

878517

1  
ny

**UNIVERSIDAD NUEVO MUNDO**

**ESCUELA DE INGENIERIA**

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



**"INGENIERIA INVERSA DE UNA  
FLECHA PIÑON"**

**T E S I S**

PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

PRESENTA

**ALBINO AVATNEO LOPEZ**

DIRECTOR DE TESIS: ING. JUAN ANTONIO TORRE MARINA

MEXICO, D. F.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1996

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## **Introducción**

## **Objetivos**

## **Alcances**

# **CAPÍTULO 1**

## **EXTRACCION DE LA INGENIERÍA**

1.1- Introducción	9
1.2- Descripción	9
1.2.1 - Descripción Mecánica	9
1.2.2 - Descripción Física	10
1.2.3 - Descripción Química	13
1.2.4 - Descripción Metalúrgica	13
1.2.5 - Descripción Geométrica de la Pieza	13
1.2.6 - Identificación Fotográfica	13
1.3 - Principios Básicos de los Engranés	14

## **CAPÍTULO 2**

### **PROCEDIMIENTO PARA LA EXTRACCION DE DATOS**

2.1 - Introducción	17
2.2- Información Requerida para Realizar la Ingeniería Inversa	17
2.3 - Entrega de Piezas	17
2.4 - Levantamiento de Croquis	17
2.5 - Diseño de la Pieza	18
2.6 - Verificación de la Pieza	18
2.7 - Determinación de Especificaciones del Material	18
2.8- Materiales para la Construcción Engranés	19
2.9 - Materiales Férricos para la Fabricación de Engranés	19
2.10 - Tratamiento Térmico de los Aceros y Hierros Vaciados	20
2.11 - Elaboración de Planos	21
2.12 - Verificación del Plano Contra Pieza Física	21
2.13 - Aprobación del Plano	21

### **CAPÍTULO 3**

#### **APLICACION DEL PROCESO DE ELABORACION DE FLECHA PIÑON.**

3.1 - Introducción	22
3.2 - Material	22
3.3 - Instrucciones para el Maquinado	23

### **CAPÍTULO 4**

#### **CONTROL DE CALIDAD**

4.1 - Concepto de Control de Calidad	28
4.2 - Calidad Primero	29
4.3 - Conceptos	30
4.4 - Control	30
4.5 - Calidad	30
4.6 - Calidad del Producto	30
4.7 - Control de Calidad	30
4.8 - Calidad del Diseño	31
4.9 - Calidad de Conformación	31
4.10 - Confiabilidad	31
4.11 - Aseguramiento de la Calidad	31
4.12 - Falla	31
4.13 - Inspección	32

4.14 - Círculos de Calidad	32
----------------------------	----

## **CAPÍTULO 5**

### **COSTOS**

5.1 - Naturaleza y Conceptos Fundamentales	33
5.2 - Clasificaciones de Costos	35

## **CAPITULO 6**

### **DIBUJOS**

6.1 .- Primera operacion de desbaste antes de normalizar.	42
6.2.- Segunda operacion de desbaste, con acabado para generar los dientes.	42
6.3 .- Tercera operacion de desbaste.	42
6.4.- Primera operacion de acabado.	42
6.5 .- Acabado final.	42

## **CONCLUSIONES**

Conclusiones	43
Bibliografía	44

## **INTRODUCCION**

La ingeniería inversa consiste en desarrollar con nuestros propios medios tecnología extranjera , piezas mecánicas de alta calidad necesarias para los diferentes equipos que se usan como repuestos de máquinas, en las diferentes industrias de México.

La justificación de la necesidad de la fabricación de la parte a sustituir, deberá ser en función de procurar el menor tiempo en la indisponibilidad del equipo , máquina o unidad en cuestión, ya sea por mantenimiento preventivo o correctivo.

Esta tesis pretende describir las técnicas utilizadas para la fabricación de piezas de transmisión , utilizadas en la gran variedad de diferentes equipos. Esta tesis va entonces a describir la extracción de la ingeniería de una pieza en particular, se dice la extracción de la ingeniería no como un acto de piratería, sino como un medio de aprender sobre algo que ya está hecho, para después de haber asimilado y registrando los conocimientos, poder emitir criterios y decisiones .

La extracción, como se nombró, es una serie de pasos a seguir, que son registrados , para hacer la extracción de la información para poder fabricar un producto que sea útil para el usuario que necesita poner en marcha una máquina que se encuentra en reparación , hacer un producto que pueda cumplir con todas las especificaciones y requerimientos que el trabajo vaya requiriendo.

Así pues, el tema que se va a tratar en esta tesis, va a ser la extracción de la información, y su implantación para la fabricación, es decir " La INGENIERÍA INVERSA" de una pieza en particular, y se va a tratar de una flecha piñón utilizada por equipos de laminación de alambón a alta velocidad. La organización de esta tesis va a ser de la siguiente manera:

- 1.- Extracción de la información
- 2.- Fabricación del producto.
- 3.- Control de calidad.
- 4.- Costos .

En fin, esta pieza es un buen ejemplo de lo que se puede hacer en México aplicando la ingeniería inversa y de lo que es capaz de lograr el obrero mexicano, con preparación disciplina y trabajo. Esta tesis pretende demostrar que en nuestro país se puede sustituir la tecnología, para después crearla.

Como comentario a lo mencionado anteriormente, Japón es hoy en día el país más industrializado del mundo, porque supo aplicar con mucho éxito la ingeniería inversa, y ahora conquista todos los mercados del mundo con ingeniería propia y competitividad de sus productos a nivel mundial.

## **OBJETIVOS**

**Los objetivos que abarca esta tesis son los siguientes:**

La sustitución de importaciones de equipos y partes mecánicas que no se producen en la actualidad en México, la creación de fuentes de empleo, la capacitación del obrero mexicano.

Fomentar el sentido de competitividad y productividad al obrero mexicano y dejar que el capital mexicano se re invierta en industrias mexicanas, y así poder producir equipo o piezas de competitividad internacional y no depender de lo que se produce en el extranjero.

## **ALCANCES**

**Los alcances de esta tesis son:**

Extraer información, analizarla, tratar de encontrar los fundamentos en los que se basó el diseñador, o si fue la experiencia práctica que lo exigió, en cualquiera de las dos maneras, aprender de esto para así después, se pueda emitir un criterio. Pretende acabar con la preferencia a los productos de importación a los que están sujetos algunas de la empresas nacionales.

Terminar con la negligencia y la falta de comunicación de esos mismos compradores con los usuarios de los equipos que por miedo a comprar mal, o no conocer el mercado que puede reparar o duplicar esas piezas, prefieren importar.

Acabar con la inseguridad de que lo que está hecho en México está mal hecho y así crear más fuentes de empleo.

También propone crear una verdadera competencia a nivel nacional, que sea leal, esto quiere decir, que todos los productores tengan verdaderamente los equipos y métodos para hacer el trabajo bien hecho como el que se hace en el extranjero y así crear una economía de mercado más fuerte.

En fin, estar listos para los retos que propone la apertura comercial entre los mercados de Estados Unidos, Canadá y México, el llamado Tratado de Libre Comercio "TLC", que nos brinda a los productores nacionales una oportunidad, pero también, una responsabilidad muy grande, porque si no se aprovecha, en el futuro se propiciara que todas las refacciones sean de importación, porque no se cuenta con empresas nacionales capaces de asistir en el mantenimiento de las otras diferentes empresas ya sean paraestatales o privadas con su mantenimiento preventivo o correctivo.

## **CAPITULO 1**

### **EXTRACCION DE LA INGENIERÍA**

- ♦ Criterios para el Diseño Del Proceso De Fabricación

#### **1.1 - INTRODUCCION**

Debido a que la mayoría de las plantas productivas en México cuentan con numerosos equipos de importación, y a la vez cada equipo se forma de una gran cantidad de partes, las cuales tienen diferentes formas, peso<sup>1</sup>, complejidad, características de operación, composición de material, etc..., es necesario establecer la información indispensable y necesaria para que con base en estos datos, se puedan efectuar los pasos necesarios para su proceso de fabricación.

#### **1.2 - DESCRIPCION**

Determinar la recopilación de información necesaria de la parte específica a producir. Estas consideraciones incluirán factores como: la forma de la pieza a fabricar; segundo, el peso de la misma; tercero, la complejidad del diseño y por último, el volumen de partes a producir, para así poder diseñar el procedimiento de fabricación.

La identificación de la pieza del equipo, deberá mencionar el nombre genérico, el proceso probable de fabricación y según los siguientes análisis químicos y metalográficos, el material adecuado para así poder fabricar un producto de calidad y que pueda competir con el mercado nacional y extranjero.

Las unidades de medición deberán ser efectuadas de acuerdo al sistema métrico decimal ya que es el sistema que se encuentra implantado en México y en la mayoría del mundo industrializado.

