conjunto forman el ensamble de una puerta eléctrica de una cochera común para automóviles.





El área de proyectos evaluó la posibilidad de, ya no ser sólo distribuidores de este Kit, ellos quieren ser fabricantes de las piezas. Es una decisión que deber ser analizada y evaluada en base a **costos**.

Datos:

Precio de kit	\$ 2,500
Demanda diaria	20 ensambles
Materia Prima Mensual	20 ensambles diario X 5 días x 4 semanas x \$2500 =
\$ 1'000, 000	
Precio de Venta	\$ 3,500

Estado de resultados de situación actual

Materia Prima disponible	\$ 1'000, 000
+ Mano de Obra (ensamble)	\$ 40,000
= Costo Primo	\$ 1' 040, 000
+ Costos Indirectos	\$ 55,000
= Costo de Producción	\$ 1' 095, 000
+ Gatos de Venta y Administración	\$ 45,000
= COSTO TOTAL (costo de ventas)	\$ 1'140, 000
Ventas Netas	\$ 1'400, 000
- Costo de ventas	\$ 1' 140, 000
= Utilidad antes de Impuestos	\$ 260,000
- ISR (30%)	\$ 78,000
= UTILIDAD NETA MENSUAL	\$ 182, 000



Inversión

La inversión en equipos debe considerarse como parte de la planeación de los costos y determinarse con base en el equilibrio entre la competitividad de cada producto en cuanto a los costos y las características financieras.

Se espera disminuir los costos de producción evaluando la posibilidad de realizar una inversión que a continuación se describe:

PROPUESTA DE INFRAESTRUCTURA E INVERSIÓN INICIAL	COSTO
Nave Industrial	\$ 1'500,000
Prensa con capacidad de 100 toneladas	\$ 2'000,000
Prensa con capacidad de 75 toneladas	\$ 1'500,000
Prensa con capacidad de 75 toneladas	\$ 1'500,000
17 herramientas para las operaciones de doblado, formado, punzonado y corte.	\$ 750,000
Instrumentos de medición	\$ 85,000
Computadora	\$ 20,000
Herramienta General	\$ 20,200
INVERSIÓN TOTAL	\$ 7'375, 200



Estado de resultados con Inversión propuesta

De acuerdo a los siguientes datos se observa que ahora el precio del kit bajó considerablemente para la Empresa, ahora únicamente se compra el material para iniciar el proceso de fabricación en la misma planta.

Datos:

Precio de kit	\$ 875
Demanda diaria	20 ensambles
Materia Prima Mensual	20 ensambles diario X 5 días x 4 semanas x \$875= \$ 350,000
Precio de Venta	\$ 3,500

Materia Prima disponible	\$ 350,000
+ Mano de Obra (Manufactura y ensamble)	\$ 80,000
= Costo Primo	\$ 430,000
+ Costos Indirectos (costos de depreciación de herramientales, equipo, dispositivos, etc.)	\$ 35,000
+ Otros gastos de Fabricación (materiales, consumibles, etc.)	\$ 15,000
= Costo de Producción	\$ 480,000
+ Gatos de Venta y Administración	\$ 42,000
= COSTO TOTAL (costo de ventas)	\$ 522,000
Ventas Netas	\$ 1' 400, 000
- Costo de ventas	\$ 522,000
= Utilidad antes de Impuestos	\$ 878,000
- ISR	\$ 263,400
= UTILIDAD NETA	\$ 614, 600



La mejora de los costos se refiere a las actividades que se realizan con el fin de reducir el tiempo hombre o el requisito unitario estándar, mediante la modificación de las operaciones, la materia prima, el método de elaboración, entre otros.

Dicha mejora deberá iniciarse con aquellas actividades que aportarán mayor efecto.

Los productos con un alto índice de problemas de calidad deben ser considerados prioritarios para tomar las contramedidas del caso, registrando el monto de la pérdida correspondiente en la partida "otros gastos".

Algunos puntos para mejorar los costos:

Disminuir paros no programados. (Mantenimiento).

Reducir los retrabajos.

Controlar la calidad.

Buenas condiciones de maquinaria y herramientas

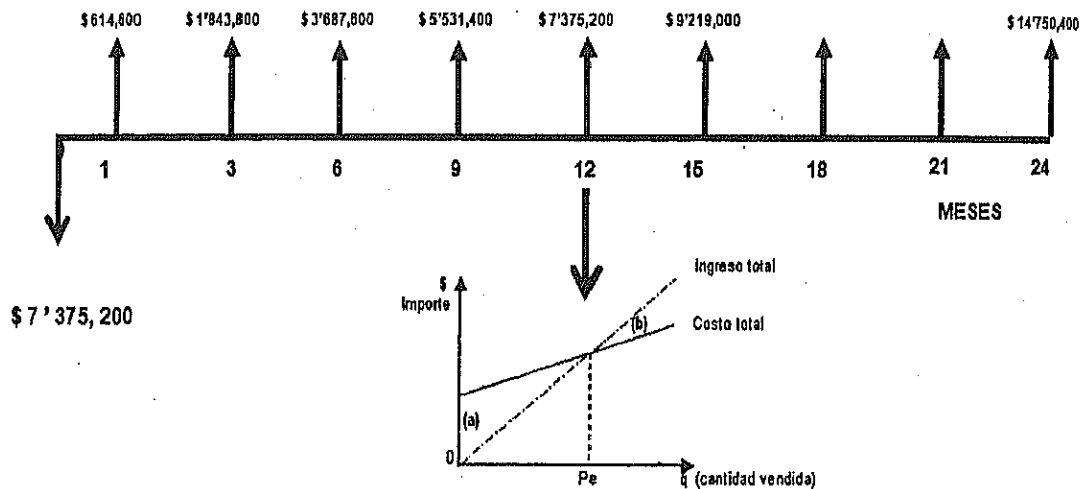
Control de calidad en materia prima.

Incrementar medidas de seguridad e higiene (evitar incapacidades y/o accidentes).

Disminuir gastos indirectos (considerar la empresa como un bloque integral).

Punto de equilibrio y rendimiento sobre la inversión

Antes de invertir, unos de los métodos importantes es calcular el punto de equilibrio del equipo a adquirir, para ver en cuanto tiempo se recuperaría la inversión.



Punto de equilibrio.

Es aquel donde los ingresos totales son iguales a los costos totales, es decir el volumen de ventas es igual a los costos totales, por lo que no se reportan utilidades ni pérdidas; también se le conoce como punto neutro o punto muerto.



4. Valor “un nuevo enfoque”

De acuerdo al caso práctico, determinamos el punto de equilibrio y el rendimiento sobre la inversión en condiciones optimas de reducción de costos de producción donde nos damos cuenta de la importancia que juega el personal para el éxito de la Empresa. Y por supuesto que la decisión deberá ser: aprobar la inversión de la tecnología propuesta con la nave industrial, prensas, herramientas y dispositivos, etc. Ahora bien el escenario se realizó en base a tener fija una demanda (20 ensamble diarios), pero por que no, trabajar en buscar una tendencia positiva en la demanda agregando valor y sobrepasando las expectativas de nuestro cliente en base a:

Análisis de la oferta de Valor.

Valor tecnológico

El valor que se ofrece al cliente respaldado por los procesos, calidad del producto, certificaciones etc.

Valor de la vigencia tecnológica

El valor que tiene el producto a largo plazo por medio de innovaciones constantes que le permitan ir a la vanguardia de los competidores.



Valor del respaldo

El valor del soporte tecnológico y de servicio que acompaña al cliente al establecer una relación de negocio con nuestra empresa "relación a largo plazo"

Valor de Imagen

Es el valor intangible que genera en nuestro cliente una imagen de estatus y confianza al estar asociado con un proveedor de alta calidad, y tecnología.

Aunque no se perciba de forma inmediata el Valor y la generación del mismo, está estrechamente vinculado con la operación de la empresa en cuanto a:

Mejora de Procesos.

Calidad.

Reducción de Costos.

Innovación y Tecnología.

Estrategia de Venta.



Proyecto de Mejoramiento de Tecnología
de
Estampado y Troquelado

Tema IV

**Cumplimiento de tiempo de entrega
en busca de la satisfacción del cliente**

Ing. Adriana Berenice García Aguilar

Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial



Contenido

1. Desarrollo de la empresa inicia a partir de la "satisfacción verdadera del cliente"	3
2. Planeación y control de la producción	4
3. Principales factores de la competitividad del producto	5
4. Cumplimiento de entrega	6

1. Desarrollo de la empresa inicia a partir de la "satisfacción"

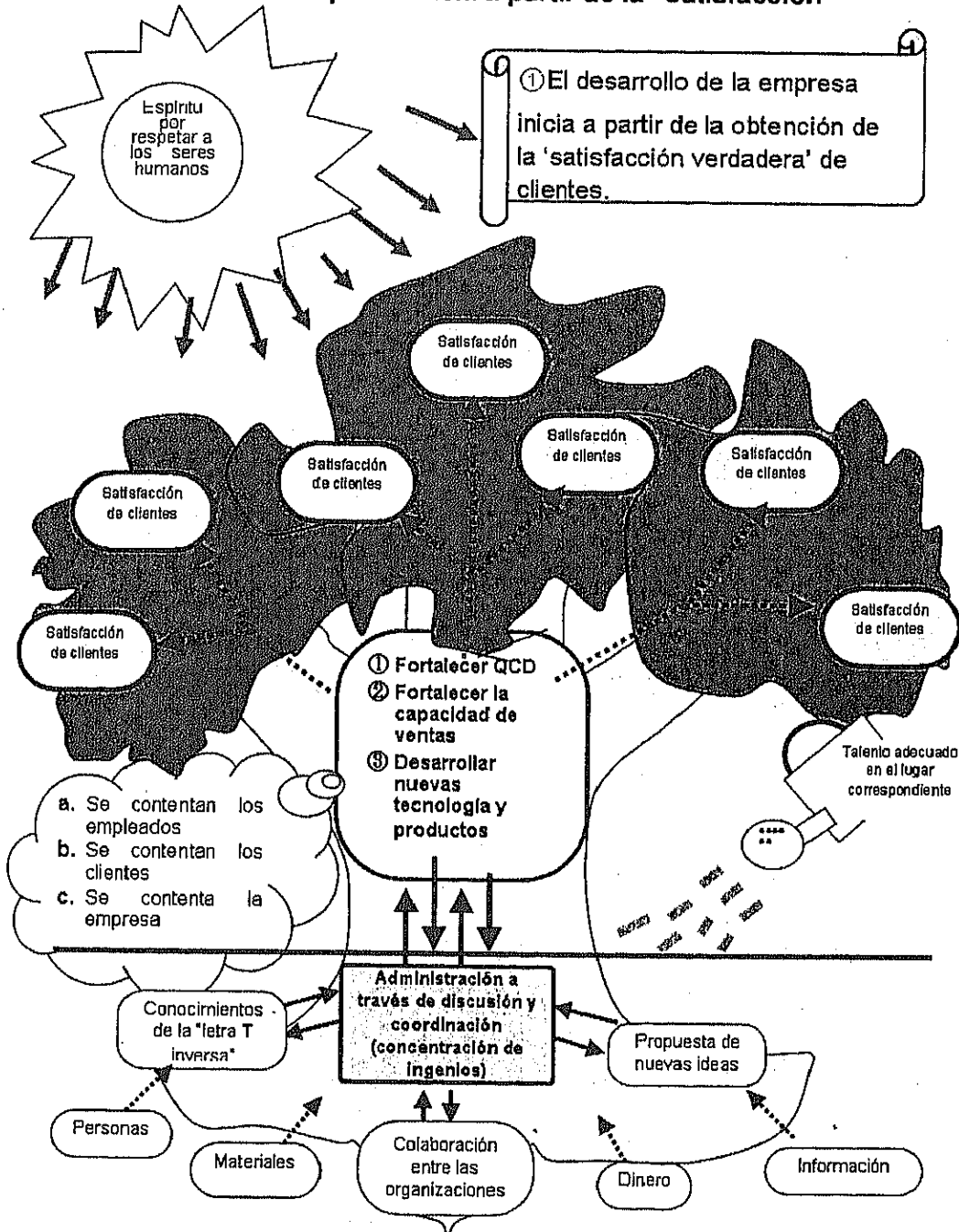


Figura 4.1 Desarrollo de la empresa.

2. Planeación y control de la producción

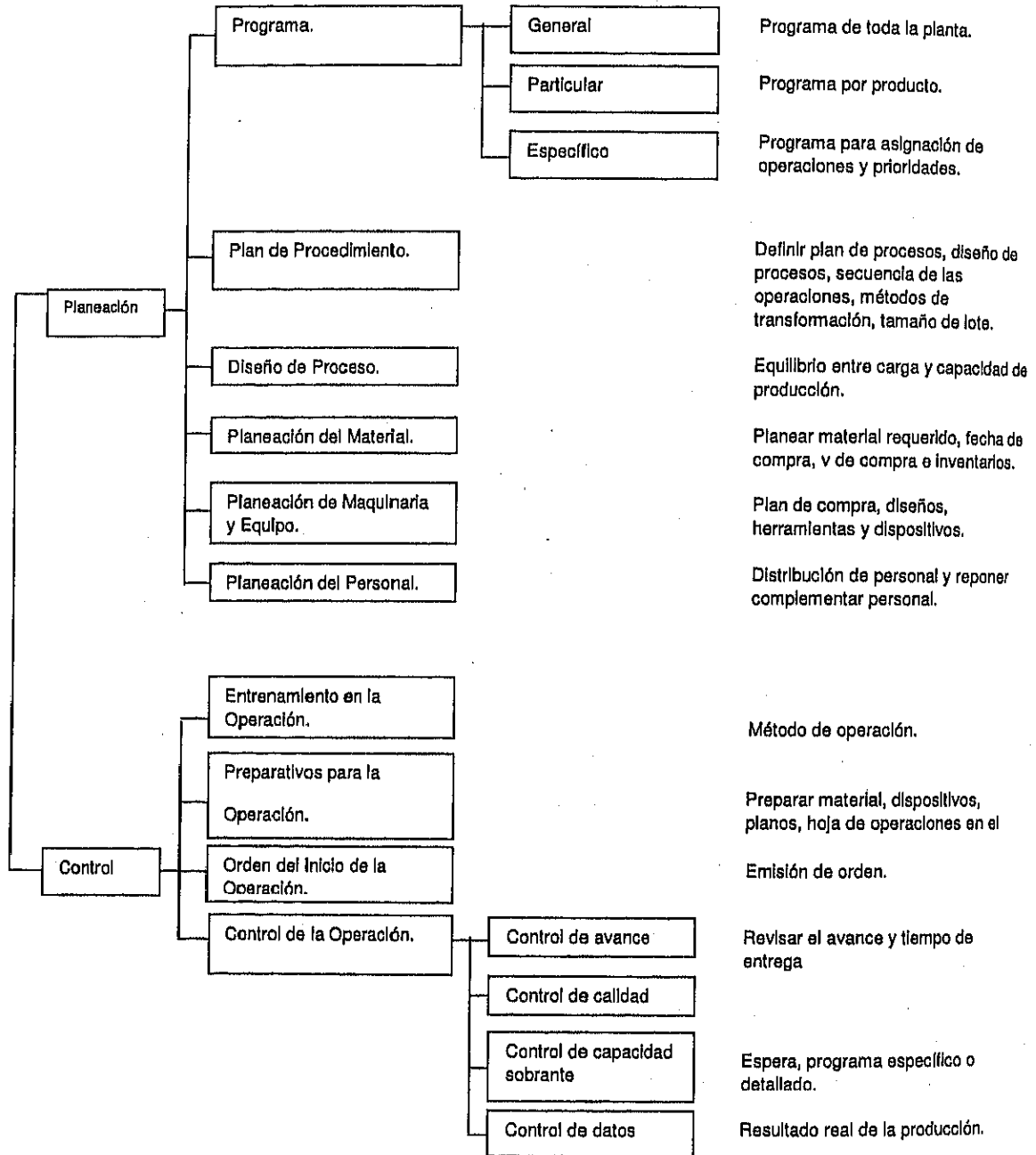


Figura 4.2 Planeación y control de la producción.

3. Principales factores de la competitividad del producto

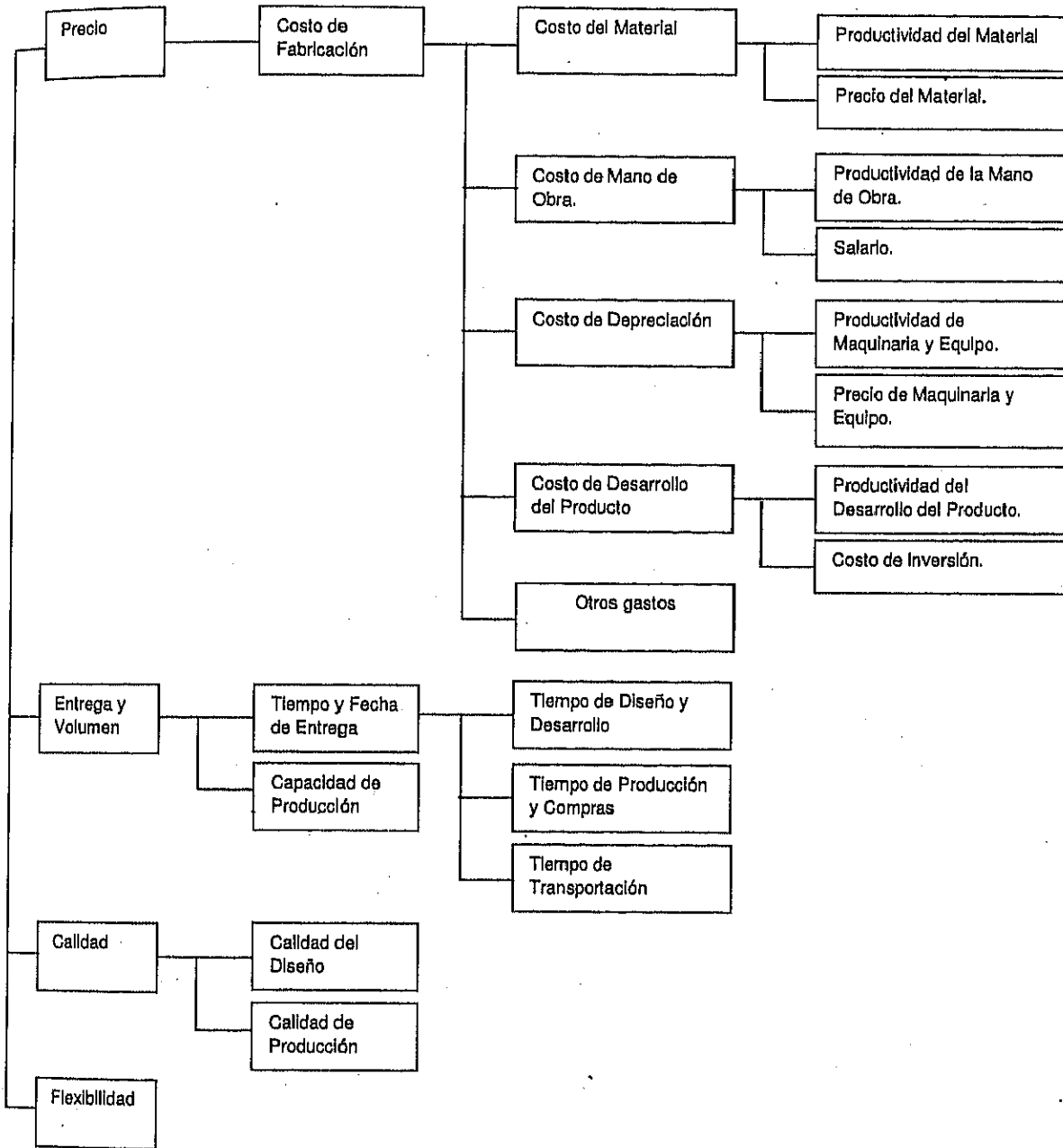


Figura 4.3 Principales factores de competitividad.

