



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“ DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA  
MAQUINA CIZALLADORA DE  
LADRILLOS ”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

**MARTIN KARG BARROSO**

*Director de Tesis :*

*M. en I. Saúl D. Santillán Gutiérrez*



MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# INDICE

Introducción.

## Parte 1. El Método de Diseño.

<b>Importancia del uso de un Método de diseño</b>	<b>1</b>
La naturaleza de los métodos de diseño	2
El plan de diseño total	3
El modelo de actividades	4
<b>Etapa Inicial</b>	<b>9</b>
<b>Etapa 1: Definición del producto</b>	<b>10</b>
<b>Etapa 2: Especificación del Status del producto.</b>	<b>11</b>
Las ventajas de conocer el status del producto	13
El status del producto en el desarrollo de un producto típico	18
El ciclo de vida de un producto	21
<b>Etapa 3: Conocer el status del producto</b>	<b>22</b>
<b>Etapa 4: La especificación para el diseño del producto</b>	<b>25</b>
Contenido de la especificación para el diseño del producto	25
Guías para la preparación de la especificación para el diseño del producto	39
Relación de las disciplinas de diseño con el status del producto	40
<b>Método Axiomático</b>	<b>42</b>
Principios generales de diseño	44
El enfoque axiomático para la manufactura	45

## **Parte 2. Diseño y Construcción de una máquina cizalladora de ladrillos.**

**Introducción 50**

**Etapa Inicial 50**

**Etapa 1: Definición del producto 51**

Ladrillos y Losas de Arcilla 52

Definición del producto 56

**Etapa 2: Especificación del Status del producto. 59**

**Etapa 3: Conocer el status del producto 60**

**Etapa 4: La especificación para el diseño del producto 65**

**Diseño Conceptual 69**

**Diseño de Detalle 86**

**Fabricación del Prototipo 101**

**Período de pruebas 104**

**Conclusiones 105**

**Bibliografía**

## **Introducción**

El Diseño es una de las actividades mas fascinantes que ofrece la practica de la ingeniería. En el diseño se conjuntan los conocimientos de ingeniería, la experimentación, el trabajo en equipo y la toma de decisiones para satisfacer una necesidad.

Haciendo una analogía un tanto fantasiosa se podría comparar al diseño con un gran laberinto. El cual solo tiene un entrada y una salida; una necesidad y la solución a dicha necesidad.

Cada diseño es un laberinto distinto y esta compuesto de innumerables caminos en su interior, algunos llevan a la salida mientras que otros llevan a lugares cerrados.

En el interior de estos laberintos se oculta una "bestia" llamada "Fracaso"...

El equipo de diseño entra a este laberinto armado de conocimientos, experiencias y quizá mas importante de su criterio. Para poder resolver los acertijos y pruebas que se encuentran en el interior, tratando de evitar encontrarse con el Fracaso y de llegar a la salida lo mas pronto posible. Además de que llevan provisiones (recursos económicos) para el tiempo que consideran que les llevara cruzar el laberinto.

A cada paso que dan, los diseñadores se encuentran con infinidad de caminos y deben decidir cual de ellos los llevara mas rápido y seguro a la salida.

La decisión para tomar o no un camino reside en la capacidad de descifrar los acertijos, que se encuentran al principio de cada camino, pero cuando no pueden descifrarlos tienen que aplicar su criterio para decidir en que camino deben de aventurarse a entrar. A veces, inclusive, tienen que regresar sobre sus pasos, perdiendo tiempo y provisiones. Si se les acaban las provisiones nunca podrán salir del laberinto. Un equipo de diseño puede perderse por años en uno de estos laberintos hasta que se encuentra con "Fracaso".

Hay quienes dicen haber entrado y salido de varios laberintos exitosamente mientras que otros comentan como fue que se encontraron a Fracaso. Un buen diseñador siempre escucha las narraciones y los consejos tanto de quienes han tenido éxito como de quienes no lo han tenido.

Este trabajo es, una de estas narraciones en la cual un equipo de diseño atravesó uno de estos "laberintos" usando la experiencia de otros diseñadores para guiar el camino de todo el proceso de diseño.

En la primera etapa del presente trabajo se expone la necesidad de usar un método durante el desarrollo de un proyecto, se explica la forma de aplicación de el método seleccionado para el desarrollo del proyecto, tema de esta tesis. Y se explica una estrategia empleada para sistematizar la toma de decisiones durante el desarrollo de un diseño.

En la segunda etapa se emplearan estas dos técnicas de diseño para guiar y ordenar el proceso de diseño de una máquina cizalladora de ladrillos, empleado en este proyecto a manera de ejemplo y como resultado de seguir la metodología de diseño propuesta en la primera parte del presente trabajo.

Desafortunadamente no sera posible exponer detalladamente los mecanismos que integran el diseño final, debido a la necesidad de proteger el modelo comercial resultante.

El proyecto fue desarrollado en el Centro de diseño Mecánico de la Facultad de Ingeniería y patrocinado por una empresa fabricantes de ladrillos.

## **Parte 1. El Método de Diseño.**

## **Importancia del uso de un método de diseño.**

A pesar de la importancia que tiene el desarrollo de un producto, éste ha recibido muy poca atención como un proceso sistemático y estructurado. Se ha observado que:

1. A pesar de la larga historia de diseño innovativo en la industria y el desarrollo de muchos modelos y métodos descriptivos, el proceso de diseño no está aún bien entendido y explotado adecuadamente en la práctica.
2. Hay actualmente una brecha entre el proceso de diseño modelado en teoría y lo que realmente ocurre en la práctica.
3. Hay un gran interés en investigaciones dirigidas al desarrollo de un entendimiento básico del proceso de diseño en la ingeniería y la superación de su efectividad en la práctica.
4. La necesidad de un proceso total de diseño.

En las últimas décadas el mundo se ha convertido en un lugar aun más competitivo. Hace no muchos años había muchos consumidores buscando pocos productos. Pero esto ha cambiado, en todo el mundo hay sobreproducción de autos, barcos, aceros, artículos electrónicos, etc. El consumidor tiene ahora una gran variedad y un rango de precios de casi cualquier producto. Con este fenómeno de globalización que se está experimentando, los productos comienzan a competir con productos similares de otros países casi simultáneamente a su aparición en el mercado.

Con este aumento de posibilidades, el consumidor ha aprendido a distinguir las características buenas y malas de un producto.

Dando como resultado que se seleccione el producto que se acerque más a sus necesidades y que de el mayor valor por su dinero. Lo anterior no sólo implica precio si no también un conjunto de características como calidad, confiabilidad, estética, entrega, servicio, facilidad de operación, desempeño, seguridad y status. Siendo estos factores que también se relacionan directamente con el diseño.

Esto ha resultado en que los consumidores seleccionen los productos de países que dan mayor importancia al diseño del producto. Parte de la solución está en mejorar el diseño del producto para tener competitividad, el mejor diseño de un producto no necesariamente cuesta más y si se maneja correctamente un proceso de diseño total del producto se pueden ganar mercados que se habían perdido.

De manera general el propósito de un método es el de reducir la oportunidad de fracaso de un diseño. Se ha escrito mucho acerca del fracaso de productos y de productos nuevos y se coincide en que la mayoría de productos nuevos fracasa.



De estos estudios acerca del fracaso de diseños se encontró que los principales factores que hacen a un producto fracasar o tener éxito son los siguientes:

1. Orientación de mercado.
2. Una efectiva selección del proyecto y evaluación del sistema.
3. Efectivo control y dirección del proyecto
4. Una fuente de ideas creativas.
5. Una organización receptiva ante la innovación.

Claramente el objetivo debe de ser el poder identificar desde las etapas iniciales del diseño si un producto será o no un éxito.

#### La naturaleza de los métodos de diseño.

Este trabajo es un intento de explicar cómo puede ayudar un método de diseño a un diseñador, principalmente en las etapas iniciales.

Primero, se debe dejar en claro que un método de diseño no puede y probablemente nunca podrá reemplazar las habilidades de un diseñador.

Lo que pueden hacer es el mejorar la calidad y la rapidez del trabajo de diseño. También pueden mejorar el desarrollo de un diseñador, y quizás más importante que todo esto, mejorar la cooperación entre los especialistas dentro y fuera de la organización.

Las formas en que un método de diseño puede ayudar pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

- 1.- Mejorando la comprensión del problema.
- 2.- Diversificando el acercamiento a los problemas.
- 3.- Reduciendo el tamaño de los pasos mentales requeridos en el proceso de diseño.
- 4.- Promoviendo las etapas inventivas, y reduciendo las oportunidades de despreciarlas.
- 5.- Generando filosofías de diseño.

Otros beneficios que se pueden esperar son el de tener un mejor registro del progreso del trabajo de diseño, para tener un conocimiento más preciso de las razones de decisiones pasadas, inclusive para tener una mejor comunicación entre los mismos diseñadores.

## **El plan de diseño total.**

### **Introducción.**

A continuación se describe un sistema propuesto por Bill Hollins y Stuart Pugh para el diseño de productos hasta su etapa conceptual.

El objetivo de este sistema es el de guiar a la persona encargada de organizar el diseño de un producto a través del proceso de diseño de manera secuencial paso a paso.

Quando se diseña un producto algunas disciplinas toman mayor o menor importancia en las diferentes etapas del proceso. Este sistema indica en cuales disciplinas se debe enfatizar y en cuáles no para que el tiempo de diseño pueda ser organizado de manera más efectiva y por lo tanto más eficiente.

Este sistema es para el diseño total, y puede ser usado para cualquier producto no sólo de ingeniería.

Una compañía puede tener una variedad de productos que requieran de diferentes organizaciones para su diseño. Estudiando un producto en particular se pueden identificar y resaltar estas diferencias. En un último análisis, un producto exitoso es lo que debe resultar del proceso de diseño. El diseño sin un producto exitoso es un fracaso, sin importar la razón.

Este sistema no intenta maximizar todas las áreas del diseño sino sólo las que son importantes en el diseño y manufactura del producto en particular. Esto reduce el costo y el tiempo requeridos para el diseño de un producto definiendo y describiendo la mejor estructura para la organización de ese producto. El plan del diseño total tiene las siguientes ventajas:

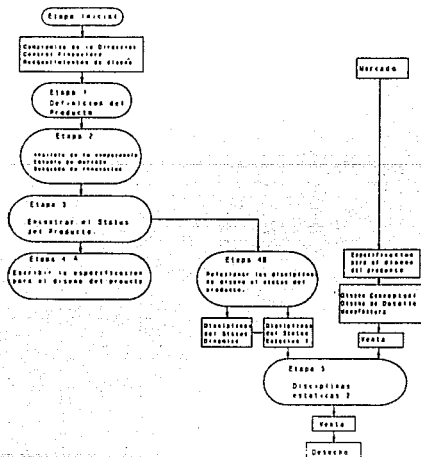
- 1.- Muestra lo que se necesita en secuencia, por lo tanto hace al trabajo más ordenado y manejable.
- 2.- Este se concentra en el diseño de productos, aceptando que diferentes tipos de productos tienen diferencias en el proceso de diseño.
- 3.- Indica que disciplinas son más o menos importantes en el diseño y manufactura de productos.
- 4.- Se espera el esfuerzo de diseño en cualquier área sólo cuando es necesario, evitando errores en la dirección o esfuerzos perdidos.
- 5.- El tiempo total de diseño debe ser reducido, permitiendo al producto alcanzar al mercado más rápido.

Cuando se usa por primera vez este sistema puede dar la impresión de que toma mucha tiempo, especialmente al principio. Pero se descubrirá que el invertir más tiempo en las etapas iniciales ahorrara tiempo y costos en las etapas finales del proceso. Además se encontrara que las versiones futuras de diseños similares sólo necesitarán ser actualizadas y construidas sobre las base establecidas cuando se uso el sistema en la primera ocasión.

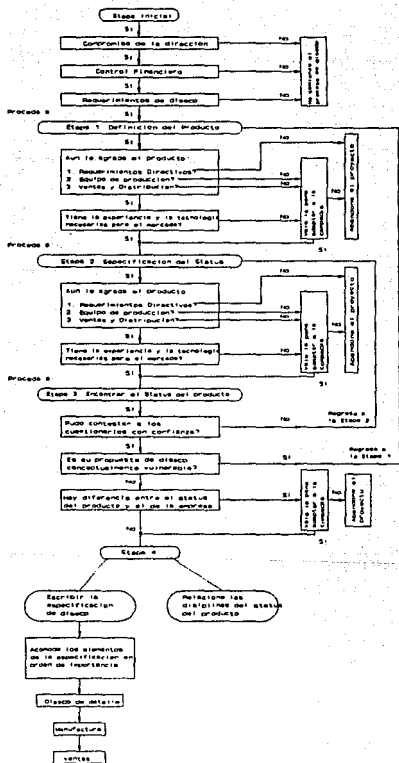
El plan de diseño total puede ser considerado como la ruta de un mapa que guía al usuario a través del proceso de diseño. Usa un método de etapas atreves de una serie de acciones secuenciales, entre las que se encuentra el status del producto.

Al completar cada etapa es el punto indicado para revisar el proceso y se toma la decisión de continuar a la siguiente etapa. Se espera que exista la iteración en el proceso sólo que si se aplica correctamente el método ésta será mínima. La mayoría de las etapas del plan de diseño se encuentran en la primera parte del proceso.

En la ilustración 1 se muestra el plan de diseño total de manera resumida y en la Ilustración 2 se muestra el plan de diseño total de manera más detallada.



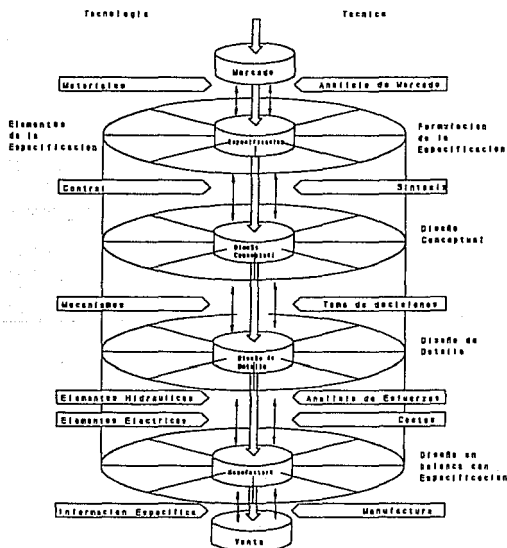
Ilustr. 1 Método de Diseño Total. (Simplificado)



Ilustr. 2 Método de Diseño Total (Completo)

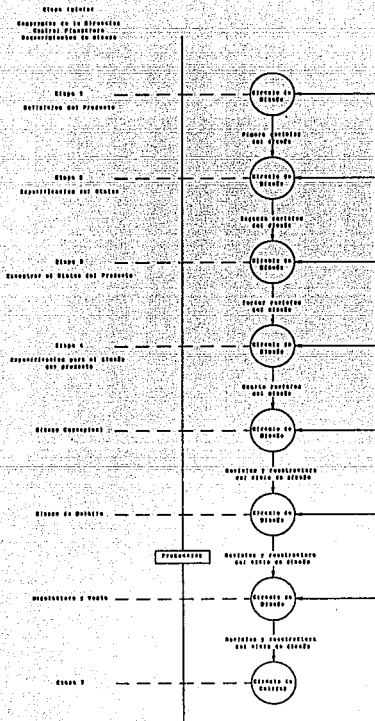
### El modelo de actividades.

El modelo de actividades da dirección al proceso de diseño. Durante los últimos 25 años se han propuesto muchos modelos diferentes que describen el proceso de diseño desde el mercado hasta la producción. Estos varían enormemente en su efectividad para describir el proceso de diseño de manera clara para el usuario. El modelo que se eligió fue desarrollado por Pugh en 1976, y se muestra en la ilustración 3. Este modelo ha sido adoptado por un número creciente de organizaciones y muestra de manera sencilla pero clara el proceso de diseño para casi cualquier producto.



Ilustr. 3 El modelo de actividades

## PLAN DE DISEÑO TOTAL



**Ilustr. 4** *Circuitos de diseño.*

### **Documentación del proyecto.**

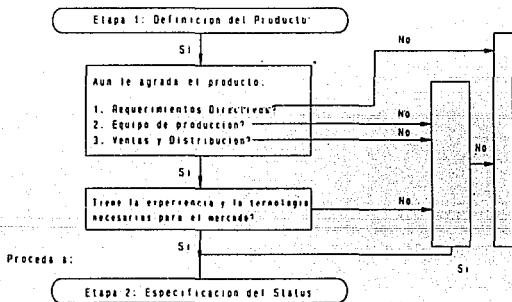
**Se debe abrir un expediente al inicio del proceso de diseño y se le debe agregar el resultado de cada etapa. Y este expediente se debe guardar durante toda la vida del producto.**

### Etapa Inicial: Antes de comenzar el diseño.

Antes de que una compañía se embarque en el diseño de un producto nuevo se deben considerar ciertas características y disciplinas. La dirección de la compañía debe tener un compromiso con el diseño del nuevo producto, lo que significa que la aprobación del diseño debe venir desde arriba. Esta es la mayor restricción que tiene el diseño de un producto. También debe haber un control financiero sobre el proceso, ya que el diseño de productos es costoso esto es esencial si se va a recuperar la inversión. Debe haber suficientes recursos para asegurar que el proceso de diseño puede ser completado, el diseño no debe comenzar si no hay recursos disponibles.

El proceso de diseño como se describió asegurará que los recursos se destinen hacia las áreas y disciplinas más importantes de manera que se obtenga el mayor valor del dinero.

Además, mediante el status del producto, se pueden conocer las disciplinas que no son importantes, que llevará a un mejor uso de los recursos.



Ilustr. 5

El compromiso de la dirección y el control de los recursos probablemente toman la forma de conjunto de requerimientos que el producto debe cumplir. Esto puede incluir un período de tiempo en que el producto debe llegar al mercado, la recuperación de la inversión esperada y muchos otros factores que el producto debe cumplir. Esto forma la frontera del diseño. Teniendo cumplidos el compromiso de la dirección, el control financiero y el conjunto de requerimientos el producto a diseñar debe ser definido como se describe en la primera etapa.



## **Etapas 1: Definición del producto.**

El paso más crítico en el proceso de diseño es la definición del producto. El verdadero problema no es siempre como se presenta a primera vista. Como este paso requiere de muy poco tiempo con respecto al tiempo total del proceso de diseño en muchas ocasiones se le desprecia. Se debe definir precisamente como debe ser el producto. Esto permitirá saber cual es la competencia, hacia qué mercado hay que dirigirse, permitiendo después encontrar el status de nuestro producto.

La definición del producto marca la dirección del todo el proceso subsecuente de diseño. La definición se debe hacer sobre lo que se espera del producto y no sobre el curso de acción durante el diseño del mismo.

Resulta ventajoso definir el producto tan ampliamente como sea posible, si la definición es amplia, habrá menos oportunidad de omitir soluciones poco usuales o poco convencionales. La definición del producto debe proporcionar la información necesaria para conocer al producto. El caso más crítico sería el de encontrarse generando soluciones a un problema que no ha sido posible definir.

La definición del producto debe contener;

1. El nombre del producto.
2. El propósito que debe cubrir el producto.
3. Contra que tipo de producto debe competir.
4. A qué mercado debe dirigirse.
5. Qué se debe hacer.
6. El desempeño (performance) anticipado.
7. La competencia.
8. El por qué hay la necesidad.
9. La demanda y precio anticipados.

Se pueden hacer ciertas suposiciones (por ejemplo, el precio y demanda anticipados) aunque no sean muy precisas, ya que éstas ayudaran a comprender el diseño del producto y servirán de base para ser refinadas y expandidas en etapas subsecuentes del diseño.

La definición del producto debe contestar;

1. Lo que debe (el conjunto de requerimientos que deben cumplirse)
2. Lo que no debe. (el conjunto de restricciones que el sistema no debe ser o hacer).
3. Lo que se desea. (los requerimientos que sería bueno pero no necesario)
4. Lo que no se desea.

Una vez que se ha escrito correctamente la definición del producto se pasa la siguiente etapa la especificación del status del producto.

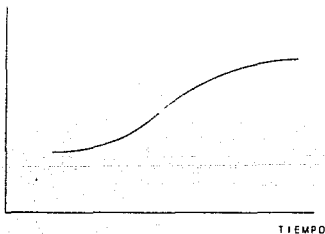
## **Etapa 2: Especificación del status del producto.**

La especificación del status del producto es la mayor diferencia de el método de diseño total con los métodos tradicionales de diseño. Es el status del producto lo guía al diseñador a lo largo del proceso de diseño.