##### **1.2.1.- DESCRIPCION MECÁNICA**

Como primera etapa del proceso es necesario conocer las características de operación de la pieza a sustituir, conocerlas y consignarlas con objeto de utilizarlas en los criterios de ingeniería de la elaboración de las piezas. Estas características de operación van desde el medio ambiente a que está expuesta la pieza, si están a la intemperie o si se trabajan en un sitio cerrado, si se trabajan en un ambiente contaminado, si tienen contacto con elementos sólidos, corrosivos, como pueden ser la humedad excesiva, la lluvia ácida o a temperaturas ambientales extremas. También se toma en cuenta su función operativa, ya sea estática o dinámica, si se trata de la

segunda, se determina la velocidad en R.P.M. "Revoluciones Por Minuto" a la que trabaja, sus condiciones de trabajo, esto es refiriéndose a que si es de uso continuo con interrupciones, y si estas interrupciones son abruptas, para así poder determinar su factor de servicio que se denomina "F.S" y se cataloga de la siguiente manera:

- |        |   |
|--------|---|
| F.S.1- | 8 a 10 Hrs, Sin sobrecargas,                          |
| F.S.2- | 8 a 10 Hrs, Con sobrecargas, O 24 Hrs sin sobrecargas |
| F.S.3- | 24 Hrs, Con sobrecargas,                              |

Se observa la temperatura que alcanza a tener la pieza en un tiempo determinado con la presión de trabajo habitual, el tipo de lubricación, que puede ser por aspersion o por lubricación forzada según sea la potencia térmica observada, en síntesis, el tipo de enfriamiento con el que cuenta el equipo.

Es bueno saber también si el equipo tiene una continuidad de servicio de mantenimiento y si es así, el tiempo de vida de la pieza en particular, para así determinar su cantidad de consumo anual.

#### 1.2.2.- DESCRIPCIÓN FÍSICA

Las propiedades físicas de los materiales, deberán determinarse bajo los siguientes conceptos:

- ♦ a) Pruebas de dureza, esta prueba nos puede revelar de una manera muy vaga qué tipo de material estamos tratando, si tiene una dureza única, puede ser que se trate de un material alto en su contenido de carbono, pero si tiene diferentes durezas, posiblemente se trate de un acero de cementación bajo en su contenido de carbón. Este proceso es muy común entre los fabricantes de piezas mecánicas o automotrices y el hecho es el siguiente: Tiene diferentes durezas, porque fue cementado, es decir, la cementación es un proceso térmico que satura la superficie exterior de carbono a una profundidad de 0.13 -0.15 mm, esto tiene como resultado una capa exterior que puede alcanzar durezas que oscilan alrededor de los 60 Hrc, ( Dureza Rockwell tipo C ); según el temple que se le dé, y un núcleo tenaz, porque no adquiere la dureza alcanzada en la superficie exterior. El nivel de carbono determina la dureza que va a alcanzar el material. Una vez cementado pasa a taller para que se le retire la capa cementada en donde no lo requiere, y después se temple, así es como logra tener diferentes durezas.

- b) Pruebas de tensión, compresión y torsión. El ensayo normal a la tensión se usa para obtener una variedad de características y resistencias que se emplean en el diseño de los elementos de máquinas o de estructuras. Las probetas se miden en, Diámetro Original  $d_0$  y la Longitud Calibrada  $l_0$  que se usan para medir las deformaciones se registran antes de que se inicie la prueba. Luego la muestra de material se monta en la máquina de ensayo y se carga lentamente a tensión, observando a la vez los valores de carga aplicada y de deformación. Los ensayos de compresión se basan en una barra de corta longitud sometida a compresión pura por una carga  $P$  que actúa a lo largo del eje centroidal. Se cortará siguiendo la ley de Hooke hasta que el esfuerzo llegue al límite elástico del material. Las resistencias a la torsión se obtienen sometiendo elementos en forma de barra, a una acción de torcedura y registrando el monto aplicado y el ángulo o deformación angular que se produce. Los resultados se transportan a una gráfica momento-deformación que se denomina diagrama momento de torsión-ángulo de torsión.
- c) Pruebas de impacto,. Una fuerza externa aplicada a una estructura o a una parte de ésta, recibe el nombre de carga de impacto, si el tiempo de aplicación es menor que  $1/3$  del mínimo periodo natural de vibración de la pieza o estructura.

Los ensayos de Izod y de Charpy utilizan barras de configuración especificada para determinar la fragilidad y la resistencia al impacto.

Estas pruebas sirven para comprobar varios materiales y determinar la fragilidad a baja temperatura. En los dos ensayos la probeta es golpeada por un péndulo que se suelta desde una altura fija y la energía absorbida por la muestra, llamada energía de impacto ( $J$ ), se calcula a partir de la altura pendular después de la ruptura.

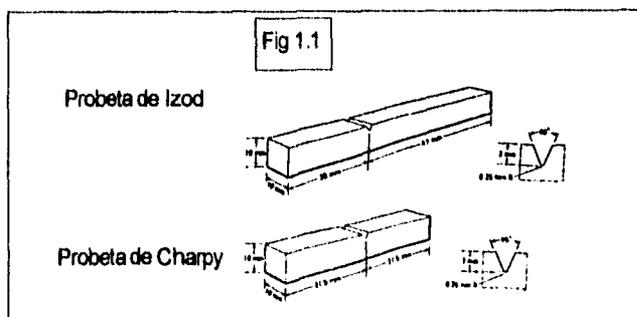
Los parámetros medidos en las pruebas de impacto usualmente son calculados por especímenes de prueba de tamaño y forma determinados a una temperatura conocida en una máquina de prueba de impacto que sea de péndulo, que descargue su fuerza una sola vez. Los dos métodos comúnmente usados son los ya nombrados de Izod y Charpy.

Las especificaciones de las dimensiones de las barras así como de las hendiduras son ilustradas en la figura 1.1

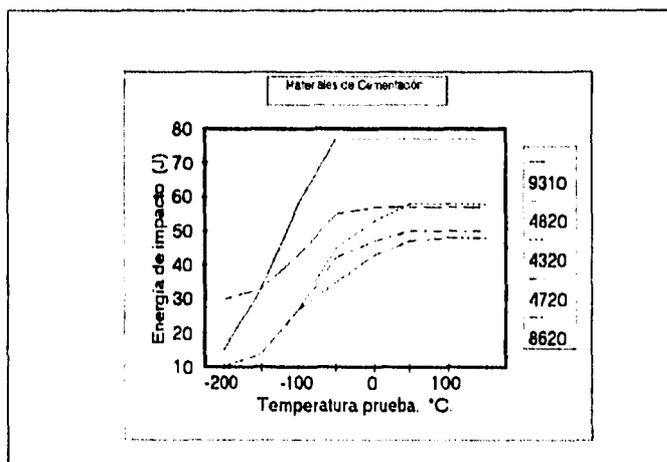
Resultados de una prueba de impacto Vs Temperatura en varias probetas de diferentes materiales de cementación, son ilustrados en la figura 1.2

- d) Pruebas de fatiga, esto es cuando un material está sometido a muchos ciclos de esfuerzos en sentido contrario o fluctuaciones de estos esfuerzos. Las propiedades

de la fatiga se determinan sometiendo las probetas a ciclos de esfuerzo y, contando el número de los mismos hasta que se produce la ruptura.



- e) Pruebas de fluencia o ante cargas de temperatura y flujo plástico. En este inciso se describen los cambios que ocurren en las propiedades de un material debido a los cambios de temperatura.



**Resistencia de los Materiales.** Resistencia es la habilidad de un metal para absorber energía y deformación plástica antes de fracturarse, la cantidad de energía absorbida durante la deformación y fractura es una medida de resistencia de un metal. Como contraste la cantidad de deformación que ocurre antes de la fractura es una medida de ductilidad, y la fuerza necesaria para causar la fractura es una medida de fuerza.

Para la aplicación en la cual un objeto de metal deba aguantar una carga específica la fuerza del material es una propiedad controladora. La ductilidad puede ser la propiedad gobernante si el metal debe ser formado en una forma determinada. Pero si el metal debe de ser capaz de absorber una cierta cantidad de energía mecánica sin llegar a la fractura, la resistencia es la propiedad limitante.

### 1.2.3 - DESCRIPCIÓN QUÍMICA :

Para la determinación de las propiedades químicas del material, deberán llevarse a cabo los análisis químicos necesarios para conocer su composición. Las pruebas que se hacen para aceros normales, son la determinación de su contenido de carbono (C), azufre (S) y manganeso (Mn) y para aceros especiales, cromo (Cr), níquel (Ni) y molibdeno (Mo)

### 1.2.4.- DESCRIPCIÓN METALÚRGICA

La estructura del material deberá ser determinada mediante metalografía por medio directo o réplica .

El tratamiento térmico a aplicar deberá determinarse por el método de dilatometría o metalografía de temple y revenido , norma ASTM-A255-48T

### 1.2.5.- DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA DE LA PIEZA

La identificación geométrica de la pieza es la continuidad del levantamiento de datos técnicos y croquis de la misma, efectuado en el campo ; debiendo incluir acotaciones, criterios de tolerancia, acabados del material, materiales componentes, importancia relativa entre las acotaciones, y tratamiento térmico.

### 1.2.6.- IDENTIFICACIÓN FOTOGRÁFICA

La identificación fotográfica se hace con la finalidad de dejar consignada la pieza en cuestión, desde un punto de vista tridimensional y utilizar el documento en el futuro, en exposiciones y reuniones de trabajo.