4. Cumplimiento de entrega

Medidas para cumplir el tiempo de entrega.

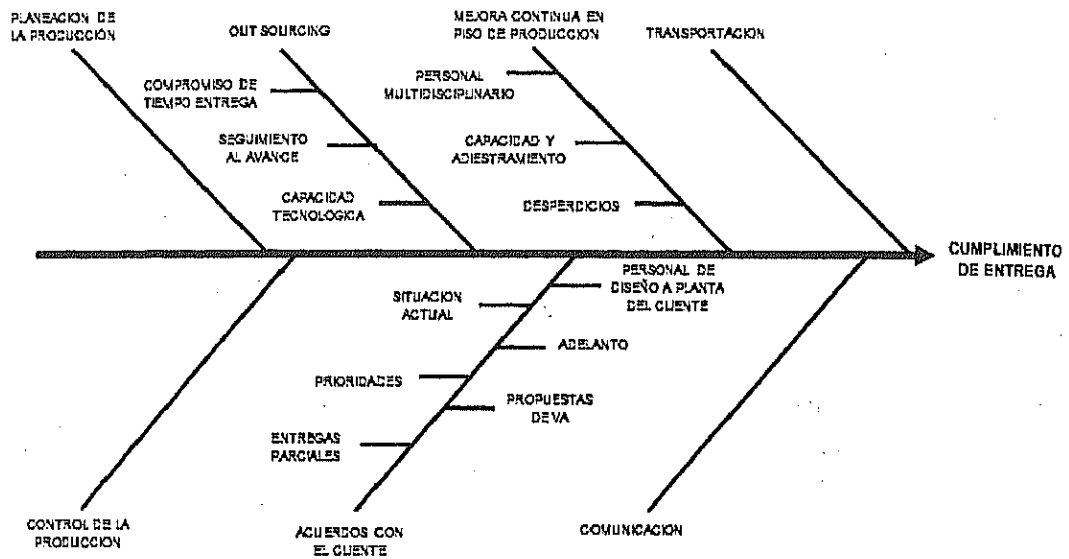


Figura 4. 4 Diagrama Ishikawa cumplimiento de entrega.

Anexo-36

Itinerario del viaje a Japón del director general del CIDEI y el líder del personal CP

Technology Transfer Project of Metal-stamping in Mexico
Itinerary of Metal-stamping Technology Management Study Tour

Year	Month	Day	Time	Visit to	Travel	Rest in	Point of Observation	Contact
2007	4	7 Sat			Mexico -			
	4	8 Sun.			- Narita	Tokyo		
	4	9 Mon.		JICA Tokyo Office		Tokyo	Tour orientation	
	4	10 Tues.	a.m. p.m.	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)		Tokyo	Forefront of technological research in the production engineering such as metal-stamping, automation, robot	Moriguchi (UNICO)
	4	11 Wed.	a.m. p.m.	AMADA School		Tokyo	Training institute of press maker (C/P group will attend the classes of the institute.) Exhibition of state-of-the-art machines	
	4	12 Thurs.	a.m. p.m.	Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute Morino Industry Co.	To Osaka	Osaka	Facilities and activities of technical institution run by local government of a SME clustered area SME of metal-stamping and die-making	
	4	13 Fri.	a.m. p.m.	Technology Research Institute of OSAKA Prefecture Co. Tanaka Dankou		Osaka	Facilities and support activities for local industry of technical institution run by local government Precision and progressive metal-stamping process by SME	
	4	14 Sat				Osaka		
	4	15 Sun.			To Komatsu	Komatsu		
	4	16 Mon.	a.m. p.m.	KOMATSU Industries Co.	Back to Tokyo	Tokyo	Plant of one of the biggest press-maker, Research of metal-stamping technology	
	4	17 Tues.		JICA Tokyo Office		Tokyo	Wrap-up meeting	
	4	18 Wed.			Narita - Mexico			

Anexo-37

Itinerario del programa de capacitación técnica en Japón
para el personal CP del área de tecnología de producción

Technology Transfer Project of Metal-stamping in Mexico
Itinerary of Counterpart Training Program in Japan

Year	Month	Day	Time	Visit to	Travel	Rest In	Remarks
2007	6	30	Sat		Mexico -		
	7	1	Sun.				
	7	2	Mon.		- Tokyo	TIC	
	7	3	Tues.	a.m. p.m.	JICA Tokyo International Center	TIC	Program orientation
	7	4	Wed.	a.m. p.m.	AMADA School	TIC	Training program
							Training program
							Training program
	7	14	Sat	a.m. p.m.	AMADA School	TIC	Training program
	7	15	Sun.			TIC	
	7	16	Mon.		Visit to company of metal-stamping	TIC	
	7	17	Tues.		Visit to company of metal-stamping	TIC	
	7	18	Wed.			Komatsu	
	7	19	Thurs.		KOMATSU Industries Co.	TIC	Plant of one of the biggest press-maker Research of metal-stamping technology
	7	20	Fri.		JICA Tokyo International Center	TIC	Wrap-up meeting
	7	21	Sat			Narita - Mexico	

Anexo-38

Especificacion del equipo donado

ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO PROPUESTO "PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE TECNOLOGIA DE ESTAMPADO Y TROQUELADO"

**PRENSA M/C:
ESPECIFICACIONES**

- | | |
|---|--|
| ▣ Nombre: | Marco tipo "C" / movimiento del acoplamiento estilo híbrido tipo servo prensa. |
| ▣ Voltaje de alimentación de maquina. | 220 volts, 3 fases, 4 hilos, 60 hertz |
| ▣ Capacidad: | 450 K N. |
| ▣ Posición de generación de capacidad máxima: | 5,5 mm. (sobre punto muerto inferior "B.D.C.") |
| ▣ Máxima longitud de carrera: | 100 mm. |
| ▣ Velocidad máxima: | 70 s.p.m. (carreras por minuto) |
| ▣ Altura del herramental: | 250 mm. (carrera abajo, tornillo de ajuste arriba "S.D.A.U.") |
| ▣ Dimensiones de la cara de corredera: | 400 mm. (izquierda derecha "LR") x 350 mm. (frente atrás "FB") |
| ▣ Dimensiones de la sufridera: | 800 mm. (izquierda derecha "LR") x 450 mm. (frente atrás "FB") |
| ▣ Mecanismo de seguridad óptico: | Según normas JIS u OSHA. |
| ▣ Detector de mal funcionamiento: | Tipo multi-canal. |
| ▣ Montaje a prueba de vibración: | Caucho y nivelador tipo fijo a la prensa, 4 piezas. |

**LINEA DE ALIMENTACION:
ESPECIFICACIONES**

- | | |
|--|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> Nombre del alimentador: | Alimentador con nivelador. |
| <input type="checkbox"/> Ancho del material: | 10 a 150 mm. |
| <input type="checkbox"/> Espesor del material: | 0,3 a 1,6 mm. |
| <input type="checkbox"/> Diámetro exterior de la bobina de material: | Ø 1200 mm. |
| <input type="checkbox"/> Máximo peso de la bobina de material: | 500 kg. |
| <input type="checkbox"/> Paso máximo de alimentación: | 150. mm. / 0,1 mm. |

ALCANCE REQUERIDO AL PROVEEDOR:

- Instalación, puesta en marcha y capacitación a personal de CIDESI.
- Deberá contar con oficina de servicio post-venta en México.
- Deberá entregar manual y especificaciones impresos en idioma español o inglés.
- El plazo de entrega requerido es de 2 meses después de colocada la orden de compra.

Anexo-39

Acta de las reuniones sobre el Informe del Inicio

**Project on Technology Transfer for Supporting Industry
(Stamping Technology)**

Minutes of Meetings

Date: October 24 - November 3, 2006
Place: Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)
Attendants: Ing. Vicente Bringas Rico, Director de Automatización CIDESI
Ing. Ariel Dorantes Campuzano, Gerente de Herramientales
de Proceso y Ensamble CIDESI
Mr. Toru Moriguchi - JICA project team leader
Mr. Shohachi Kurihara - JICA metal stamping works expert
Mr. Shuichi Kurozumi - JICA metal stamping works expert
Mr. Sakaibara Kazuhiko - JICA production control technology expert

Mr. Etsuji Yoshimura - JICA head office
Mr. Nobutetsu Enoshita - JICA expert

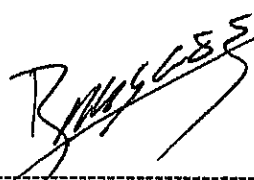
Prior to the arrival in Mexico the JICA project team sent the draft of Inception Report of the Project to CIDESI so that the counterpart of the Project could review the report beforehand. At the start of the project a series of meetings on the Report were held to discuss scheme, contents and schedule of the planned technology transfer, and finalize the Report.

1. The JICA project team leader started the meeting by confirming the prime objective of the project, that is, capacity building of CIDESI to help the supporting industry in the region by raising the technology level of metal stamping.
2. The JICA project team leader explained the execution scheme of the technology transfer during three (3) years, highlighting the following. The counterpart agreed on these points.
 - 1) The technology transfer to the counterpart of CIDESI will be carried out by lectures, practical training in the shop of CIDESI, and on-the-job-training (OJT) in the course of the joint consulting services to the model companies.

- 2) Supposing that the most of the counterpart group of CIDESI lack of the knowledge and experience of the stamping technology, it is important to start the consulting services to the private sector only after their technology level have reached to a certain point. During the first and second terms of the expatriate experts the intensive technology transfer will be done by class-room lectures and practical training within CIDESI.
 - 3) The companies who consult with the joint project team of JICA and CIDESI about technical problems for solution will participate in the Project as model companies. The joint team using every opportunity, such as seminars or company visits for promotion of the Project, will invite the companies to consult CIDESI.
 - 4) Taking into account the wide-ranging concept of production control technology, the Project will focus on the various tools used for KAIZEN or to enhance the productivity of the metal stamping shops.
3. The practical training in the second and third years will include 1) design of single stamping and progressive dies and 2) making of single stamping dies. The cost of materials and process to be ordered to outside will be borne by CIDESI.
 4. The counterpart requested the JICA team to give technical advice for the improvement of their machinery assembling shops even from the management technology point of view. The JICA team accepted it as far as time allows.
 5. After a long discussion on the target activities of CIDESI to the private sector after the Project in the field of metal stamping, both parties reached the agreement that the target support activity of CIDESI as a public technical institution is to sell engineering and consulting services rather than enter the business of stamping dies manufacturing.
 6. The JICA team added, however, that the technology transfer of the Project targets to raise the technology level of the counterpart group enough to design and make marketable stamping dies in terms of quality.
 7. CIDESI listed the names of 9 engineers as a counterpart group of the production technology (metal stamping) and 7 engineers for the production control technology. CIATEQ and MABE may send their engineers to participate in the Project.

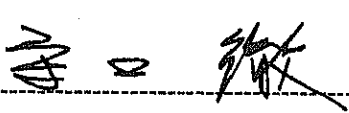
8. JICA team will interview each of the counterpart group members for assessment of their knowledge and experience. Members whose level is judged too low to participate in the Project may be replaced by CIDESI.
9. Both parties will jointly work to make a list of the equipment to be requested to JICA to provide for the smooth execution of the technology transfer of the metal stamping. CIDESI is to fill out the official format of request to JICA.
10. The counterpart training program in Japan forms a part of the Project. Details will be informed to CIDESI.
11. The inception report will be finalized incorporating the discussions with the counterpart.

November 8, 2006



Ing. Vicente Bringas Rico
Director de Automatización

Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial
Queretaro, México



Mr. Toru Moriguchi
JICA Project Team Leader

Anexo-40

Tomo 1 del Manual Técnico Contenido y extracto

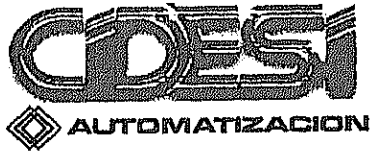
Tomo 1

Manual de Tecnología del Estampado y Troquelado.

INTEGRANTES JICA	INTEGRANTES CIDESI
Ing. Shohachi Kurihara	M.C. Ariel Dorantes Campuzano
Ing. Shuichi Kurozumi	Ing. Jesús Ayala Torres
M.C. Koyu Shimizū	Ing. Javier Ángeles Lugo
Ing. Yasuyuki Nakayama	Ing. Niels Giovanni García Tapia
Tec. Kazuo Kanazawa	Ing. Saúl Rubio Rodríguez
	Ing. Cristian Ávila Altamirano
	Ing. José Ruiz Luna

Periodo

Octubre 2006 – Octubre 2009



Contenido

Fundamentos del estampado

Procesos de transformación de metales en la prensa

Operación de la prensa

Prensa y dispositivos periféricos

Dispositivos para alimentar el material.

Condiciones dinámicas del estampado y troquelado.

Cálculos de especificaciones técnicas para prensa.

Cálculo de la capacidad de transformación del estampado y troquelado 1.

Cálculo de la capacidad de transformación del estampado y troquelado 2.

Características del material a procesar para estampado y troquelado.

Prueba de materiales y elementos de estampado.

Tasa límite de embutido y de reembutido de un recipiente cilíndrico.

La prueba de material y el formado del mismo por prensa.

Diseño de la prensa servo.

Análisis de la prensa servo.

Diseño de automatización del proceso de estampado.

Características de las prensas que no cuentan con cigüeñal.

Bases acerca de los valores de las características de un material.

Coefficiente de endurecimiento "Valor m"

Técnicas de lubricación en el estampado (Tribología)

Diseño del sistema motriz y transmisión de la prensa mecánica.

Diseño del sistema de transmisión.

Diseño de la estructura de la prensa mecánica 1

Diseño de la estructura de la prensa mecánica 2

Ingeniería de Herramental (burring)

Fundamentos del Estampado



Estampado

Introducción

Existen diferentes maneras de transformar de los materiales físicamente, pero en este estudio nos ocuparemos solamente de las operaciones realizadas con la prensa. La figura 1.1 resume estas operaciones, que en conjunto son conocidas como trabajo de la prensa o *Press work* en inglés.

El trabajo de la prensa se realiza siempre en frío, es decir, a temperatura ambiente; se clasifica en dos grandes grupos de operaciones, el estampado y el forjado en frío. En el estampado se aplica una fuerza o presión constante para formar el material mientras que el forjado en frío se asemeja más al forjado de herrería donde se forma el material por compresión o con repetidos golpes. Así mismo en el estampado el material se trabaja en forma de placas o laminado en hojas de diferentes espesores, en el forjado en forma de rebanadas o cilindros. El alcance de nuestro estudio son sólo las operaciones correspondientes al estampado.

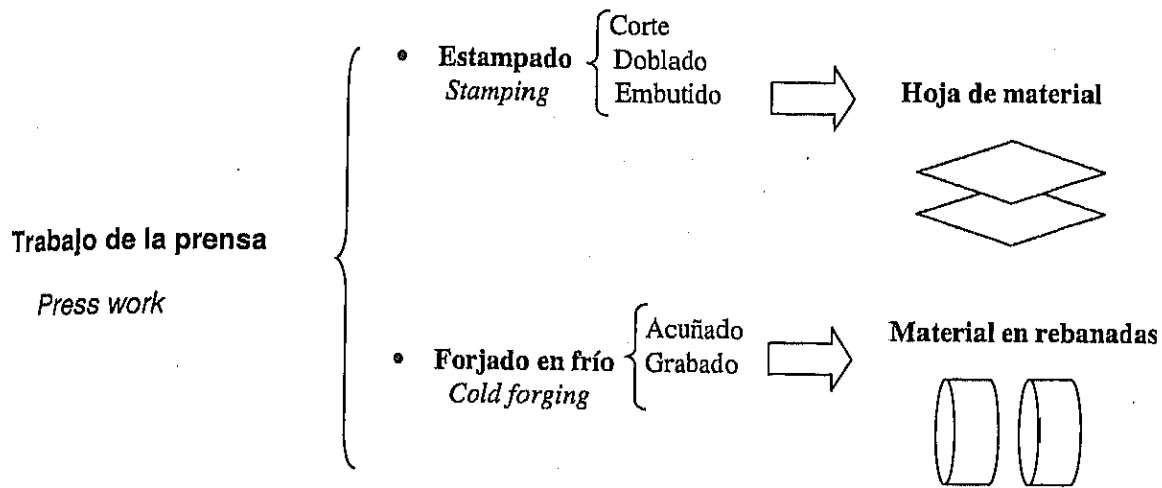


Figura 1.1. Transformaciones de la prensa.

Dinámica del estampado

Son múltiples las variables que intervienen en el proceso de estampado y para el cálculo de los herramientales de la prensa. Todas ellas serán estudiadas más detalladamente en el futuro, pero las principales a considerar son: La fuerza o capacidad de presión (P), la energía (E) y la velocidad (V).