De manera general existen dos formas para innovar un producto: La innovación radical y la innovación paulatina. La innovación radical emplea avances en la tecnología para ofrecer una nueva línea de productos. La innovación paulatina emplea la tecnología existente para extender o mejorar un producto ya establecido o incrementar su desempeño en un cierto grado.

El uso de estas dos fronteras dentro del concepto de diseño fue sugerido en el trabajo de Pugh y Smith (1976). A esta dos fronteras se les llamó estática y dinámica. La máxima innovación y síntesis ocurren en la frontera dinámica y la mínima síntesis ocurre en la frontera estática.

En la ilustración No.6 se muestra la llamada función de desempeño de un producto, que es una forma de explicar los cambios que ocurren durante la vida de un producto.



***Ilustr. 6 Función de Desempeño.***

En un principio aparece un nuevo producto con un valor de desempeño dado. Después de un tiempo aparece otro producto con un incremento considerable en el desempeño, entonces este incremento se vuelve a atenuar hasta que el siguiente diseño aparece.

Dependiendo de la magnitud de los cambios que ocurren en el producto, se dice que si el cambio ocurre de manera radical el producto tiene un status dinámico. Y si ocurre de manera paulatina el producto tiene un status estático.

Se puede deducir que un producto en cualquier lapso de tiempo puede ser estático o dinámico, pero en un período de tiempo los productos se mueven entre estas dos fronteras. Algunos productos permanecen cerca de la frontera estática por períodos largos de tiempo, mientras que otros productos se encuentran cambiando de entre fronteras en períodos cortos de tiempo, requiriendo considerar nuevos conceptos para su diseño.

Si fuera posible determinar que un producto en particular en un tiempo determinado fuera estático o dinámico, entonces el status de un producto comenzaría a ser útil. Y si se pudiera demostrar que el status de un producto será estático, dinámico o intermedio en un futuro, entonces el status del producto tomaría un nuevo valor.

De manera básica si se identificara como estático al status de un producto entonces éste sólo requiere de pequeños cambios innovatorios, mientras que si fuera dinámico entonces se debe considerar la necesidad de un nuevo concepto.

Lo anterior puede ser de utilidad para el equipo de diseño, pero este mismo principio puede ser llevado más adelante. Por ejemplo, se puede demostrar que el diseño asistido por computadora (CAD) es más aplicable a el diseño de un producto que requiere de mínima síntesis. Por lo tanto, si el equipo de diseño identifica el status de un producto en particular como dinámico, entonces sabrá que probablemente no sea necesario el realizar una inversión en diseño asistido por computadora (CAD), y que un sistema convencional será más que suficiente.

Este mismo razonamiento puede ser llevado aun más adelante con muchas otras actividades de diseño o disciplinas que se usan en el diseño de un producto. Si esto se pudiera clasificar en actividades que son más apropiadas para el diseño de productos estáticos o dinámicos, o de productos que han permanecido por mucho tiempo como estáticos, o de las que no afecta el status del producto, entonces la dirección del diseño sabrá en que disciplinas debe enfatizar y en cuales no. La llave para todo el proceso, es, entonces, el ser capaz de identificar el status del producto, esto es, los factores que hacen a un producto estático o dinámico o en período de transición. Y entonces saber que disciplinas del diseño acompañan al status particular del producto y cuando deben ser empleadas.

### **Las ventajas de conocer el status del producto.**

Se puede descubrir que el status del producto es un medio muy poderoso para dirigir el diseño hacia áreas de mayor importancia del diseño. Hay además muchas ventajas en conocer el status del producto y estas se describen a continuación:

1. Conocer el status del producto indica cuando los cambios deben ser innovatorios y cuando deben ser incrementales.
2. Saber si los cambios que se necesitan deben de ser incrementales o innovatorios permiten a una compañía el racionalizar sus esfuerzo hacia el diseño, producción o aspectos de mercado en el plan de diseño.
3. Conocer el status del producto hace a algunos elementos de la especificación de diseño más o menos importantes.
4. Conocer el status del producto puede simplificar el proceso de diseño. Por ejemplo, la búsqueda de nuevos conceptos será de menor importancia en diseños totalmente estáticos.
5. Un producto que se hace dinámico puede indicar cuando deben cesar el diseño y la investigación sobre el concepto obsoleto.
6. Si se sabe que un producto es estático, es posible identificar qué tan extensa debe hacerse una innovación para que sea dinámico. Esto puede dirigir a la compañía a desarrollar o no una nueva tecnología.
7. Si una compañía sabe que no tiene las disciplinas asociadas al status del nuevo diseño puede decidir si vale la pena adaptarse al nuevo diseño o si no debe entrar al mercado.
8. Las compañías grandes se benefician de diseños estáticos y las compañías pequeñas se benefician de diseños dinámicos (estas últimas tienden a reaccionar más rápido ante los cambios) las compañías grandes deben dirigirse hacia diseños estáticos y las pequeñas hacia diseños dinámicos.
9. Si se sabe que un producto permanecerá estático en el futuro éste es más predecible.

**Factores que hacen estático o dinámico a un producto.**

**Factores que hacen estático a un producto.**

1. Tiempo limitado de diseño.
2. Falta de deseo de cambio por parte del usuario.
3. Especificación para el diseño del producto estable y efectiva.
4. Maquinaria especializada, automatización, CAD, compra de maquinaria nueva.
5. Pocos productores grandes.
6. Un número decreciente de productores.
7. Más diseño del proceso que diseño del producto.
8. Estudio de mercado pobre.
9. Tecnología estable.
10. La infraestructura del mercado basada en el diseño existente.
11. Ambiente estable o creciente para el diseño existente.
12. Existencia de normas.
13. Familiaridad del usuario.
14. Diseño restringido.
15. Uso de experiencia para el diseño.
16. Uso de imitación en el diseño.
17. Especificación restringida para el diseño del producto.
18. Componentes de ensamble producidos por otros.
19. Recursos insuficientes para el diseño.

**Factores que hacen dinámico a un producto.**

1. Tiempo adecuado permitido para diseño.
2. Deseo o aceptación del cambio de parte del usuario.
3. Cambio en la especificación para el diseño del producto.
4. Maquinaria flexible, maquila.
5. Muchos pequeños productores.
6. Un número creciente de productores.
7. Más énfasis en el diseño del producto que en el diseño del proceso.
8. Amplio y efectivo estudio de mercado.
9. Avances tecnológicos.
10. No hay infraestructura de mercado.
11. Ambiente variable del mercado.
12. No existencia de normas.
13. Búsqueda de nuevos conceptos.

Se han identificado varios factores que pueden hacer que un producto retenga su status actual o pueden actuar para cambiarlo.

Estos factores pueden actuar en dos niveles; en aquellos que operan dentro de la organización (Particulares) y en aquellos que están fuera del control de la organización y que afectan el ambiente en que se comercializa al producto (Generales).

## **Factores Generales.**

### **1. Infraestructura**

Si hay una infraestructura grande basada en el concepto del diseño existente hay pocas oportunidades de ser reemplazado por un diseño nuevo. Por ejemplo los casetes de música.

### **2. La misma o ninguna infraestructura basada en el diseño existente.**

Si un producto estático existente puede ser fácilmente reemplazado sin la necesidad de alterar ninguna organización periférica es potencialmente más fácil que se haga dinámico de nuevo. Por ejemplo, los radios de transistores en lugar de los radios de bulbos.

### **3. Normas de desempeño (familiaridad).**

En la mayoría de los productos existe una interacción con otros productos, y un cambio en el diseño de uno puede significar que los otros productos también cambien. Esto puede resultar en una inconveniencia a los posibles usuarios que pueden no estar preparados a aceptar, con la subsecuente extensión de la etapa estática. Por ejemplo, el cambio de reproductora de discos de acetato a discos compactos.

### **4. Normas.**

Las normas usualmente reforzadas por la ley pueden restringir la libertad del diseñador y puede indicar que el producto es estático y además que permanecerá así por un tiempo.

### **5. Un producto disponible en su forma actual por un período largo de tiempo.**

La existencia de un producto en el mercado por un período largo de tiempo parece generar una inercia a extender aun más su vida potencial de diseño.

#### 6. Un número estable o decreciente de productores.

Cuando un producto se hace estático, el diseño del proceso llega a ser más importante. Dando como resultado un proceso de manufactura más eficiente que reduce los costos, y sólo las grandes compañías son más capaces de llevarlo a cabo.

#### 7. Usuarios que no desean el cambio.

Se puede producir un diseño dinámico, pero éste no llegará a ser estático a menos que los usuarios estén preparados a aceptarlo en preferencia al antiguo diseño. Por ejemplo, el uso de automóviles eléctricos no se ha generalizado por que aún no superan al de motor de combustión interna.

#### 8. Avance Tecnológico.

Un avance tecnológico es el factor principal que puede hacer nuevamente dinámico a un diseño.

#### 9. Acción del gobierno/Legislación.

Es común que las acciones del gobierno y las legislaciones tengan un efecto considerable en el posible éxito de un diseño nuevo. Un gobierno puede aumentar o disminuir la competitividad de algunos productos mediante por ejemplo, disminución de impuestos, legislaciones de seguridad o aceptación legal. Esto puede crear un mercado potencial para un diseño dinámico. Por ejemplo, los diseños que adapten gas a los motores de combustión interna tendrán una gran aceptación en el Distrito Federal debido a la nueva legislación.

#### 10. Recursos.

Los cambios relativos entre el costo y la disponibilidad de ciertos artículos, de algunos recursos e inclusive el clima económico general puede hacer nuevamente dinámico a un diseño.

El mayor ingreso disponible puede ocasionar el diseño de nuevos productos no existentes, como son reproductoras de discos compactos, hornos de microondas, etc.

## **Factores particulares.**

### **1. Especificación para el diseño del producto estable y efectiva.**

Si la especificación para el diseño del producto es la mejor disponible con la tecnología disponible es difícil que cambie el diseño del mismo.

### **2. Restricciones de la especificación para el diseño.**

En algunas compañías se ha observado que se limita la oportunidad para hacer un producto dinámico mediante restricciones impuestas a la especificación de diseño.

### **3. Uso de imitación en el diseño.**

Si todos los productores de algún producto en particular se copian los unos a los otros es poco probable que éste progrese. La industria automotriz es un ejemplo de este fenómeno.

### **4. Uso de la experiencia en el diseño.**

Cuando se diseña un producto es común el uso de practicas existentes que han sido probadas como efectivas. Esto puede ser algo bueno, ya que debido a la familiaridad con el producto se puede llegar a un diseño más confiable y más sencillo. Sin embargo, esto puede hacer a los nuevos diseños muy similares a los existentes manteniendo estático al producto.

Klein (1977) demostró que éste es uno de los factores que hacen que los cambios tecnológicos ocurran fuera de donde se diseño originalmente.

### **5. Producto compuestos de ensamblados hechos por otros.**

Cuando se hace un producto con ensamblados hechos por otros hay menos libertad de alterar el diseño para producir un diseño dinámico.

### **6. Compra de maquinaria especializada.**

Si una compañía ha invertido en maquinaria que sólo puede ser usada en la producción del producto existente o de similares entonces no estará interesada en producir un diseño dinámico siendo éste un factor para mantener estático al producto.

### **7. Maquinaria flexible.**

Un proceso de producción que se mantiene flexible es más capaz de enfrentarse a los diseños nuevos, especialmente a los dinámicos. Las compañías pequeñas tienden a tener una maquinaria flexible que puede ser usada en una variedad de productos.



## 8. Automatización.

Los efectos de la automatización son similares a los de la maquinaria especializada, ya que mantienen al producto actual en el status estático. La automatización, en teoría, permite el diseño dinámico, pero en la práctica esto no tiende a ocurrir.

Dos factores hacen que el producto se mantenga estático, primero el costo de automatizar la producción es muy alto y antes de realizar esta inversión se debe hacer una investigación para que se justifique. Y segundo la automatización se basa en predicciones de cantidad de producción, lo que significa que el producto debe ser estático por un largo período de tiempo.

## 9. Tiempo limitado de diseño.

El tiempo del proceso de producción tiende a reforzar el status de un producto así como si sólo se tiene un período de tiempo corto para diseñarlo. Trabajar en un tiempo limitado de diseño tiende a obligar al diseñador a usar los métodos, las máquinas y los componentes existentes. En otras palabras, a diseñar una variación sobre el mismo concepto.

## 10. Tiempo adecuado de diseño.

A diferencia de lo anterior, un diseño dinámico usualmente tomará más tiempo que uno estático. Ya que se debe experimentar con el nuevo concepto lo cual lleva más tiempo.

## 11. Dominio del diseño del proceso.

Mientras más estático es un diseño, más importante será el diseño del proceso sobre el diseño del producto.

## El status del producto en el desarrollo de un producto típico.

Considerando un producto innovatorio introducido al mercado, inicialmente el mercado será pequeño, por lo tanto los productores (probablemente los innovadores) serán pocos y el método de manufactura simple. El mercado inicial será el usuario profesional y el costo será alto debido a la falta de sofisticación en los métodos de producción.

El costo de venta relativamente alto será debido a que los productores estarán recuperado el costo del diseño del producto, otra razón del precio alto puede ser en función de la oferta y la demanda. Un producto nuevo puede no estar disponible para alcanzar las necesidades de demanda del mercado.

El mercado crecerá. Esto puede deberse a la demanda del usuario que encuentra ventajas en poseer al nuevo producto o a una caída de precio ya que los productores aumentan su producción o la hacen más eficiente. Este precio menor llevara al producto a nuevos mercados, en este punto crece el número de productores y el producto se hace de nuevo estático.

Este es un punto crucial en la vida del diseño. La relativa caída en el precio debe alentar a los productores en poner un mayor énfasis en el diseño del proceso. Esto puede realizarlo el innovador pero con frecuencia no ocurre así. Otras compañías que no son innovadoras pero son buenas en el diseño del proceso y la producción a bajo costo toman el mercado de los innovadores.

Este proceso es el "lideréo de mercado", que ha probado ser el camino más común de un producto exitoso. Algunas compañías (comúnmente Japonesas) predicen el mercado y toman un producto de innovación y por diseño de proceso o estudio del valor reducen el precio lo suficiente para crear un gran mercado. Esta practica sugiere un gran riesgo y es necesario un buen estudio de mercado. El diseño de proceso reduce el costo/precio pero requiere de un gran mercado.

Asumiendo que el mercado ya existe, el estado estático ocurre cuando la producción se estabiliza y se pone un mayor énfasis en el diseño del proceso.

Es el período pico de ventas del producto. Entonces ocurre un período de sacudida donde muchos productores fallan. Se puede sugerir que estos productores fallan debido a la falta de manejo de las disciplinas estáticas, entre las que se incluyen, las distribución, la propaganda de venta, y el servicio, pero quizá las más importantes, el bajo precio y la calidad.

Por lo tanto el número de productores decaerá y los restantes tendrán un mayor parte del mercado. Lo que les permitirá en concentrarse aun más en el estudio del proceso y en la disminución del costo. Esto aparentemente a ocurrido en la industria automotriz, donde todos los productores tienden a producir productos con el mismo nivel de tecnología.

Se llega a invertir tanto capital en la tecnología de la producción, en máquinas especiales y automatización, que resulta difícil y antieconómico el cambiar el status del producto de estático a dinámico. Mientras más tiempo permanece estático un producto más difícil será hacer que cambie de status, y tendrá que ser mucho mayor la innovación del nuevo diseño dinámico.

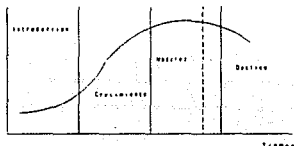
El tiempo, el tamaño relativo de los productores y la capacidad del mercado son, entonces, factores que llevan a un diseño a permanecer estático.

Considerando a un producto estático que se hace dinámico de nuevo. Cuando un producto ha estado en el mercado por mucho tiempo (más de cinco años) entonces puede aparecer un nuevo diseño basado en un nuevo concepto con un avance significativo sobre el diseño anterior. Inicialmente habrá un período en que el producto nuevo tendrá un alto valor.

En un período de tiempo el costo del producto nuevo caerá, y ambos productos serán producidos en paralelo, mientras que algunos usuarios puedan preferir al producto antiguo o lo requieren para interactuar con otro producto (el caso de las videocasetas Beta y VHS es un buen ejemplo de este fenómeno). El producto antiguo será cada vez menos disponible y eventualmente será totalmente reemplazado por el nuevo diseño hasta que un nuevo diseño aparezca y se repita este ciclo. Por lo tanto el status de un producto sí representa lo que ocurre durante el desarrollo de un producto típico.

### El ciclo de vida de un producto.

Esta es una de las técnicas comúnmente usadas para describir las características de mercado con la vida de un producto. Hay un consenso general de que un producto pasa por cuatro fases; introducción, crecimiento, madurez y ocaso. La curva de ciclo de vida de un producto se muestra en la Ilustración 7.



*Ilustr. 7 Curva de vida de un producto.*

Algunos autores han sugerido que la posición de un producto sobre la curva de ciclo de vida afecta el manejo así como la estructura de las compañías y las labores necesarias en cada fase. Desafortunadamente la forma general de la curva no es consistente, se puede demostrar que no hay regularidad en la duración de cada etapa.

Otra falla de esta curva es que el producto sólo tiene un nacimiento, una madurez y una muerte, pero no puede tener un incremento en sus ventas debido a propagandas, ofertas, reducciones de precio, etc. Por estas razones la curva de ciclo de vida de un producto, no debe ser usada como fundamento en una toma de decisiones.

Se ha podido demostrar que las curvas de vida de un producto presentan muchas excepciones a la regla. El status de un producto tiene la ventaja sobre estas curvas de que no depende del tiempo.

Los factores que hacen a un producto estático o dinámico expuestos con anterioridad se pueden determinar en base a un cuestionario por medio del cual se puede conocer el status de nuestro producto.

Este esencialmente da el status del producto en un instante determinado, por medio del cual se puede determinar, si ocurrirán cambios, y en que áreas ocurrirán éstos. Esta predicción se debe hacer periódicamente para detectar con anticipación cuando ocurrirá algún cambio. Las predicciones sólo son útiles cuando se puede actuar con ellas.

El conocer el status del producto puede beneficiar a la compañía dirigiendo las acciones de ésta con anterioridad.

### **Etapa 3: Conocer el status del producto.**

**Cuestionarios para conocer el status del producto.**

**Para poder responder los cuestionarios general y particular se debe conocer lo siguiente;**

**1. Análisis de la competencia**

**Precio y calidad**

**Número y tamaño de la competencia**

**Características del producto, ventajas y desventajas.**

**2. Estudio del mercado.**

**Legislación relevante.**

**Información económica relevante.**

**Recursos.**

**Normas relevantes.**

**Infraestructura al rededor del producto actual.**

**3. Búsqueda de innovación fuera de la organización.**

**Cambios tecnológicos que pueden ser usados en el diseño o que pueden ser una amenaza.**

**Productos similares.**

**La profundidad de esta investigación deberá de ser la necesaria para poder responder con confianza los cuestionarios de status.**

**Cuestionario general**

**Tipo de producto bajo consideración:**

**Comparación con que producto:**

	Estático SI	Dinámico NO
<p>1. ¿Ha habido recientemente un avance tecnológico que pueda reemplazar al producto?. Si la respuesta es sí vaya a la pregunta 6.</p> <p>2. ¿Hay una gran infraestructura basada en el producto existente que no puede ser usada con el nuevo producto?.</p> <p>3. ¿Existen algunas normas que no pueden ser cumplidas por el producto nuevo?</p> <p>4. Ponga una línea en la columna "No" por cada ventaja que tenga el producto nuevo sobre el anterior (sólo una por un precio más bajo).</p> <p>5. Ponga una línea en la columna "SI" por cada desventaja que haría al usuario preferir el producto existente.</p> <p>6. ¿Hay algunas compañías grandes dominando el mercado del producto?</p> <p>7. ¿La mayoría de las compañías que hacen este producto parecen estarse copiando unas a otras?</p> <p>8. ¿Ha estado disponible el producto en su forma actual por más de cinco años?</p> <p>9. Escriba un sí en la columna sí el número de competidores esta disminuyendo o permanece estable.</p> <p>10. ¿Ha habido recientemente algún cambio en el clima económico, en la legislación o en los recursos que hace más viable al producto?</p>		
<p><b>Total:</b></p>		
<p><b>Resultado.</b></p>		

**Cuestionario Particular**

Nombre del producto:

	Estático Sí	Dinámico No
1. ¿Interactúa este producto con algún otro producto de la organización?		
2. ¿Se va a emplear maquinaria especializada o automatización para producir este producto?		
3. ¿Se empleará CAD para el diseño de este producto?		
4. ¿Tiene la organización una parte grande del mercado del producto?		
5. ¿Es el tiempo de diseño uno de los factores más importantes en el diseño del producto?		
6. ¿Deben usar los nuevos diseños la infraestructura de ventas y distribución existentes?		
7. ¿Debe usar el nuevo diseño las instalaciones actuales de producción?		
8. ¿Se deben usar métodos probados y comprobados en el diseño del producto?		
9. ¿Debe ser el producto nuevo una extensión de una línea de productos existentes?		
10. ¿Se fabrica al producto nuevo principalmente de partes hechas por otros?		
11. ¿Hay más diseño del proceso que diseño del producto?		
12. ¿Se mantiene la especificación de diseño sin alterarse?		
13. ¿Utiliza los mismos componentes del producto en otros productos?		
Total:		
Resultado:		

#### Etapa 4

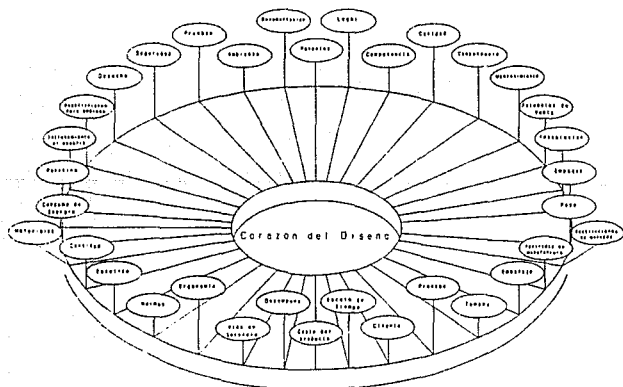
La cuarta etapa tiene dos partes; la primera es la de escribir la especificación para el diseño del producto y la segunda que es la de relacionar las disciplinas de diseño al status del producto.