Dentro de los criterios para la especificación de la parte del equipo de importación a sustituir deben de ser tomados en consideración los conceptos generales tales como :

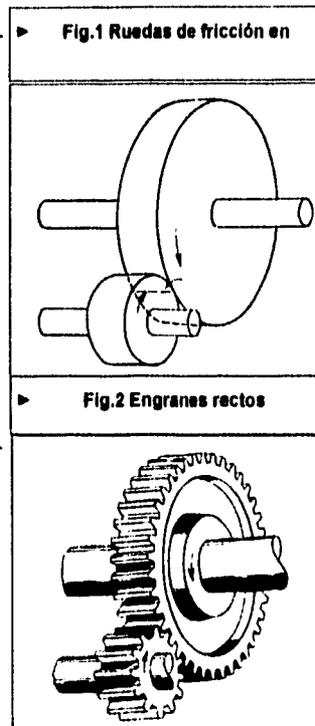
- a) Descripción del producto .
- b) Levantamiento de datos en el sitio de trabajo.
- c) Elaboración de dibujos y revisión de los mismos.
- d) Selección y aplicación de tecnología en el proceso de manufactura.

### 1.3 - PRINCIPIOS BÁSICOS DE LOS ENGRANES

Probablemente la técnica más primitiva de transmitir movimiento de un sólo eje que hace girar a otro, era por medio de ruedas de fricción sin lubricación ( Fig. 1 ). En una magnitud limitada, tales ruedas siguen estando aún en uso. Estas transmiten movimiento y cantidad limitada de potencia por fricción si hay presión suficiente entre las ruedas. La transmisión de potencia de una superficie a otra se da por innumerables irregularidades microscópicas, o asperezas de la superficie, que actúan recíprocamente a consecuencia de la presión.

Las ruedas de fricción son prácticas donde sólo se transmite poca potencia. Ellas no pueden ser utilizadas con éxito en una máquina donde las partes deben de estar sincronizadas, la carga momentánea o permanentemente excede la fuerza de fricción entre la rueda conductora y la conducida. Así que para transmitir fuerza bajo todas condiciones de funcionamiento, las diminutas irregularidades de la superficie se deben de agrandar mucho para asumir la forma de espacios regulares o dientes. Entonces las ruedas de fricción llegan a ser engranajes ( Fig. 2 ) que pueden transmitir fuerza a una relación fija de velocidad.

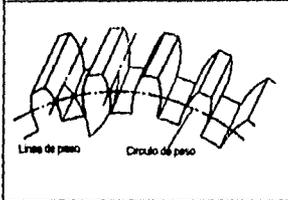
Los engranes, entonces , pueden ser considerados como un desarrollo de las ruedas de fricción, con las superficies de fricción de las ruedas, la superficie de paso de los engranes correspondientes. La vista final de la superficie de paso se llamará círculo de paso, y la interrelación de esa superficie de paso con la cara del diente se llamará línea de paso ( Fig. 3 ) . Los engranes se emplean para transmitir poder de un árbol que gira a otro o de un elemento rotativo a otro recíprocante. Cuando son usados entre flechas que giran, estas flechas pueden tomar sólo tres posiciones. Pueden ser paralelas , pueden ser dispuestas en ángulo que intersece , o pueden cruzar sin intersecar. Si las flechas son



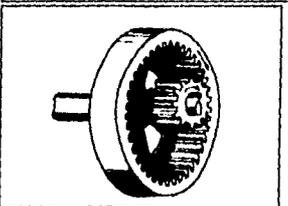
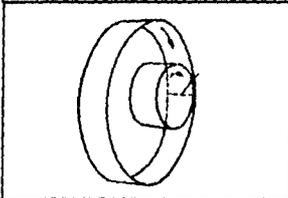
paralelas, las ruedas de fricción básicas y los engranes, desarrollados de esas mismas, asumen la forma de cilindros ( Fig. 1,2 y 4 ). Cuando las flechas no son paralelas, las formas de ruedas de fricción y los engranes serán diferentes. Como ejemplo, en ejes que intersectan, las ruedas se convierten en conos, y los engranes desarrollados en esa superficie cónica se llaman engranes cónicos ( Fig. 5 ). donde el movimiento transmitido de un eje a un elemento recíproco, una rueda de fricción cilíndrica puede empalmar una superficie plana y las ruedas dentadas pueden asimilar una forma análoga ( Fig. 6 ). Todos estos métodos de transmitir fuerza entre cilindros y superficies planas, envuelven una acción de giro. Cuando los ejes cruzan ( uno arriba del otro ), las ruedas de fricción pueden ser cilíndricas o pueden ser de sección hiperbólica. Los engranes desarrollados en estas superficies son helicoidales ( Fig. 7 ) o pueden ser hipoidales ( Fig. 8 ). En ninguno de estos casos habrá una acción de giro pura, porque cuando los ejes se cruzan es inevitable un resbalo axial entre las superficies de las ruedas.

Es importante apreciar que el tipo de contacto que sucede en medio de las superficies de las ruedas de fricción, será también el tipo de contacto que sucederá entre los dientes de los engranes correspondientes. Así, el contacto entre dos cilindros en ejes paralelos toman lugar a lo largo de una línea ( Fig. 1 ), y el contacto entre los dientes generados en esa superficie ( Fig. 2 ) también ocurren a lo largo de una línea ( Fig. 9 ). Asimismo el contacto entre dos conos y los dientes desarrollados en esos conos ( Fig. 5 ) ocurrirá a lo largo de líneas ( Fig. 10 ). La misma condición existe para los engranes hipoidales. De cualquier modo, el contacto entre las superficies de fricción no siempre es una línea. Donde en superficies cilíndricas, cruzan ejes no intersectantes ( Fig. 7 ), el contacto ocurre en un punto, en vez de a lo largo de una línea. Cuando este es el caso, los dientes desarrollados para este tipo de superficies, también tienen contacto en un punto. La transmisión de movimiento a través de ruedas de fricción es teóricamente regular y uniforme, pero cuando los dientes son generados en estas superficies, pequeñas irregularidades son introducidas a menos que los dientes sean debidamente proporcionados y correctamente maquinados. Todos estos métodos de transmitir fuerza entre cilindros y diferentes superficies no cilíndricas, si son correctamente maquinados, el movimiento entre los dientes se efectuará suave, uniforme y sin choques repentinos.

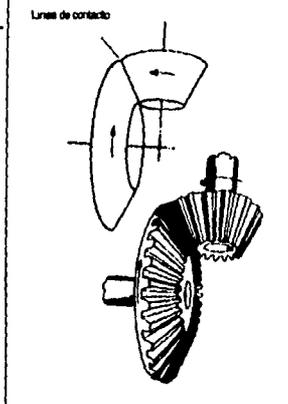
► Fig. 3 - Circulo de paso y línea de paso



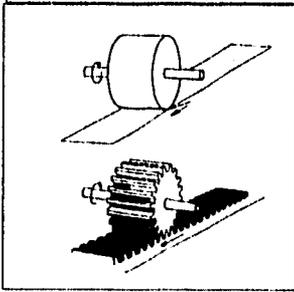
► Fig. 4 - Engranes rectos interiores



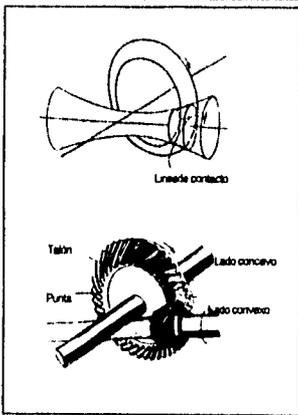
► Fig. 5 - Engranes cónicos



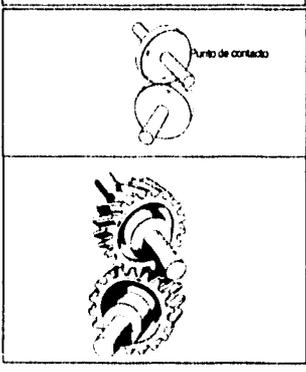
► Fig. 6 - Cremayera de dientes



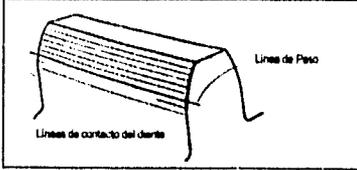
► Fig. 8 - Engranajes Hipoidales



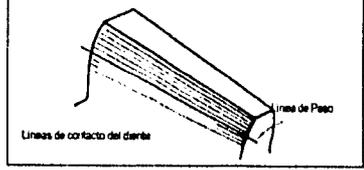
► Fig. 7 - Engranajes Helicoidales



► Fig.-9 Diente recto mostrando líneas contacto



► Fig.-10 Líneas de contacto en un diente cónico



## **CAPITULO 2**

### **PROCEDIMIENTO PARA LA EXTRACCIÓN DE DATOS**

#### **2.1 - INTRODUCCIÓN**

En la normalización de técnicas de ingeniería para la elaboración de planos, en donde se consignan especificaciones de las partes de equipos de importación, es necesario cumplir con lineamientos específicos que permitan la homogeneización de criterios para normar e interpretar con facilidad los mismos, disminuyendo al mismo tiempo la posibilidad de error.