P = Kilo newton (kN), Tonelada fuerza (tf)

E= Joule (J), N·m, kgf·m

V= mm/s, m/min

La prensa

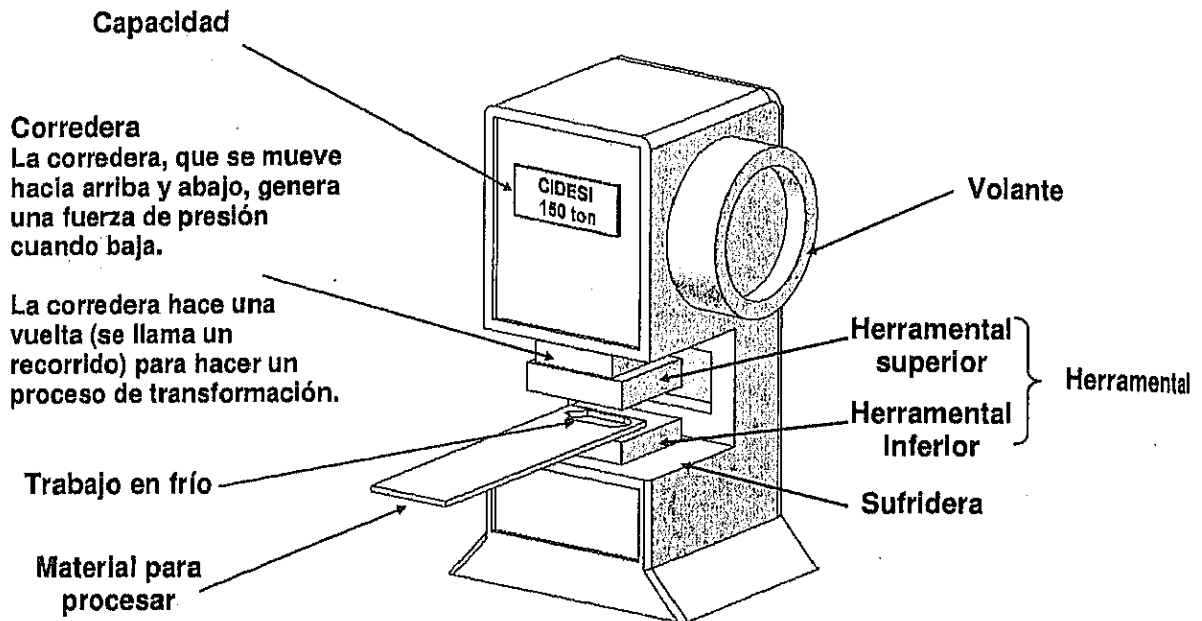


Figura 1.2. La prensa.

Estampado y troquelado

Este trabajo consiste en 3 elementos que son la prensa, el herramental y el material para procesar. Como se señala en la figura 1.2, se instala el herramental en la prensa y se inserta el material entre el herramental superior y el inferior. Luego se le aplica una fuerza de presión al material para formarlo. Este método de transformación se llama estampado y troquelado y se realiza en frío.

Producción

La producción de una prensa se mide por el número de veces que puede realizar la subida y bajada de la corredera. Se clasifican según la tabla 1.1.

Nivel de producción	Rango
Baja producción	10 (1/min) a 0.17 (1/s)
Alta producción	1000 (1/min) a 17.0 (1/s)

Tabla 1.1. Clasificación de la prensa de acuerdo con la producción

Condiciones del material

1. Espesor

De acuerdo con el espesor t de la hoja del material en milímetros tenemos la siguiente clasificación.

Espesor (t)	Nombre del material	Nombre de la operación
<0.2mm	Súper delgado	Trabajo de precisión <i>Precision press work</i>
0.2mm a 3mm	Hoja <i>Sheet</i>	Estampado <i>Stamping</i>
>3mm	Hoja gruesa o Placa. <i>Plate</i>	Trabajo de la hoja gruesa <i>Plate working</i> Es similar al forjado en frío.

Tabla 1.2. Clasificación del material de acuerdo con al espesor.

La diferencia entre el material súper delgado y una película de material o *Foil* es la recuperación del material después que le ha sido aplicada una fuerza. En el caso de la película no es posible regresarla a su condición inicial, por el contrario una hoja de material súper delgado sí tiene esta capacidad.

Otra característica de las películas de material, en particular de la película de aluminio, es que al trabajar con ellas se arrugan demasiado. Las arrugas, para un embutido por ejemplo, son semejantes a las del papel encerado de los panqués. Una ventaja de la formación de estas arrugas en recipientes de cocina es que se logra una mejor distribución del calor, evitando así que se quemen los alimentos o se peguen al fondo del recipiente como sucede comúnmente en los recipientes de fondo plano.

2. Tamaño de la hoja.

De acuerdo con el tamaño de la hoja se tiene la siguiente clasificación. El cuadrado significa que la dimensión son milímetros cuadrados.

Tipo de prensa	Dimensiones	Nombre de la hoja
Prensa cuadrada	$> \square 500\text{mm}$	Hoja grande
Prensa cuadrada	$\square 300\text{mm}$ a $\square 500\text{mm}$	Hoja mediana
Prensa en "C"	$\square 30\text{mm}$ a $\square 300\text{mm}$	Hoja pequeña
Prensa en "C"	$< \square 30\text{mm}$	Hoja súper pequeña

Tabla 1.3. Clasificación del material de acuerdo con el tamaño de la hoja.

Tipos de estampado

Corte y troquelado.- Las operaciones de este tipo se caracterizan por el fenómeno de corte en su amplio sentido. Se les llama corte a aquellos procesos que cortan el material y lo separan. La línea que separa las piezas se conoce como línea de corte. El concepto de corte en su amplio sentido se divide en corte y el troquelado.

La condición para que el proceso se llame corte en su sentido restringido es que la línea de corte sea abierta. Para el troquelado la condición es una línea de corte cerrada.

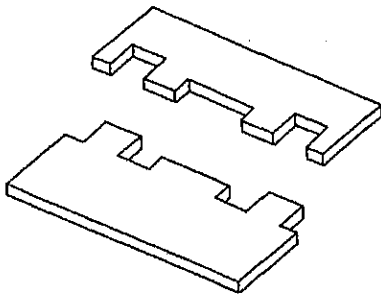


Figura 1.3. Ejemplo de corte

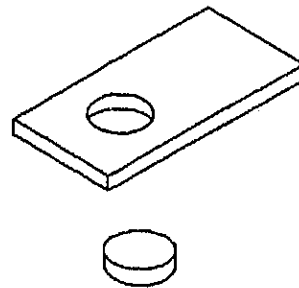


Figura1.4. Ejemplo de troquelado

Se llama corte de silueta o *blanking* cuando la silueta troquelada es el material a trabajar. Cuando el material perforado es el que se trabajará posteriormente el proceso se denomina punzonado o *piercing*. Al material sobrante se le llama desecho o *scrap*.

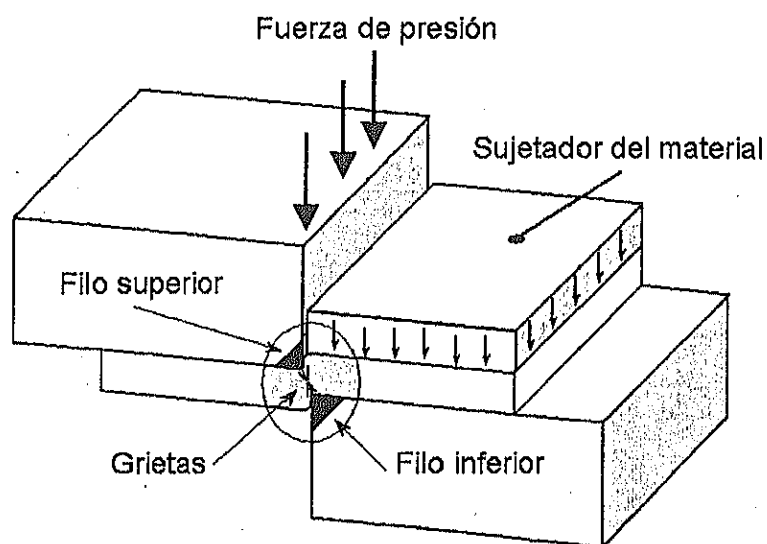


Figura 1.5. Método de realizar el corte.

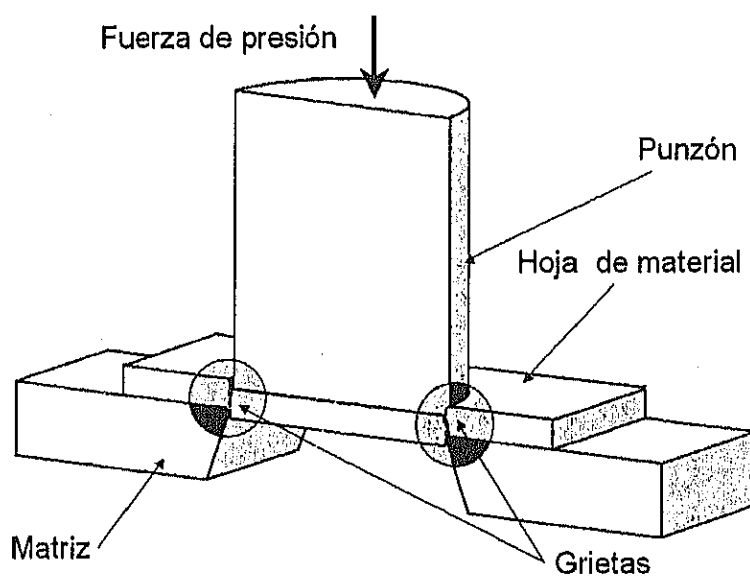


Figura 1.6. Método de realizar el troquelado.

Configuración del corte

En la figura 1.4 se señala la configuración del corte de las partes transformadas por el corte. En muchos de los casos esta cortadura determina la condición de la calidad del producto.

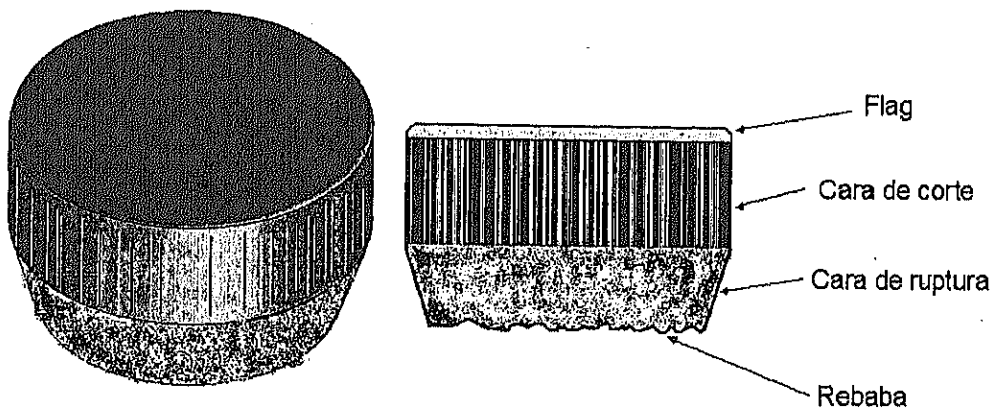


Figura 1.7. Configuración del corte.

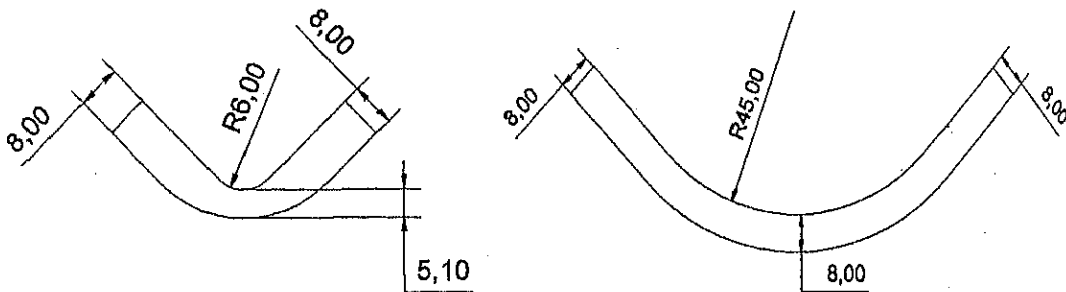
Doblado y formación

Cuando hablamos de formación en su sentido amplio nos referimos a todas las operaciones de la prensa, es decir, la formación por prensa. Pero cuando hablamos de formación en su sentido limitado nos referimos a una operación similar al doblado.

Las condiciones para definir el doblado y la formación están dadas por el valor de la relación entre el radio de doblado R y el espesor t de la hoja de material. Así como de la forma de la línea de doblez. Estas condiciones se resumen en la Tabla 1.4.

Operación	Valor de R/t	Tipo de fuerza	Características
Formación	$5 \leq$	Multidireccional	<ul style="list-style-type: none"> •Proceso más parecido a forjado en frío. •Más difícil de doblar, más rebote o <i>spring back</i>. •Línea de doblez curva. •Espesor uniforme. •Algunos tipos de formación son: <i>Simming</i>, <i>coring</i> y <i>buring</i>.
Doblado	$5 >$	Puntual o unidireccional	<ul style="list-style-type: none"> •Más fácil de doblar, no hay rebote. •Línea de doblez recta. •Espesor menor en el área de doblez. •Existen tres tipos de doblado: Doblado en "V", doblado en "U" y doblado en "L".

Tabla 1.4. Condiciones para el doblado y la formación.



Criterio para doblado
 Valor de $R/t < 5$
 El espesor en el área de doblez es menor al espesor original.
 $t_o < t$

Criterio para formación
 Valor de $R/t \geq 5$
 El espesor en el área de doblez es igual al espesor original.
 $t_o = t$

Figura 1.8. Diferencias entre las operaciones de doblado y formación.

Ejemplos de doblado

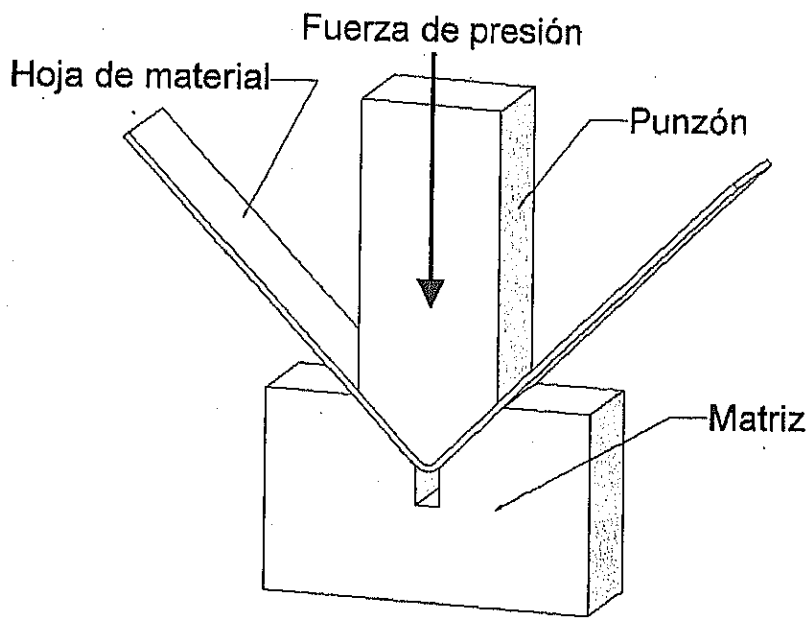


Figura 1.9. Doblado en "V"

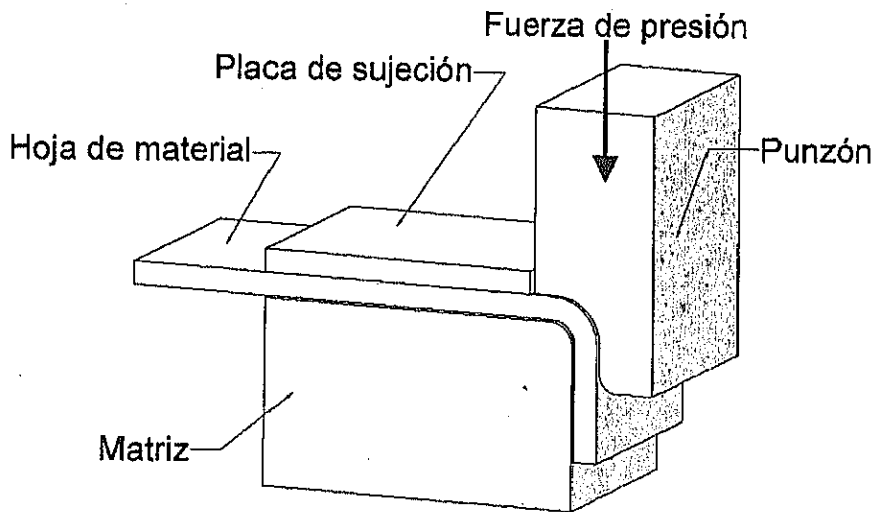


Figura 1.10. Doblado en "L"

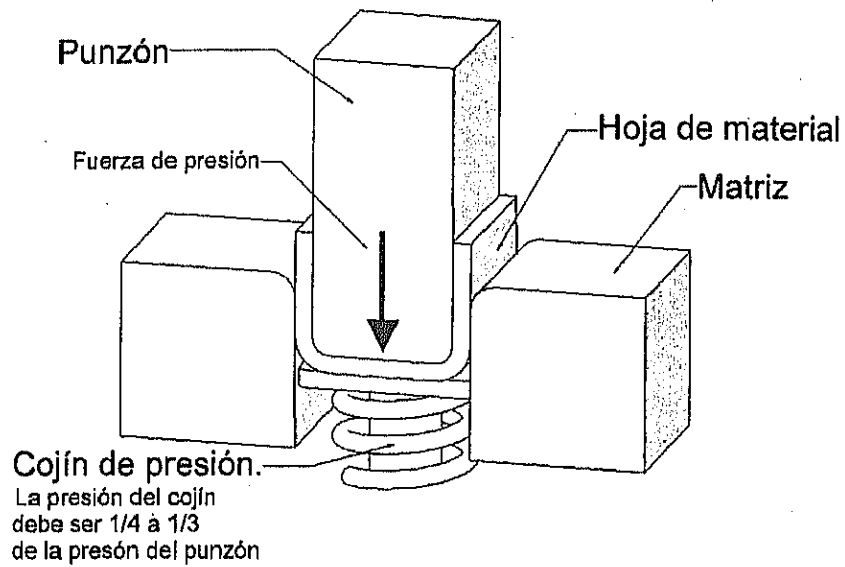
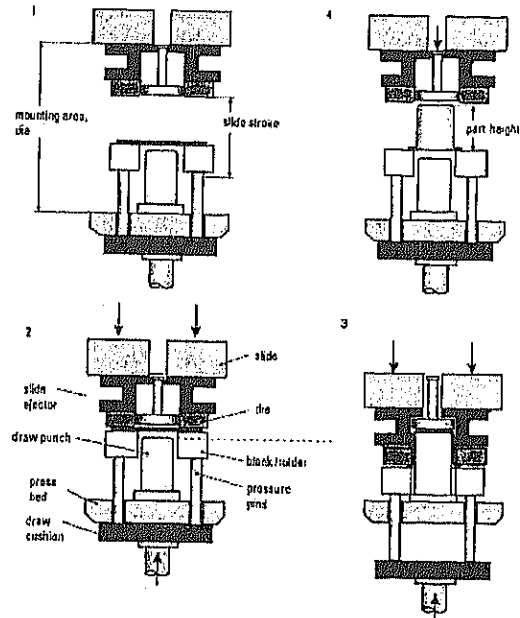


Figura 1.11. Ejemplo de doblado en "U"

Embutido y expansión.- El embutido y la expansión son los métodos para formar un contenedor con fondo sin costura a partir de una silueta plana.