#### Etapa 4A: Escribir la especificación para el diseño del producto.

Especificación para el diseño del producto.

El propósito de un diseñador es el de convertir una necesidad en una especificación del producto que incluye una descripción del proceso de fabricación.

El primer paso, como se explicó en la sección de definición del producto, es el reconocimiento y la interpretación de la necesidad. Resultando en la codificación de un conjunto de requerimientos funcionales y restricciones que describen satisfactoriamente a la necesidad.



Frntera de Diseño

Ilustr. 8 Elementos de la Especificación para el Diseño



La especificación para el diseño del producto es el corazón del diseño y debe ser un documento que cubra todos los aspectos del mismo. Es la parte más importante del proceso de diseño. En la ilustración 8 se muestran todos los aspectos de la especificación para el diseño del producto. Al conocer el status de nuestro producto algunos elementos serán de mayor importancia que otros.

Parte de la especificación para el diseño del producto representa los resultados del análisis de la competencia y debe incluir los análisis paramétricos que determinan las características del producto y sus tendencias.

### **Contenido de la especificación para el diseño del producto.**

La especificación para el diseño del producto contiene todos los hechos relacionados con el producto. Se debe tratar de evitar el guiar el diseño prediciendo sus resultados, sin embargo, debe contener las restricciones reales impuestas sobre el diseño tanto de la organización como de el mercado. Uno debe ser sistemático y tomar mucha atención en los detalles para poder llegar a un producto exitoso. La Especificación para el diseño del producto es el mecanismo de control que puede ayudar a conseguir el éxito.

La especificación es la referencia básica. Es el principal control para toda la actividad de diseño. Se debe tomar como un documento evolucionario y dinámico en lugar de estático.

La elaboración de la especificación para el diseño del producto es en si una disciplina, consta de 35 elementos primarios que deben ser tomados en consideración antes de comenzar a diseñar.

#### **1. Desempeño (Performance).**

El desempeño requerido o deseado para un producto en particular debe ser definido completamente: que tan rápido, que tan lento, que tan seguido, continuamente o discontinuamente, eléctrico, neumático, hidráulico, velocidad mínima, etc. Recordando que mientras más complejo es el producto más posibilidades tendrá de violar los axiomas de diseño.

¿Es factible económicamente el desempeño deseado? Es común el asociar una especificación de desempeño muy amplia de tal modo que el costo del producto se eleva demasiado.

## 2. Medio ambiente.

Un producto esta sujeto a diferentes condiciones de ambiente durante su manufactura y su uso. El medio ambiente al que el producto será sometido es un elemento primario y debe ser claramente especificado. Los siguientes aspectos deben ser considerados siempre:

- Rango de temperatura.
- Rango de presión
- Humedad.
- Polvo y Suciedad- [¿qué tan polvoso? ¿qué tan sucio?]
- Corrosión de fluidos.- Tipo de fluidos o químicos.
- Niveles de ruido.
- Insectos.
- Vibración.
- Tipo de labor o personas que van a usar el producto
- ¿posible grado de abuso?
- Posibles accidentes.

Bajo cinco categorías.

- Fabrica.
- Empaque.
- Almacenamiento.
- Transportación.

## 3. Vida en servicio.

¿El servicio debe ser corto o largo? ¿y bajo qué criterio?. Se debe asentar antes de comenzar el diseño si funcionara de manera continua. Por ejemplo, un año, un mes o una semana, etc.

## 4. Mantenimiento.

La disponibilidad y el desempeño del equipo en servicio es influenciado por la cantidad de mantenimiento y la eficiencia con que puede ser ejecutada. Y como el mantenimiento acompaña a toda la interfase hombre-máquina. El diseño para el mantenimiento requiere el uso de: ingeniería integral y el de técnicas ergonómicas.

La especificación debe proveer de una guía para el tipo de mantenimiento que se desee. El diseño puede contribuir introduciendo y desarrollando procedimientos para disminuir la necesidad de mantenimiento; se debe proporcionar el monitoréo para anticipar los problemas; se debe asegurar la simplicidad y el acceso para las operaciones básicas de mantenimiento; y se debe de proveer de un conjunto de instrucciones lógicas para encontrar las fallas y el mantenimiento.

Existen varias formas de efectuar el mantenimiento. La primera y más simple es la que efectúan los que poseen u operan al producto y consiste en operaciones básicas de limpieza, ajustes, etc. La siguiente es el mantenimiento que asegura el funcionamiento del equipo por un período de tiempo, se le llama mantenimiento preventivo, por ejemplo, el servicio de los 10,000 Km a un automóvil. Por último esta el mantenimiento en que se repara al equipo, se cambian partes averiadas, etc. A este mantenimiento se le llama correctivo. Por ejemplo, el cambio de alabes averiados de una turbina.

Al considerar el diseño para mantenimiento puede ser útil el considerar las siguientes preguntas.

1. ¿En qué tipo de ambiente se deberá realizar el mantenimiento?
2. ¿Cuál deberá ser la pericia del equipo de mantenimiento?
3. ¿Habrá un mantenimiento preventivo rutinario y con qué frecuencia deberá ser realizado?
4. Si el mantenimiento deberá de ser sólo correctivo. ¿cual deberá de ser la naturaleza de las fallas?
5. ¿El mantenimiento deberá de ser por cambio de piezas, de módulos o sólo por ajustes?
6. ¿Existen algunos tipos de falla accesible?
7. ¿Puede ser reducido el tiempo de mantenimiento y que efecto tendría en el costo?
8. ¿Es satisfactorio el diseño para ajustes en términos de la estabilidad y precisión que se requiere?
9. ¿Es satisfactorio el diseño para la limpieza?
10. ¿Es satisfactorio el diseño para la lubricación?
11. ¿Cuáles son los posibles riesgos que se tienen durante el mantenimiento?
12. ¿Son adecuadas las instrucciones de operación y mantenimiento para asegurar la calidad de servicio deseado con el personal que realizara esta operación?

## 5. Costo deseado del producto.

Se debe establecer desde el principio el costo tope del producto, y se debe comparar con el costo de los productos existentes.

Se puede decir que generalmente el costo tope se encuentra del lado bajo y en ocasiones no es posible alcanzarlo.

Se debe tomar un especial cuidado en la compatibilidad del costo tope con el del producto de la competencia y más importante aun si es posible producir el producto a ese costo con la maquinaria existente en la organización.

## 6. Competencia.

Se debe hacer un análisis de la competencia que incluya las patentes y la literatura relacionada, no sólo el producto, sino también de las áreas análogas. Esto debe ser analizado. La naturaleza de la competencia es probablemente el aspecto más importante de la especificación para el diseño del producto. Por lo menos desde el punto de vista competitivo.

## 7. Envío.

Es necesario determinar como se entregara al producto: por mar, por aire, etc. Es importante tomar en cuenta por dónde deberá pasar el producto antes de llegar a su ultimo destino; puertas, almacenes, bodegas, etc.

## 8. Empaque.

Dependiendo de el tipo de producto puede ser necesario el diseñar algún tipo de empaque, almacén, etc. El costo de empaque agregara costo y volumen al producto.

## 9. Cantidad.

Los aspectos relacionados al tamaño de la producción afectaran al diseño del producto. Una producción pequeña puede no necesitar mucha herramienta al contrario de una producción grande.

## 10. Facilidades de manufactura.

¿Se está diseñando para una planta existente? ¿Es la maquinaria una restricción para el diseño del producto? El grado de correlación e interacción entre el diseño del producto y el del proceso depende en gran medida del status del producto.

## 11. Tamaño.

¿Hay restricciones en el tamaño del producto? Las medidas deben de especificarse inicialmente. Han habido una gran cantidad de diseños que resulta que no caben en el espacio disponible. Hay que preguntarse, por ejemplo, si hay espacio disponible para la limpieza, si hay restricciones en la forma, etc.

## 12. Peso.

Para algunas tecnologías, el peso esta frecuentemente relacionado con el costo. Junto con el tamaño el peso es importante en el manejo del producto ya sea en la tienda, en la planta y para la instalación en la locación del usuario.

## 13. Estética, apariencia y acabados.

Es difícil el especificar la apariencia final de un producto, por esto generalmente se deja al equipo de diseño: La quejas vienen después. El color, la forma, y los acabados deben ser determinados. Siempre habrá críticas hacia el producto una vez terminado, por eso se debe obtener la opinión de usuarios, vendedores, fabricantes, etc. antes de decidir. Cualquier persona es un crítico de diseño o algo parecido.

## 14. Materiales.

La selección del material adecuado es un paso clave en el proceso de diseño ya que es el paso crítico que une a los cálculos y a los dibujos con el verdadero producto funcional. La enormidad de este proceso de decisión se puede apreciar cuando se sabe que hay actualmente 40,000 aleaciones metálicas útiles y probablemente un número cercano de materiales no metálicos.

Cualquier material mal elegido puede llevar no sólo a la falla de la parte o componente si no a un gasto innecesario.

Los requerimientos funcionales de desempeño de un material usualmente se expresan en términos de propiedades físicas, mecánicas, térmicas, eléctricas o químicas. (Como se muestra en la tabla).

Se deben tomar en cuenta varios factores al seleccionar un material, entre ellos:

### 1. Disponibilidad.

- a) ¿Cuántas fuentes de suministro hay?
- b) ¿Estará disponible este material en el futuro?
- c) ¿Está disponible este material en las formas que se necesitan?

### 2. Limitaciones de tamaño y tolerancias del material disponible.

### 3. Variación de las propiedades.

#### 4. Costo.

Los pasos que se deben seguir para la selección de materiales son los siguientes;

1. Análisis de los requerimientos del material. Determinar las condiciones de servicio y de ambiente que el material deberá soportar.
2. Búsqueda de materiales candidatos. Comparar las propiedades requeridas con listas de materiales y seleccione los más viables para la aplicación.
3. Selección de los materiales candidatos. Analizar los materiales candidatos en términos de desempeño, costo, fabricación y disponibilidad.

Prop. Físicas	Prop. Mecánicas	Prop. Térmicas
Estructura Cristalina	Modulo de elasticidad	Conductividad Térmica
Densidad	- Compresión	Calor específico
Punto de Fusión	- Tensión	Coef. de expansión
Prisión de vapor	Dureza	Emisividad
Viscosidad	Curva Elasticidad	Resist. al fuego
Porosidad	Esfuerzo ultimo	
Permeabilidad	- tensión	
Reflectividad	- compresión	<b>Prop Químicas.</b>
Transparencia	- cortante	Corrosión y degradación
Prop Opticas.	Prop de fatiga	- Atmosférica
Estabilidad dim.	- corrosión	- Agua salada
	- fisuras	- Acidos
	Resist. Impacto	- Gases calientes
	Resist. Fracturas.	- Ultravioleta
<b>Prop. Eléctricas.</b>	Resist. Temperatura	Oxidación
Conductividad	Resist. Humedad	Estabilidad térmica
Const. dieléctrica	Resist. ambiental	Est. Biológica.
Fuerzas coersivas	- Abrasión	Corrosión por
Histérisis	- Erosión	Esfuerzo.
	Cavitación	Permeavilidad hid.
		<b>Prop. de Fabricación</b>
		Trat. térmicos
		endurecimiento
		Formeabilidad
		Maquinabilidad.
		Soldabilidad
		Forjabilidad

## 15. Duración de vida del producto.

Se deben conocer algunas indicaciones de la vida del producto como una entidad mercantil. La pregunta, ¿el producto va a permanecer en producción por 1 o 10 años? ofrece respuestas que pueden afectar el punto de vista de diseño, la interacción con el mercado y la competencia, la inversión en la manufactura, etc.

## 16. Normas y especificaciones.

¿Se debe diseñar al producto con normas nacionales o internacionales? Si es así, esto debe especificarse.

## 17. Ergonomía.

Todos los productos tienen hasta cierto grado, una interfase hombre-máquina. Es necesario entonces el clarificar la naturaleza de la interacción del operario con nuestro producto. A continuación se enlistan una serie de preguntas que se debe hacer el equipo de diseño para poder identificar el tipo de problema ergonómico que se debe solucionar, las preguntas se encuentran estructuradas de la siguiente manera.

- Espacio de trabajo, demandas físicas.
- Espacio de trabajo, demandas mentales.
- Método de trabajo, demandas físicas.
- Método de trabajo, demandas mentales.
- Carga ambiental.

Algunos de los factores serán o no relevantes dependiendo del producto que se este diseñando.

Espacio de trabajo, demandas físicas.

1. ¿Es el espacio de trabajo lo suficientemente amplio?
  2. ¿Se promueve una postura de trabajo favorable de trabajo según la colocación de los controles, las piezas de trabajo y los instrumentos?
  3. ¿Se promueve el sentarse según la colocación de los controles, las piezas de trabajo y los instrumentos?
  4. ¿Son correctas las superficies de trabajo en relación a:
    - dureza?
    - elasticidad?
    - color?
    - Suavidad?
- etc.

5. ¿Es correcto el control por pies y manos propuesto por la colocación de instrumentos y piezas de trabajo?

6. ¿Se debe poder ajustar la velocidad de la máquina según la habilidad del operador?

7. ¿La construcción de la máquina permite el mantenimiento y las reparaciones (acceso, riesgo de accidentes, iluminación, identificación de fallas)?

8. ¿Hay partes del cuerpo expuestas a presión mecánica continua o intermitente?

9. ¿Hay riesgo de quemaduras?

10. ¿Se requiere durante el trabajo el uso de equipo personal de protección;

- ropa?
- zapatos?
- guantes?
- protección a los ojos?
- protección a los oídos?
- etc.

#### Espacio de trabajo, demandas mentales.

1. ¿Se requiere de un nivel alto de iluminación?

2. ¿Se necesita en general iluminación artificial?

3. ¿Puede ocurrir que no se distingan los datos según la reflexión del variación de la luz?

4. ¿La distribución del área de trabajo implica la exposición diferentes niveles de iluminación?

5. ¿Hay requerimientos especiales en referencia a la percepción de colores?

6. ¿Se utilizan diales o displays? ¿Son legibles?

7. ¿Hay señales de emergencia?

8. ¿Se requiere el uso de ayudas óptimas?

9. ¿Se pueden distinguir las señales audibles del ruido avitual de trabajo?

10. ¿Se pueden distinguir a los diferentes controles sólo por el tacto?

11. ¿El trabajo requiere de cambios precisos de posición y aplicación precisa de fuerza?

#### Método de trabajo, demandas físicas.

1. ¿El trabajo implica gran carga muscular?

2. ¿El trabajo se hace sentado, de pie o caminando?

3. ¿Esta la carga muscular predominantemente en

- los brazos?
- las piernas?
- el cuello?
- el tronco?
- pequeños músculos de la mano o los dedos?



4. ¿Es posible cambiar de posición durante el trabajo?
5. ¿Se somete a ciertos músculos del cuerpo a extensión o compresión por períodos largos de tiempo?
6. ¿Es correcto el patrón de movimiento?

Método de trabajo, demandas mentales.

1. ¿Es necesario el uso eficiente de tablas o listas?
2. ¿Se pueden confundir las señales?
3. ¿Tienen las señales siempre el mismo significado?
4. ¿Es posible que el flujo de información exceda la capacidad mental del usuario?
5. ¿Es posible que ocurran señales de diferentes sitios simultáneamente?
6. ¿Puede haber varias respuestas ante una misma señal aun que sólo una sea la correcta?

Carga ambiental.

1. Los cambios climáticos afectan las condiciones de confort?
2. ¿Hay riesgos hacia el oído debido a fuertes ruidos?

#### 18. Clientes.

¿Quién es el cliente? Usualmente se piensa que es el usuario último. La persona que por ejemplo escucha la radio, o quien conduce al camión. Pero es esencial el definir precisamente quien es el cliente y establecer sus requerimientos. Para su implementación efectiva, la función de calidad depende principalmente en la opinión del cliente. La opinión del cliente manifiesta en sí un conjunto de restricciones.

#### 19. Calidad y confiabilidad.

Son de especial interés los niveles de calidad y confiabilidad requeridos para la aceptación y éxito de un producto en un mercado en particular. Estos son los aspectos más difíciles de cuantificar en términos absolutos.

#### 20. Vida en almacén.

Un factor que en ocasiones se olvida incluir en la especificación es el de vida en almacén. En algunos productos se debe especificar cuánto tiempo podrá permanecer almacenado antes de que decaiga debido a la corrosión o al ambiente.

## **21. Procesos.**

Si se va a utilizar un proceso especial para la manufactura, éste, deberá ser correctamente especificado.

## **22. Escalas de tiempo.**

Las escalas de tiempo permitido para diseño son frecuentemente inadecuadas, pero determinan el tiempo total para todo el proyecto hasta la manufactura y el lanzamiento del producto. El tiempo permitido para el diseño debe asegurar la efectividad y la eficacia del mismo.

## **23. Pruebas.**

Algunos productos requieren de pruebas después de su manufactura, ya sea en la fabrica o en el sitio de venta. Los productos para el consumidor requieren de un prueba de fabrica para verificar su calidad y su compatibilidad con la especificación del producto.

Estas pruebas requieren de una planeación cuidadosa.

## **24. Seguridad.**

Una consideración vital en el diseño de un producto es que éste no debe poder en peligro al usuario. Se deben de señalar adecuadamente los posibles peligros, los grados posibles de abuso, aunque sea o no obvio. Se debe considerar también la mala interpretación o la confusión de la función del equipo.

Se deben elaborar manuales de operación. Y se deben tomar en consideración los factores de seguridad del producto, por ejemplo, trampas para dedos, abusos, substancias tóxicas, sust. flamables, filos, etc.

## **25. Restricciones de la compañía.**

Las restricciones de la compañía deberán de ser señaladas y discutidas. Por ejemplo las restricciones de manufactura, financieras, de inversión, de recursos, de personal especializado, etc.

## **26. Restricciones de mercado.**

Se deben considerar las características de los mercados.

### **27. Datos del producto, patentes y literatura.**

Se deben investigar todas las áreas de información. Se deben conocer las patentes relacionadas con el producto.

### **28. Implicaciones políticas y sociales.**

Se debe considerar el posible efecto que tenga un producto en las estructuras políticas y sociales en el mercado del país para el que se diseña al producto.

### **29. Instalación.**

Muchos productos interactúan con otros o deben ser ensamblados en otros más grandes. Se debe considerar a la instalación en las especificaciones para el diseño del producto.

### **30. Consumo de energía.**

Esto tiene dos aspectos, la energía usada por el producto y la energía empleada durante su manufactura.