Este es un procedimiento que establece los pasos a seguir para la elaboración de la ingeniería inversa, que son los siguientes:

#### **2.2 - INFORMACIÓN REQUERIDA PARA REALIZAR LA INGENIERÍA INVERSA**

Esta información está formada por datos que deberán ser dados por el usuario, según sus características de operación, con recomendaciones de acuerdo a sus experiencias y por información disponible del fabricante original (planos, manuales de servicio, etc...) lo que se tenga disponible.

#### **2.3 - ENTREGA DE PIEZAS**

Una vez autorizado el trabajo para la elaboración de la ingeniería inversa, se procede a la entrega de la información, así como la entrega de las muestras físicas de las partes a realizar. Lo más recomendable es que proporcionen muestras nuevas para el análisis dimensional, y muestras usadas para los análisis químicos y metalográficos. Cuando sea posible, se recomienda conseguir piezas que ensamblen con la pieza a realizar. Las piezas pueden provenir de un almacén de piezas nuevas, de la chatarra o cuando sea necesario desmontarse del equipo en operación, o que se encuentre en mantenimiento.

#### **2.4 - LEVANTAMIENTO DE CROQUIS**

El departamento de ingeniería procederá a hacer el levantamiento de medidas de la pieza a realizar. Es importante tener cuidado de tomar en cuenta desgastes o deformaciones que se puedan presentar en las piezas, cuando éstas ya hayan sido usadas, para evitar errores.

## 2.5 - DISEÑO DE LA PIEZA

De acuerdo a las dimensiones obtenidas y a la información recabada y conforme a las normas de ingeniería "AGMA (American Gear Manufacturers), AISI (American Iron and Steel Institute), ASTM ( American Society of Testing Materials) DIN (Deutsches Institut für Normung) , SAE (Society of Automotive Engineers), SI (Sistema Internacional de Unidades), etc..." se procederá a diseñar propiamente la pieza. Para este caso se utilizaron las normas ( AGMA, AISI, SAE )

Es importante en esta etapa, tomar en cuenta el procesos de fabricación, las tolerancias correctas y la cantidad de piezas requeridas.

## 2.6 - VERIFICACIÓN DE LA PIEZA

Con el diseño preliminar realizado en el punto anterior se hace una revisión contra muestra física para determinar que el diseño esté de acuerdo con las características físicas de la pieza.

En el caso de encontrarse diferencias en la verificación anterior se procederá a efectuar las correcciones necesarias del diseño .

## 2.7 - DETERMINACIÓN DE ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL

Una vez recopilados los resultados de los análisis requeridos , se determina finalmente la especificación del material a utilizar en la fabricación de la pieza. Es importante especificar un material disponible en el mercado nacional .

La industria de engranajes usa una amplia variedad de aceros, hierros fundidos, broncees ,aluminio, laminados fenólicos, plásticos y otros materiales para engranes. En este punto se da la información básica sobre los materiales para engranes más comúnmente usados y los tratamientos de su procesado. En algunos casos, las prácticas industriales, el equipo de taller disponible para hacer engranajes a los requisitos de diseño específicos, dejan al diseñador poco margen de selección para el material del engrane a usar. En otros casos puede ser posible considerar una amplia variedad de materiales para engranes. Cuando el diseñador tiene un vasto campo de selección, el costo del material en bruto, capacidad relativa de carga para un tamaño dado, adaptabilidad del material para procesos de producción en masa y la resistencia a la corrosión, entran en juego para elegir el material. Como un ejemplo, en muchos juguetes y artefactos se usan engranes estampados de bronce. Esta no es una materia prima barata, pero pueden hacerse engranes de bajo costo por estampado y este material además, resiste la corrosión.

## 2.8 - MATERIALES PARA CONSTRUIR ENGRANES

Hay una gran variedad de materiales que pueden ser utilizados para la producción de engranes, pero por razones técnicas y económicas los aceros tienen la mayor importancia. La amplia variedad de aceros disponibles, conjuntamente con las propiedades de cada uno, pueden ser extensivamente influenciados, siendo capaces de adecuar sus propiedades al uso que se les va a dar. Las transformaciones que la estructura del acero sufre durante el calentamiento y el subsecuente enfriado, en particular la formación de Martensita en el revenido (enfriado), son esenciales para el endurecimiento y el temple del acero. En el templeado y revenido, hay dos propiedades del acero que son de especial importancia, y deben de ser distinguidas. La primera, la capacidad de endurecimiento, el nivel de dureza de la cual no debe exceder, depende prácticamente en su contenido de carbono. La segunda, el grado de dureza, determina la profundidad de la zona de endurecimiento o el diámetro de una sección transversal la cual puede ser endurecida bajo condiciones de enfriado especiales. Esta segunda propiedad es esencialmente una función para el resto del contenido de la aleación, y hasta cierto punto, el tamaño del grano.

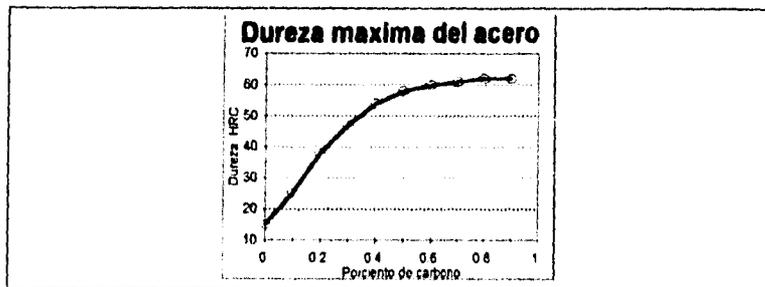
## 2.9 - MATERIALES FÉRRICOS PARA LA FABRICACIÓN DE ENGRANES

Los materiales (férricos) para la fabricación de engranes son aquellos que contienen hierro como su principal elemento componente. Al hierro que contiene porcentajes en el rango de 0.15 hasta 1.5% de carbono, se les llama generalmente "aceros", mientras que al hierro con contenido del 2 al 4% de carbono, se les clasifican generalmente como "hierro fundido". En los aceros, el hierro y el carbono están químicamente combinados en su mayor parte, mientras que en los hierros vaciados el carbono, en su mayor parte, se encuentra en estado libre. Toda la extensa gama de materiales férricos empleados en la manufactura de engranajes comprende aceros, hierro gris de fundición, hierro dúctil, hierro maleable y hierro sinterizado. Los materiales férricos son de gran importancia en la manufactura de engranes. Hablando en términos generales, estos materiales representan la materia prima de más bajo costo, si se les considera en centavos por kilo. Los aceros templados del tipo de aviación, por ejemplo, pueden soportar las cargas más elevadas, si se les considera desde el punto de vista de caballos de fuerza soportados por unidad de volumen. Los materiales férricos representan el máximo de tonelaje en comparación con otros materiales para la manufactura, ya sea de engranajes propiamente dichos o de cajas para los mismos.

2.10 - TRATAMIENTO TÉRMICO DE LOS ACEROS Y HIERROS VACIADOS.

El procedimiento básico que se sigue para el endurecimiento de los aceros consiste en calentarlos al rojo, hasta cierto grado, para someterlos a un enfriamiento rápido o temple, por inmersión en agua o aceite, recalentándolos a continuación para darles el grado de dureza final o sea el revenido. El acero tiene que calentarse hasta "austenitarlo", esto ocurre generalmente entre los 787°C Y 871°C (1450 y 1600 °F). El temple tiene que ser lo suficientemente rápido a fin de evitar la formación de productos intermedios, indeseables. Un engrane debidamente templado tendrá una proporción máxima de "martensita". Este procedimiento convierte al engrane en una pieza muy dura y un poco quebradiza. En el recalentamiento necesario para el revenido se eleva la temperatura de la pieza por abajo de su temperatura crítica, en la que el metal se austenitiza. Una vez que la pieza se re temple por medio del revenido, adquiere una dureza menor y la martensita habrá sufrido una transformación mayor o menor, por lo cual el material resulta mucho más tenaz y más dúctil que con el simple temple. Por medio del control de la temperatura del revenido se puede obtener un amplio rango de valores de dureza. Por ejemplo una pieza determinada con un contenido de 0.60% de carbono, puede alcanzar un grado de dureza de 58 Hrc con el temple rápido. El revenido a 177°C ( 350 °) hará más tenaz al material, pero su dureza no sufrirá prácticamente cambio alguno. Sin embargo, el revenido a 537°C (1 000 °F) hará descender su dureza a unos 40 Hrc y a 639 °C (1 200°F) , bajará aproximadamente a 30 Hrc. Por lo anterior vemos, que es posible obtener cualquier grado de dureza, siempre que ésta sea menor a la del temple, por medio del control de la temperatura del revenido. Los aceros, cuyo contenido de carbono es demasiado escaso, no podrán alcanzar una dureza completa, ni aún con el procedimiento mismo del temple. En la Graf. 2 se aprecia el máximo de dureza obtenible para diferentes proporciones de contenido de carbono. Para lograr el máximo de la dureza, la pieza a endurecer tendrá que ser pequeña y templarse por medio del enfriamiento drástico y de no procederse así, habrá que trabajar con aleaciones suficientes, de manera que el endurecimiento pueda alcanzarse por medio del temple de enfriamiento más lento, lo que permite manejar piezas de mayor tamaño, o la aplicación de métodos más benignos para templar.