En el proceso de embutido la formación se realiza obligando al material a quedarse en el espacio sostenido entre el punzón y la matriz, es decir el material tiene un tope.



▲ Fig. 4.2.3 Single-action die with draw cushion

Figura 1.12. Proceso de embutido

En la expansión en cambio, el material se encuentra fuertemente sujeto y la formación la realiza exclusivamente el punzón. Otra observación sobre estos procesos es que en la expansión el área expandida disminuye su espesor y en el embutido la pared del contenedor se adelgaza pero no su fondo que conserva el espesor original.

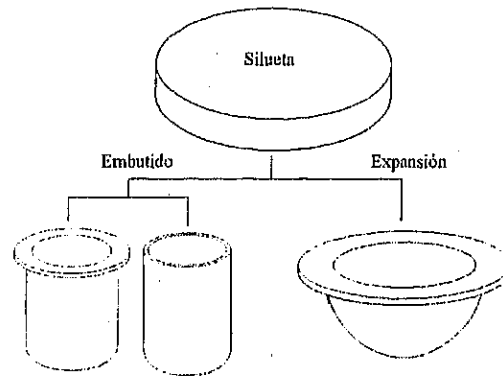


Figura 1.13. Ejemplos de embutido y expansión.

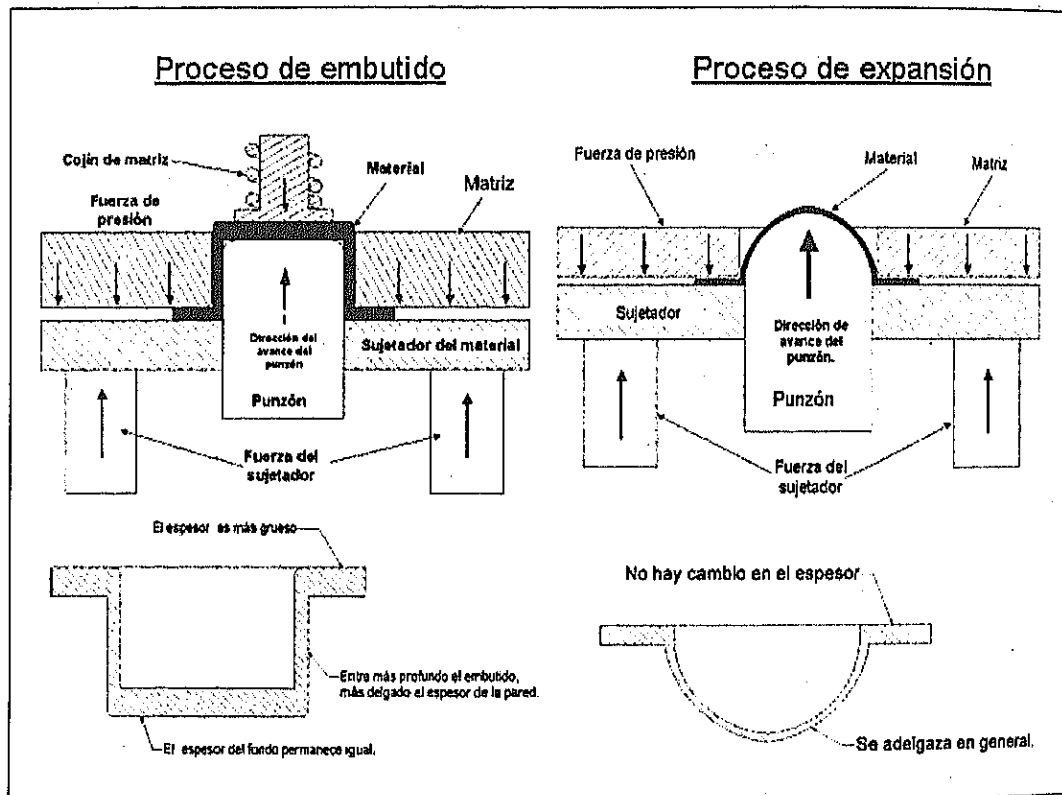
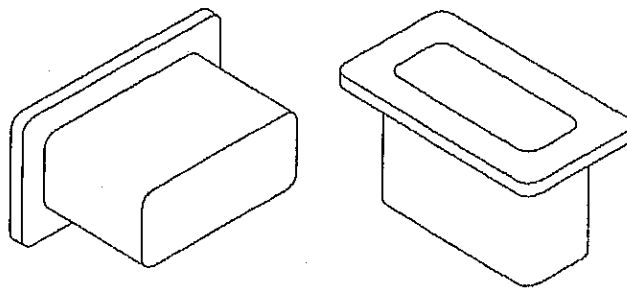
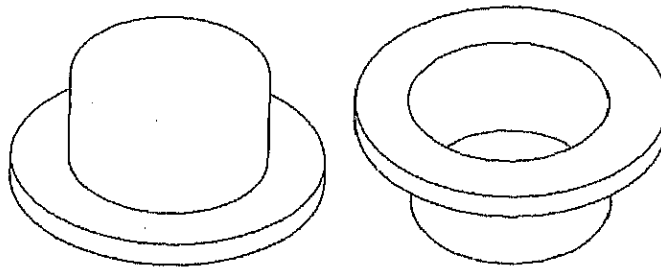


Figura 1.14. Diferencias entre el embutido y la expansión.

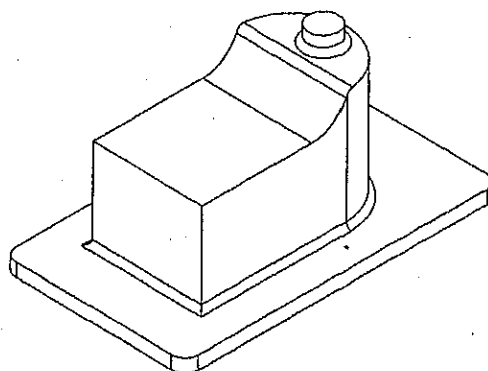
Por regla general, se le llama embutido cilíndrico a la forma embutida como un cilindro, se señala en el dibujo (a) de la figura 1.15; el embutido rectangular se observa en el dibujo (b) de la misma Figura, así como embutido irregular es aquél que tiene forma complicada, se observa en el dibujo (c).



(a) Embutido rectangular.



(b) Embutido cilíndrico.



(c) Embutido Irregular

Figura 1.15. Tipos de embutido.

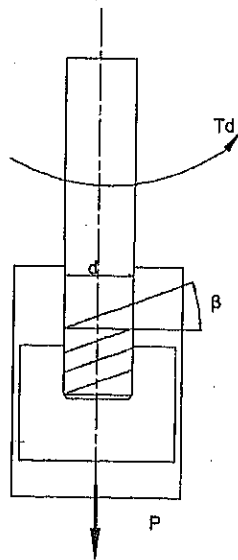
Análisis de la prensa servo

Análisis de la prensa servo

Este análisis se realiza sobre las características de propulsión de la corredera, así como las del motor servo de la prensa. Las cuales se explicarán a continuación.

(1) Características de movimiento de la corredera

Respecto al movimiento de la corredera, se dará la explicación según el modelo de prensa: tornillo, cigüeñal, acoplamiento, etc.



T_d : Torque rotativo

d : Diámetro del tornillo

β : Ángulo de avance del tornillo

Figura 15.1 Propulsión del tornillo

De acuerdo con la fórmula $r = \frac{d}{2}$, la fuerza de revolución del tornillo F_s se representa por:

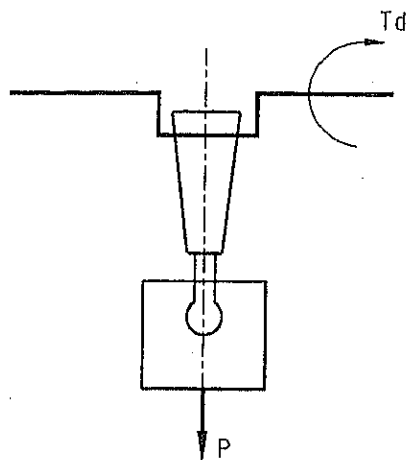
$$F_s = \frac{T_d}{r} \quad (1)$$

Por lo que la fuerza propulsora de la corredera será:

$$P = \frac{F_s}{\tan \beta} * \eta$$

La eficiencia se representa por $\eta = 0.8$

(b) Propulsión del cigüeñal



T_d : Torque rotativo

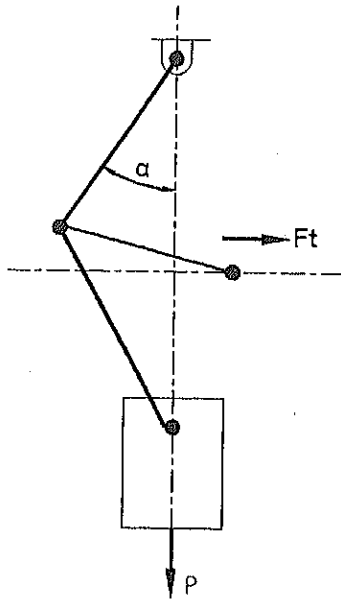
S_L : Longitud de carrera

H: Limitación de capacidad

$$P = \frac{T_d}{H \sqrt{\frac{S_L}{H} - 1}} * \eta$$

Figura 15.2 Propulsión del cigüeñal

(c) Propulsión del acoplamiento



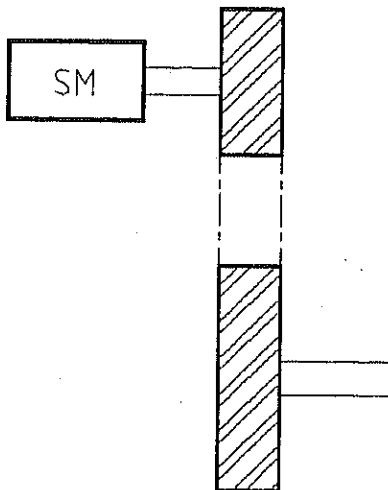
F: Fuerza de tracción

α : Ángulo de limitación de capacidad

$$P = \frac{F_t}{2 \tan \alpha} * \eta$$

Figura 15.3 Propulsión de articulación

Para el control de propulsión se realizara el cálculo según el siguiente dibujo:



$GD_1^2; n_m$

$$[GD^2]_{\text{eg}} = GD_1^2 + \left(\frac{n_d}{n_m}\right)^2 GD_{II}^2 \quad (\text{kgf} \cdot \text{m}^2)$$

$$E = \frac{[GD^2]_{\text{eg}} \cdot n_m^2}{7160} \quad (\text{kgf} \cdot \text{m})$$

$$T = \frac{E \cdot 19.1}{t_s \cdot n_m} \quad (\text{kgf} \cdot \text{m})$$

$GD_{II}^2; n_d$

Figura 15.4 Fuerza para el control de propulsión

GD^2 representa el valor de inercia de cada parte, n es el número de revoluciones (rpm), E es la energía de revolución y T es el torque rotativo.

(2) Características del motor servo; Se explicaran las características del motor servo AC que se utiliza en la prensa servo.

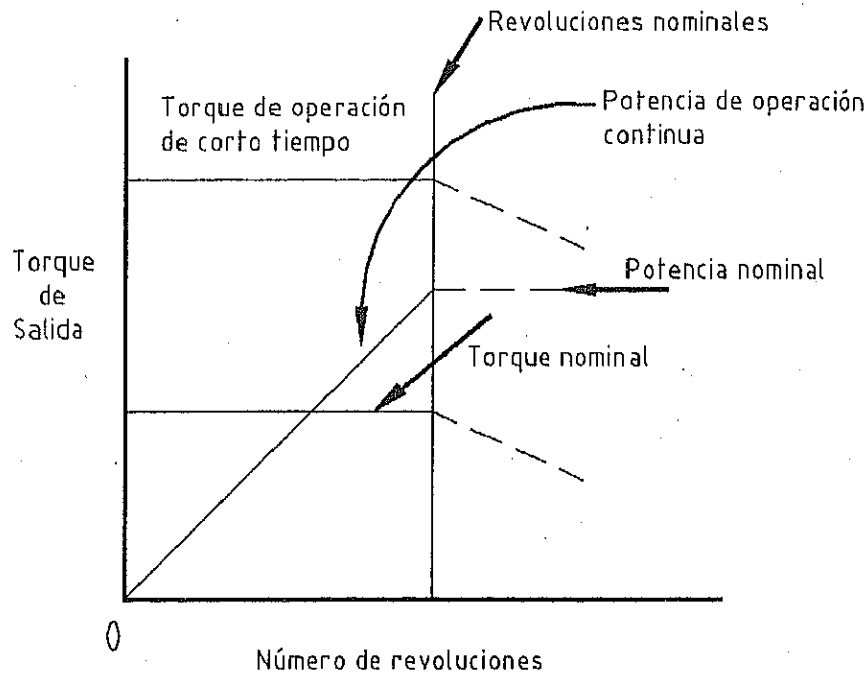


Figura 15.5 Características del motor servo AC.

Prensa servo especial

(3) Prensa servo de propulsión por bomba hidráulica

Hay prensas servo cuya estructura es como se indica en el siguiente dibujo, este sistema es de una prensa híbrida hidráulica y tiene ventajas, a diferencia de una prensa mecánica, por la posibilidad de realizar varios tipos de movimiento gracias a las características del movimiento suave de propulsión.

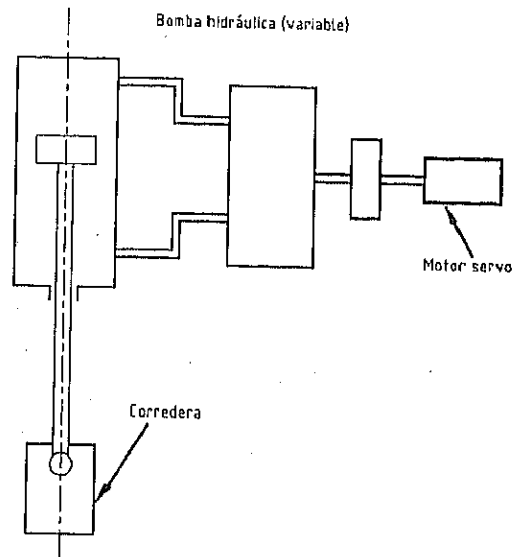
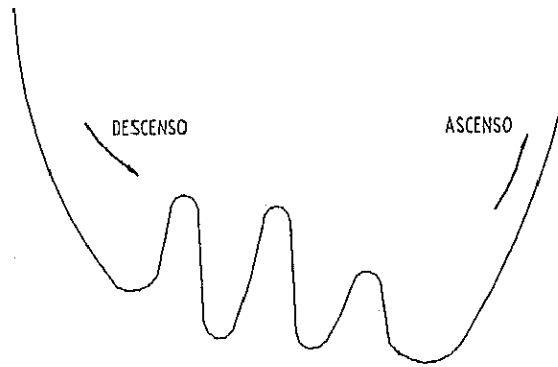


Figura 15.6 Prensa servo especial de propulsión por bomba hidráulica

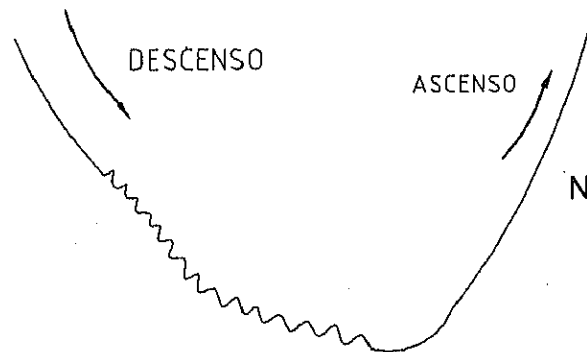
(4) Modalidad de movimiento especial de la corredera

En las características de movimiento de la corredera, se dan movimientos como se indican en el dibujo 12 (a) y (b) y se agregan nuevas características en cada movimiento para obtener una nueva característica de transformación. Por ejemplo, el movimiento por presión repetitiva de etapas múltiples del Dibujo (a) propicia la ductilidad de los materiales a procesar y aumenta la formabilidad. Por otro lado, al movimiento por impulsos de baja frecuencia del Dibujo (b) se le llama "transformación por impulso"; en este método de transformación se dan impulsos de baja frecuencia al presionar los materiales a procesar, lo cual permite aumentar la dilatación uniforme de los mismos y reducir la variación del grosor (para que el grosor no se haga demasiado delgado).

Asimismo, facilita el troquelado cepillado (*shaving*), por lo que es el método más efectivo para el troquelado de partes pequeñas y precisas.



(a) Movimiento por presión repetitiva de etapas múltiples



Nota: La frecuencia baja es de 5 a 10 Hz.