### **31. Capacitación del usuario.**

Se debe dar capacitación al usuario especialmente con productos dinámicos, los productos nuevos o aquellos en que el usuario requiera de conocimientos especiales. Esto se debe considerar en la especificación para el diseño del producto de manera que se realicen los arreglos necesarios y se elaboren los manuales y los esquemas de entrenamiento.

### **32. Potencial de ventas.**

Claramente, tiene muy poco sentido el realizar un diseño si el potencial de ventas es muy reducido. Sin embargo, el potencial de ventas determina aspectos de como se producirá y como se promocionará al producto. Identificar el potencial de ventas en la especificación para el diseño del producto y luego relacionar con otras partes.

### **33. Legal.**

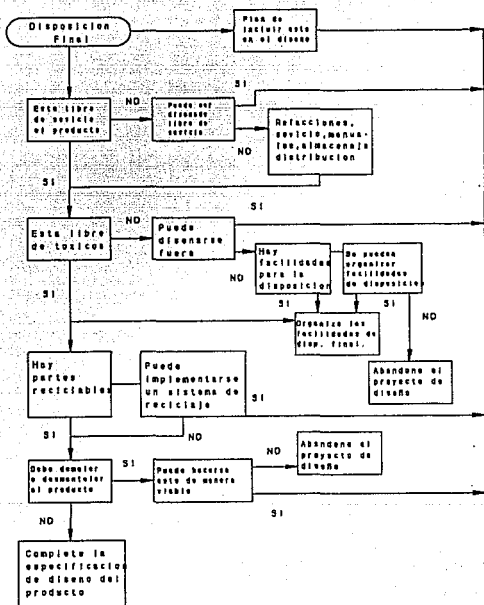
Los aspectos legales de un producto son tan importantes como lo es la seguridad. Existen diferentes legislaciones y estas deben ser tomadas en cuenta en la especificación para el diseño del producto.

### **34. Documentación.**

La documentación de un producto es muy importante en términos de instrucciones al usuario, mantenimiento, etc. Este es un factor muy importante para la aceptación de productos al consumidor.

### **35. Disposición final.**

Se debe especificar como se hará la disposición final del producto, especialmente si este contiene sustancias tóxicas o partes que pueden ser recicladas. En la ilustración No. 9 se muestra el diagrama de flujo a seguir para planear la disposición final del producto a diseñar.



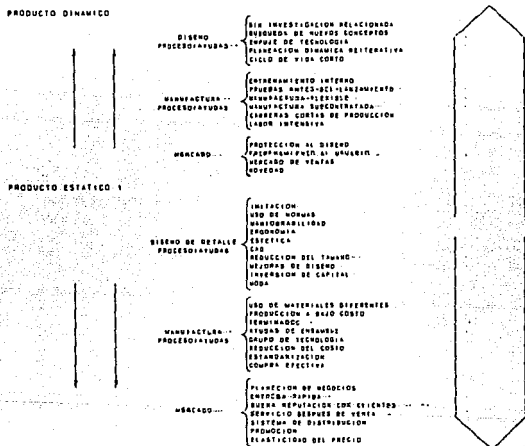
Ilustr. 9

### **Guías para la preparación de la especificación para el diseño del producto.**

- 1. La especificación para el diseño del producto es un documento de control; este representa la especificación de lo que se desea lograr, no del logro en si.**
- 2. La especificación para el diseño del producto es un documento para ser usado por uno y por otros, de manera que debe ser escrita claramente.**
- 3. La especificación para el diseño del producto no debe ser escrita en forma de ensayo. Se deben emplear oraciones cortas bien definidas bajo los títulos expuestos anteriormente. Es bueno dejar espacios vacíos para futuras adaptaciones y adiciones.**
- 4. Tratar, en lo posible, de ser cuantitativo en cada área desde el principio. Si no sabe o esta inseguro es necesario hacer una estimación.**
- 5. Fechar y numerar el documento.**
- 6. Aclarar las enmiendas**

## Etapa 4B: Relación de las Disciplinas de Diseño con el Status del Producto

El conocer el status de un producto permite que algunos factores de la especificación para el diseño del producto sean más importantes mientras que otros no lo sean tanto.



Ilustr. 10

Producto dinámico. Son relativamente más importantes que en un diseño estático;

Producto  
 Protección del diseño  
 Definición del mercado  
 Definición del cliente  
 Búsqueda de nuevos conceptos  
 Innovación  
 Características de tecnología  
 avanzada

Compañía  
 Capacitación del empleado.  
 Capacitación del usuario  
 Nido de mercado  
 Producción flexible  
 Maquilla  
 Dirección abierta

Producto estático. Son relativamente más importantes que en un producto dinámico;

**Producto**

Estética  
Ergonomía  
Mejoras incrementales  
Reducción del costo del producto  
Uso de energía en el producto  
Imitación  
Análisis de valor  
Normas  
CAD

**Compañía**

Diseño del proceso  
Compras  
Análisis de la competencia  
Análisis paramétrico.  
Uso de energía en producción.  
Racionalización  
Mercado masivo  
Grandes productores



## **Método Axiomático.**

### **Introducción.**

Históricamente el diseño ha sido un proceso de tanteo, basado en el empirismo en lugar que en una metodología. El trabajo de un diseñador es el convertir una necesidad en una especificación de diseño que incluye la descripción de todo el proceso de fabricación. El diseñador debe especificar como debe ocurrir esta transformación especificando los componentes físicos (materiales, energía, maquinaria, etc). Los buenos diseños pueden ser descartados junto con los malos, ya que no hay principios generales para seleccionar los diseños buenos de los malos. Una alternativa para estas técnicas empíricas es el método axiomático para el diseño y la manufactura.

El diseño basado en axiomas es fundamentalmente una metodología diferente a todas las demás existentes. El método axiomático se basa en la creencia de que existen principios fundamentales. Los axiomas pueden ser aplicados en cualquier etapa, fase, o nivel del proceso de diseño. Como tales, los axiomas pueden ser empleados para orientar y evaluar las decisiones en el diseño.

El enfoque axiomático tiene muchas ventajas sobre las estrategias convencionales de diseño. Ya que los axiomas son usados como herramientas analíticas, pueden simplificar el proceso de diseño eliminando en sus etapas iniciales las alternativas que al final probarían ser no satisfactorias.

Un conjunto de axiomas para el diseño es un criterio para la evaluación de decisiones pero también puede pensarse como un objetivo o un índice de desempeño que dirige a la generación de alternativas de diseño.

Un estudio de varios diseños exitoso llevo a Suh, Bell, y Gossard en 1977 a proponer un conjunto de axiomas hipotéticos para el diseño y la manufactura.

Resulta interesante antes de continuar con el desarrollo del método axiomático, analizar los aspectos que intervienen en la toma de decisiones.

Hay cinco patrones básicos con los que la gente enfrenta a la toma de decisiones;

#### **1. La adherencia no conflictiva.**

Decide continuar con la misma acción e ignora la información acerca de perdidas y riesgos.

#### **2. El cambio no conflictivo.**

Sin criticar adopta el curso de acción que más se le recomienda.

### 3. Evasión defensiva.

Evade el conflicto transfiriendo la responsabilidad a alguien más, y permanece al margen de la situación.

### 4. Hipervigilancia.

Busca frenéticamente una solución inmediata del problema.

### 5. Vigilancia.

Busca la información necesaria que después de ser cuidadosamente evaluada servirá para tomar la decisión.

Todos estos patrones de decisión, excepto el último, son defectuosos. La calidad de las decisiones no depende de la situación en particular en donde se realiza, si no de la forma en que el proceso de toma de decisión se lleva a cabo. Los ingredientes básicos de cualquier toma de decisiones se enlistan en la siguiente tabla. La sustitución que se hace de cada una de ellas no implica que se llegará a una decisión errónea, pero si significa que el fundamento para la decisión es más débil.

Ingredientes básicos.	Substitutos para el básico
Hechos	Información
Conocimientos	Consejo
Experiencia	Experimentación
Análisis	Intuición
Criterio	Ninguno

La decisión se toma en base a los hechos disponibles. Se debe prevenir el hecho de dar la respuesta correcta a la pregunta equivocada. Es por ello que antes de dar soluciones se debe identificar claramente cual es el problema. Se puede llegar al caso en que la solución propuesta no soluciona al verdadero problema.

En la ausencia de conocimientos se debe buscar consejo. Esto no debe de interpretarse como debilidad. Hay que recordar que aunque el consejo sea muy útil, no se puede escapar al peso de los resultados de las decisiones tomadas. No se puede culpar a un consejo de las fallas; ya que el derecho de pedir consejo incluye el derecho de aceptarlo o rechazarlo.

Se dice que no hay sustituto para la experiencia, pero esta experiencia no tiene que ser la propia. Se debe de beneficiar de los éxitos y los fracasos de los demás. Antes de tomar una decisión se deben evaluar en el contexto del problema a los hechos, el conocimiento y la experiencia.

El último ingrediente y probablemente más importante es el criterio. Un buen criterio no se le puede describir.

A manera de resumen se enlistan los pasos que deben tomarse para tomar una decisión correcta.

1. Primero, establecer los objetivos de la decisión.
2. Clasificar los objetivos en orden de importancia.
3. Desarrollar las posibles acciones alternativas.
4. Evaluar las alternativas contra los objetivos.
5. La alternativa que tiene mayor posibilidad de cumplir con la mayoría de los objetivos representa la decisión tentativa.
6. Explorar la decisión tentativa ante posibles consecuencias adversas.
7. Los efectos de la decisión final se controlan tomando otras acciones que previenen de posibles consecuencias adversas de hacerse problemas y se asegura que las acciones decididas se lleven a cabo.

#### Principios generales de diseño.

El diseño exitoso de productos y sistemas de manufactura ha recaído fuertemente sobre la experiencia. Los productos frecuentemente son concebidos por expertos en mercadotecnia, entonces son diseñados, rediseñados y producidos por ingenieros. Después de varias iteraciones e incluso de instalar el sistema de producción la pregunta de optimización permanece constante. Sin embargo, muchos diseños buenos han emergido de este proceso.

¿Deben estos productos su existencia a un proceso fortuito de evolución, o son evidencia de que hay guías, reglas generales, que, seguidas llevan a un buen diseño? Muchos diseñadores experimentados dicen haber sido ayudados por ciertas "reglas del oficio". El encontrar principios generales de diseño ha sido una ambición de un gran número de autores desde que Vitruvio escribió los diez libros del Diseño Arquitectónico hace ya casi 2000 años.

Una guía de diseño es una aseveración corta que resume experiencias, conocimientos y habilidades que resultan de la práctica del diseño. Las guías de diseño son resultado de la experiencia y conocimiento generado a través del diseño y desarrollo de los productos que nos rodean.

Un trabajo interesante sobre este tema es el realizado por Guillermo Aguirre (1990) en el cual de un total de 180 libros relacionados con el diseño obtuvo 3400 guías de diseño, estas guías de diseño se presentan en diversas formas entre las que se incluyen las siguientes;

- advertencias sobre prácticas riesgosas en el diseño.
- indicaciones para mejorar la resistencia u otras propiedades.
- listas de los factores que afectan algún proceso de manufactura.
- ejemplos de prácticas aconsejables.

A continuación se agruparon estos principios de diseño en tres grandes grupos o principios generales de diseño; Simplicidad, claridad y unidad. Y su definición es la siguiente.

**Simplicidad** es reducción a lo elemental, es decir la eliminación de toda elaboración innecesaria.

**Claridad** es exactitud y precisión en la aplicación de los principios de operación.

**Unidad** es balance, continuidad y homogeneidad entre las propiedades del sistema.

La aplicación de estos principios generales a los diferentes sistemas de nuestro productos deben llevar a un buen diseño.

Por desgracia el cómo y cuándo aplicar estos principios generales a la optimización de nuestro diseño no está aún muy clara. Un trabajo basado en el mismo principio que ofrece un método más sistematizado es el enfoque axiomático para el diseño y manufactura.

**Enfoque Axiomático para la manufactura.**

Es necesario definir ciertos términos;

**Axiomas.** Son verdades fundamentales y que siempre son válidas, son axiomas hasta que no se encuentren contraejemplos o excepciones.

**Corolarios.** Son consecuencia directa de uno o más axiomas

**Requerimientos funcionales.(RF)** Son el conjunto mínimo de especificaciones independientes que definen completamente a un problema.

**Restricciones (R)** Se definen como los límites a las soluciones aceptables.

**Información.** Será tomada como una medida general de complejidad.

La tesis fundamental del enfoque axiomático es;

"Existe un pequeño conjunto de principios globales o axiomas, que pueden ser aplicados a la toma de decisiones durante la síntesis de un producto. Estos axiomas constituyen las guías o reglas de decisión que al aplicarlos llevan a una decisión correcta".

Los axiomas hipotéticos que se expusieron en el documento original (Suh, Bell, Gossard) para ser evaluados son los siguientes.

Axioma 1. Minimice el número de requerimientos funcionales y el de restricciones.

Axioma 2. Satisfaga los requerimientos funcionales en orden de importancia.

Axioma 3. Minimice el contenido de información.

Axioma 4. Desacople o separe las partes o aspectos de una solución si los requerimientos funcionales están acoplados o se hacen independientes en el diseño o proceso propuesto.

Axioma 5. Integre los requerimientos funcionales en una sola parte si pueden ser satisfechos de manera independiente en la solución propuesta.

Axioma 6. Todo lo que es igual conserva materiales.

Axioma 7. Puede haber varias soluciones óptimas.

Estos siete axiomas hipotéticos, después de haber sido evaluados se redujeron a sólo dos;

Axioma 1. Mantenga la independencia de los requerimientos funcionales.

Axioma 2. Minimice el contenido de información.

Independencia funcional en el diseño.

Como se explicó anteriormente los requerimientos funcionales son independientes por definición, si que parecen interdependientes indican una falla en la definición del problema. Si las variables que son de hecho dependientes no pueden ser requerimientos funcionales en el contexto de los axiomas.

Una vez que se ha determinado un conjunto de requerimientos funcionales y de restricciones, es tarea del diseñador el mantener la independencia funcional en el producto.

En los diseños en que hay interdependencia en los requerimientos funcionales se dice que son funcionalmente acoplados y violan al primer axioma. La violación a este axioma no significa que este mal, si no que evade la situación del dominio que gobierna este axioma.

Los axiomas presentados sólo se descartarán si al violarlos se mejora el diseño. Si se diseña inadvertidamente a un sistema acoplado, este deberá de ser desacoplado, preferentemente por rediseño, o posiblemente agregándole un subsistema que tome el control de la variable independiente.

El diseño es un proceso dirigido por la necesidad, por lo tanto se debe hacer énfasis a la función del producto. El acoplamiento físico no debe ser confundido con el acoplamiento funcional. Los requerimientos funcionales son arbitrarios en gran medida ya que describen el desempeño deseado. Un abrelatas con destapador de refrescos común está físicamente acoplado, pero amenos que el objetivo fuera de abrir una lata y destapar un refresco a la vez las funciones no están acopladas. Una navaja del ejército Suizo es también un buen ejemplo de esto.

Como consecuencia de le segundo axioma, el acoplamiento físico es deseable en funciones que no estén acopladas ya que se reduce el contenido de información. A esta combinación física de funciones en una sola parte se la llama integración.

No es fácil que al principio del diseño se tenga una percepción exacta de todos los requerimientos funcionales y las restricciones.

Puede ser necesario el diseño de productos preliminares o prototipos para que al realizar los experimentos se determinen los requerimientos funcionales y las restricciones del producto final. Los experimentos buenos requerirán que algunas variables permanezcan invariantes mientras se cambian las variables probadas sobre los rangos esperados del producto final.

La facilidad de diseño y fabricación que surgen de aplicar el primer teorema, motivaron al segundo axioma.

**Axioma 2.** Se deben cumplir los requerimientos funcionales y las restricciones de modo que se minimice el contenido de información.

Aún que en ocasiones olvidada, la idea de "mantenerlo simple" ha sido por mucho tiempo una regla del diseño. Sin embargo, este concepto no ha sido explotado en todo su potencial.

Por información en el contexto de los axiomas se debe entender a las instrucciones necesarias para describir las partes de un producto, el proceso de fabricación y el procedimiento de ensamble de ellas. La información se refiere a la geometría y a los detalles superficiales de las partes y a la información espacial necesaria para mover, localizar y ensamblarlas. Minimizar la información implica la pérdida de tolerancias, la simplificación de formas y la aceptación de superficies burdas.

Si el contenido de información pudiese ser calculado de la especificación de diseño, y si se pudiese gravar la información transferida hacia el producto durante su fabricación, entonces se podría determinar la eficiencia de manufactura. Para poder aplicar el segundo axioma, es necesario cuantificar el contenido de información en unidades consistentes lo cual resulta difícil.

#### Corolarios.

Los axiomas son la base conceptual de donde se pueden generar reglas en forma de corolarios para su aplicación a problemas específicos. A continuación se enlistan algunos de los corolarios derivados de los dos axiomas.

1. Si los requerimientos funcionales están acoplados o se hacen interdependientes en los diseños o procesos propuestos entonces desacople o separe las partes o aspectos de la solución.

2. Conserve materiales y energía.

3. Minimice el número de requerimientos funcionales y de restricciones.

4. Integre los requerimientos funcionales en una sola parte o solución si estos pueden ser satisfechos independientemente en la solución propuesta.

5. Emplee partes estandarizadas o intercambiables siempre que sea posible.

6. Una parte debe ser continua si la transmisión de energía es importante.

7. El número de partes no es una medida de productividad.

8. Minimice el número y acabados superficiales.

## **Parte 2. Diseño y Construcción de una máquina cizalladora de ladrillos.**



## Introducción.

En el presente capítulo se expone el proceso que se llevo en el diseño y construcción de la máquina cortadora de ladrillos desde que se comenzó el proyecto.

Se me sugirió el empleo del método de Pugh y el método axiomático de Shu como sustento teórico para la elaboración del diseño de la Máquina cortadora de ladrillos así que mi primer acción fue la de investigar y estudiar estos dos métodos ya que uno de los objetivos de esta tesis es el probar su efectividad en el diseño de un producto en particular y la Máquina cortadora de ladrillos representaba por su simplicidad un buen ejemplo para explicar el uso de estos dos métodos.

El trabajo que se expone a continuación comprende el diseño, la fabricación y las pruebas de la máquina cortadora de ladrillos y es el resultado de un trabajo realizado en un equipo de diseño que en lo subsecuente llamaré el equipo de diseño, la razón de que en ocasiones emplee el termino "nosotros" cuando describa y explique los trabajos realizados y las decisiones tomadas, ya que no fueron tomadas por un individuo en particular sino que fueron discutidas y aprobadas por el mencionado equipo de diseño.

Como puede observarse en el capítulo anterior el método de Pugh esta dirigido principalmente a diseños que se realicen completamente dentro de una empresa, y como el proyecto de la cortadora de ladrillos es un proyecto contratado en el exterior, este método no puede ser empleado en su totalidad, sin embargo resulta de gran utilidad para poder ordenar el trabajo de diseño.

A continuación el trabajo de diseño se explicara en el orden propuesto en el método de Pugh que se muestra en la ilustración 1 (pag 4)

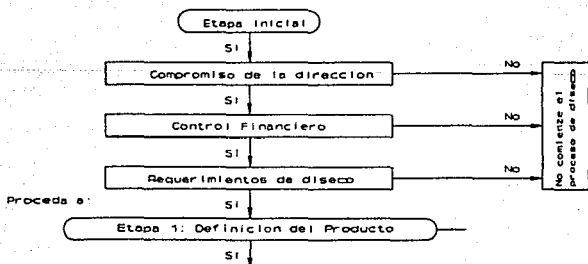
Es importante el mencionar que debido a la necesidad de proteger el modelo comercial de la máquina cortadora de ladrillos, se omite la presentación de planos originales con dimensiones y materiales.

## Etapa Inicial.

Como se explicó anteriormente en esta etapa el equipo de diseño se debe asegurar de que exista un compromiso real de parte de los directivos de la empresa o la fuente que patrocina el proyecto y se debe revisar que existan los recursos financieros para el desarrollo del mismo. El equipo de diseño se debe preguntar si vale la pena el comenzar el procedimiento de un diseño si no cuenta con dicho compromiso.

En el caso del proyecto de la máquina cortadora de ladrillos este punto fué facil de evaluar ya que existía un contrato con la empresa patrocinadora del proyecto, que aseguraba tanto el compromiso de la dirección como los recursos financieros.

Una vez concluida esta etapa inicial fue posible el continuar con las siguientes etapas del método. (ilustración 11)



Ilustr. 11 Etapa inicial.