► Graf.- 2



Tratándose de aceros al carbono rectos, una varilla redonda de 12.7 mm (1/2 plg) de diámetro, por ejemplo, que se temple al agua, alcanzará su dureza máxima posible en esta sola operación. Y tratándose de los aceros de muy altas aleaciones, una barra de 76 mm (3 plg) de diámetro llegará a la dureza potencial íntegra del carbono templándola en aceite.

#### 2.11 - ELABORACIÓN DE PLANOS

Una vez terminada la corrección del diseño y la determinación de especificaciones del material, se procede a la elaboración de los planos, la cual se efectuará ya sea en restirador convencional, o asistido por un programa de diseño por computadora.

#### 2.12 - VERIFICACIÓN DEL PLANO CONTRA PIEZA FÍSICA

En esta etapa se verifica el plano contra pieza física sin tomar en cuenta los croquis y el diseño de la pieza, esto con la finalidad de obtener la verificación final del diseño de la misma.

#### 2.13 - APROBACIÓN DEL PLANO

Una vez verificado el plano contra la pieza física, se procederá a aprobar el mismo, el cual quedará listo para su entrega al departamento de producción para su fabricación, con todas sus modificaciones, acabados, criterios, notas, tolerancias, etc., y también su programa de elaboración.

## CAPITULO 3

### APLICACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE FLECHA PIÑÓN

#### 3.1 .- INTRODUCCIÓN

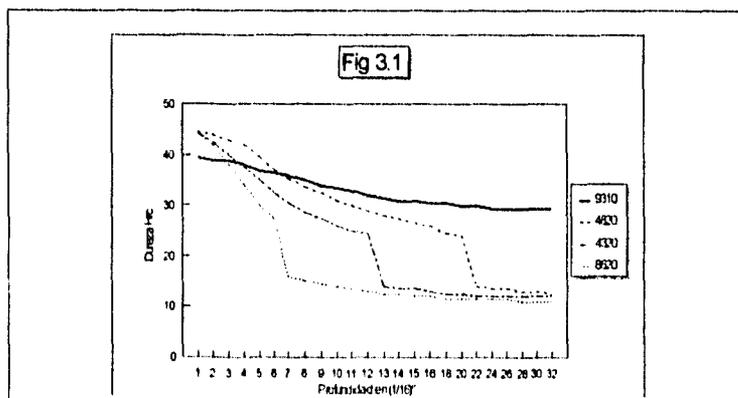
En este capítulo se describe el proceso que se lleva a cabo para la elaboración de una flecha piñón, desde que se recibe el material en bruto hasta sacar la pieza terminada.

Determinando el tipo de material que se va a utilizar, basado en las pruebas mencionadas en el capítulo anterior, se describe en todos los procesos para su elaboración.

#### 3.2 .- MATERIAL

El material que se utiliza tiene que ser bien seleccionado para la construcción de una flecha piñón de esta tipo. Se necesita un material de uso pesado que soporte la corrosión, que soporte los múltiples esfuerzos a los que se somete a la velocidad a la que gira, recordemos que estas trabajan en un tren de laminación.

Por experiencia en la fabricación de engranes voy a escoger un acero de cementación por sus múltiples cualidades. su bajo contenido de Carbono 'C', que contenga Cromo 'Cr' y Níquel 'Ni', para que tenga una buena resistencia al la corrosión. También el material debe de tener un comportamiento estable a la hora de templarse, en fin el mejor material que se tenga disponible.



Escogí el AISI-SAE 9310, entre el 4320, 4820 y el 8620, porque tiene mayor contenido de Cr y Ni, además es un material que es más estable en el temple, como lo muestra la gráfica .3.1

MATERIAL	COMPUESTOS	NIVELES %
9310 (c)	C	0.08 -0.13
	Mn	0.45 - 0.6
	P(max)	0.025
	S(max)	0.025
	Si	0.15 - 0.30
	Cr	1.00 - 1.40
	Ni	3.00 - 3.50
	Mo	0.08 - 0.15

Fig. 3.2

Este tipo de acero AISI-SAE-9310 es un acero de cementación recomendado para el uso rudo, como es el de estas flechas piñón, y resistentes a la corrosión por su alto contenido Cr (cromo) y Ni (níquel)

### 3.3 .- INSTRUCCIONES PARA EL MAQUINADO

#### • INTRODUCCIÓN

El maquinado de esta pieza no acepta ninguna clase de error, ya que se trata de una pieza de alta precisión, que se ve sometida a una variedad indescriptible de esfuerzos, temperatura, corrosión y velocidad, ya que estas piezas son de un molino de laminación de alambros a alta velocidad, son piezas que giran con carga a una velocidad de 8,000 a 10,000 r.p.m..

Las siguientes instrucciones son para el maquinado, y se enumeran por pasos:

#### • 3.3.1 - Forja burda del material.

Dejando sobrematerial para el decarburizado y un proceso de normalizado. En esta parte del proceso sólo se checan las dimensiones a metro y el peso de la pieza.

**Decarburizado.** Cuando una pieza es forjada, el material es calentado sobre su temperatura de deformación plástica, es golpeado por una forja de martillo, o presionado por una forja de prensa, para que éste se adapte a las dimensiones del dibujo. Como este material fue expuesto a un calentamiento y éste es transformado ya sea por golpes o presión, deja la capa exterior del diámetro irregular y quemada.

3.2 Primera operación de desbaste de la pieza ( Torno ).

Se delimitan todos los diámetros, con un sobre material mínimo de 5 mm de superficie para quitar la carburización o cementado.

En esta operación ya se efectúan todas las medidas a calibrador o Vernier.

3.3.3 Segundo proceso de normalizado.

Este se hace calentando la pieza a 950° C y se deja enfriar controladamente .

Este tratamiento térmico re-ordena el proceso de cristalización y refina el grano del material por fase de transformación, esto se hace con el fin de dejar el material en las mejores condiciones para el maquinado y evitar distorsiones en el material cuando éste se carbure y se temple.

3.3.4 - Segundo operación de desbaste (Torno).

Es un terminado de diámetro que va a ser dentado, y torneado de los demás diámetros dejando material suficiente para enderezar y rectificar, dejando sobrematerial de 0.5mm en diámetro.

Aquí ya es necesario que algunos diámetros estén lo bastante aproximados.

3.3.5 Generación de los dientes. -

Este se lleva acabo en máquinas especiales para la manufactura de engranes , se hace con el sistema "Hobb" que es un cortador especial que a la hora que va cortando el material, la mesa donde es asentado el piñón, va girando, es así que por rotulación se va creando la evolvente del diente, que es lo más importante en un engrane.

Las dimensiones en el corte del diente, tiene que ser las mismas que nos arrojan una serie de fórmulas que configuran la medida en block. Esto quiere decir que en una cantidad de dientes determinada, que se calcula, tiene que tener cierta medida longitudinalmente tomando como base el diámetro primitivo del engrane. Esta medida se toma con calibrador Vernier.

3.3.6 - Tratamiento térmico de cementación. -

La cementación de las piezas de construcción por difusión de carbono en la superficie mediante cementantes sólidos, líquidos o gaseosos, se usa ampliamente hoy en día, con el fin de lograr una mayor resistencia al desgaste.

Se utiliza un material bajo en su contenido de carbón para que así pueda variar su dureza. Como se mencionan antes, la dureza de un acero está directamente relacionada con el porcentaje de carbón que ésta posee, y el proceso de cementación agrega una capa superficial, la cual tiene cierta penetración en el material. Esta penetración de cementado se le da en el horno donde se le agrega y depende de la temperatura de la pieza y el tiempo a que esté sometida.

El acero de cementación combina una superficie dura y resistente al desgaste con un núcleo tenaz. Es éste el material más indicado para la fabricación de engranajes.

En la industria automotriz y de fabricación de maquinaria se utiliza en proporciones importantes esta clase de material.

La elección de las calidades más apropiadas depende de los distintos puntos de vista y de consideraciones de índole térmico-experimental, intervienen además, otros factores tales como dureza y tenacidad en el núcleo no carburado después del temple final, debiéndose prestar atención a la selección del medio de temple por razones de deformación. El incremento del contenido de carbón en el material, incrementa consistentemente la fuerza a la tensión y deformación y decrecientemente la elongación y reacción de área, no importa si el acero es rolado o templado (los rangos de temperatura de temple son los mismos). Sin embargo, hay una gran desventaja al incrementar el contenido de carbón:

Aceros al carbón muestran un incremento a la tendencia a la fractura o deformación en el temple, si el nivel de carbón rebasa el 0.35%. Por consecuencia, partes que van a ser hechas de un acero con nivel de carbón mayor del 0.35% deberán ser probados por fracturas a la hora del temple.

#### 3.3.7 Tercer operación de torno.

Consiste en remover la capa de cementación donde no lo requiera.

#### 3.3.8 .- Tratamiento térmico de temple y revenido.

Este deja la pieza a una dureza de 58-60 Hrc, en donde se deja la capa del cementado, y a una dureza de 30-35 Hrc en el núcleo y los vástagos.