(b) Movimiento por impulsos de baja frecuencia

Figura 15.7 Modalidad de movimiento especial de la corredera

Cálculo de la fuerza motriz de la prensa servo

La capacidad del motor servo que se utiliza para la prensa se puede calcular por la siguiente ecuación:

$$N = \frac{P * H * n}{(60 \times 10^3) \eta} \quad [Kw]$$

Donde:

P: Capacidad de presión [Kn]

H: Limitación de capacidad [mm]

n: Número de carreras de la corredera [min^{-1}]

Aquí la eficiencia de propulsión η es de 0.4 a 0.5, un valor inferior al de una prensa mecánica en general. Esto se debe a que la prensa servo no tiene volante y no se puede utilizar la fuerza de inercia del volante. Por lo que la capacidad del motor se hace mayor.

Velocidad de transformación que tiene la corredera y la forma de seleccionar una modalidad de movimiento.

(a) Estampado y su velocidad

En la siguiente grafica se muestra la velocidad de la corredera (Impact Speed) en caso de realizar el estampado con la prensa cigüeñal, considerando como margen de tolerancia la velocidad de formación, según el tipo de materiales metálicos a procesar.

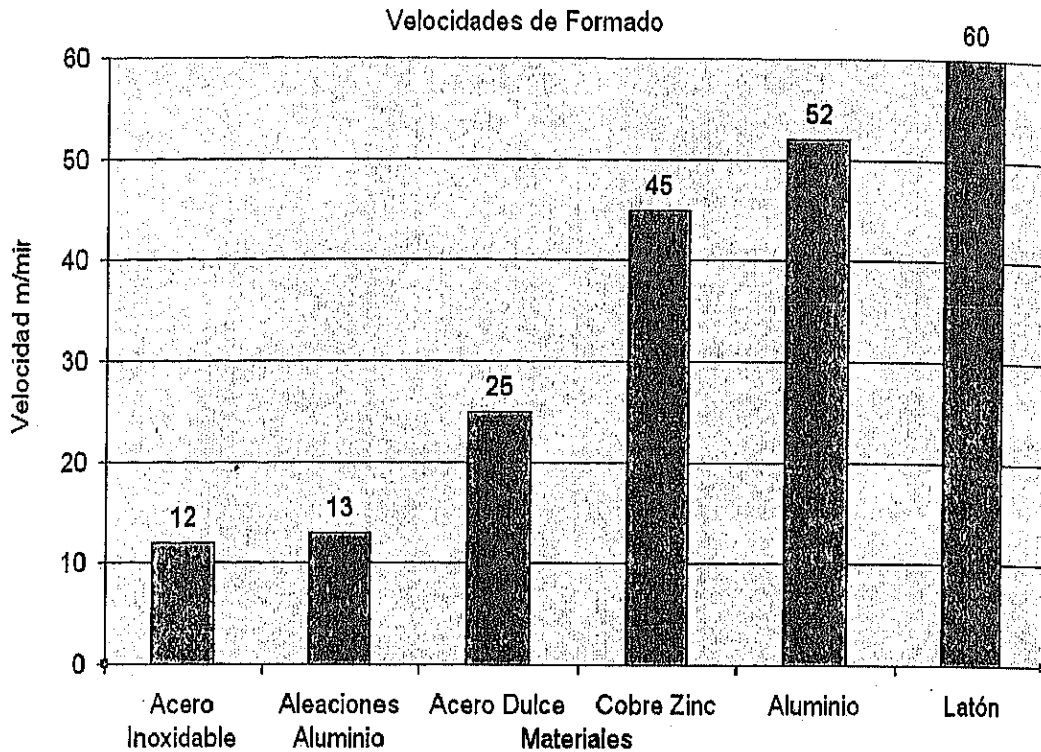


Figura 15.8 Tabla de velocidades de formado

(b) Modalidad de movimiento de la corredera y el estampado

La modalidad de movimiento de la corredera de prensa servo básicamente se clasifica en los movimientos realizados por el cigüeñal, el acoplamiento, la articulación, etc. y cada uno de ellos tiene sus propias características y condiciones de uso (adaptabilidad). Las cuales se mencionarán a continuación.



(a) Movimiento realizado por el cigüeñal

Esta modalidad de movimiento por el cigüeñal es la más apta para el corte, así como para el troquelado. En cuanto a la velocidad de transformación, se puede operar a la máxima velocidad tolerante de la prensa. Sin embargo, en caso de que se requiera para uso general como el doblado o hasta el embutido, se determinará la velocidad límite.

(b) Movimiento realizado por el acoplamiento

La modalidad de movimiento por el acoplamiento generalmente es apta para la transformación por compresión (forja en frío), ya que la velocidad cerca del punto muerto inferior es lenta y el tiempo de presión en esa ubicación es largo. Para la transformación que necesita el empujado hasta fondo (*bottom work*), como el doblado en "V", será una modalidad efectiva con respecto a la precisión de los productos.

(c) Movimiento realizado por la articulación (Link Motion Work)

Originalmente, la modalidad de movimiento por la articulación (*link motion work*) tiene como objetivo realizar el embutido con mejor eficiencia; sin embargo, en la actualidad es útil para mejorar la precisión y la planicidad en la transformación por estampado, por embutido y por estilado, y ayuda considerablemente a la mejora de la precisión en la forma que se exige hoy en día para el estampado.



(d) Otros movimientos y modalidades

Aparte de las modalidades básicas, se encuentran también el movimiento pendular, el movimiento por presión repetitiva de etapas múltiples y por impulsos de baja frecuencia, entre otros. El movimiento pendular es apto para la transformación con orificios múltiples como el punzonado y la perforación de la lámina delgada de operación ligera.

Cabe mencionar que, en cuanto al movimiento por presión repetitiva de etapas múltiples y al movimiento por impulsos de baja frecuencia, favor de consultar el inciso 5. (2) donde se hacen menciones al respecto.

Anexo-41

Tomo 2 del Manual Técnico Contenido y extracto

Tomo 2

Manual de Tecnología del Estampado y Troquelado.

INTEGRANTES JICA	INTEGRANTES CIDESI
Ing. Shohachi Kurihara	M.C. Ariel Dorantes Campuzano
Ing. Shuichi Kurozumi	Ing. Jesús Ayala Torres
M.C. Koyu Shimizu	Ing. Javier Ángeles Lugo
Ing. Yasuyuki Nakayama	Ing. Niels Giovanni García Tapia
Tec. Kazuo Kanazawa	Ing. Saúl Rubio Rodríguez
	Ing. Cristian Ávila Altamirano
	Ing. José Ruiz Luna

Periodo

Octubre 2006 – Octubre 2009



Contenido

Transformación y procesos del embutido rectangular.
Transformación por conformado.
Distribución de los dispositivos de operación.
Diseño de prensa de eslabón con capacidad de 45 tf.
Varilla y tornillo de conexión.
Diseño del sistema de transmisión.
Diseño de la estructura.
Método de evaluación de la capacidad de proceso.
Cálculo de temperatura en troquelado.
Cálculos de transformación por expansión.
Troquelado con los punzones de multi-niveles.
Embutido rectangular, piramidal y cuadrado.
Expansión, bulging work.
Embutido rectangular especial.
Análisis del mecanismo motriz de la corredera de la prensa mecánica.
Troquelado Especial.
Fine Blanking
Tipos de herramientas para el estampado 1.
Tipos de herramientas para el estampado 2.
Diseño básico del herramental para troquelado.
Diseño básico del herramental para el doblado.
Bases del diseño del herramental para el embutido.
Diseño del herramental para el troquelado.



Puntos de cuidado en caso de diseñar el herramental para el doblado.

Puntos de cuidado en caso de diseñar el herramental para embutido.

Puntos de cuidado para diseñar el herramental de troquelado.

Puntos de cuidado en caso de diseñar el herramental para el doblado 2

Puntos de cuidado en caso de diseñar el herramental para embutido 2.

Cálculo de temperatura en troquelado

Cálculo de Temperatura en Troquelado.

Calor de transformación en el estampado

En los procesos de estampado, particularmente en el proceso de troquelado, se observa la gran influencia de la generación de calor de transformación en el herramental debido a que se realiza el troquelado con alta velocidad.

La mayoría de la energía empleada en el troquelado se consume en forma de calor en la parte del material que sufre la deformación. La figura 38.1 señala el estado de generación de calor.

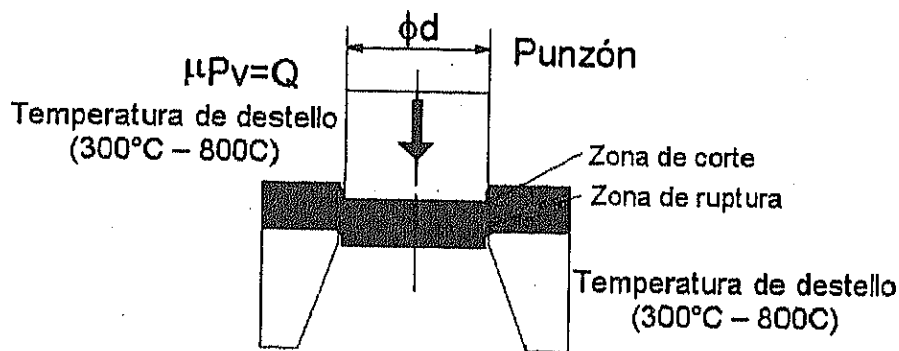


Figura 38.1 Estado del calor de transformación

En el troquelado ordinario, el tiempo de transformación es de 0.10 ~ 0.001 segundos lo que significa que el trabajo se lleva a cabo en un tiempo sumamente corto. Por tanto, el calor generado no se dispersa lo suficiente y alcanza una temperatura bastante alta.

La generación de calor es una causa de desgaste y despostillamiento del herramental afectando la vida útil del mismo.

En la figura 38.2 se señala el estado de la elevación de la temperatura cuando se hace el troquelado continuo, es decir cuando se realiza la transformación en un herramental progresivo.

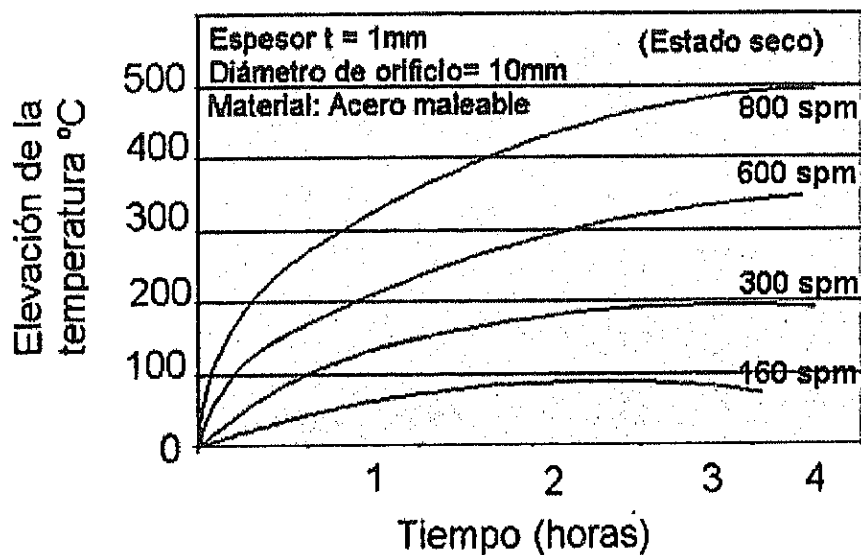


Figura 38.2 Elevación de la temperatura en el estampado y troquelado

Temperatura de destello

La mayor parte de la energía consumida en el troquelado se convierte en calor que aumenta la temperatura de la cara de fricción, ablandando la capa superficial y rompiendo la película de lubricación efectiva, lo cual puede generar quemadura en el herramental.

Como se señala en la Figura 38.3, la elevación de la temperatura en la cara de fricción varía de acuerdo con la condición de la zona de corte y la de ruptura. En general la zona de corte se llama la "parte real de contacto" donde se genera el calor debido al corte y la ruptura.

Esta temperatura puede llegar de 300 ~ 800 °C en un tiempo muy corto, aproximadamente igual o menor a 0.0001 segundos, casi instantáneamente. A este fenómeno se le conoce como "temperatura de destello".

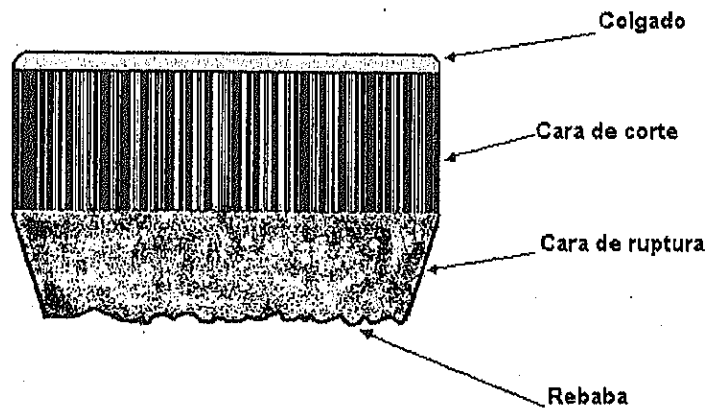


Figura 38.3 Configuración de la zona de corte

Debido a la temperatura de destello el calor se transmite a diferentes partes lo cual aumenta en general la temperatura de la parte de fricción. Como regla general, al aumento de temperatura del punzón se le llama elevación de la temperatura promedio la cual nos sirve para determinar el sistema de lubricación.

Elevación de la temperatura por el calor de transformación

Calor generado:

La elevación de la temperatura en el troquelado es determinada por 3 factores que son: el coeficiente de fricción, la fuerza y la velocidad de troquelado. El calor lo determinamos mediante la siguiente relación:

$$Q = \mu \cdot P_s \cdot v \quad [W] \quad (1)$$

Donde:

Q = Calor generado [W]

μ = Coeficiente de fricción [$\mu = 0.5$]

P_s = Fuerza de troquelado [N]

v = Velocidad de troquelado [m/s]

Fuerza de Troquelado:

La fuerza de troquelado es un factor importante para determinar la cantidad de calor que se genera, como se mostró en temas anteriores, para calcular la fuerza de troquelado se utiliza la siguiente formula:

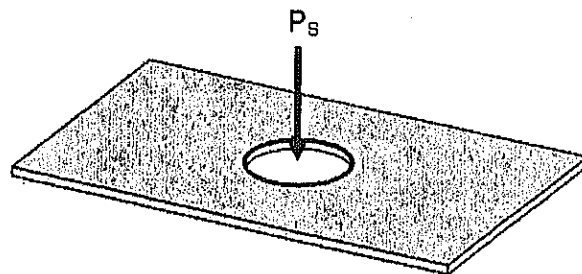


Figura 38.4 Fuerza de troquelado

$$P_s = l \cdot t \cdot k_s \quad [N] \quad (2)$$

Donde:

P_s = Fuerza de troquelado [N]

l = Longitud de corte [mm]

t = Espesor de material [mm]

K_s = Resistencia al corte [N/mm²]

$K_s = 0.8 \sigma_B$ [N/mm²]

Velocidad de Troquelado:

Otro punto importante en la formula 1 es la velocidad a la que se realiza el troquelado. Para realizar el cálculo de esta velocidad se utiliza la formula 3:

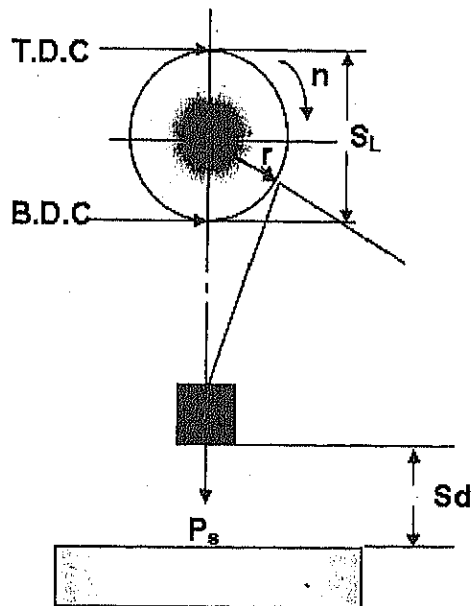


Figura 38.5 Velocidad de prensa en el troquelado

$$v = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot S_d \cdot \sqrt{\frac{S_L}{S_d} - 1} \quad \left[\frac{m}{s} \right] \quad (3)$$

Donde:

v = Velocidad de transformación [m/s]

n = Numero de carreras por minuto [spm]

S_d = Posición de corredera al realizar el troquelado [m]

S_L = Longitud de carrera de la prensa [m]

Elevación de la temperatura promedio:

La elevación de la temperatura promedio llamada ΔT_m , la calculamos mediante la formula 4:

$$\Delta T_m = \frac{0.254 \cdot Q}{K(\sqrt{L} + 0.94)a} \quad [^{\circ}C] \quad (4)$$

Donde:

ΔT_m = Elevación promedio de la temperatura [$^{\circ}C$]

Q = Calor generado [W]

K = Tasa de conducción térmica [W/m·K]

($K = 47$ W/m·K para el acero)

L = Número de Peclet [-]

a = Valor que corresponde a la forma del punzón [m]

Numero de Peclet:

Para calcular el número de Peclet se utiliza la siguiente formula:

$$L = \frac{v \cdot a}{2 \cdot k} \quad [-] \quad (5)$$

Donde:

L = Número de Peclet [-]

v = Velocidad de transformación [m/s]

a = Valor que corresponde a la forma del punzón [m]

k = Tasa de dispersión térmica [m²/s]

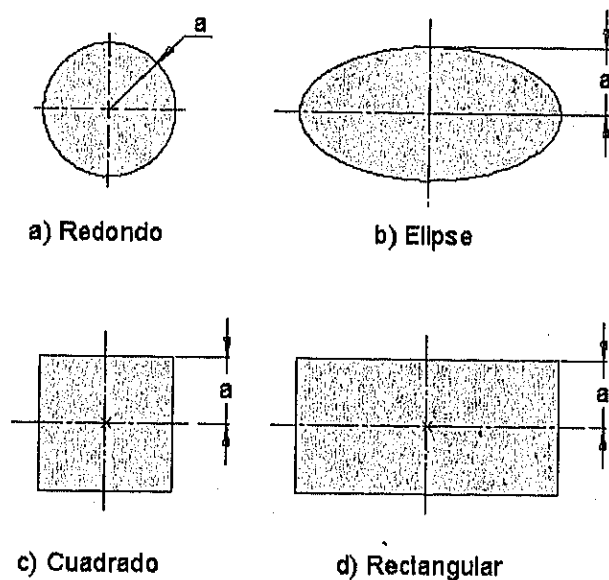


Figura 38.6 Valores para (a) de acuerdo a forma de punzón

Tasa de dispersión térmica:

Para calcular el número de Peclet, se requiere el valor de la tasa de dispersión térmica la calculamos mediante la fórmula 6:

$$k = \frac{K}{\rho \cdot C} \quad \left[\frac{m^2}{s} \right] \quad (6)$$

Donde:

k = Tasa de dispersión térmica [m^2/s]

K = Tasa de conducción térmica [$W/m \cdot K$]

($K = 47 \text{ W/m} \cdot K$ para el acero)

ρ = Densidad del material a troquelar [kg/m^3]

($\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$ para el acero)

C = Calor específico del material a troquelar [$J/kg \cdot K$]

($C = 460 \text{ J/kg} \cdot K$ para el acero)

Por lo tanto, ya podemos calcular la elevación de la temperatura promedio ΔT_m .