## **Etapa 1: Definición del Producto.**

Previo a la definición del producto fue necesario analizar que era lo que se conocía acerca del producto y que qué faltaba por investigar para poder hacer correctamente la definición del producto.

Se contaba con catálogos de máquinas cortadoras de ladrillos de procedencias Italiana y Españolas. En estos aparecen modelos de diferentes tamaños, pesos, mecanismos, precios, etc.

Además se visitó una construcción típica para observar como se realiza actualmente la operación de corte de ladrillos;

Existen actualmente dos formas para realizar el corte de ladrillos.

La más común es el uso de "la cuchara" y por medio de golpes obtener el corte y la segunda es el uso de una máquina pulidora acoplada a un disco abrasivo.

La primera forma es poco precisa y generalmente se desperdicia la otra parte del ladrillo depende de la calidad del ladrillo, que por cierto es muy poco homogéneo. Además de que se requiere de personal experimentado para realizar este tipo de corte.

Con el segundo método se obtienen cortes muy precisos, pero la máquina requiere de un mantenimiento continuo y costoso además de la necesidad de la instalación eléctrica en la obra o construcción, recurso que en ocasiones no se tiene disponible.

En resumen se observó que existe la necesidad de un método para cortar ladrillos mas apropiado o moderno. Un aspecto importante fue que cuando se emplea el método de la cuchara el corte se realiza con el ladrillo mojado.

El siguiente paso fue estudiar las propiedades mecánicas, físicas y químicas de los ladrillos. En general todo lo relacionado al corte de este material.

## Ladrillos y Losas de arcilla.

### Propiedades de el material.

El instituto de productos de arcilla define al ladrillo como una unidad pequeña de construcción, solido o hueco en no mas del 25% del aérea mas grande. Su forma típica es la de un prisma rectangular, formado de arcilla o grava y endurecido por calor. Los ladrillos han sido clasificados de diferentes maneras según el lugar de manufactura, la materia prima, color, textura superficial, tamaño, forma, y otras características especiales. Pero actualmente no existe una terminología sistemática que se aplique a toda la industria.

### Materia prima.

El material usado en la producción de ladrillo y losa es un silicato de alúmina hidratado, en el cual pueden ocurrir varias impurezas, como son: oxido de hierro, calcio, magnesio, sodio, titanio, y potasio. La presencia de estas impurezas en diferentes cantidades causara diferencias en la composición química como en las propiedades físicas de la arcilla. Los efectos de estas variaciones son minimizados en la producción, mezclando arcillas de diferentes lugares de la mina o yacimiento. Dentro de ciertos límites, el sílice reducirá el encogimiento durante el horneado, pero en grandes cantidades reducirá la coesividad. Las temperaturas de fusión pueden ser reducidas agregando carbonatos. El oxido de hierro mejora la resistencia pero tiene un fuerte efecto en el color.

Las variaciones en la materia prima pueden ser compensadas, controlando el proceso de manufactura. sin embargo, algunas variaciones están ligadas con el desempeño del producto final.

Entre las propiedades físicas mas importantes de las arcillas aptas para la producción de ladrillos y losas, están, la plasticidad, resistencia a la tracción, punto de fusión, y encogimiento. Las arcillas deben de ser lo suficientemente plásticas para ser formadas o moldeadas cuando se mezclan con agua, y deben tener suficiente resistencia a la tracción para mantener su forma después de formadas y secadas. Además, las arcillas deben fundirse juntas para formar el producto final cuando son sometidas a ciertos intervalos de temperatura. Las arcillas, a diferencia de los metales, se reblandecen lentamente, se derriten o se funden gradualmente cuando son sometidas a altas temperaturas. En esta fusibilidad que resulta en una unidad dura, solida, y sustancialmente resistente.

El proceso de fusión puede realizarse en tres etapas: (1) fusión incipiente-La etapa en que las partículas de arcilla se reblandecen lo suficiente para que la masa se mantenga unida; (2) Vitrificación-La etapa en la cual se presenta la fusión extensiva y la masa llega a ser mas que un solido un no-absorbente; y, (3) Fusión viscosa- etapa en que la masa de arcilla se rompe totalmente y tiende a ser derretida. La temperatura de klinker se debe controlar muy cuidadosamente de tal modo que se completen la etapa incipiente y parte de la vitrificación. La etapa de fusión viscosa no debe ocurrir, a menos que se desee obtener klinker.

El encogimiento es una propiedad inherente en mayor o menor grado a todas las arcillas, y son preferidas los productos que presentan la menor tendencia al encogimiento. Se presentan dos tipos de encogimiento: (1) Encogimiento en aire, que se presenta cuando la unidad es formada pero antes de ser horneada, y (2) Encogimiento en fuego, que ocurre durante el proceso de horneado.

Cualquiera de estas, en exceso, puede causar fracturas o deformaciones que deben ser evitadas en el producto final.

Las propiedades químicas de la arcilla son muy determinantes el las características de color y fusibilidad del producto final, por ejemplo, el óxido de hierro tiende a colorear al ladrillo en tonos que van desde el rojo al café; pero su carestía produce un color blanco o crema en la unidad.

La materia carbonacea causa defectos en el material, por lo tanto debe ser completamente eliminada. Esto se puede realizar mediante la combustión, donde el oxígeno se combina con las impurezas de carbono. Este oxígeno se puede proporcionar durante la atmósfera de klinker, o puede estar en el óxido férrico con la misma arcilla. En el quemado u horneado de la arcilla este se convierte de óxido férrico a óxido ferroso, y, en combinación con el sílice de la arcilla, forma el silicato férrico.

#### Ladrillos de Construcción.

El término ladrillos de construcción se refiere a la unidad de arcilla común y corriente, cubierta por la especificación C62 de la ASTM.

De primer interés para el ingeniero o el constructor están las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo. Las características físicas mas básicas incluyen color, textura, forma, dimensiones, estabilidad dimensional. Y entre las propiedades mecánicas se encuentra la absorción; durabilidad, resistencia a la compresión axial, resistencia a la flexión, conductividad térmica, características acústicas, y resistencia al fuego.

### **Propiedades Físicas.**

La apariencia estética de la mampostería de barro se deriva de su color, textura, forma, etc.

El color y la textura dependen, como se observó anteriormente, de la composición química, la intensidad de cocido, y el método de control durante el horneado.

De todos los óxidos y los agregados comúnmente encontrados en las arcillas, el Hierro tiene mayor efecto en el color. Toda arcilla, sin importar su color base, conteniendo hierro en cualquier forma, se convierte en rojo cuando se oxida.

Esto resulta de la formación de óxido ferroso produciendo al oxidarse Silicato ferroso. La cantidad de colores en los productos de arcilla que son producidos varía desde tonos puros de gris perla, cremas, rojos, dorados y bronce. Sin embargo, el ladrillo de construcción común tiene el color rojo terracota.

### **Textura.**

La textura es un efecto de apariencia superficial de la unidad aparte de su color, resulta de el modo en que se fabrica. El grado de acabado superficial varía de fino, mediano a rugoso.

### **Forma y Dimensiones.**

Los ladrillos de construcción se producen en una gran variedad de tamaños y formas para permitir su selección para la escala apropiada de la pared.

### **Propiedades Mecánicas.**

#### **Durabilidad.**

Las propiedades físicas de el ladrillo de construcción, se reflejan en su color, textura, y forma.

El grado de durabilidad se designan en tres: Muy resistente, moderadamente resistente y no resistente al ambiente.

#### **Resistencia a la Compresión.**

La resistencia a la compresión de un ladrillo de construcción se puede definir como el esfuerzo máximo al que puede someterse una unidad por una carga gradual e incrementándose aplicada perpendicularmente al plano en una posición normal. La resistencia a la compresión de un ladrillos puede estar afectada significativamente por; (1) las propiedades físicas de la arcilla, (2) el método de manufactura, y (3) el grado de cocción.

Otro factor que es importante resaltar es que la resistencia de el material compuesto (composite) de ladrillo con mortero, tiene una menor resistencia a la compresión que la unidad de ladrillo por si sola.

Según la norma ASTM la resistencia ala compresión mínima para las diferentes designaciones de ladrillos de construcción se muestra en la siguiente tabla.

Designación	Unidad (*)
(Resistencia mínima a la compresión)	
2,500	2,200
4,500	4,000
6,000	5,300
8,000	7,000
10,000	8,800
12,000	10,600
14,000	12,300

(\*) psi.

#### Resistencia a la Flexión.

El módulo de ruptura se refiere a la capacidad del ladrillo para resistir una carga transversal. Esto se determina sosteniendo a ladrillo de los extremos y aplicando una carga transversal.

El valor del modulo de ruptura que se obtiene de la formula de flexión  $M_c/I$ , es simplemente un índice de resistencia a la flexión y nada mas; el esfuerzo ultimo de ruptura no puede ser calculado con esta formula homogénea para el esfuerzo elástico.

#### Conclusiones.

- Es difícil poder calcular las propiedades de los ladrillos ya que son primordialmente heterogéneos.
- Sus propiedades varían enormemente de unos a otros dependiendo de la materia prima y el proceso de fabricación.

## Definición del producto.

### 1. Nombre. Cortadora de ladrillos.

### 2. Función del producto.

- Cortar un ladrillo a la vez.
- Cortar ladrillos de diferentes dimensiones (Mayor 12x12x24 cm Menor 3x30x30 cm).
- Ambas secciones podrán ser usadas. El corte deberá ser "aceptable" (por aceptable se entiende una discontinuidad no mayor a un centímetro).
- No deberá usar energía eléctrica. Debe de ser portátil (en peso menor a 50 Kg y dimensiones 1x1x.5 m).
- Debe requerir de cierto servicio que sólo podrá proporcionar el fabricante.
- El tipo de ladrillo que deberá cortar es el ladrillo de barro recocido rojo con resistencia a la compresión de 150 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3. Mercado.

Estacionario (Relacionado a la Industria de la construcción).

### 4. ¿Por qué existe la necesidad?

Actualmente en el país la operación de corte de ladrillo se lleva a cabo de dos formas, la primera y mas común es el corte con ayuda de la "cuchara" a base de golpes, y la segunda con ayuda de un disco abrasivo acoplado a una máquina pulidora (eléctrica).

Los problemas que se tienen son los siguientes, el primer método origina un gran desperdicio de material y sólo personal experimentado es capaz de realizarlo. El segundo método emplea una máquina que no esta especialmente diseñada para esta operación, requiere un mantenimiento continuo además de una instalación eléctrica, recurso con que en ocasiones no se cuenta.

### 5. ¿Cómo debe realizar su función?

La máquina deberá de ofrecer una alternativa real a la operación de corte de ladrillos teniendo como características de funcionamiento la rapidez de operación, la seguridad al usuario y la confiabilidad. Representando una mejor opción a la operación del corte de ladrillos.

Además deberá crear una cierta dependencia del usuario respecto fabricante (La empresa La Huerta) de manera que por un lado les compre el ladrillo y por otro requiera el servicio para la máquina.



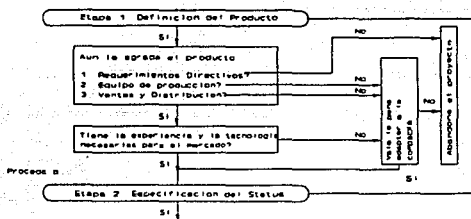
## **6. Competencia.**

La competencia para la máquina cortadora de ladrillos esta constituida por las máquinas pulidoras y por máquinas cortadoras de ladrillos de importación aunque estas últimas no han penetrado al mercado nacional.

## **7. Precio anticipado de demanda.**

El precio tope de venta de la máquina deberá de ser menor al de las máquinas pulidoras que está al rededor de los novecientos mil pesos.

## Primera revisión del diseño.



Ilustr. 12 Definición del Producto.

### 1. ¿Cumple el producto con los requerimientos de la dirección?

Inicialmente el producto cumple con los requerimientos de la dirección, pero aún no se contaba con la información suficiente para suponer el costo del proceso de diseño o el tiempo que llevara este. La respuesta es SI.

### 2. ¿Cumple el equipo de la compañía con la demanda anticipada?

Dadas las características del diseño anticipado en que se espera que sea posible el que los componentes de la máquina se maquen fuera de la empresa y sólo se ensamble dentro de la empresa con un mínimo de maquinaria necesaria para dicho ensamble. Así que la respuesta es SI.

### 3. ¿Cumple el producto con los mecanismos de venta y distribución de la compañía?

Dado que la "empresa" se dedica a la venta y distribución de ladrillos no es difícil que emplee sus mismas instalaciones y mecanismos de venta y distribución para la promoción de la Máquina cortadora de ladrillos.

### 4. ¿Tiene la experiencia, la especialización y la tecnología necesarias para desarrollar el producto?

Como este proyecto es encargado del exterior esta pregunta esta dirigida directamente a la capacidad del Centro de Diseño Mecánico para desarrollar el proyecto. Así que la respuesta es SI.

## **Etapa 2: Especificación del Status del Producto.**

Esta etapa tiene un gran parecido con la etapa inicial en la cual se trata de asegurar el compromiso de la dirección y los recursos económicos. Solo que a diferencia de la etapa inicial, en esta etapa se cuenta con mas información que puede servir de base para tomar la decisión de continuar o abandonar el proceso.

Una vez mas esta etapa no se puede ser aplicada a su totalidad puesto que se trata de un proyecto contratado en el exterior, no se trata de un proyecto interno para los que esta dirigida esta etapa. Al igual que en la etapa inicial se puede considerar que las preguntas son afirmativas permitiendo continuar con la siguiente etapa del proceso de diseño. El conocer el status del producto.

### **Etapa 3: Conocer el Status del Producto.**

Para conocer el status de un producto en particular se aplican los cuestionarios como se explicó en la primera parte. Es importante recordar la necesidad de tener toda la información necesaria para el correcto llenado de los cuestionarios de status.

Ya que el conocer el status del producto es un punto clave para poder aprovechar al máximo el método de diseño total se deben revisar detalladamente las respuestas a los cuestionarios antes de poder continuar con las siguientes etapas del proceso de diseño.

A continuación se presentan los resultados de los cuestionarios particular y general del producto a diseñar.

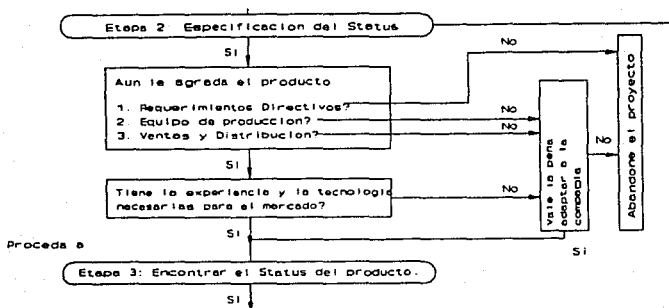
Como puede observarse la máquina cortadora de ladrillos es un producto estatico, el conocer este status ayudara al equipo de diseño en las etapas siguientes a dirigir sus esfuerzos hacia areas de mayor importancia evitando que se distraiga en actividades menos importantes logrando así un proceso de diseño mas efectivo y eficiente.

Cuestionario general		
Tipo de producto bajo consideración:		
Cortadora de ladrillos.	Comparación	
con que producto:	Pulidora	
	Estático SI	Dinámico NO
1. Ha habido recientemente un avance tecnológico que pueda reemplazar al producto. Si la respuesta es si vaya a la pregunta 6.		X
2. Hay una gran infraestructura basada en el producto existente que no puede ser usada con el nuevo producto.		X
3. Existen algunas normas que no pueden ser cumplidas por el producto nuevo		
4. Ponga una línea en la columna "No" por cada dos ventajas que tenga el producto nuevo sobre el anterior (sólo una por un precio mas bajo).		X
5. Ponga una línea en la columna "SI" por cada dos desventajas que harían al usuario preferir el producto existente.	9X	
6. ¿Hay algunas compañías grandes dominando el mercado del producto?		4X
7. ¿La mayoría de las compañías que hacen este producto parecen estarse copiando unas a otras?	X	
8. ¿ Ha estado disponible el producto en su forma actual por mas de cinco años?	X	
9. Escriba un si en la columna si el numero de competidores esta disminuyendo o permanece estable.	X	
10. ¿Ha habido recientemente algún cambio en el clima económico, en la legislación o en los recursos que hace mas viable al producto?	X	
		X
Total:	13	8
Resultado.	Estático	

Cuestionario general		
Tipo de producto bajo consideración: Cortadora de ladrillos. Comparación con que producto: Cortadoras de fabricación extranjera		
	Estático SÍ	Dinámico NO
1. Ha habido recientemente un avance tecnológico que pueda reemplazar al producto. Si la respuesta es si vaya a la pregunta 6.		
2. Hay una gran infraestructura basada en el producto existente que no puede ser usada con el nuevo producto.	X	X
3. Existen algunas normas que no pueden ser cumplidas por el producto nuevo		
4. Ponga una línea en la columna "No" por cada dos ventajas que tenga el producto nuevo sobre el anterior (sólo una por un precio mas bajo).		X
5. Ponga una línea en la columna "SI" por cada dos desventajas que harían al usuario preferir el producto existente.	6X	
6. ¿Hay algunas compañías grandes dominando el mercado del producto?		3X
7. ¿La mayoría de las compañías que hacen este producto parecen estarse copiando unas a otras?		
8. ¿ Ha estado disponible el producto en su forma actual por mas de cinco años?		X
9. Escriba un si en la columna si el numero de competidores esta disminuyendo o permanece estable.	X	
10. ¿Ha habido recientemente algún cambio en el clima económico, en la legislación o en los recursos que hace mas viable al producto?	X	
	X	
		X
<b>Total:</b>	<b>10</b>	<b>7</b>
<b>Resultado</b>	<b>Estático</b>	

Cuestionario Particular		
Nombre del producto: Cortadora de ladrillos.		
	Estático Sí	Dinámico No
1. ¿Interactua este producto con algún otro producto de la organización?	X	
2. ¿Se va a emplear maquinaria especializada o automatización para producir este producto?		X
3. ¿Se empleara CAD para el diseño de este producto?		
4. ¿Tiene la organización una parte grande del mercado del producto?	X	
5. ¿Es el tiempo de diseño uno de los factores mas importantes en el diseño del producto?		X
6. ¿Deben usar los nuevos diseños la infraestructura de ventas y distribución existentes?	X	
7. ¿Debe usar el nuevo diseño las instalaciones actuales de producción?		
8. ¿Se deben usar métodos probados y comprobados en el diseño del producto?	X	
9. ¿Debe ser el producto nuevo una extensión de una línea de productos existentes?		X
10. ¿Se fabrica al producto nuevo principalmente de partes hechas por otros?	X	
11. ¿Hay mas diseño del proceso que diseño del producto?		X
12. ¿Se mantiene la especificación de diseño sin alterarse?		
13. ¿Utiliza los mismos componentes del producto en otros productos?	X	
	X	X
		X
Total:	7	6
Resultado:	Estático	

Es importante el contestar las preguntas que propone la metodología antes de continuar con la siguiente etapa. No se debe olvidar que la efectividad y el tiempo del diseño dependen en gran medida del Status del producto.



1. ¿Pudo contestar los cuestionarios de Status con seguridad?

SI

2. ¿Es su propuesta de diseño conceptualmente vulnerable?

Respuesta. Dado el conocimiento de la existencia de máquinas que realizan la función esperada se sabe de antemano que es posible el llegar a una solución aceptable, así que la respuesta es NO.

3. ¿Hay una diferencia entre el status del producto y el de la compañía?

Respuesta. Como la compañía La Huerta se dedica a hacer ladrillos, producto evidentemente estático, y dado que el resultado de los cuestionarios de status del producto lo declaran estático se puede concluir que no hay una diferencia entre el status de la empresa con el del producto así que se puede continuar con el proceso. Lo que implica que nuestra siguiente etapa es el escribir la especificación para el diseño del producto.



#### **Etapa 4: Escribir la Especificación para el diseño del producto.**

El documento de Especificación para el diseño del producto es la base de las siguientes etapas de diseño. Este documento responde a lo que se espera llegar al final del diseño, propone las metas y los límites del gran laberinto, debe definir claramente cual es el problema a resolver y cuales son los límites de este.

#### **Documento de Especificación del producto.**

##### **1. Nombre. Cortadora de Ladrillos**

##### **2. Función.**

Cortar ladrillos. Ladrillos de barro recocido fabricados con el proceso de extrusión; Tres tamaños diferentes de ladrillos; 12x12x24 cm; 6x12x24 cm; y 3x30x30 cm. con resistencia mínima a la compresión de 150,150 y 80 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; La máquina deberá de ser portátil; El corte no deberá de tener una diferencia mayor a un centímetro y deberá poderse efectuar en diferentes direcciones del ladrillo dejando ambas partes del ladrillo útiles.