Esto se da porque se removió la capa de cementación la cual contiene el carbón que determina la dureza del material, entonces queda dura a 58-60 Hrc en donde queda la cementación y a 30-35 Hrc en donde se retiró. Estas durezas se dan en un mismo temple, ya que en la pieza en ciertas secciones contiene mayor porcentaje de carbón y en el resto no.

#### 3.3.9 - Cuarta operación de torno.

Es el acabado y roscado de las puntas o extremos de la flecha.

#### 3.3.10 - Primera operación de fresado.

Aquí se hace lo que es el ojal y la cuerda.

#### 3.3.11 - Proceso de recubrimiento de Níquel (Ni) por (Níquel Electroless) en donde lo indica el diseño de la pieza.

Los depósitos de Níquel son procesos químicos en los que se deposita níquel autocatalíticamente aleado con más de 12% en peso de fósforo o más de 5% en peso de boro. Los depósitos de Níquel son producidos por reducción química de níquel sobre un sustrato metálico catalizado. Aunque los procesos no requieren corriente eléctrica (como los depósitos electrolíticos de níquel o cromo), el resultado es un revestimiento muy uniforme que tiene esencialmente una estructura densa y amorfa como depósito. Los depósitos son uniformes tanto para agujeros ciegos (sin salida), hilos, grietas, áreas internas, así como esquinas, bordes ángulos y partes planas. El depósito total obtenido puede ser reducido a tolerancias (entre 0.05 - 0.1 milésimas de mm).

Este depósito tiene una apariencia semi-brillante con un contenido de fósforo (% peso) 9-11, una dureza Rockwell C de 47 Hrc o una dureza Vickers (Hv 100) =500, una excelente resistencia a la corrosión en general.

El níquel, es conocido por su resistencia a la corrosión, buena conductividad eléctrica y elevadas propiedades de transmisión de calor.

#### 3.3.12 - Pre-rectificado de todos los diámetros exteriores.

En este paso lo que se hace es que se rectifica la superficie cilíndrica pero sin llegar a una medida de terminado, esto se hace con el fin de tener una referencia más exacta a la hora de centrar la pieza en la rectificadora de dientes.

En este paso el único control de calidad que pasa la flecha, es la medición con micrómetro en diferentes puntos del diámetro para checar dos cosas; 1º - que haya sobrematerial

2º- que los diámetros sean perfectamente cilíndricos para así alinear adecuadamente la flecha en la rectificadora.

3.3.13 - Rectificado de los dientes. Esta pieza además de rectificarse el perfil evolvente del diente, se le hace un rectificado adicional, éste es un alivio en la punta del diente. El rectificado de los dientes es para que este perfil o evolvente tenga un mejor acabado y consecuentemente un desempeño mejor al evitar fricciones y calentamiento entre los engranajes ya que el evolvente de las piezas que engranan es casi perfecto, entonces los dientes no deslizan sino que empujan: Este procedimiento del alivio en la punta del diente es especial para los engranes que giran a alta velocidad.

En este procedimiento el control se hace tomando con un micrómetro de platos la medición del espesor de los dientes en el círculo de paso, a ésta medida se le denomina: Medida en Block o de Wild Haber.

#### 3.3.14 - Control de la hélice y evolvente del dentado.

Esto es para controlar el ángulo que lleva la hélice y su evolvente, para asegurar el grado de precisión. Esto se lleva acabo con instrumentos de alta precisión como lo es el MAAG PH60.

Máquina que controla los parámetros de precisión del ángulo de la hélice, y la superficie de la evolvente del diente. Esta máquina fue diseñada construida y comercializada por la fábrica de engranes MAAG, la cual posee el liderato en la fabricación e inspección de engranes.

3.3.15 - Rectificado final de todos los diámetros.

Esto se lleva a cabo con las tolerancias que requiere el dibujo. El control se hace tomando medidas de los diferentes diámetros con micrómetro, verificando que los diferentes diámetros en la pieza estén dentro de tolerancia.

3.3.16 - Control de calidad total.

Aquí se revisa que todos los procedimientos de chequeo intermedio se hayan tomado, y que el auditor de Control de calidad vuelva a checar las medidas finales, ya sean diametrales o longitudinales.

**NOTA:**

Es importante saber que se lleva un control de calidad dimensional y de dureza después de cada uno de los procesos ya mencionados.

Este proceso incluye control de líquidos penetrantes para detectar si se encuentran algunas grietas en el material, y enseguida un control metrológico con un instrumento de alta precisión, dado que algunas medidas tienen tolerancias en milésimas de milímetro (0.001).

## **CAPITULO 4**

### **CONTROL DE CALIDAD**

#### **4.1.- CONCEPTO DE CONTROL DE CALIDAD.**

En la producción moderna industrial, la calidad de los productos se forma con la cooperación de muchas personas. Para cada producto, que se pretende lanzar al mercado, con la idea de la Ingeniería Inversa , debe reunir las funciones siguientes:

- ♦ Planeación del producto
- ♦ Diseño
- ♦ Compra de materiales
- ♦ Producción
- ♦ Inspección
- ♦ Servicio

Para fabricar productos de calidad, es necesario que dichas funciones den una respuesta equilibrada a los requerimientos del cliente.

Dichas funciones están especializadas y se encomiendan, como se menciona antes, a muchas personas por lo cual se requiere el trabajo de coordinar a estas personas, o sea la administración de la calidad .

Se diferencia del control de calidad estadístico que tiene como temas principales varios métodos como diagramas de control de inspección , como son la estadística, las gráficas de flujo, las gráficas de límites, etc.

A medida que se intensifica la división del trabajo y su especialización, a cada departamento se le exige llevar a cabo con toda seguridad el trabajo asignado y se le designa su propio objetivo que NO representa la meta final y por eso pierde relación y unidad con los otros departamentos.

El control de calidad en México debe de cambiar su línea y evolucionar.

1.- La inspección debe orientarse al ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

2.- El control de los procesos de producción debe orientarse al ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

3.- Debe asegurarse la calidad durante el desarrollo de un producto nuevo.

Históricamente, el sistema de aseguramiento de la calidad se inició como inspección completa.

La inspección es necesaria en donde existen muchos defectos pero, la inspección es sólo una parte del sistema de aseguramiento de la calidad el cual ha mejorado bastante con la introducción de varios nuevos métodos .

Sin embargo existen muchas compañías y personas que mal entienden creyendo que el aseguramiento de la calidad debe ser realizado solamente aumentando la inspección severamente pues piensan que la naturaleza humana es mala. Así ellos piensan que los muchos defectos ocurren en el departamento de producción y ponen todos sus esfuerzos para aumentar la inspección en esa área, siendo que en todas las áreas ocurren fallas del sistema las cuales repercuten directamente en el área de producción.

Consecuentemente en algunas compañías el departamento de inspección llega a representar un 15% del total de empleados lo cual eleva los costos notablemente.

Si se aumenta el porcentaje de inspección, toma más tiempo desglosar la información para los departamentos involucrados. Y en este caso la estratificación es insuficiente y los datos muy difíciles de usar para prevenir las repeticiones de defectos y también para analizar los procesos de control .

En este caso sí el departamento de producción realiza por si mismo su propia inspección, rápidamente se retroalimentará y se tomará la acción correctiva disminuyendo así el número de defectos .

Para los procesos de control orientados al aseguramiento de la calidad, es imposible ejecutar control de calidad solamente por el departamento de aseguramiento de la calidad, es necesaria la participación de los departamentos de ventas, mercadotecnia, ingeniería, producción, e incluso el cliente por medio de un servicio de campo, para conocer mejor sus necesidades y retroalimentarlas .

#### 4.2 .- CALIDAD PRIMERO

Si se pone énfasis sobre la calidad primero, las ganancias se verán incrementadas a largo plazo pero si se pone énfasis sobre las ganancias a corto plazo, se puede perder en términos de largo plazo a la respuesta internacional y se tendrán pérdidas a largo plazo.

Si el objetivo de la gerencia es calidad primero, los consumidores ganarán confianza gradualmente, los productos tendrán gran demanda y a largo plazo la ganancias se incrementarán, porque el producto reúne las características necesarias.

Si se pone énfasis en las ganancias, perdemos a largo plazo la respuesta al consumidor.

Si la calidad del diseño es mejorada esto traerá generalmente gastos. Pero la calidad del diseño debe de ser considerada bajo las condiciones que requiere el cliente y se sienta satisfecho con el producto .

Pero si la calidad de conformación es mejorada, los defectos son reducidos, los retrabajos, ajustes y costos de inspección también se reducirán y la productividad mejorará.

#### 4.3 .- CONCEPTOS.-

Aquí quedan asentados los principales conceptos en los que debe familiarizarse cualquier persona que trabaje en el ramo de calidad dentro de la empresa.

#### 4.4 .- CONTROL.-

La palabra control define directamente predictibilidad y confiabilidad .

#### 4.5 .- CALIDAD.-

Es el conjunto de propiedades que concurren en un objeto a través de los diferentes pasos de fabricación y que determinan que el objeto resulte útil o atractivo al cliente. O sea que hablando de productos manufacturados podemos decir que la palabra calidad en su significado simple es "calidad del producto" que es lo que requiere el cliente.