Temperatura real:

El siguiente paso es determinar la temperatura real en el proceso que se expresa por la fórmula 7:

$$T = \Delta T_m + T_R \quad [^\circ C] \quad (7)$$



Donde:

T = Temperatura real [$^{\circ}\text{C}$]

ΔT_m = Elevación promedio de la temperatura [$^{\circ}\text{C}$]

T_R = Temperatura del medio ambiente [$^{\circ}\text{C}$]

La temperatura real indica el valor que se alcanza al momento de realizar el troquelado, ya considerando la temperatura del ambiente. Este valor sirve para seleccionar el método de lubricación adecuado para evitar problemas debido a la generación de calor necesario.

Se utiliza el siguiente criterio:

$T < 60^{\circ}\text{C} \Rightarrow$ Lubricación general.

$T > 60^{\circ}\text{C} \Rightarrow$ Considerar enfriamiento.

$T > 100^{\circ}\text{C} \Rightarrow$ Lubricación de baja viscosidad

(Lubricación obligatoria con el sistema de enfriamiento)

$T > 300^{\circ}\text{C} \Rightarrow$ Se encuentra en el área peligrosa.

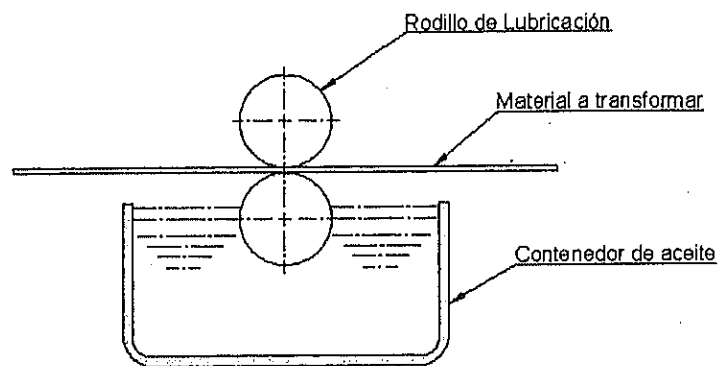
(Se debe cambiar el método de transformación)

Métodos de Lubricación:

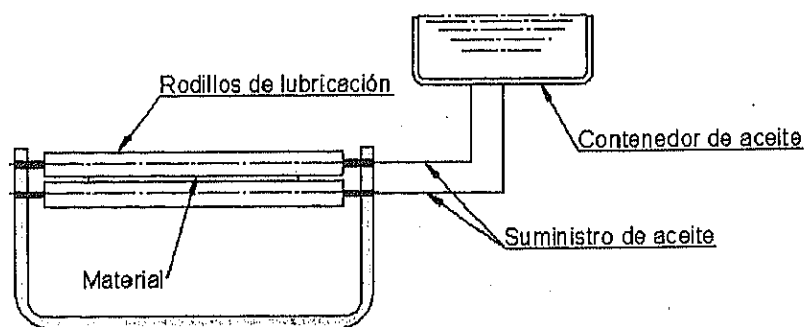
Los métodos que se utilizan para realizar la lubricación en el herramental son importantes. A continuación se presentan algunos de ellos, la aplicación de cada uno de ellos se basa fundamentalmente en la necesidad del proceso.

a) Método de Rodillos:

En este método se instalan unos rodillos a la salida del alimentador (lado entrante del herramental), se cubre la superficie de estos rodillos con algún tipo de esponja para que absorba el lubricante. Con este método se pueden lubricar ambos lados o solo un lado del material a transformar pasándolo entre los rodillos. En la figura 38.7 se muestran el método de baño de aceite y el método de penetración, respectivamente.



Método de baño de aceite.



Método de penetración

Figura 38.7 Métodos de rodillos

b) Método de atomización:

Es el método en el que se atomiza el aceite en las áreas necesarias de manera intermitente conforme a la carrera de la corredora, figura 38.8. Si el aceite tiene una alta viscosidad, hay veces que no se puede atomizar. Además, el método de atomización tiene la desventaja de que el aceite se dispersa alrededor de la prensa y ensucia el lugar de trabajo. Por lo que, cuando se utiliza este método, es necesario cubrir los alrededores.

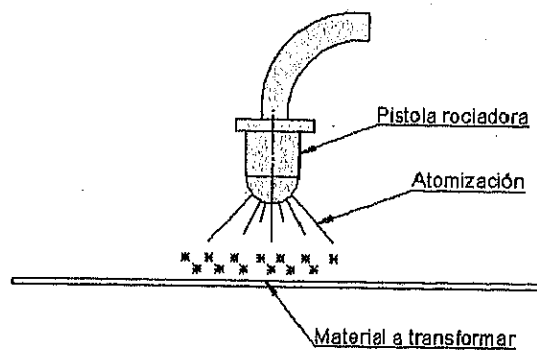


Figura 38.8 Método de atomización.

c) Método de goteo:

Es el método en el que se deja gotear la cantidad necesaria de aceite sobre el material a transformar. En la figura 38.9 se muestra este método.

Con él se puede lubricar el área necesaria del material a transformar, por lo que se considera que es un método económico.

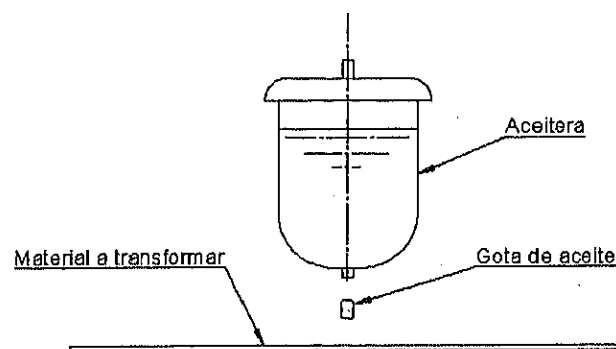


Figura 38.9 Método de goteo

d) Lubricación con sistema de enfriamiento:

En este método, se transmite por presión el aceite desde un tanque instalado en la parte inferior de la prensa hasta el herramental superior, del cual el aceite cae en el material a transformar. El aceite regresa nuevamente del herramental inferior al tanque, donde se cuela y se utiliza nuevamente.

La ventaja de este método es que además de lubricar se puede enfriar el herramental calentado por el trabajo de alta velocidad, como el herramental automático, y además tiene el efecto de limpiar bien el polvo o pequeños residuos del material transformado.

Sin embargo, es mucho el consumo de aceite, ya que el producto sale con mucho aceite, por lo que aún deja cierto problema para su limpieza posterior al estampado.

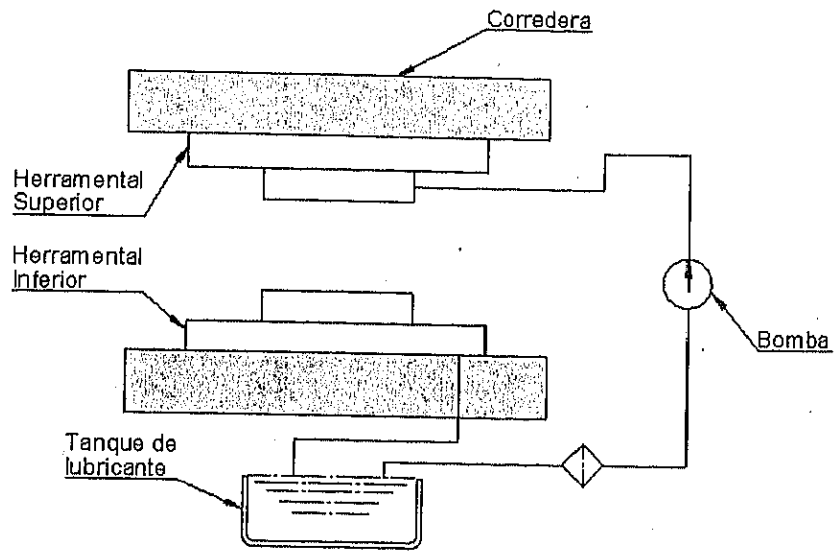


Figura 38.10 Lubricación con sistema de enfriamiento.



Ejemplo de cálculo de temperatura:

Se desea realizar el troquelado simultáneo de 10 perforaciones de un diámetro de 8 mm, el material es un acero dulce con un espesor de 1 mm, la prensa que se utilizara para realizar esta operación tiene una longitud de carrera de 35 mm y trabaja a 400 spm, por lo que es un proceso de alta velocidad.

Utilizaremos las formulas anteriores para determinar la cantidad de calor que se genera al trabajar en estas condiciones y el método de lubricación que se requiere.

Datos:

Material a utilizar:

Acero dulce

Espesor	$t = 1 \text{ mm}$	(0.001 m)
Resistencia a la tensión	$\sigma_B = 30 \text{ kgf/mm}^2$	(294.3 N/mm ²)
Diámetro de punzonado	$D_p = 8 \text{ mm}$	(0.008 m)

Prensa a utilizar.

Longitud de carrera	$S_L = 35 \text{ mm}$	(0.035 m)
Numero de carreras por minuto	$n = 400 \text{ spm.}$	

Para determinar la cantidad de calor que se genera nos enfocamos en un solo barreno, por tanto las formulas que aplicaremos son para un solo troquelado.

La cantidad de calor se calcula mediante la formula 1,

$$Q = \mu \cdot P_s \cdot v \quad [W] \quad (1)$$

Para aplicar la formula se requiere la fuerza de troquelado, la cual calculamos con la formula 2:

$$P_s = l \cdot t \cdot k_s \quad [N] \quad (2)$$

La longitud de corte es el perímetro del barreno a realizar:

$$l = \pi \cdot D_p \Rightarrow l = \pi \cdot (8mm) \Rightarrow l = 25.1mm$$

Por lo tanto la fuerza de punzonado es:

$$P_s = (25.1mm) \cdot (1mm) \cdot (0.8 \cdot 294.3 \frac{N}{mm^2}) \Rightarrow P_s = 5910N$$

También requerimos calcular la velocidad de transformación para lo cual utilizamos la formula 3,

$$v = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot S_d \cdot \sqrt{\frac{S_L}{S_d} - 1} \quad [m/s] \quad (3)$$

Consideramos que la posición de la corredera $S_d = 1 \text{ mm}$ que es igual al espesor del material, por lo tanto:

$$v = \frac{\pi \cdot (400rpm)}{30} \cdot (0.001m) \cdot \sqrt{\frac{0.035m}{0.001m} - 1} \Rightarrow v = 0.24 \frac{m}{s}$$

Por lo tanto el calor generado es:

$$Q = (0.5) \cdot (5910N) \cdot (0.24 \frac{m}{s}) \Rightarrow Q = 709W$$

Ahora determinaremos la elevación de la temperatura promedio ΔT_m :

$$\Delta T_m = \frac{0.254 \cdot Q}{K(\sqrt{L} + 0.94)\alpha} \quad [^{\circ}C] \quad (4)$$

Para poder aplicar la formula anterior primero calculamos la tasa de dispersión térmica del material.k:

$$k = \frac{K}{\rho \cdot C} \quad \left[\frac{m^2}{s} \right] \quad (5)$$

La tasa de conducción térmica, la densidad y el calor específico para el acero tiene los siguientes valores:

$$K = 47 \text{ W/m}\cdot\text{K}$$

$$\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$$

$$C = 460 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$$

Por lo tanto:

$$k = \frac{47 \frac{W}{m \cdot K}}{\left(7800 \frac{kg}{m^3} \right) \cdot \left(460 \frac{J}{kg \cdot K} \right)} \Rightarrow k = 1.3 \times 10^{-5}$$

Otro punto que determinaremos es el número de Peclet L , el cual relaciona directamente el tamaño y forma del punzón:

$$L = \frac{v \cdot a}{2 \cdot k} \quad [-] \quad (6)$$

La velocidad y la tasa de dispersión térmica del material ya las calculamos anteriormente, solo falta el valor de a que es el radio del punzón, por lo tanto $a = 4$ mm.

$$L = \frac{(0.24 \text{ m/s})(0.004 \text{ m})}{2 \cdot (1.3 \times 10^{-5})} \Rightarrow L = 37$$

Por lo tanto la elevación de la temperatura promedio ΔT_m es:

$$\Delta T_m = \frac{0.254 \cdot (709 \text{ W})}{(47 \text{ W/m}\cdot\text{K})(\sqrt{37} + 0.94)(0.004 \text{ m})} \Rightarrow \Delta T_m = 137^\circ \text{C}$$

Ahora necesitamos determinar la temperatura real del proceso:

$$T = \Delta T_m + T_R \quad [^\circ \text{C}] \quad (7)$$

Consideramos que la temperatura del medio ambiente es de 20°C , por lo tanto:

$$T = 137^\circ \text{C} + 20^\circ \text{C} \Rightarrow T = 157^\circ \text{C}$$

Por lo tanto la temperatura que alcanza el acero troquelado en su zona de corte trabajando a una velocidad de 400 spm es de 157°C , para poder controlar la generación de calor se requiere forzosamente implementar un sistema de enfriamiento a presión, donde el lubricante sea recirculado, con esto podemos evitar que el herramental sufra daños debido a la temperatura.



Conclusión:

La generación de calor en los procesos de estampado y troquelado es un fenómeno que no podemos evitar pero sí lo podemos controlar, dicho fenómeno causa problemas tanto en el producto como en el herramental si no tomamos las medidas necesarias.

Las exigencias hoy en día son muchas, entre las cuales podemos mencionar mejor calidad en los productos, tanto en apariencia como en dimensiones, reducir el número de piezas defectuosas y si es posible el número de procesos para fabricarlas, además de mejorar los costos de producción, un punto de vital importancia es la relación entre el volumen de piezas a producir y el tiempo tan corto que se tiene para ello, lo cual nos lleva a la necesidad de idear procesos a alta velocidad.

Esta necesidad de trabajar con procesos de alta velocidad es un poco preocupante porque las condiciones del proceso son muy diferentes en cuestión de temperatura las de un proceso a baja velocidad, por lo que debemos tener muy presente la importancia de usar un sistema de enfriamiento para el proceso.

El uso de lubricantes en los procesos es muy favorable ya que mejora las condiciones de formabilidad del material y al mismo tiempo crea una capa de lubricación entre el punzón y el material evitando marcas o defectos en el producto, y su objetivo primordial que es evitar la elevación de temperatura en el herramental.

Anexo-42

Tomo 3 del Manual Técnico Contenido

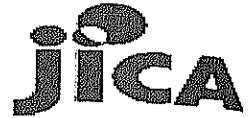
Tomo 3

Manual de Tecnología del Estampado y Troquelado.

INTEGRANTES JICA	INTEGRANTES CIDESI
Ing. Shohachi Kurihara	M.C. Ariel Dorantes Campuzano
Ing. Shuichi Kurozumi	Ing. Jesús Ayala Torres
M.C. Koyu Shimizu	Ing. Javier Ángeles Lugo
Ing. Yasuyuki Nakayama	Ing. Niels Giovanni García Tapia
Tec. Kazuo Kanazawa	Ing. Saúl Rublo Rodríguez
	Ing. Cristian Ávila Altamirano
	Ing. José Ruiz Luna

Periodo

Octubre 2006 – Octubre 2009



Contenido

- Diseño de lay-out de tira y el centro de carga.
- Medidas para solucionar problemas de rebaba.
- Contramidas al problema de rebabas 2.
- Condiciones de diseño del punzón.
- Partes del herramental y su diseño estructural.
- Referencia para localizar el material.
- Ejemplos del diseño de la estructura del herramental para doblado y embutido
- Diseño del Proceso, Centros de carga.
- Seguridad de operación de prensa y método de instalación de herramientas.
- Diseño de procesos de embutido segunda parte.
- Diferentes procesos 3.
- Conocimientos técnicos de troquelado 1.
- Conocimientos técnicos de troquelado 2.
- Conocimientos técnicos de troquelado 3.
- Contramidas para evitar la salida del punzón.
- Conocimientos técnicos de troquelado 5
- Conocimientos técnicos de troquelado 6.
- Conocimientos técnicos de troquelado 7.
- Conocimientos técnicos del doblado 1.

Anexo-43

Tomo 4 del Manual Técnico Contenido

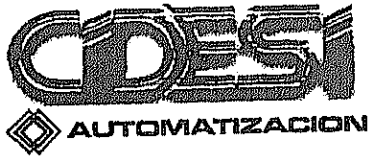
Tomo 4

Manual de Tecnología del Estampado y Troquelado.