##### **3. Aplicación.**

La máquina estará dirigida a la industria de la construcción, específicamente en la construcción de estructuras a base de ladrillos.

##### **4. Origen. Empresa fabricante de ladrillos.**

##### **5. Condiciones Ambientales.**

Las típicas de una obra civil, con exposición a la intemperie,  
Temperatura (en el rango de -10° a 40°C),  
Presión Atmosférica (1 bar),  
Humedad,  
Polvo,  
Suciedad,  
Uso Rudo,  
Alta probabilidad de golpes y abuso.

#### **6. Vida Útil.**

De seis meses a un año que es el tiempo que dura una obra, tendiendo la opción a que después de este período de tiempo la máquina pueda ser reconstruida.

#### **7. Mantenimiento.**

Es requerimiento de la empresa Cerámica Industrial La Huerta que sólo el mantenimiento básico (como la limpieza) lo realice el usuario, el mantenimiento preventivo y el correctivo lo deberá realizar el fabricante, creando una cierta dependencia.

#### **8. Competencia.**

La operación de corte de ladrillos se realiza actualmente, en el país, de dos formas; la primera y más común es el uso de la "cuchara" para romper el ladrillo; la segunda es el acoplar una rueda abrasiva a una máquina pulidora producida por empresas como INFRA (Skill), Black & Decker, General Electric y otras similares. También se sabe de la existencia de máquinas cortadoras de ladrillos de fabricación extranjera pero estas no han penetrado al mercado nacional.

#### **9. Seguridad.**

El uso de la máquina no deberá poner al usuario en una situación de peligro. Se debe tomar en cuenta para la seguridad que el usuario será un albañil quien en muchas ocasiones no sabrá leer, además que la máquina puede llegar a ser usada en sitios como pisos elevados sin protección contra caídas del usuario así como que posiblemente será transportada por andamios. O subida con una cuerda.

#### **10. Costo deseado del producto.**

Se puede establecer como costo tope del producto el que tienen las máquinas pulidoras que se usan actualmente para realizar esta operación, aunque se sabe que las máquinas de fabricación extranjera similares a la que se desea diseñar tienen un precio mayor. Así que el costo tope de venta será el de novecientos mil pesos.

#### **11. Cantidad.**

Como se desea introducir al mercado se espera en una producción inicial piloto de 100 máquinas.

#### **12. Peso.**

Ya que se espera que el diseño sea "portátil", este deberá tener un peso menor a los 50 Kg. Si se excede este peso deberá contar con un mecanismo que facilite su transporte.

### **13. Estética, Apariencia y Acabados.**

Como se trata de una máquina dirigida a la industria de la construcción, el diseño deberá contar con una apariencia resistente y segura, pero no se deberá de sacrificar la estética final de la máquina pues es ésta la que facilita una introducción al mercado.

### **14. Materiales.**

Las características mas importantes para la selección de materiales son las siguientes:

- Costo, siempre que no se sacrifique la seguridad del usuario.
- Disponibilidad, preferentemente de producción nacional.
- Resistencia a las condiciones de servicio y de ambiente.

### **15. Escalas de Tiempo.**

Se tiene como fecha limite para entregar el prototipo el día 30 de Mayo de 1992.

### **16. Facilidades de Manufactura.**

Como la empresa fabricante de ladrillosa no posee la maquinaria necesaria para la fabricación de una máquina, el diseño deberá constar de una serie de componentes que puedan ser maquilados fuera de la empresa y finalmente se ensamblen con cierta facilidad.

### **17. Instalación.**

Se espera del producto final que no tenga la necesidad de una instalación especial.

### **18. Consumo de energía.**

El diseño no debe requerir una instalacion eléctrica para su uso. Preferntemente debe ser completamente mecánico.

### **19. Disposición Final.**

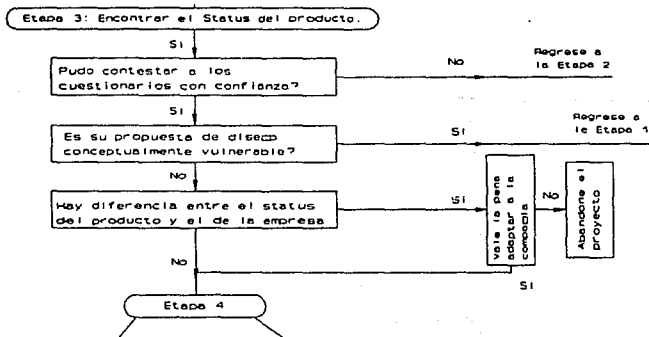
Se espera que al concluir la vida útil del diseño, sea factible su reconstrucción eliminando las partes o componentes dañados replazandolos por unos nuevos.

#### Etapa 4B: Relación de las Disciplinas de Diseño al Status del Producto.

Como se encontró que el producto es Estático, hay ciertas disciplinas que deben tener mayor importancia durante las etapas subsiguientes del diseño, y estas son las siguientes.

Producto	Compañía
Estética	Diseño del proceso
Ergonomía	Compras
Mejoras incrementales	Análisis de la competencia
Reducción del costo de producción	Automatización.
Uso de energía	
Imitación	
Análisis de Valor	
Racionalización	
Normas	
CAD	
Uso de experiencia en el diseño	

Teniendo ya definido lo que se espera del producto, el siguiente paso a tomar es el diseño conceptual, que se expone a continuación.



## **Diseño Conceptual.**

Ya que se tienen bien definidas y delimitadas las metas del diseño se continua con una etapa común a la mayoría de los métodos de diseño. El diseño conceptual.

En esta fase del proceso de diseño se generan soluciones burdas para la especificación de diseño del producto. Es en esta etapa donde se conjuntan los conocimientos de ingeniería, los métodos de producción, los requerimientos funcionales, las restricciones, y los aspectos comerciales y se toman las decisiones mas importantes que repercutiran en el resto de la vida del diseño.

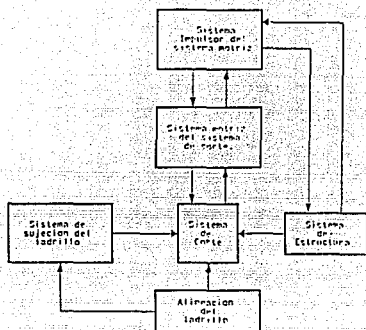
Ya que se conocen los requerimientos funcionales del diseño (Especificación para el diseño del producto) se deben agrupar en bloques o sistemas independientes para respetar la independencia de los requerimientos funcionales (Método axiomático).

La primera tarea es el identificar cuál de estos sistemas es el sistema principal o sistema frontera. Y se deben jerarquizar los sistemas que se encuentran alrededor del sistema frontera para poder satisfacerlos en orden de importancia.

Enlistando los diferentes sistemas se tiene lo siguiente;

- sistema de corte del ladrillo.
- sistema motriz del sistema de corte,
- sistema impulsor del sistema motriz o fuente de energía
- sistema o cuerpo de la máquina,
- sistema de sujeción del ladrillo durante la operación de corte.
- sistema alimentador de ladrillos.

Ahora es conveniente acomodar estos sistemas o funciones en un diagrama de bloques que ayudara a conocer la relación que guardan unos con otros y la jerarquía en que se deben satisfacer (French).



Ilustr.15 Diagrama de bloques.

El sistema principal es aquel del cual entran y salen mayor número de flechas; como se puede observar el sistema principal es el de corte, y en base a este se definirán los subsiguientes.

#### Sistema de corte.

El sistema de corte servirá de base para el resto del diseño, se deben generar alternativas de solución para éste una vez solucionado se podrán generar soluciones para los sistemas subsiguientes en orden de importancia.

Un aspecto importante a tomar en cuenta es el hecho de que se sabe que el status del producto es estático lo que indica que no es necesario cambiar el principio básico de funcionamiento.

- a) Con sierra dentada.
- b) Rayado y golpe.
- c) Rueda abrasiva
- d) Con cuchilla(s)

- 1.- La cuchilla baja y abajo hay una base.
- 2.- La cuchilla baja y abajo hay un perfil de "x" dimensión.
- 3.- La cuchilla baja y abajo hay otra cuchilla.
- 4.- La cuchilla sube y arriba hay otra cuchilla fija.
- 5.- La cuchilla sube y arriba hay un perfil de x dimensión.
- 6.- Ambas cuchillas se mueven.
- 7.- Se sujeta el ladrillo por los extremos y sube hacia una cuchilla fija.

Las características que debe cumplir este sistema son las siguientes;

- Confiable.
- Seguro
- Se debe poder adaptar a los diferentes tamaños de los ladrillos.
- Bajo mantenimiento.
- Resistencia a la abrasión (del ladrillo).
- Precisión
- Rápido

La discusión para elegir una alternativa es la siguiente:

**a) Sierra dentada.**

Se realizaron una serie de cortes con una sierra comercial y aunque el corte fue muy bueno se observó que, como el ladrillo es abrasivo, la sierra se gastaba muy rápido, además de que el corte es muy lento y en ocasiones al llegar al final el ladrillo se rompe.

Ventajas

- Buen Corte

Desventajas

- Desgaste excesivo de la sierra.
- Trabajo de sierra.

**b) Rayado y golpe.**

Esta alternativa está inspirada en las máquinas cortadoras de mosaicos en las que una rueda de material duro (tungsteno) raya al mosaico por la parte vidriada, luego se le aplica una presión en los extremos y el mosaico se corta de manera muy precisa por donde fue rayado. Esta alternativa funciona muy bien en elementos de hasta tres centímetros de espesor pero no en un ladrillo de doce centímetros de espesor, razón por la cual fue eliminada.

Ventajas

- Común en el corte de losa vidriada.

Desventajas

- Inútil en espesores mayores de tres centímetros.

### c) Rueda abrasiva.

Esta alternativa se basa en el principio que se usa actualmente que es el de una rueda de material abrasivo que gira y va erosionando al ladrillo hasta realizar el corte. Se puede observar que la rapidez de este tipo de corte depende de la velocidad a la que gira la rueda y como una restricción para el diseño es el uso de la energía eléctrica resultaría agotador el empleo de algún mecanismo para producir el movimiento circular.

#### Ventajas

- Buen corte
- Muy empleado
- Disco abrasivo comercial

#### Desventajas

- Alta velocidad de giro de la rueda abrasiva.
- Desgaste de la rueda abrasiva.
- Polvos.

### d) Cuchillas.

Observando las máquinas de fabricación extranjera y su principio de operación se encontró que era factible el uso de cuchillas para satisfacer esta operación pero quedaban muchas preguntas por contestar como son; ¿Qué material resistirá el corte del ladrillo?; ¿Cuánta fuerza se requiere para cortar los diferentes ladrillos?; ¿Se necesitan dos cuchillas o sólo una?; ¿Qué tipo de filo deberá tener la cuchilla?.

Para poder responder a estas preguntas se planeó un conjunto de pruebas para las diferentes opciones que se tenían para el corte con cuchillas.

#### Ventajas

- Falta de información,
- Necesidad de realizar pruebas para conocer la mejor disposición.

#### Desventajas

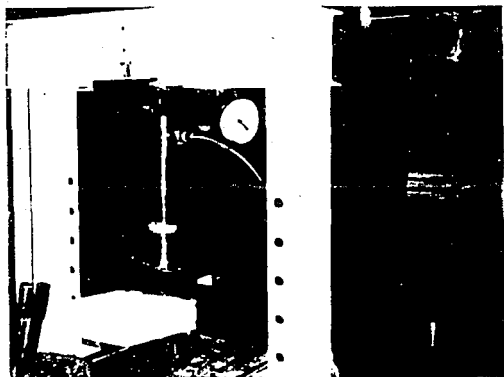
- Material de las cuchillas,
- Desgaste de las cuchillas.



Las alternativas (a) y (b) fueron desechados pues no cubren los requerimientos del funcionales del sistema y se consideró hacer pruebas con las cuchillas para poder decidir entre las opciones (c) y (d).

Para esto fue necesario diseñar un utilaje de pruebas que se adaptaría a una prensa hidráulica que cuenta con un manómetro que permite saber que fuerza se aplica para los diferentes tipos de cortes. La empresa patrocinadora del proyecto proporcionó los ladrillos necesarios para efectuar las pruebas y los resultados fueron los siguientes:

- Los mejores cortes se obtienen con dos cuchillas.
- Son mejores los cortes con filos en "V".
- La presión requerida para el corte en la mayoría de los casos es menor a 2000 psi (140 Kg/cm<sup>2</sup>)



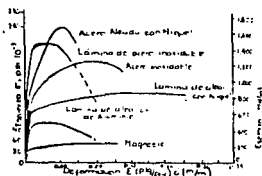
Ilustr. 16 Utilaje de pruebas

Los factores que influyen favorablemente en el corte son los siguientes:

- La correcta alineación de las cuchillas.
- El máximo contacto entre la superficie del tabique y los filos de las cuchillas.

Otro factor importante es que las cuchillas no sufrieron gran daño en sus filos aunque éstas eran de solera comercial (Acero 1010).

Antes de continuar con el diseño conceptual es necesario analizar qué es lo que ocurre con este sistema de corte. Para esto resulta de gran utilidad la curva de esfuerzo/deformación.



Ilustr. 17  
Esfuerzo/Deformación

En la ilustración 17-a se muestra la curva esfuerzo/deformación típica de un metal, en ella se observa que al someter este metal a un esfuerzo este comenzará a deformarse primero en la zona elástica, luego pasará a una zona plástica y por último llegará al punto de ruptura. Por otro lado en la ilustración 17-b se muestra la curva representativa de un material cerámico en la cual se observa que al aplicar un esfuerzo el material prácticamente no sufre deformación antes llegar al punto de ruptura.

Por ejemplo, si se tuviera que cortar una barra de plastilina con una cuchilla se tendría que aplicar la fuerza necesaria para provocar la deformación elástica, luego la plástica y por último se lograría el corte, es por esto que la cuchilla debe penetrar a todo el material. Suponiendo que se tiene un ladrillo sobre una superficie plana y se aplica una fuerza sobre una barra esbelta en la parte superior del ladrillo hasta llegar al punto de ruptura del ladrillo, como no se presenta una deformación anterior, toda esta energía se libera provocando una fractura que se propaga de manera violenta hacia el otro lado en dirección aleatoria dependiendo de las inclusiones, diferencias e impurezas que encuentre en su camino a través del material.

Ahora, si en vez de colocar al ladrillo sobre una superficie plana se le coloca sobre otra barra perfectamente alineada con la superior y se aplica la presión necesaria para llegar al punto de ruptura del material y sabiendo que existe una reacción en la barra inferior de igual magnitud pero en sentido contrario se podría provocar simultáneamente la fractura en ambos lados, dirigida una hacia la otra.

Ahora bien, recordando que la presión es la magnitud de la fuerza normal por unidad de área de la superficie.

$$Presion = \frac{Fuerza}{Area}$$

De donde se puede deducir que al disminuir el área de contacto aumentara la presión aunque se aplique la misma fuerza. De lo anterior se derivan la necesidad de afilar las cuchillas para disminuir el área de contacto y alinear las cuchillas.

En base a los resultados de las pruebas sobre el sistema de cuchillas se decidió emplear éste sistema con cuchillas se decidió emplear este sistema en la máquina.

#### Sistema motriz del sistema de corte.

Una vez elegido para sistema de corte el de dos cuchillas estando fija la inferior y móvil la superior, afiladas en "V". Se precedió a generar alternativas de solución para el siguiente sistema en importancia, el sistema motriz del sistema de corte, Para el cual se generaron las siguientes alternativas para ser discutidas.

- a) Tornillo.
- b) Pedal.
- c) Palanca.
- d) Hidráulica (Gato hidráulica).
- e) Mecanismo de disparo.
- f) Combinación de anteriores.

Los requerimientos que debe cubrir este sistema son los siguientes;

- Bajo peso.
- Baja complejidad de manufactura.
- Mantenimiento
- Dimensiones
- Seguridad
- Ergonomía
- Confiabilidad
- Costo.

Las razones para elegir o desechar las alternativas fue la siguiente:

**a) Tornillo.**

El principio de operación sería el siguiente: La cuchilla superior esta acoplada a un tornillo que a su vez esta sujeto al cuerpo de la máquina por medio de una manivela, el operario tendría que dar vueltas a la manivela hasta realizar el corte.

**Ventajas**

- Rigidez,
- Adaptabilidad a diferentes tamaños,
- Bajo peso.

**Desventajas**

- Lento,
- Difícil operación,
- Fabricación.

**b) Pedal.**

El principio de operación sería el siguiente: Estando la cuchilla superior fija y la inferior sujeta a una palanca accionada por un pedal, el operario colocaría el ladrillo sobre la cuchilla inferior y luego accionaría el pedal.

**Ventajas**

- Sería accionada por la pierna que tiene mayor fuerza que el brazo.
- Implementación sencilla en el prototipo.

**Desventajas.**

- Longitud de la palanca del pedal para poder proporcionar la fuerza superior a los 140 Kg/Cm<sup>2</sup> necesarios para efectuar el corte.
- Evitar la tendencia al giro de la máquina al accionar el pedal.

### **c) Palanca.**

El principio de funcionamiento sería el siguiente: La cuchilla inferior se encuentra fija y la superior se encuentra acoplada a una palanca, que al ser accionada hace bajar a la cuchilla superior ocasionando el corte.

#### **Ventajas**

- Rapidez de corte,
- Bajo peso,
- Implementación sencilla.

#### **Desventajas**

- Longitud de la palanca para poder proporcionar la fuerza superior a los 140 Kg/Cm<sup>2</sup> necesarios para efectuar el corte.
- Evitar la tendencia al giro de la máquina al accionar la palanca.

### **d) Hidráulico.**

El principio de operación es el siguiente, una cuchilla esta acoplado a un gato hidráulico mientras que la otra se encuentra fija, el operario coloca al ladrillo entre las cuchillas y acciona la palanca del gato hasta lograr el corte.

#### **Ventajas**

- Parte comercial.
- Mínima fuerza requerida de parte del usuario para poder realizar el corte.
- Poco mantenimiento.
- Se sabe que se usa en máquinas similares a la que se desea diseñar.

#### **Desventajas**

- Costo,
- Peso,
- Rapidez de corte,
- Implementación en el modelo.

### **e) Mecanismo de disparo.**

Por mecanismo de disparo se entiende un elemento, por ejemplo, un resorte que se le comprime y se sujeta con un seguro. Luego se coloca al ladrillo entre las cuchillas y se libera el resorte provocando un golpe y por lo tanto el corte del ladrillo.

#### **Ventajas**

- Rapidez de corte

#### Desventajas

- Seguridad del usuario.
- Como la máquina esta sometida a golpes el sistema puede sufrir alteraciones.
- Diseño y fabricación de un sistema de estas características.
- Mantenimiento.

El sistema que ofrecía las mayores ventajas era el de palanca, pero había que aclarar varias interrogantes antes de poder elegir, entre estas, ¿qué fuerza se requiere por parte del usuario para poder efectuar un corte? ¿Qué tan larga deberá ser la palanca? ¿Qué tanto afecta la palanca a la maneobrabilidad de la máquina?

Ordenando las diferentes opciones en orden de mayores ventajas y menores desventajas quedarían de la siguiente manera.

- 1.- Palanca
- 2.- Hidráulico (Gato Hidráulico)
- 3.- Tornillo
- 4.- Pedal
- 5.- Mecanismo de disparo.

Se observó la necesidad de diseñar y fabricar un modelo que permitiera experimentar sobre el concepto de la palanca. Para poder diseñar este modelo era necesario conceptualizar el siguiente sistema, la estructura de la máquina.

Los requerimientos que debe cubrir este sistema son los siguientes; Guiar a las cuchillas, soportar al ladrillo, apoyar a la palanca, soportar las fuerzas necesarias para el corte, bajo peso, resistencia a la corrosión, estética y estabilidad. La característica principal de este sistema es la forma de guiar a las cuchillas, y en base a está, se decidirán las subsecuentes.

Las posibles soluciones se enlistan a continuación:

- a) Mediante rieles y cuchillas deslizables acopladas a un rodamiento como lo hacen las puertas deslizables.
- b) A través de guías de sección circular o postes donde las cuchillas se deslizarían acopladas a bujes o rodamientos.
- c) Utilizando barras paralelas donde las cuchillas se deslizarían por en medio de ellas.