#### 4.6 .- CALIDAD DEL PRODUCTO.-

Es un grupo de características combinadas: calidad de ingeniería, calidad de trabajo, calidad de información, calidad de procesos, calidad de gerencia, calidad de personal, calidad de servicio, etc... Todo esto reúne en pocas palabras lo siguiente: **CALIDAD DE LA COMPAÑÍA ES IGUAL A LA CALIDAD DEL PRODUCTO.**

#### 4.7.- CONTROL DE CALIDAD.-

Es el sistema de evaluación que se le lleva a cabo a la producción ( selección del material, maquinado, selección de tratamiento térmico, etc.), venta (comercialización del producto, competitividad en precio) y servicio de artículos que satisfagan las exigencias del cliente.

#### 4.8.- CALIDAD DEL DISEÑO.-

El propósito de la buena calidad y la intención de la compañía es reflejada en ésta. El mejoramiento de la calidad del diseño es generalmente acompañado por un alto costo. Este costo se observa cuando el material de trabajo pase al área de producción, ahí es cuando los gastos se pueden observar, ya sea por horas hombre, máquina, o por gastos monetarios que se tengan que realizar para el cumplimiento del diseño.

#### 4.9.- CALIDAD DE CONFORMACIÓN.-

Es el grado al cuál un producto específico está conforme a la calidad del diseño, esto es de que la pieza no está en medida, pero no fuera de tolerancia. Las piezas de este tipo tienen rangos de tolerancia muy bajos, y si se sobrepasan, no consiguen el grado de conformidad.

#### 4.10.- CONFIABILIDAD.-

Es la habilidad o característica de una cosa (sistema, equipo, pieza, componente, etc.) de funcionar establemente durante un tiempo determinado.

#### 4.11.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

Puede expresarse como la seguridad dada al cliente de que adquirió un buen producto que podrá usar largo tiempo, satisfactoriamente. Como su nombre lo indica, aseguramiento de la calidad es un sistema que aplica ciertas técnicas o métodos que aseguran de una manera efectiva la calidad.

#### 4.12 - FALLA.-

El fin de la habilidad de un producto a realizar una función requerida. Es decir, como un ejemplo, la pieza en cuestión no soporta el nivel de carga impuesto sobre ella, y se comienza a despostillar, o hacer ruido a cierto número de RPM\*, etc. \*(Revoluciones Por Minuto)

##### a.- FALLA INICIAL.-

La falla de un artículo que aparece en un periodo corto de operación y que es causado por un diseño inadecuado (por ejemplo inconformidad con condiciones de uso), defectos de manufactura, procesos, etc...

**b.- FALLA FORTUITA.-**

La falla de un artículo que ocurre en forma imprevista un periodo de tiempo después de la falla inicial y antes del periodo de la falla por deterioro.

**c.- FALLA DE DETERIORO.-**

La falla de un artículo que ocurre como resultado a la fatiga de materiales o procesos mal aplicados, la probabilidad de falla se incrementa con el tiempo.

**d.- FALLA CATASTRÓFICA.-**

Es una falla que ocurre súbitamente y da como resultado la completa eliminación de las funciones requeridas.

**e.- FALLA DE DEGRADACIÓN.-**

Es una falla que ocurre gradualmente y da como resultado la completa eliminación de las funciones requeridas.

**4.13 .- INSPECCIÓN**

Inspección es la medición de la calidad del producto mediante la comparación de resultados, juzgando su conformidad con los estándares para determinar si el producto es aceptable o no. En otras palabras, "separar lo bueno de lo malo".

**4.14 .- CIRCULO DE CALIDAD.-**

Es un pequeño grupo de personas que voluntariamente ejecutan actividades de condiciones de Calidad dentro del área de trabajo a la que pertenecen.

## **CAPITULO 5**

### **COSTOS**

#### **5.1.- NATURALEZA Y CONCEPTOS FUNDAMENTALES**

La contabilidad de costos es un sistema de información que clasifica, acumula, controla y asigna los costos para determinar los costos y facilitar la toma de decisiones, la planeación y el control administrativo. La clasificación que se haga de los costos, como se planteará más adelante en este capítulo, depende de los patrones de comportamiento, actividades y procesos con los cuales se relacionan los productos. La clasificación dependerá del tipo de medición que se desea realizar. En general, los informes de costos nos indican el costo de un producto, de un proceso, de un proyecto especial, etc. Los informes de costos son muy útiles también para planeación y selección de alternativas ante una situación dada. Por lo anteriormente comentado podemos concluir que los objetivos de la contabilidad de costos son:

- 1) Generar informes para medir la utilidad, proporcionando el costo de ventas correcto .
- 2) Valuar los inventarios para el estudio de situaciones financieras.
- 3) Proporcionar reportes para ayudar a ejercer el control administrativo.
- 4) Ofrecer información para la toma de decisiones.
- 5) Generar información para ayudar a la administración o fundamentar la planeación de operación de las empresas

5.1.- Los informes clásicos que genera la contabilidad de costos facilitan que se cumpla con los primeros tres objetivos. Sin embargo, para poder colaborar con los dos últimos los datos de costos contenidos en los informes tradicionales tendrán que reclasificarse y reordenarse en función de la circunstancia específica que se esté analizando.

Algunos autores describen a la contabilidad de costos como un puente que une a la contabilidad financiera con la administrativa.

Las decisiones de los administradores implican una selección entre cursos de acción opcionales. Los costos juegan un papel muy importante en el proceso de la toma de decisiones. Cuando los valores cuantitativos pueden asignarse a las opciones, la administración cuenta con un

indicador acerca de cuál es la opción más conveniente desde el punto de vista de la obtención del máximo de utilidades para la empresa. Esto no representa necesariamente el único criterio de selección en la toma de decisiones; habrá factores cualitativos que pueden ser determinantes en la decisión.

En síntesis, podemos decir que la información cuantitativa sobre costos que debe incluirse en cada informe variará según la situación de la empresa, así como según los objetivos específicos de la administración. En general, podemos afirmar que el costo de cualquier acción o actitud dependerá del propósito o fin para determinar el costo.

El concepto de costo es uno de los elementos más importantes para realizar la planeación, el control y la toma de decisiones; adicionalmente, es un concepto que puede dar lugar a diferentes interpretaciones. De ahí la necesidad de manejar una definición correcta que exprese su verdadero contenido.

Por costo se entiende como la suma de erogaciones en que incurre una persona física o moral para la adquisición de un bien o de un servicio, con la intención de que genere ingresos en el futuro.

Los usuarios externos e internos de la información contable utilizan dicho concepto, siendo los últimos quienes lo aplican en forma más directa durante el proceso de toma de decisiones; por ejemplo, para determinar el lote óptimo de compra de inventarios es importante que se conozca el costo de mantener y ordenar dichos inventarios, de tal forma que al relacionarles se encuentre la cantidad óptima de pedido. Para determinar si conviene aumentar el plazo de crédito, se debe conocer el costo de oportunidad de los recursos necesarios para incrementar la inversión en cuentas por cobrar y este dato se compara a continuación con el aumento en utilidades proveniente del incremento de ventas por el cambio de políticas de crédito, y así estar capacitados para decidir si es conveniente cambiar esa política de crédito.

Un costo puede tener distintas características en diferentes situaciones, dependiendo del producto que genere:

**Costo-activo** cuando se incurre en un costo cuyo potencial de ingresos va más allá del potencial de un periodo (edificio, maquinaria, etcétera).

**Costo-gasto** es la porción del activo o el desembolso de efectivo que ha contribuido en el esfuerzo productivo de un periodo, que comparado con los ingresos que generó da por resultado la utilidad realizada en dicho periodo. Por ejemplo, los sueldos correspondientes a ejecutivos de administración, o bien la depreciación del edificio de la empresa correspondiente a ese año.

Costo - pérdida es la suma de erogaciones que se efectuó, pero que no generó los ingresos esperados, por lo que no existe un ingreso con el cual se puede comparar el sacrificio efectuado. Por ejemplo, cuando se incendia un equipo de reparto que no estaba asegurado.

## 5.2 . - CLASIFICACIONES DE COSTOS

Los costos pueden ser clasificados de acuerdo con el enfoque que se les dé. A continuación se mencionan los más utilizados.

### 5.2.1-

- A) Costos de producción - Los que se generan en el proceso de transformar la materia prima en productos terminados. Se subdividen en:
  - A1) Costos de materia prima - El costo de materiales integrados al producto. Por ejemplo, el acero para producir engranes, la malta utilizada para producir cerveza, el tabaco para producir cigarrillos, etc...
  - A2) Costos de mano de obra - El costo que interviene directamente en la transformación del producto. Por ejemplo, el sueldo del mecánico, del soldador, etcétera.
  - A3) Gastos indirectos de fabricación - Los costos que intervienen en la transformación de los productos, con excepción de la materia prima y la mano de obra directa. Por ejemplo el sueldo del supervisor, mantenimiento, energéticos, depreciación, etcétera.
- B) Costos de distribución o venta - Los que se incurren en el área que se encarga de llevar el producto, desde la empresa, hasta el último consumidor; por ejemplo: publicidad, comisiones, etcétera.
- C) Costos de administración .Los que se originan en el área administrativa, como pueden ser sueldos, teléfono, oficinas generales, etcétera. Esta clasificación tiene como finalidad agrupar los costos por funciones, lo cual facilita cualquier análisis que se pretenda realizar de ella.