INTEGRANTES JICA	INTEGRANTES CIDESI
Ing. Shohachi Kurihara	M.C. Ariel Dorantes Campuzano
Ing. Shuichi Kurozumi	Ing. Jesús Ayala Torres
M.C. Koyu Shimizu	Ing. Javier Ángeles Lugo
Ing. Yasuyuki Nakayama	Ing. Niels Giovanni García Tapia
Tec. Kazuo Kanazawa	Ing. Saúl Rubio Rodríguez
	Ing. Cristian Ávila Altamirano
	Ing. José Ruiz Luna

Periodo

Octubre 2006 – Octubre 2009



Contenido

- Conocimientos técnicos del doblado 2.
- Conocimientos técnicos del doblado 3.
- Conocimientos técnicos del doblado 4.
- Diagrama de flujo del proceso de diseño.
- Definición de la terminología de la prensa.
- Revisión y arreglo del plano del producto.
- Sistema accesorio.
- Transformación por expansión.
- Transformación por enrollado.
- Recorte (triming).
- Sistema Die matic.
- Herramental compuesto y herramental combinado.
- Ensamble y Ajuste del Herramental.
- Estandarización de herramientas para el estampado y troquelado.
- Material para estampado y troquelado.
- Embutido progresivo y la prensa.
- Inspección autónoma periódica de la prensa.
- Autoevaluación de habilidades técnicas de estampado y troquelado.
- Trabajo manual y el equipo alimentador (hich feed).
- Método de selección del material para herramientas 2.

Anexo-44

Tomo 5 del Manual Técnico Contenido y extracto

Tomo 5

Manual de Tecnología del Estampado y Troquelado.

INTEGRANTES JICA	INTEGRANTES CIDESI
Ing. Shohachi Kurihara	M.C. Ariel Dorantes Campuzano
Ing. Shuichi Kurozumi	Ing. Jesús Ayala Torres
M.C. Koyu Shimizu	Ing. Javier Ángeles Lugo
Ing. Yasuyuki Nakayama	Ing. Niels Giovanni García Tapla
Tec. Kazuo Kanazawa	Ing. Saúl Rubio Rodríguez
	Ing. Cristian Ávila Altamirano
	Ing. José Ruiz Luna

Periodo

Octubre 2006 – Octubre 2009



Contenido

Límite de formabilidad del embutido rectangular.

Figuras desarrolladas del recipiente rectangular.

Figuras desarrolladas y figuras en cada proceso para transformar el recipiente rectangular que necesita el proceso de reembutido.

Criterio para determinar el grado de dificultad del trabajo de embutido cilíndrico.

Tope de alimentación y producto cilíndrico con formas cóncava y convexas.

Productos cónicos y trapezoidales.

Planeación del proceso para productos circulares de superficie curva.

Ebutido para acabado (sizing), planchado (ironing).

Operación básica, herramientas y maquinaria para la fabricación del herramental.

Evolución histórica del estampado.

Maquinado del herramental.

Análisis de escobilla limpiaparabrisas.

Introducción al proceso progresivo.

Procedimiento para diseñar la distribución del proceso progresivo.

Matching en transformación progresiva.

Diseño del herramental progresivo del tipo troquelar y hacer caer el producto 1.

Diseño del herramental progresivo del tipo troquelar y hacer caer el producto 2.

Diseño del herramental progresivo del tipo 'troquelar y hacer caer el producto 3

Diseño de herramientas progresivos para el corte con una sola línea.

Diseño del herramental progresivo en que se utiliza el corte por segmentación.

Diseño del herramental progresivo que contiene el dobléz 1.

Diseño del herramental progresivo que contiene el dobléz 2.

Diseño del herramental progresivo que contiene el dobléz 3

Protección del herramental.

Diseño de herramientas progresivos para el corte con una sola línea

Diseño de herramientas progresivos para el corte con una sola línea

I. Diseño de partes considerando la correlación

La figura 9-1 señala el diseño de la guía elevadora. La guía elevadora sirve tanto para guiar el ancho del material como para mantener la tira al nivel de alimentación. Para tal efecto está sostenida por resortes.

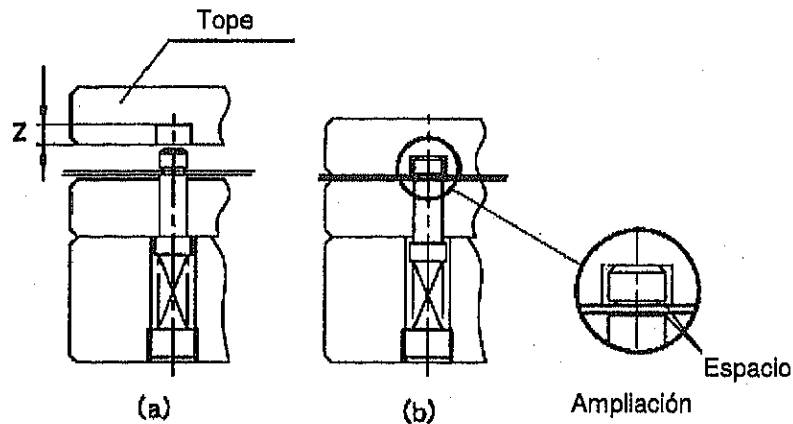


Figura 9-1. Diseño de guía elevadora.

La figura 9-2 señala el bloque que sirve como el tope cuya cara sobresale del nivel de la matriz para que el material tope con dicha parte.

De igual manera este bloque tope tiene la función de respaldo para el punzón de corte.

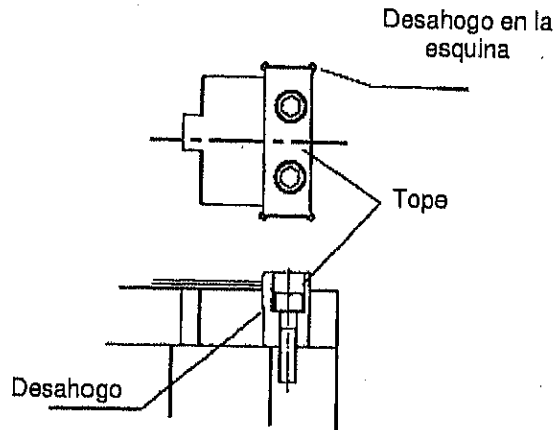


Figura 9-2. Diseño de tope.

La figura 9-3 señala la parte relacionada con el diseño del piloto. En el dibujo (a) se observa la relación entre la placa separadora, el punzón para punzonado y el piloto. El nivel de la superficie del punzón para punzonado debe ser de 0.5 a 1mm menos que la cara del separador. A su vez, la parte paralela del piloto debe ser sobresaliente por 1 a 2 mm en relación con la cara del separador.

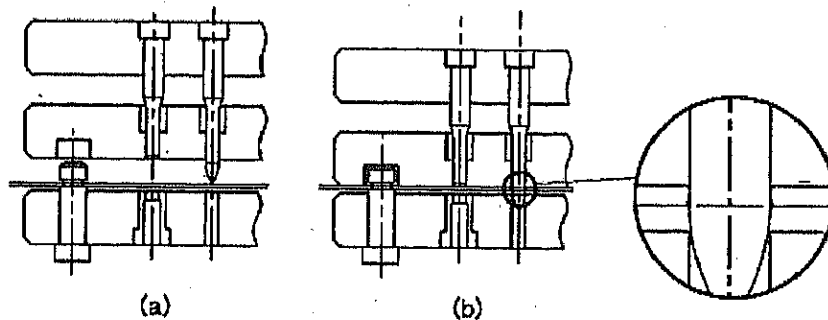


Figura 9-3. Diseño del piloto.

II. Diseño del punzón para corte y la matriz

El trabajo de corte consiste en separar el material con una sola línea. En la figura 9-4 se muestra la relación entre el punzón y la matriz del herramental progresivo en que se usa el corte.

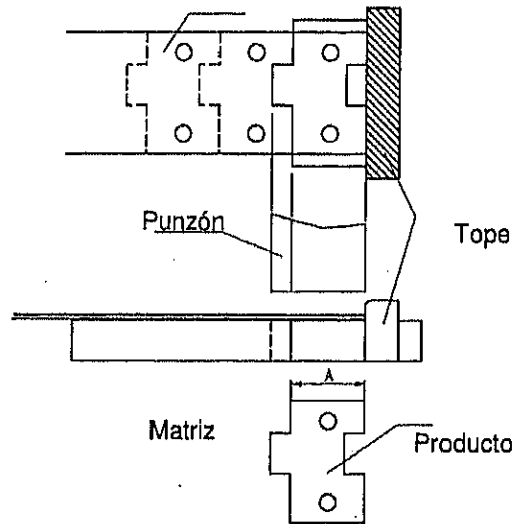


Figura 9-4. Relación entre punzón y matriz.

La figura 9-5 es la que señala los detalles de la relación entre el punzón y la matriz. En esta figura se explican los detalles de la relación dimensional para determinar el largo exacto A.

La característica de este método consiste en presentar las direcciones contrarias de rebaba entre lados izquierdo y derecho del producto.

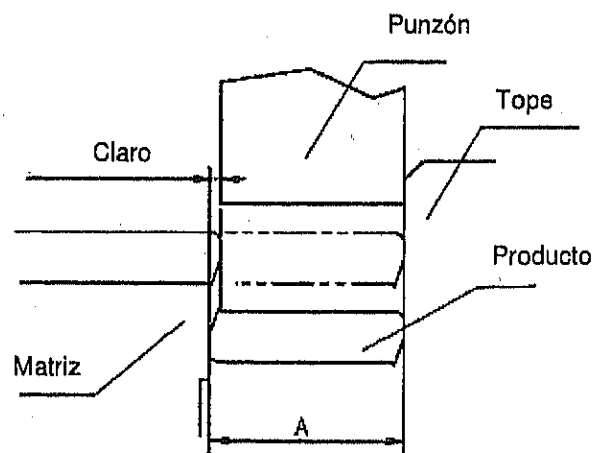


Figura 9-5. Detalles entre punzón y matriz.

III. Elaboración del plano de ensamble

A continuación, se explicará sobre el plano de ensamble del herramental progresivo en que se usa el corte, en caso de diseñarlo con la estructura de separador móvil. En el diseño del plano de ensamble, se elaboran las plantas del herramental inferior (figura 9-6), superior (figura 9-7) y frontal (sección) señalado en la figura 9-8.

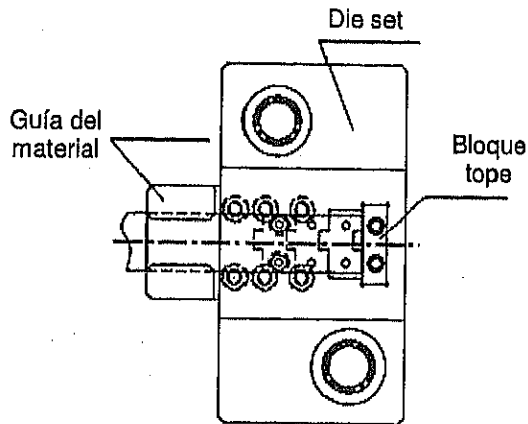


Figura 9-6. Planta del herramental inferior.

La planta del herramental inferior es para mostrar la relación entre el avance de la transformación y la guía de material. Se establece la longitud de la guía del material, mayor que el ancho del material para que el material no entre inclinado a la hora de insertarse en el herramental por primera vez.

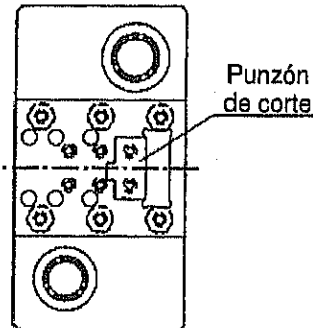


Figura 9-7. Planta del herramental inferior.

En la planta del herramental superior, se señala el estado de la instalación del punzón y del piloto entre otros. Como el ejemplo mostrado en la figura 9-7, se debe tener un cuidado especial en el tamaño y su distribución de resortes para el tope, en caso de emplear la estructura con separador móvil.

El plano de sección, es para señalar el estado de instalación de las partes. El ejemplo del diseño señalado abajo muestra el estado previo a la transformación en que el herramental superior se encuentra separado del inferior para que sea ilustrativo, sin embargo este tipo de dibujo señala comúnmente el estado en que la corredera se encuentra en el punto muerto inferior.

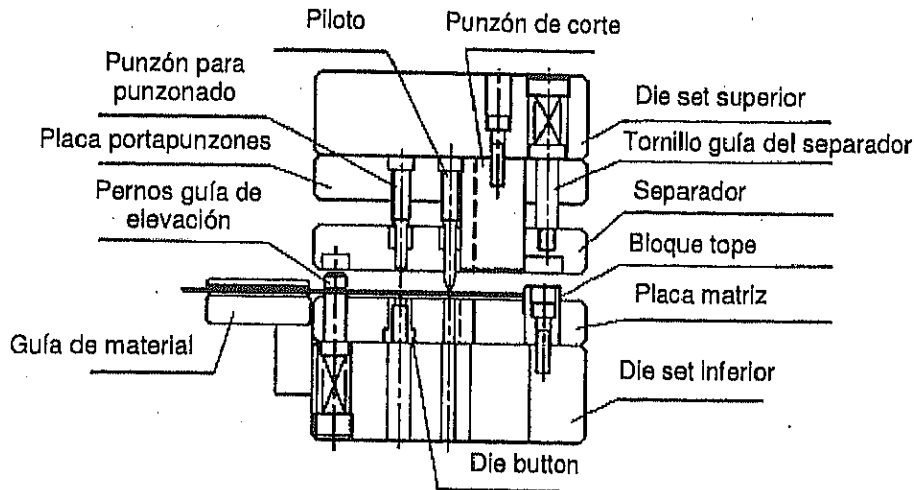


Figura 9-8. Plano de sección del ensamble.

En este ejemplo señalado en la figura 9-8, se empleó un dieset del tipo D con bolas porque el herramental es pequeño.

Diseño de herramientas progresivos con el uso del corte por segmentación.

I. Diseño de distribución de la silueta

Suponemos un producto como el que está mostrado en la figura 9-9. La condición requerida para fabricar este producto es que las direcciones de rebabas de los barrenos y del contorno de la silueta sean las mismas.

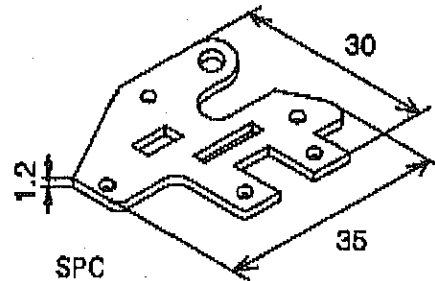


Figura 9-9. Producto.

La figura 9-10 es un ejemplo del análisis de la distribución de la silueta. A esto se le llama también blank layout y se refiere al análisis de la distribución con el propósito de mejorar el rendimiento del material. Se troquea la parte correspondiente al ancho del puente, en caso de la transformación del contorno de la silueta por medio del corte por segmentación.

Se compara el área después de determinar el ancho de la tira y el paso de avance cambiando la distribución (ver los dibujos (a), (b) y (c) de la figura 9-10). Hay casos en que se presentan dificultades en la transformación aunque se logre mayor rendimiento del material. En este caso se recomienda estudiar la fabricación del herramental y la calidad del producto para determinar la distribución de la silueta.

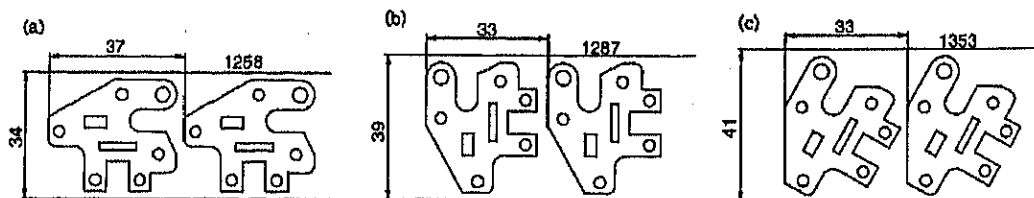


Figura 9-10. Distribución de silueta.

Diseño de la transformación de contorno(forma de cuchilla)

Se explicará a continuación el diseño de la transformación del contorno tomando como referencia la distribución de la silueta mencionada anteriormente.

El concepto básico del formado del contorno es como se señala en la figura 9-11 izquierda. Se elabora la forma de contorno de tal manera que se pueda dibujar por un solo trazo el espacio entre dos formas.

La forma elaborada en esta área se determina como la forma de cuchilla del corte por la segmentación (se le llama también el punzón para el corte).

Se observa bien la forma de cuchilla y se revisa si existen problemas como partes de baja resistencia o dificultad de maquinar la forma del punzón o de la matriz. En caso de encontrar dichos problemas, se segmenta el punzón como los ejemplos señalados en las figura 9-11 central e izquierdo.

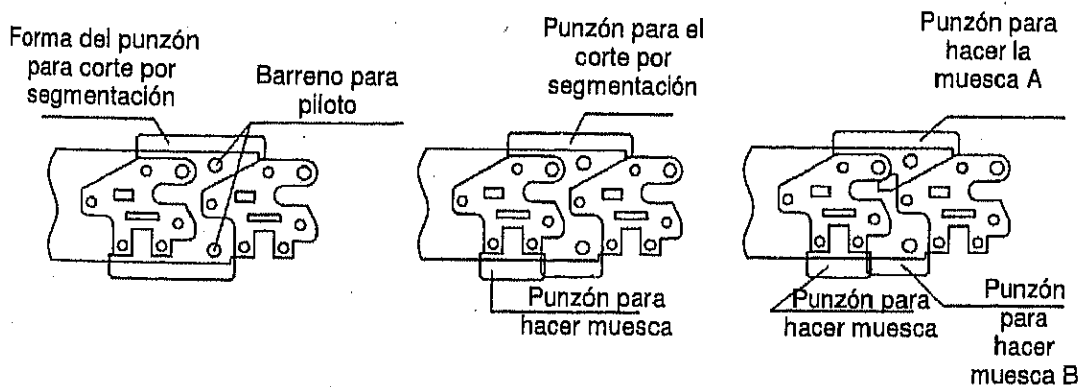


Figura 9-11. Diseño de transformación de contorno.



Diseño de *layout* de la tira

Se explicará el diseño de layout de la tira refiriéndose al diseño de la forma de cuchilla mencionado anteriormente.

En caso de la transformación progresiva, se realiza el traslado del material y la transformación alternativamente. El traslado del material se realiza por el alimentador, sin embargo se presenta una variación en el volumen del traslado por lo que se necesita hacer una modificación del posicionamiento (véase la figura 9-12).

Por tanto, en una transformación progresiva, primero se hace un punzonado para el barrenado del piloto con el objetivo de determinar la posición.