La primera opción tiene las siguientes características con respecto a las otras dos; mayor peso, menor simplicidad, mayor confiabilidad de funcionamiento, requiere más mantenimiento (limpieza), asegura la alineación de las cuchillas, resistente.

La segunda opción tiene las siguientes características con respecto a las opciones (a) y (c); menor peso, menor confiabilidad de funcionamiento, asegura la alineación de las cuchillas. La mayor desventaja de este sistema es el hecho que los postes deberán de tener algún acabado superficial para asegurar el que la cuchilla no se atore, y como el medio en que la máquina opera esta muy contaminado con polvos abrasivos y líquidos corrosivos, se requeriría de un mantenimiento frecuente para poder mantener este acabado en óptimas condiciones.

La última opción presenta las siguientes ventajas con respecto a las otras opciones, es la de funcionamiento y construcción más simples, asegura la alineación de los filos, pero no asegura el mayor contacto de las superficies, es resistente a los golpes y al medio.

Por cuestión de simplicidad se eligió a la alternativa (c). Teniendo ya definidas las opciones básicas para la construcción de un modelo con el cual se podría comprobar que estos principios funcionan y entonces se pueda proceder al diseño de detalle.

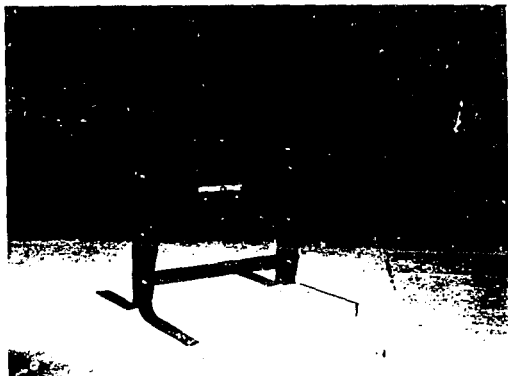
### Diseño del primer modelo.

En el diseño del modelo se busco la mayor simplicidad de operación, el mínimo costo y el menor tiempo de fabricación.

La consideración más importante de este diseño es el de las dimensiones de la palanca, Las preguntas ¿Qué tan larga? ¿Cuánto brazo de palanca? ¿Cuánta fuerza deberá de aplicar el operario sobre la palanca para realizar el corte? ¿Cuánto debe recorrer la palanca para realizar el corte?

Para poder simular el movimiento de la palanca se empleo la ayuda del Autocad.

La ilustración 20 muestra el modelo inicialmente diseñado.



Ilustr. 19 Modelo de Palanca



Los materiales empleados en la fabricación del modelo aparecen en la tabla No\_\_.

Cantidad	Material	Dimensiones
6 m	Solera comercial de acero 1010	1 1/2" x 1/4"
12	Tornillos	1 1/2" x 3/8"

Se realizaron una serie de pruebas con el modelo y el resultado de estas fue el siguiente:

Se observa que el modelo no realiza los cortes en un 35% de las pruebas.

Se plantearon entonces, algunos interrogantes, ¿Qué es lo que pasa?, ¿Por qué a veces corta muy bien y otras simplemente no los corta?

Se estudiaron detalladamente las fuerzas que intervenían en el modelo y no se encontró ningún problema, pero cuando se revisaron de nuevo las características de los ladrillos se encontró que no se había considerado un detalle.

Se estaba diseñando suponiendo que las propiedades de los ladrillos eran más o menos homogéneas, por ejemplo, para una resistencia a la compresión de 150 Kg/cm<sup>2</sup>, pero esta es la resistencia mínima garantizada por el fabricante.

Por las características del proceso de producción de los ladrillos se encontró que las propiedades de ladrillos inclusive de un mismo lote podrían variar enormemente (hasta 10 veces) de unos a otros e inclusive en las diferentes zonas de un mismo ladrillo. Por lo que se concluyó que la fuerza que se estaba obteniendo con la palanca de un metro de longitud no era lo suficiente para provocar el corte en todos los casos, inclusive con una palanca del doble de longitud, razón por la cual se decidió considerar la siguiente opción de sistema matriz del sistema de corte, el uso de un gato hidráulico.

El uso de un sistema hidráulico planteaba interrogantes acerca de los gatos hidráulicos, ¿Cuánto cuestan? ¿Quién los fabrica? ¿Cuánto mantenimiento requieren? ¿Hay refacciones? ¿Qué capacidades tienen? ¿Qué dimensiones tienen?....

Al revisar el mercado de gatos hidráulico, se llegó a las siguientes conclusiones: El tipo de gato que tenía aplicación en la máquina es el llamado de botella, que es el típico gato hidráulico accionado por una palanca y una válvula de alivio. Hay sólo dos compañías nacionales que los fabrican y un sin número de gatos importados, las capacidades varían casi igual en todos 1.5 ton, 2 ton, 3 ton, ... hasta más de 10 ton. y las calidades y los precios varían enormemente. Se llegó a pensar en diseñar un gato exclusivamente para esta aplicación ya que el gato comercial más pequeño (1.5 ton) excede en más del doble el requerimiento de fuerza.

Pero esta alternativa se desechó tomando en consideración el corolario del método axiomático que dice que se empleen partes comerciales siempre que sea posible.

Varios factores fueron considerados para decidir la marca y el modelo de gato que se emplearía en la máquina, entre ellos, el costo, las dimensiones, la disponibilidad en el mercado, la calidad, el servicio y refacciones. Tomando esto en consideración se eligió un gato hidráulico de 1.5 ton de capacidad, fabricado por industrias Tamer (Nacional), con servicio y refacciones disponibles con una altura mínima de 18 cm.

Una vez seleccionado el gato había que decidir como acoplarlo al sistema de corte, recordando que uno de los inconvenientes del gato hidráulico es el tiempo necesario para realizar un corte. Había que responder a las preguntas de: ¿Cómo se va a acoplar el gato al sistema de corte? ¿Cómo se van a integrar estos sistemas en el cuerpo de la máquina? ¿Dónde se va a colocar el gato? ¿Cómo lo va a accionar el usuario?

En las máquinas cortadoras de ladrillos, de fabricación extranjera que funcionan con un gato hidráulico, éste, se encuentra en la parte superior de la máquina, al accionarlo hace bajar a la cuchilla superior sobre la inferior que se encuentra fija, una vez realizado el corte se libera la válvula y unos resortes lo regresan a su posición original para poder realizar otro corte.

Las ventajas de colocar el gato en la parte superior es que los controles de este se encuentran más a la mano del usuario, la máquina se coloca en el piso y los controles (la palanca y válvula de alivio) quedan entre 60 cm y un metro de altura sobre el piso donde el operario fácilmente acciona a la máquina teniendo que agacharse para colocar el ladrillo y retirar las partes una vez efectuado el corte.

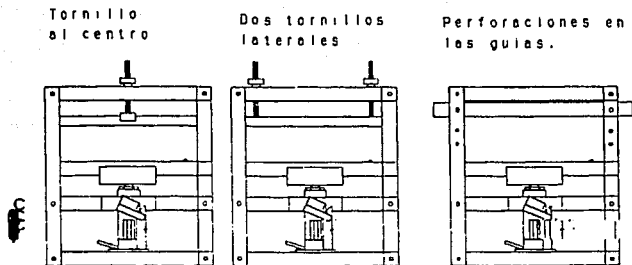
La mayor desventaja de tenerlo en la parte superior es el hecho de que siendo la máquina un marco rectangular de 60 x 60 cm aproximadamente con un espesor de 10 a 15 cm al colocar el peso del gato en la parte superior se obliga a que la base de la máquina aumente de tamaño por cuestión de estabilidad, aumentando el peso y las dimensiones de la máquina. Además de que si el gato está colocado en la parte superior la máquina sólo puede ser usada en el piso y no sobre una mesa donde sería más fácil colocar los ladrillos sin tener que agacharse. Si se coloca al gato en la parte inferior de la máquina, el problema de estabilidad se disminuye, el hecho de que la cuchilla superior este fija y la inferior suba no afecta al mecanismo de corte, sólo se tendría el problema de llevar los controles del gato hacia el exterior de la máquina. Para poder explorar aún más sobre este concepto se observó la necesidad de adaptar un gato en la parte inferior del modelo que se había construido con anterioridad, pero ahora la cuchilla superior estaría fija y la inferior estaría móvil adaptada al gato. Recordando que el concepto de usar un gato hidráulico ya había sido probado con anterioridad ya que así se realizaron las pruebas para poder determinar el mecanismo de corte.

Ahora lo que realmente se debía determinar era el como adaptar el gato hidráulico a la máquina para poder cumplir con la especificación de diseño. Los mayores problemas eran el adaptar el mecanismo de corte a los diferentes tamaños de ladrillos manteniendo rápido el tiempo de corte y llevar los controles del gato al exterior de la máquina de manera ergónomica y estética, además de consideraciones como la seguridad para el usuario.

Para poder solucionar el problema de adaptar el mecanismo de corte a los diferentes tamaños del ladrillo se tenían las siguientes alternativas;

a) Adaptar la cuchilla fija a los diferentes tamaños

- Con un tornillo en el centro,
- Con un tornillo en cada extremo
- Por medio de barrenos, uno para cada tamaño, y pernos.



Ilustr. 20

b) Adaptar la cuchilla móvil con un tornillo en el centro.

La discusión para elegir una alternativa fue la siguiente;

La opción de mover la cuchilla fija tiene las siguientes desventajas; si el ladrillo que se van a cortar no se coloca en el centro el tornillo tendría que resistir el momento producido por esta situación, se necesitaría de una especie de portacuchillas que aumentaría el peso. Además se tendría una cierta complejidad en el ensamble del tornillo con la cuchilla y la estructura de la máquina.

La opción de mover la cuchilla fija con tornillos en ambos extremos tiene como desventaja el asegurar que después de ajustarla ésta quedaría horizontal además de la complejidad de los mecanismos.

La opción de hacer un barreno en cada extremo para cada tamaño de ladrillo se basa en que sólo hay tres tamaños diferentes de ladrillos y tiene la ventaja de que es el más sencillo de fabricar.

Por último la opción de adaptar la cuchilla móvil por medio de un tornillo en el centro tiene las mismas desventajas que la primera opción.

Por lo que se decidió que la de barrenos y pernos era la más apropiada.

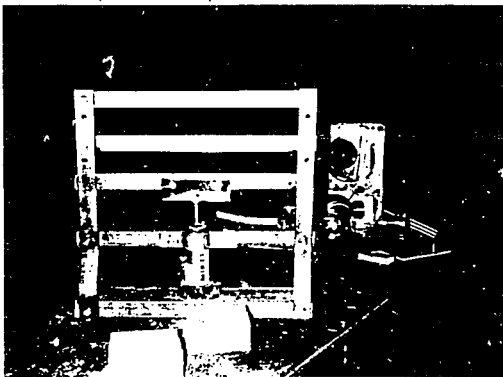
Como se tendrían que hacer muchas modificaciones al modelo existente se decidió que lo mejor era fabricar uno nuevo.

Un problema que se tenía en el diseño de este modelo era la flexión a la que esta sometida la base donde se apoya el gato. Se selecciono como base para la máquina un perfil "C" de 4"x 1.5" de acero estructural que además de soportar la flexión producida por el gato, provee de una base estable para la estructura de la máquina.

La lista de materiales empleados se muestra en la siguiente tabla.

Cantidad	Material	Dimensiones
6 metros	Solera comercial de Acero 1010	1 1/2" x 1/4"
10	Tornillos	1 1/2x 3/8"
4	Tornillos	1" x 1/4"
1	Gato Hidráulico 1 1/2 ton	
1 metro	Perfil estructural "C"	4" x 1 1/2"

El modelo que se diseñó y se fabricó se muestra en la ilustración.



Ilustr. 21

Los resultados de las pruebas a las que se sometió el modelo fueron los siguientes.

- Un 90% de los cortes que se obtienen son aceptables. Cuando no lo son se debe a fracturas previas en el ladrillo o a la mala colocación de este.
- La calidad del corte es ligeramente superior en un ladrillo seco que en uno húmedo.
- No se observó daño alguno en los filos de las cuchillas, aún que se usaron las mismas que en el modelo anterior.
- La estructura de la máquina y las cuchillas se deformaron debido a la fuerza ejercida durante el corte y a la baja calidad del material empleado para su fabricación.

Estos resultados indican que si funcionan los sistemas propuestos para ser perfeccionados en el diseño de detalle en el que se calcularan los materiales y las dimensiones adecuadas para la implementación de los sistemas propuestos y satisfacer la especificación de diseño.

## Diseño de detalle.

La etapa de diseño de detalle es en la que como su nombre lo indica se definen las soluciones previamente exploradas en la etapa conceptual para cada sistema, se deciden las características como; dimensiones, materiales, acabados, tolerancias, etc. Para poder satisfacer las especificaciones de diseño.

Antes de continuar con el diseño de detalle se debe analizar cómo se espera que funcione la máquina en base a las decisiones tomadas durante la etapa conceptual; El sistema principal, el de corte, esta basado en dos cuchillas, una superior y una inferior, ambas cuchillas pueden deslizarse por unas guías formadas por la estructura de la máquina. La cuchilla superior puede adaptarse a tres posiciones (de los tres tamaños de ladrillos) por medio de unas perforaciones en los extremos de la cuchilla y en la estructura, y permanece fija durante el corte mientras que la cuchilla inferior se encuentra fija a un gato hidráulico.

Para poder cortar un ladrillo el usuario deberá:

1. Adaptar la cuchilla superior al tamaño del ladrillo.
2. Colocar el ladrillo sobre la cuchilla inferior, para esto la máquina debe contar con un sistema que mantenga al ladrillo en posición durante el corte.
3. Accionar la palanca del gato hasta lograr el corte.
4. Recoger las mitades del ladrillo
5. Abrir la válvula del gato para que la cuchilla inferior baje a su posición inicial por medio de unos resortes.
6. Cerrar la válvula del gato para poder realizar otro corte.

No se debe olvidar que la máquina debe ser portátil así que debe tener alguna forma que permita su transportación; debe ser segura para el usuario; y además debe tener una apariencia agradable (estética).

Todos estos puntos junto con la especificación de diseño deben servir de guía durante esta fase de diseño de detalle.

Quedarían por definir para esta etapa lo siguiente;

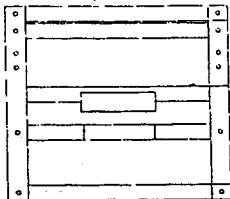
- Materiales y dimensiones de la estructura de la máquina.
- Materiales y tipo de ensamble para el gato a la máquina.
- Materiales y dimensiones de las cuchillas.
- Todo el sistema de sujeción del ladrillo para su corte.
- Ensamble de la cuchilla inferior con el gato.
- Todo el sistema para transportar la máquina.
- Tapas del mecanismo de la máquina.
- Colores para pintar la máquina y sus indicaciones.

### Estructura de la máquina.

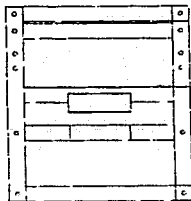
Teniendo la experiencia del segundo modelo en el que los elementos de la estructura se deformaron por la flexión a la que están sometidos durante el corte, se decidió disminuir al mínimo las dimensiones necesarias para la altura y el ancho máximo de los ladrillos y las losas (12 cm de alto y 30 cm de ancho). Esto además de disminuir los esfuerzos en el material disminuye el peso y los costos.

Suponiendo que la nueva estructura se sometiera a una fuerza máxima de 1.5 toneladas y que el área de sección transversal del material seguiría siendo de 1.5''x 1/4'' se calculo el esfuerzo máximo que deberían resistir;

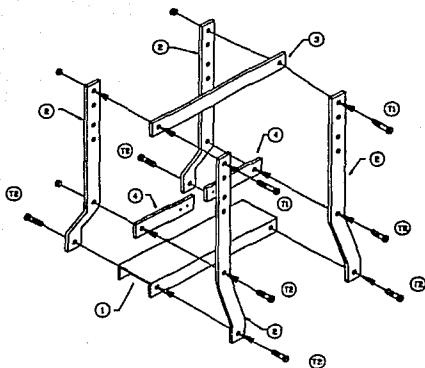
Primer  
modelo



Segundo  
modelo



Se consultaron en las listas de materiales y se encontró que con estas dimensiones se necesitaría un acero 1030 o superior para poder resistir este esfuerzo. El problema fue que el acero 1030 no se vende en barras de 1.5''x1/4'' además de que el costo era muy elevado en comparación con otros materiales de mayor disponibilidad. Así que se realizaron de nuevo los cálculos para los materiales disponibles en dimensiones similares.



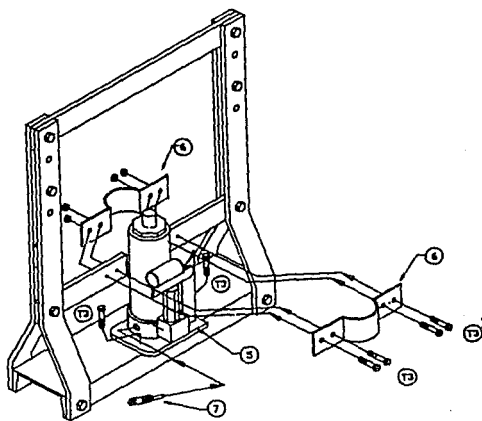
**Ilustr. 22 Estructura**

Como se puede observar la forma de la estructura no es muy diferente de la del segundo modelo, para su fabricación se requiere sólo de una sierra cinta y un taladro de banco a excepción de los dobleces que llevan los laterales que para su fabricación en serie requerirían del diseño adicional de un utilaje especial para lograr estos dobleces. Las perforaciones o barrenos de los laterales de la estructura obedecen a la colocación de la cuchilla según el tamaño de ladrillo a cortar y la perforación inferior es para colocar un tope para la cuchilla inferior, de tal modo que las cuchillas no se lleguen a juntar una con la otra lo anterior motivado para la seguridad del usuario y que no se intenten cortar materiales diferentes al ladrillo como podría ser varilla, madera, alambre, etc.



### Colocación del gato en la estructura.

Una parte importante del buen funcionamiento de la máquina es la colocación del gato, para esto se deben de realizar unas modificaciones al gato que consisten en dos perforaciones en la base por las que se fija a la base de la máquina y además se fija en la parte superior por medio de una abrazadera de modo que se asegura la perpendicularidad del gato con la base de la máquina. Esta unión puede ser por medio de tornillos o remaches según convenga.



Ilustr. 23 Fijación de Gato Hidráulico

### Material y dimensiones de las cuchillas.

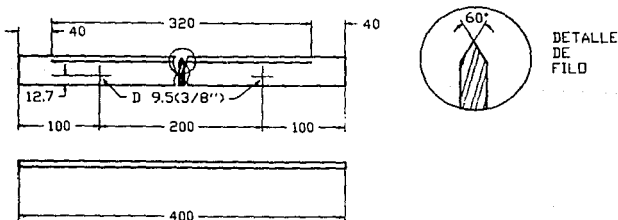
La primera pregunta que viene a nuestras mentes cuando nos dicen que hay que cortar ladrillos con cuchillas es ¿De qué material deben ser estas? Nos imaginamos inmediatamente una aleación de acero muy especializada....

Pero si se piensa que más que cuchillas son concentradores de esfuerzos y que según la experiencia que dejaron las pruebas y los modelos en las que se usaron "cuchillas" de solera comercial de acero inferior a 1010 y que no sufrieron daño. Quizá no resulta tan descabellada la idea de usar el mismo material usado en la estructura, ósea, un acero 1018 que cumple con las características de: Tener 5/16" de espesor en los extremos (para poder deslizarse por las guías) y bajo costo.

Así que se dejaron las cuchillas del mismo material que el de toda la estructura pensando en que fueran las pruebas al prototipo las que juzguen si esta decisión fue la correcta.

Como se muestra en la ilustración, las cuchillas están afiladas a 45° con una longitud de 32 cm esto se logra con la ayuda de una fresadora vertical.

Se recomienda un acabado de afinado en los filos. Como se puede observar en la figura, la cuchilla superior es más larga que la inferior esto es para colocar unas agarraderas en los extremos de esta para evitar que al moverla de una posición a otra se tenga el riesgo de cortarse con el filo accidentalmente.



Ilustr. 24 Cuchillas.

### **Sistema de sujeción del ladrillo.**

El principal requerimiento de este sistema es el de mantener al ladrillo en posición horizontal durante la operación de corte y la principal restricción es la de no interferir con el mecanismo de corte.

Lo primero que se determinó fue el sistema de sujeción del ladrillo que debería estar acoplado al portacuchillas para que subiera junto con éste mientras se realizaba el corte. Se tenían las siguientes alternativas de solución:

- Sistema de muelleo,
- Charolas Horizontales.

Por sistema de muelleo se entiende un mecanismo sobre el que se coloque al ladrillo y al aplicar la fuerza este se baje permitiendo el corte.

Por charolas horizontales se entiende simplemente una plataforma sobre la que caerían las partes del ladrillo una vez cortado.

La primera alternativa de solución es evidentemente más complicada de diseñar y fabricar que la segunda, el mayor inconveniente de la segunda es que el usuario tendría que detener al ladrillo con un mano y con la otra debería accionar la palanca. Así que se decidió probar con la segunda alternativa.

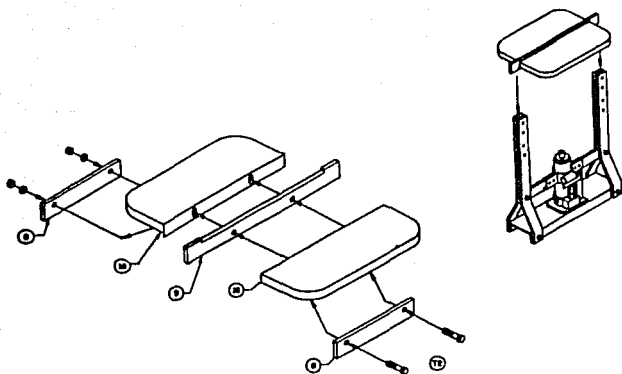
El único problema era definir las dimensiones de las charolas y el material para construirlas. Se decidió que unas charolas de doce centímetros de longitud construidas de lamina calibre 16 con una orilla bordeada para evitar filos y golpes al transportar y operar la máquina realizarían el trabajo.

El sistema final se muestra en la ilustración 26;

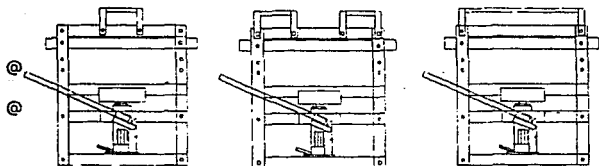
### **Sistema de transporte de la máquina.**

Ya que uno de los requerimientos de la máquina es que fuera portátil se observó la necesidad de un sistema que hiciera más fácil su transportación y este dependería directamente del peso y las dimensiones de la máquina. A esta altura del diseño las dimensiones de la máquina ya estaban más o menos definidas (con la estructura de la máquina) y el peso se calculaba no excedía de los treinta kilogramos, se decidió que con una agarradera sería más que suficiente.

Para esta agarradera se tenía la opción de colocarla en las partes laterales de la estructura de la máquina o en la parte superior y se decidió que la parte más cómoda y estética sería la superior.

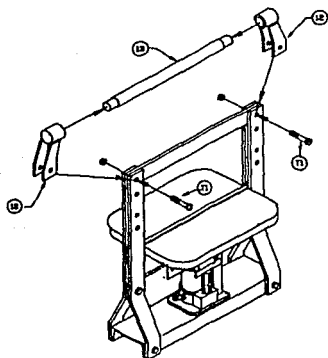


Ilustr. 25 Sujeción del ladrillo.



Ilustr. 26 Agarradera.

Sin embargo faltaba aun el decidir de que material hacerla. Para ello se consultó al grupo de Diseñadores Gráficos prestadores de Servicio Social en el Centro de Diseño Mecánico, quienes sugirieron que fuera de madera para dar una apariencia familiar a los posibles usuarios de la máquina ya que muchas máquinas y herramientas que se emplean en la industria de la construcción tienen mangos y agarraderas de madera. Así que se eligió este material y se detiene con unas piezas en los extremos que a su vez se unen al resto de la máquina con los mismos tornillos superiores como lo muestra la ilustración.



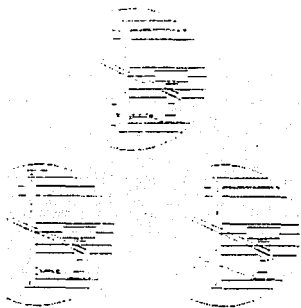
Ilustr. 27 Agarradera

#### Válvula del Gato Hidráulico.

Una parte importante en la operación de la máquina es la válvula del gato. La válvula de este gato en particular es una pieza de acero (como lo muestra la ilustración) que tiene en la parte media una rosca que al girarla en dirección de las manecillas del reloj mueve una aguja que cierra un conducto por el que pasa el aceite en el gato hidráulico, y al girarla en dirección opuesta deja libre el paso del aceite permitiendo que se libere la presión interna del gato.

Para el caso de la cortadora de ladrillo había que sacar el control de esta válvula hacia el exterior de la máquina para lo que se tenían las siguientes alternativas:

- a) Sacarla directamente por medio de una flecha.
- b) Sacarla horizontalmente con la ayuda de un cople universal.
- c) Además de usar el cople universal usar un mecanismo de engranes para llevarla a la parte superior de la máquina.



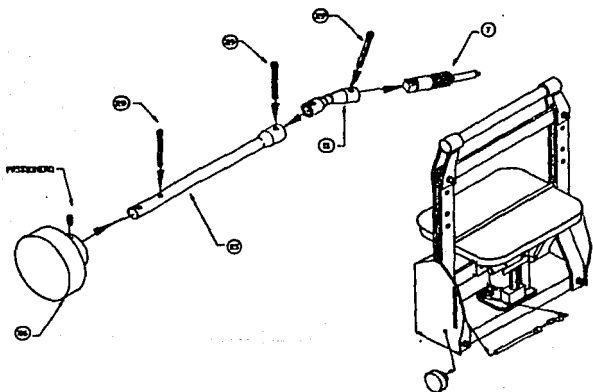
**Ilustr. 28 Válvula**

La primera opción sería la más simple pero la estructura misma de la máquina estorbaría el paso de esta flecha por la inclinación que tiene.

La segunda opción fue la que se adoptó debido principalmente a que era la que seguía a la primera en simplicidad.

Y por último, la tercera opción se rechazó, por que no era importante el mecanismo de engranes para realizar esta operación.

Para poder implementar esta solución se buscaron primero los coples universales que existen en el mercado, no se encontró una gran variedad de estos que se podían emplear a excepción de los coples de autoclay de 1/4" y ya que estos no son muy costosos o al menos salen más económicos que si uno los fabricara, se pensó en emplearlos. Así que se fabricó una válvula con cabeza cuadrada para adaptarla al cople universal y se compró un extensión para acoplar la manivela para poder operar la válvula desde el exterior de la máquina.



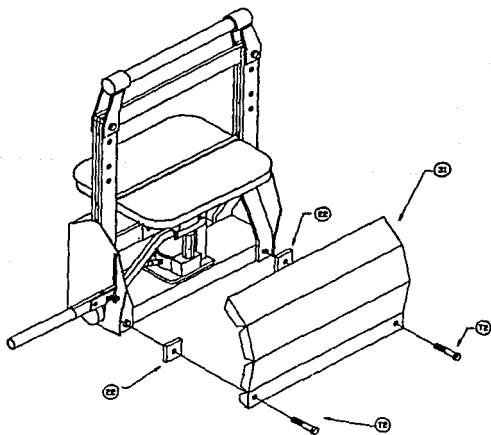
Ilustr. 29 Válvula

## Tapas

La finalidad de las tapas es la de proteger al mecanismo del polvo y los golpes además de dar una apariencia agradable a la máquina.

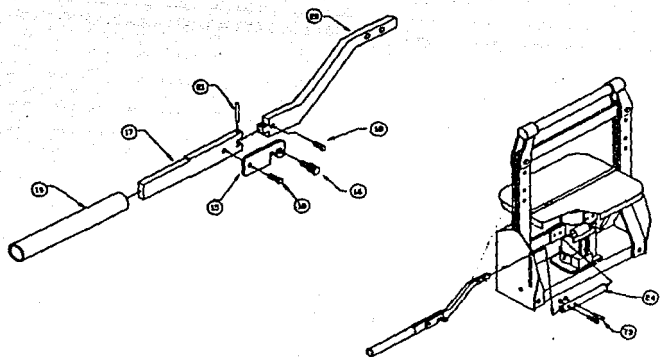
Es más fácil elegir entre las múltiples opciones que se tienen en base a su funcionalidad que en base a su apariencia (estética) pero en este caso cualquier configuración que se le diera a las tapas cumplirá con la función. Claro que hay que diseñar pensando en la manufactura de estas.

La variedad de diseños posibles es infinita. Y cada persona a quien se le pregunte su opinión dará una distinta. Así, lo mejor que se pudo hacer fue diseñar unas tapas que le gustaran al equipo de diseño. Así que se diseñaron unas tapas pensando en que la máquina tuviera una parte trasera y un frente y que en el frente tuviera una parte en la que se pudiera colocar la marca de la máquina, como lo muestra la ilustración 30.



Ilustr. 30 Tapas





Claro que para poder aprovechar al máximo el espacio disponible para el movimiento de la palanca dentro de las tapas había que hacer un dobles del nivel de la toma de la palanca en el gato hacia el nivel de la base de la máquina.

Como se decidió con anterioridad que el diseño de las tapas que la palanca saldría de las tapas por una ranura de 5/16" de ancho por 14 centímetros de longitud. Por lo que tendría que ser o un tubo aplastado o un elemento plano. Por último se decidió que en orden de dar una apariencia más atractiva a al máquina además de facilitar su transportación se decidió hacerla plegable y esto se logra con una bisagra como lo muestra la ilustración.

#### **Selección de Colores para la pintura de la máquina.**

Aunque se puede pensar como algo sencillo la elección de los colores de un diseño resulta ser más complicada de lo que parece. Y esto se debe a que la apariencia final del producto depende de este factor y como se sabe que muchas veces no importa si funciona o no si no que es la apariencia lo que determina la aceptación o el rechazo de este.

Así que se consulto de nuevo con el grupo de diseñadores Industriales del Centro de Diseño Mecánico, los que proporcionaron varias opciones y el equipo de diseño eligió una combinación de Amarillo Caterpillar con Gris Oxford que aunque resulta un tanto agresiva para los colores tradicionales le da una apariencia agradable a la máquina.

#### **Señalización de la máquina.**

Una parte importante de la seguridad de una máquina son las señales que indican al usuario las practicas que podrían ponerlo en peligro, o que señalan abuso a la integridad misma de la máquina. Y el instructivo para el correcto uso de la máquina. Para el caso de la cortadora de ladrillos se determinó que el mayor riesgo que presenta al usuario es el que este no retire la mano de la zona de corte pudiéndose ocasionar una accidente. Así que se pensó el colocar señales de aviso que prevengan al usuario de este peligro.

Otras señales que se busco colocar fueron las que prevén el abuso a la máquina como sería el tratar de cortar elementos diferentes a ladrillos como podrían ser varilla, alambre, madera, etc. y el tratar de cortar más de un ladrillo a la vez.

Además de las señales que indican la marca, el instructivo, y aquellas que indican el movimiento de los controles.



#### INSTRUCCIONES

1. Verifique que la perilla indique "subir".
2. Coloque la cuchilla superior en cualquiera de sus tres posiciones (según el espesor a cortar).
3. Coloque el ladrillo en el soporte.
4. Accione la palanca hasta realizar el corte.
5. Para lograr la posición original del soporte gire la perilla hacia abajo.



Ilustr. 32 Señales en Máquina.

Se decidió que para la producción de la máquina lo más conveniente era el uso de calcomanías que resultan más económicas que si se intentara rotular a la máquina.

### Fabricación del Prototipo.

La fabricación de un prototipo es además de necesaria muy útil para poder comprobar que los sistemas que se están diseñando cumplen con los requerimientos funcionales impuestos por las especificaciones de diseño. Además de que al fabricar el prototipo en ocasiones se encuentran soluciones mas practicas que las propuestas originalmente así que el diseño de detalle se retroalimenta de la experiencia que deja la fabricación del prototipo para poder llegar finalmente a un producto óptimo que cumpla completamente con la especificación de diseño.

La fabricación del prototipo fue un proceso que llevo poco mas de dos meses y se realizo totalmente en los talleres del Centro de Diseño Mecánico.

Ya que la máquina se diseñó para ser fabricada fácilmente en las maquinas básicas de taller como son Torno, Fresadora, Taladro vertical y sierra cinta sínfn. No se observaron grandes problemas en la fabricación ya que no se necesitaba cumplir con tolerancias muy cerradas ni acabados superficiales.

El diseño final cuenta con 67 partes de las cuales 34 son comerciales y el resto se fabrica a partir de 8 materiales comunes en el mercado nacional.

Las operaciones para fabricar a toda la máquina se muestran en la siguiente Tabla.

Operación	Cantidad
Corte	36
Barreno 3/8" de Diámetro	40
Barrenos 1/4" de Diámetro	16
Barrenos 1/8" de Diámetro	6
Dobleces	10
Torneado	1
Fresado	5
Roscado 3/8"	1
Afinado	7
Trabajo en lamina	6
Soldadura	6
Fundición	2

Si se analiza el diseño desde el punto de vista aximático, se observa lo siguiente:

**Corolario.** Si los requerimientos funcionales están acoplados o se hacen interdependientes en los diseños o procesos propuestos entonces desacople o separe las partes o aspectos de la solución.

Existen cuatro requerimientos funcionales que se podría pensar que están acoplados pero no se debe confundir el que estén acoplados físicamente con que estén acoplados funcionalmente.

Dos de ellos son el sistema de transporte y la estructura de la máquina que aun que están acoplados físicamente no interactúan a la vez, esto es, no se transporta a la máquina y se cortan ladrillos al mismo tiempo.

Otra parte en la que parece haber acoplamiento es la que forma los sistemas de guías para las cuchillas, el sistema de acoplamiento a los diferentes tamaños de los ladrillos y la estructura de la máquina. Pero al igual que el punto anterior se puede observar que ninguno de estos actúa a la vez.

**Corolario.** Conserve materiales y energía.

Como se puede observar en la tabla las partes que no son comerciales están totalmente fabricadas de ocho materiales. De lo anterior se puede concluir que no se viola a este corolario.

**Corolario.** Emplee partes estandarizadas o intercambiables siempre que sea posible.

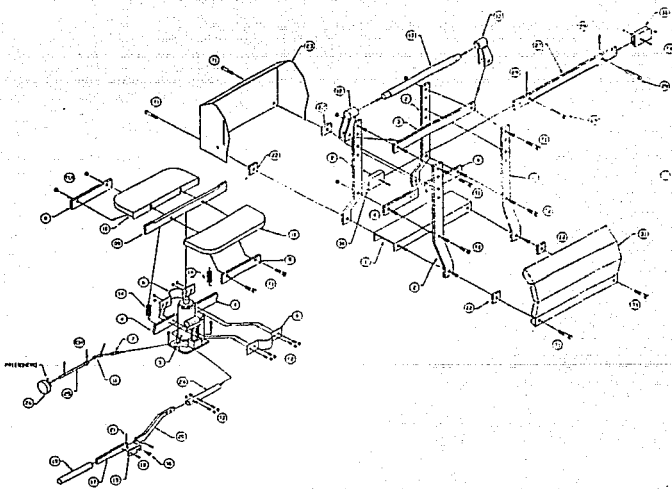
La mitad de las partes de la máquina son partes comerciales lo que indica que este corolario fue tomado muy en cuenta durante el diseño.

**Corolario.** Minimice el número y acabados superficiales.

Las únicas partes que requieren acabado superficial son los filos de las cuchillas por lo que se respeta a este corolario.

Es muy importante el aplicar los principios de diseño a lo largo de todo el proceso de diseño.

La simplicidad, la claridad y la unidad son cualidades de un diseño, se deben dirigir los esfuerzos hacia estos tres puntos



## **Conclusiones.**

## **Conclusiones.**

Partiendo de las diversas metodologías de diseño más difundidas actualmente, se tomaron dos de ellas para la elaboración del proyecto de la máquina cortadora de ladrillos.

Una de ellas, la de diseño total del producto, sirvió para estructurar los diferentes aspectos que intervienen a lo largo del proceso de diseño y la otra, el método axiomático (Shu), se tomó como filosofía de diseño, es decir, como una guía para la toma de decisiones.

Debido a que la mayoría de las metodologías de diseño están dirigidas al proceso de diseño interno de una empresa, fué necesario el adaptar el método a las condiciones particulares de el proyecto, desarrollado en el Centro de Diseño Mecánico.

Hay quienes piensan que el uso de un método de diseño es una pérdida de tiempo, que el diseñar se debe basar principalmente en el sentido común del encargado del diseño. Prueba de que esto no se da, es el hecho de que el 80% de los de los productos diseñados de esta manera fracasan.

El alto costo y el tiempo del desarrollo de un producto demanda el que cada vez sea más importante la sistematización de los procedimientos en el desarrollo de un producto.

El proyecto de la máquina cortadora de ladrillos representa un buen ejemplo para explicar los métodos propuestos. Las aportaciones que se obtuvieron del presente trabajo son las siguientes.

La máquina cortadora de ladrillos es un producto que responde a los requerimientos planteados en la especificación para el diseño del producto. Sería difícil el evaluar un producto si no se contara con la especificación para el diseño, documento central de esta metodología.

El concepto del status del producto, introducido en esta metodología, indica los aspectos de mayor importancia en el desarrollo del producto en particular y evita al diseñador el perderse en aquellos aspectos de menor importancia.

Muy importante también es el no olvidar los principios de diseño (Aguirre Esponda) de Simplicidad, Claridad y Unidad. Que al ser involucrados en todas las decisiones en el proceso de diseño conducen a un producto menos susceptible de fracasar en el mercado.



La aplicación de los axiomas y los corolarios en la toma de decisiones de las diferentes alternativas de solución que se presentan a lo largo del proceso de diseño ofrecen al diseñador una mayor seguridad en la tarea de selección de alternativas.

Probablemente la mayor aportación de el presente trabajo es que al haber aplicado dos metodologías de diseño a un proyecto real como lo es el de la cortadora de ladrillos, al final se desarrollo un producto en el tiempo estimado y que cumple con los requerimientos de la empresa que encomendó el proyecto al Centro de Diseño Mecánico.

Con este antecedente el equipo de diseño que intervino en el desarrollo del proyecto cuenta con la certeza de que al aplicar este mismo método a cualquier otro desarrollo de productos, será posible llegar a un resultado exitoso.

Todo producto es susceptible de mejora y la máquina cortadora de ladrillos no es la excepción. Existen aún varios aspectos de este diseño que pueden ser mejorados de acuerdo a las necesidades futuras de cada usuario.

Desafortunadamente no fué posible profundizar en el diseño de detalle debido a la necesidad de proteger los modelos comerciales originados por el proyecto mediante una patente.

La experiencia adquirida durante el desarrollo de la presente tesis, será , de gran utilidad durante el desarrollo profesional del autor. Cumplíndose con el principal objetivo de una tesis, el de aprender.

## **Bibliografia.**

## **Bibliografia.**

- Stuart Pugh, Hollins Bill.(1990) **Successful Product Design**. Butterworth & Co.
- Suh N. P.(1978) **On an Axiomatic Approach to Manufacturing and Manufacturing Systems**. Journal of Engineering for Industry (May 1978, Vol 100/129)
- Wilson D.R., Bell A.C., Suh N.P.(1979) **Manufacturing Axioms and their Corollaries**. 7<sup>th</sup> North American Metalworking Research Conference (May 13-16 1979) Univ. of Michigan.
- Suh N.P. **Measures of Functional Coupling in Design**. Journal of Engineering for Industry, ASME (Nov 1982, Vol. 104/383).
- Suh N.P.(1982) **Qualitative and Quantitative Use of Design and Manufacturing Axioms**. Annals of the CIRP Vol.31/1/1982.
- Aguirre, G.(1984) **Evaluation of Technical Systems at the Design Stage**. Cambridge University Engineering Department.
- Black J.T.(1988) **Decouplers in Integrated Cellular Manufacturing Systems**. Journal of Engineering for Industry, ASME (Feb. 1988, Vol.110/77).
- Filippone S.F.(1990) **Using Taguchi Methods to Apply the Axioms Design**. Robotics & Computers Manufacturing, Vol.6 No.2 33-142,1990.
- Suh N.P.(1978) **Optimization of Manufacturing Systems through Axiomatics**. Annals of the CIRP Vol.27/1/1978.
- Bell A.C. (1980) **Application of Axiomatic Design Techniques to Manufacturing**. ASME Paper No.79-WA/Proc.25.
- Beer F.P., Johnston E.R. **Mechanics of Materials**. Mc Graw-Hill Book Company.
- British Council for Design.(1980) London Chap. 2,3 7.