La parte (A) de la matriz en la figura 9-12 presenta una forma frágil y fácil de romperse

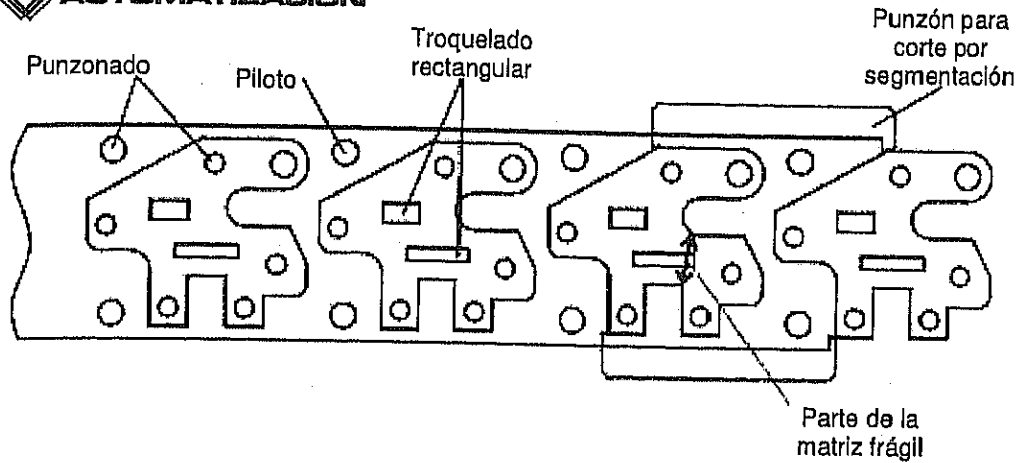


Figura 9-12. Layout de tira-1.

Se puede solucionar este tipo de problema tomando la contramedida señalada en la figura 9-13 que consiste en dividir el punzón para el corte por segmentación.

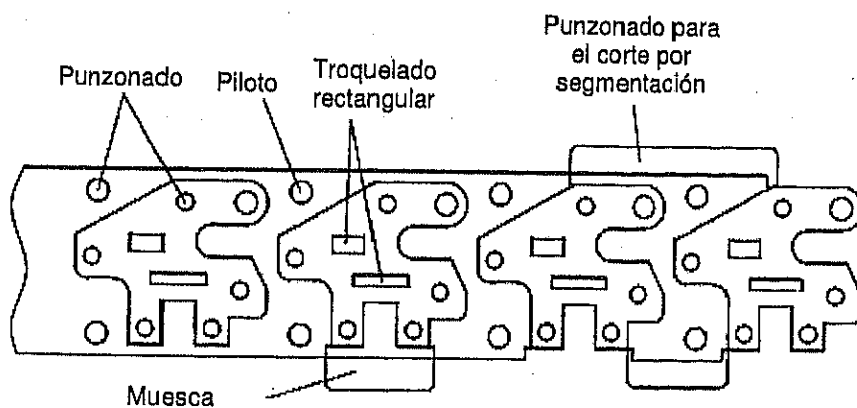


Figura 9-13. Layout de tira-2.

En la figura 9-14 se muestra un ejemplo de mentación dividido en 2 partes (muesca 2 y punzón para el corte por segmentación).

El punto de cuidado para el formado de contorno utilizando varios punzones

para el corte como el layout de la figura 9-14, es no debilitar el material a procesar. Si se disminuye la resistencia del material, se puede presentar el pandeo del material en el momento de traslado o en el momento en que el piloto se retire del material provocando el error en la transformación

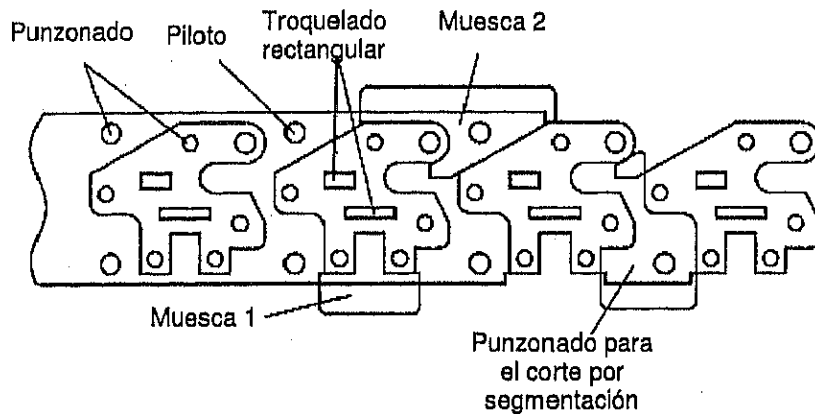


Figura 9-14. Layout de tira-3.

II. Cálculo de la fuerza de transformación

Se calcula la fuerza de transformación del troquelado suponiendo que la forma y las dimensiones del producto son señaladas en la figura 9-15 y el layout de la tira de la figura 9-16 donde el material es SPC y su espesor es de 1.2 mm.

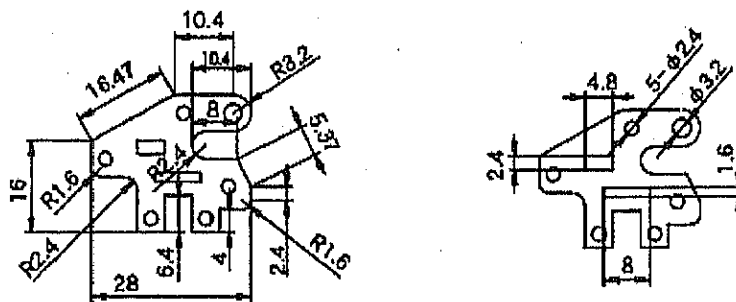


Figura 9-15. Forma del producto

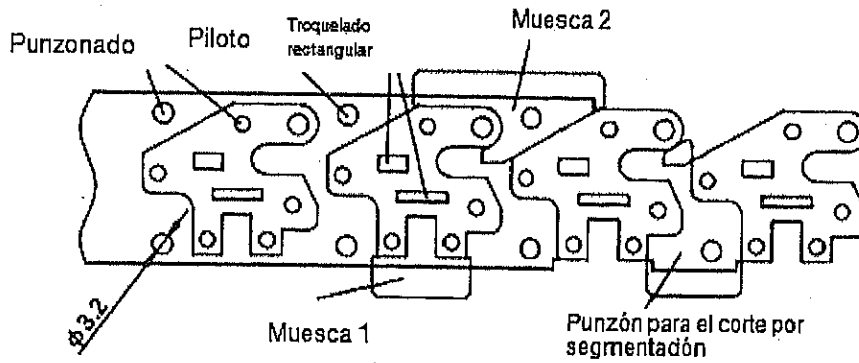
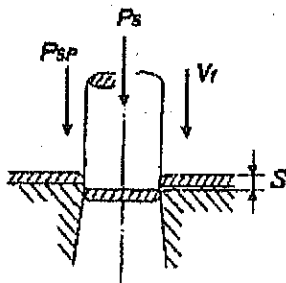


Figura 9-16. Layout de tira.

A continuación se muestra la fórmula para calcular la fuerza del troquelado,



$$P_s = l \cdot t \cdot k_s \cdot \frac{1}{1000} \quad [\text{kN}]..$$

Figura 9-17. Concepto de troquelado.

Donde:

P_s : Fuerza para corte o troquelado [kN]

l : Longitud de la línea de corte [mm]=232.5 mm

t : Espesor del material [mm]= 1.2 mm

k_s : Esfuerzo de corte [MPa]= 310 MPa

Sustituyendo:

$$P_s = 232.5 \cdot 1.2 \cdot 310 \cdot \frac{1}{1000}$$

$$P_s = 86.5 \text{ kN}$$



Además de los valores obtenidos por el cálculo, se considera la carga de resortes para el separador resultando que la carga requerida de la transformación sean 12 toneladas. Por lo anterior se seleccionará la prensa cuya capacidad sea igual o mayor que 15 toneladas.

Diseño de la fuerza de separación y el resorte

La fuerza del troquelado (P) obtenida mediante cálculo es 8.928, aproximadamente 9 toneladas. El hacer caer material que está pegado al punzón en la transformación de troquelado, se llama "separación (stripping)" (quitar residuo).

En este ejemplo se diseña el resorte para el separador suponiendo que la fuerza de separación es un 10% de la del troquelado. La fuerza del troquelado es de 9 toneladas, por tanto la fuerza de separación es 900Kg.

La figura 9-18 es un ejemplo del tamaño de la placa que corresponde al layout de la tira. El tamaño de diámetro y el número de resortes son 25 y 8 respectivamente para una placa de este tamaño.

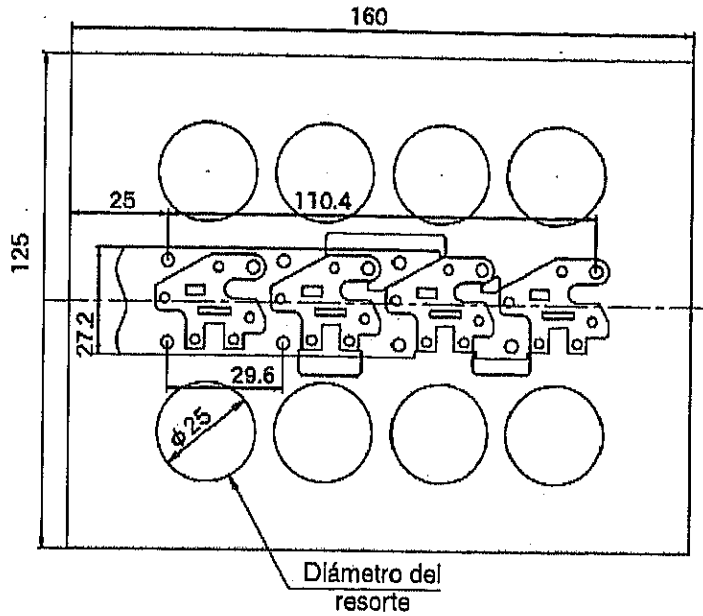


Figura 9-18. Relación *Layout*-placa-resorte.

En la figura 9-19 se señala la longitud del resorte de la superficie del herramental superior. El límite de la longitud libre del mismo es aproximadamente 40mm.

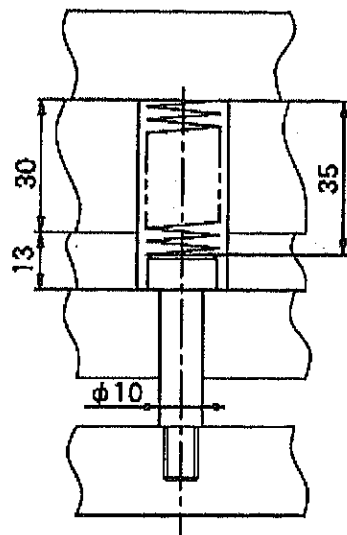


Figura 9-19. Ejemplo de Integración de resorte.

Tabla 2	6 resortes	8 resortes
Carga por resorte(kg)	$900/6=150$	$900/8=112.5$
Constante de resorte (kg/mm)	$150/5=30$	$112.5/5=22.5$
Constante de resorte estandarizado	SWB25-40 30.6	SWH25-40 19.5

Tabla 9-1. Cálculo de la carga por resorte.

Si se considera que la cantidad máxima de flexión del resorte es un 20% de la longitud libre del mismo, será $40 \times 0.2 = 8\text{mm}$.

Cuando se considera que la cantidad de movimiento requerida para troquelar un material de 1.2mm de espesor es 3mm, la cantidad máxima de flexión (8mm: 20% de la longitud libre 40mm) – la cantidad de movimiento del troquelado (3mm) es igual a la flexión inicial (5mm). Se seleccionan los resortes adecuados del catálogo de productos estandarizados con base en las siguientes características: el diámetro de 25 mm, la longitud libre de 40mm, las constantes de resorte de 30 y 22.5. Como resultado de la consideración anterior, se recomiendan los 2 tipos de resorte señalados en la tabla 9-2. El tipo para la carga pesada extrema (SWB) es apropiado para las dimensiones y la constante del resorte, sin embargo su cantidad de flexión de 8mm llega casi al límite máximo del estándar, lo cual representa un problema desde el punto de vista de la vida útil del resorte. En caso del resorte para la carga pesada (SWH), su constante de resorte es un poco bajo,

pero tiene holgura en la cantidad de flexión, lo cual permite tener una vida útil más larga del resorte. Normalmente se aplica un desnivel de aproximadamente 1mm entre la cara del separador y el extremo del punzón para el herramental con la estructura del separador móvil. Al agregar esta parte a la cantidad de flexión inicial, resulta que aun el resorte para la carga pesada (SWH) satisface la fuerza de pisado, por tanto se recomienda usar 8 resortes para la carga pesada (SWH) de 25 de diámetro y 40 de longitud para este caso.

III. Claro entre el punzón y la matriz

Se explicará el claro en la transformación progresiva, relacionado principalmente con el punzón para el corte de muesca, tomando como un ejemplo el layout señalado en la figura 9-20.

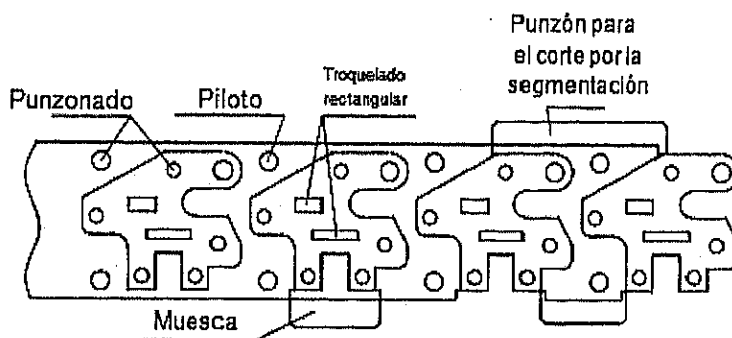


Figura 9-20. Layout de tira.

En esta transformación, las direcciones de rebabas de barrenos y del contorno de la silueta son las mismas. La referencia para las dimensiones del producto es el

punzón, por tanto las dimensiones de la forma del producto y del barreno son iguales a las dimensiones del punzón.

El punzón de muesca no troquea el contorno completo de la silueta, por tanto se genera la fuerza lateral en la parte donde no se realiza la transformación, lo cual hace más grande el claro, generando rebabas. Por lo que se recomienda colocar el tacón como se señala en la figura 9-21. A esto se le llama el tacón de respaldo. La parte del tacón debe entrar a la matriz antes de iniciar la transformación.

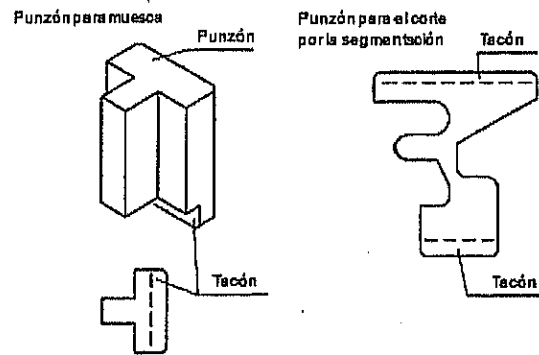


Figura 9-21. Tacón de respaldo para punzón de muesca y segmentación.

En caso del punzón con el tacón no se aplica el claro uniforme en todo el contorno como se señala en la figura 9-22. Se establece un claro pequeño entre 0.005 a 0.02 mm en la parte trasera del tacón como se muestra en la figura 9-22.

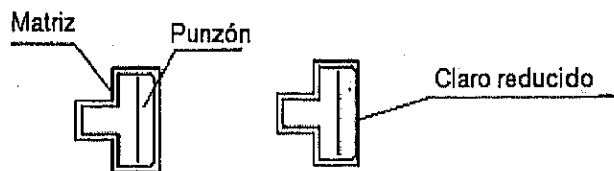


Figura 9-22. Matrices considerando el claro uniforme y reducido.

Anexo-45

Tomo 6 del Manual Técnico Contenido

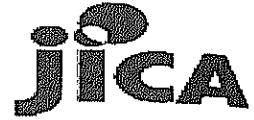
Tomo 6

Manual de Tecnología del Estampado y Troquelado.

INTEGRANTES JICA	INTEGRANTES CIDESI
Ing. Shohachi Kurihara	M.C. Ariel Dorantes Campuzano
Ing. Shuichi Kurozumi	Ing. Jesús Ayala Torres
M.C. Koyu Shimizu	Ing. Javier Ángeles Lugo
Ing. Yasuyuki Nakayama	Ing. Niels Giovanni García Tapia
Tec. Kazuo Kanazawa	Ing. Saúl Rubio Rodríguez
	Ing. Cristian Ávila Altamirano
	Ing. José Ruiz Luna

Periodo

Octubre 2006 – Octubre 2009



Contenido

Diseño del herramental progresivo que contiene el doblado 4.

Diseño de un herramental progresivo que realmente se fabrica.

Puntos de diseño del herramental progresivo.

Procedimiento del diseño del herramental progresivo que contiene doblado.

Procedimiento del diseño del herramental progresivo que contiene doblado - diagrama de flujo

Diseño del herramental progresivo para el embudo.

Asesorías Técnicas.

Servicios Integrales de Maquinados y Troquelados Gaona.

Bypasa S.A. de C.V.

Cortinas de Seguridad Alba S.A. de C.V.

Samm Stamping and Manufacturing México, S.A. de C.V.

Stauble – Dytisa.

Ingeniería en Maquinados del Centro S.A de C.V.

Bypasa S.A. de C.V.

Ciateq.

Peasa Autopartes S.A. de C.V.

Corporación Manufacturera Automotriz.

Adf – herramental.

Bypasa S.A. de C.V.

Bypasa S.A. de C.V.

Tecno – Control, Neumática, Hidráulica S.A. de C.V.

Maquillas y Servicios Industriales.

Serviaceros Planos S.A de C.V.

Estamet.



Elicamex S.A. de C.V.

Eika México S.A. de C.V.

Bypasa S.A. de C.V.

Promaq.

Selloret Automotriz S.A. de C.V.

Manufacturas T – A, S.A. de C.V.

Resortes y Partes S.A. de C.V.

Promaq.

Diehl controls.

Promaq.

Suajes y Troqueles Press.

Centro de Ingeniería Avanzada en turbo – máquinas S. de R.L. de C.V.

Serviaceros Planos Worthington.

Promaq.

Resortes y partes S.A. de C.V.

Molde Art S.A. de C.V.

Industria de Estampaciones Metálicas S.A. de C.V.