### 5.2.2 De acuerdo con su identificación con una actividad, departamento o producto:

- A) Costos directos. Los que se identifican plenamente con una actividad, departamento o producto. En este concepto se cuentan el sueldo correspondiente a la secretaria del director de ventas, que es un costo directo para el departamento de

ventas; la materia prima es un costo directo para el producto, etcétera.

- B) Costo indirecto. El que no podemos identificar con una actividad determinada. Por ejemplo, la depreciación de la maquinaria, o el sueldo del director de producción respecto al producto.

Algunos costos son duales, es decir, son directos e indirectos al mismo tiempo. El sueldo del gerente de producción es directo para los costos del área de producción, pero indirecto para el producto. Como vemos, todo depende de la actividad que se esté analizando.

#### 5.2.3 De acuerdo con el tiempo en que fueron calculados:

- A) Costos históricos. Los que se produjeron en determinado periodo; los costos de los productos vendidos o los costos de los que se encuentran en proceso. Estos costos son de gran ayuda para predecir el comportamiento de los costos predeterminados.
- B) Costos predeterminados. Los que se estiman con base estadística y se utilizan para elaborar presupuestos.

#### 5.2.4 De acuerdo con el tiempo en que se cargan o se enfrentan a los ingresos:

- A) Costos de periodo. Los que se identifican con los intervalos de tiempo y no con los productos o servicios; el alquiler de las oficinas de la compañía, cuyo costo se lleva en el periodo en que utilizan las oficinas, al margen de cuándo se venden los productos.
- B) Costos del producto. Los que se llevan contra los ingresos únicamente cuando han contribuido a generarlos en forma directa; es decir, son los costos de los productos que se han vendido, sin importar el tipo de venta, de tal suerte que los costos que no contribuyeron a generar ingresos en un periodo determinado quedarán como inventariados.

#### 5.2.5 De acuerdo con el control que se tenga sobre la ocurrencia de un costo:

- A) Costos controlables. Aquéllos sobre los cuales una persona, a determinando nivel, tiene autoridad para realizarlos o no. Por ejemplo, los sueldos de los directores de ventas en las diferentes zonas son controlables para el director general de ventas; el sueldo de la secretaria, para su jefe inmediato, etcétera. Es importante hacer notar que, en última instancia, todos los costos son controlables a uno u otro nivel de la organización; resulta evidente que a medida que nos referimos a un nivel alto de la organización, los costos son más controlables. Es decir, la mayoría de los costos no

son controlables a niveles inferiores. Los costos controlables no son necesariamente iguales a los costos directos. Por ejemplo, el sueldo del director de producción es directo a su área pero no controlable para él. Estos costos son el fundamento para diseñar contabilidad por áreas de responsabilidad, o cualquier otro sistema de control administrativo.

- B) Costos no controlables. En algunas ocasiones no se tiene autoridad sobre los costos en que se incurre; tal es el caso de la depreciación del equipo para el supervisor, ya que el costo por depreciación fue

#### 5.2.6 De acuerdo con su comportamiento:

- A) Costos variables: Los que cambian o fluctúan en relación directa a una actividad o volumen dado. Dicha actividad puede ser referida a producción, o ventas: la materia prima cambia de acuerdo con la función de producción, y las comisiones de acuerdo con las ventas.
- B) Costos fijos. Los que permanecen constantes dentro de un periodo determinado, sin importar si cambia el volumen; por ejemplo: los sueldos, la depreciación en línea recta, alquiler del edificio. Dentro de los costos fijos tenemos dos categorías:
  - B1) Costos fijos discretos. Los susceptibles de ser modificados, por ejemplo: los sueldos, alquiler del edificio, etc...
  - B2) Costos fijos comprometidos. Los que no aceptan modificaciones y también son llamados costos sumergidos; por ejemplo: la depreciación de la maquinaria.
- C) Costos semivariables o semifijos. Están integrados por una parte fija y una variable; el ejemplo típico son los servicios públicos, luz, teléfono, etc...
- D) Características de los costos fijos y variables.
  - D1) Características de los costos fijos:
    - D1.1) Grado de control (controlabilidad): todos los costos fijos son controlables respecto a la duración del servicio que prestan a la empresa.
    - D1.2) Están relacionados estrechamente con la capacidad instalada: los costos fijos resultan del establecimiento de la capacidad para producir algo o para realizar alguna actividad. Lo importante es que dichos costos no son afectados por cambios de la actividad dentro de un tramo relevante.

- D1.3) Están relacionados con un tramo relevante: los costos fijos deben estar relacionados con un intervalo relevante de actividad. Permanecen constantes en un amplio intervalo que puede ir desde cero hasta el total de la actividad. Para cualquier tipo de análisis sobre el comportamiento, es necesario establecer el nivel adecuado.
- D1.4) Regulados por la administración: la estimación de muchos costos fijos es fruto de las decisiones específicas de la administración. Pueden variar dependiendo de dichas decisiones (costos fijos discrecionales).
- D1.5) Están relacionados con el factor tiempo: muchos de los costos fijos se identifican con el transcurso del tiempo y se relacionan con un periodo contable.
- D1.6) Son variables por unidad y fijos en su totalidad.
- D2 Características de los costos variables:
  - D2.1) Grado de (controlabilidad): son controlados a corto plazo
  - D2.2) Son proporcionales a una actividad: los costos variables fluctúan en proporción a una actividad, más que a un periodo específico. Tienen un comportamiento lineal relacionado con alguna medida de actividad.
  - D2.3) Están relacionados con un tramo relevante: los costos variables deben estar relacionados con una actividad dentro de un tramo normal o categoría relevante de actividad; fuera de él puede cambiar el costo variable unitario.
  - D2.4) Son regulados por la administración: muchos de los costos variables pueden ser modificados por las decisiones de la gerencia.
  - D2.5) Los costos en total son variables y unitarios, son constantes. Esto es reconocer el efecto que sobre el total de los costos tiene la actividad.

5.2.7 De acuerdo con su importancia para la toma de decisiones:

- A) Costos relevantes. Se modifican o cambian dependiendo de la opción que se adopte; también se les conoce como costos diferenciales. Por ejemplo, cuando se produce la demanda de un pedido especial habiendo capacidad ociosa; en este caso los únicos costos que cambian si aceptamos el pedido, son los de materia prima, energéticos, fletes, etcétera. La depreciación del edificio permanece constante, por lo

que los primeros son relevantes, y el segundo irrelevante para tomar la decisión.

- B) Costos irrelevantes. Aquéllos que permanecen inmutables, sin importar el curso de acción elegido. Esta clasificación nos ayudará a segmentar las partidas relevantes e irrelevantes en la toma de decisiones.

#### 5.2.8 De acuerdo al sacrificio en que se ha incurrido

- A) Costos desembolsables. Aquéllos que implicaron una salida de efectivo, motivando a que puedan registrarse en la información generada por la contabilidad. Dichos costos se convertirán más tarde en costos históricos; los costos desembolsables pueden llegar o no a ser relevantes al tomar decisiones administrativas. Un ejemplo de un costo desembolsable es la nómina de la mano de obra que se tiene actualmente.
- B) Costo de oportunidad. Aquél que se origina al tomar una determinada decisión, y provocando la renuncia a otro tipo de alternativa que pudiera ser considerada al llevar a cabo la decisión. Un ejemplo de costo de oportunidad es el siguiente: la empresa X tiene actualmente 50% de la capacidad de su almacén ocioso y un fabricante le solicita alquilar dicha capacidad ociosa por \$ 120 000 anuales. Al mismo tiempo, se presenta la oportunidad a la empresa de participar en un nuevo mercado, lo cual traería consigo que se ocupara el área ociosa del almacén.

#### 5.2.9 De acuerdo con el cambio originado por un aumento o disminución en la actividad:

- A) Costos diferenciales. Los aumentos o disminuciones en el costo total, o el cambio en cualquier elemento del costo, generado por una variación en la operación de la empresa.

Estos costos son importantes en el proceso de la toma de decisiones, pues son ellos quienes mostrarán los cambios o movimientos sufridos en las utilidades de la empresa ante un pedido especial, un cambio en la composición de líneas, un cambio en los niveles de inventarios, etcétera.

- A1) Costos decrementales. Cuando los costos diferenciales son generados por disminuciones o reducciones en el volumen de operación, reciben el nombre de costos decrementales. Por ejemplo, al eliminarse una línea de la composición actual de la empresa se ocasionarán costos decrementales, como consecuencia de dicha eliminación.

- A2) Costos incrementales. Aquéllos en que se incurre cuando las variaciones en los costos son ocasionadas por un aumento en las actividades u operaciones de la empresa; un ejemplo típico es la consideración de la introducción de una nueva línea a la composición existente, lo que traerá como consecuencia la aparición de ciertos costos que reciben el nombre de incrementales.
- B) Costos sumergidos. Aquéllos que, independientemente del curso de acción que se elija, no se verán alterados; es decir, van a permanecer inmutables ante cualquier cambio. Este concepto tiene relación estrecha con lo que ya se ha explicado acerca de los costos históricos o pasados, los cuáles no se utilizan en la toma de decisiones. Un ejemplo de ellos es la depreciación de la maquinaria adquirida. Si se trata de evaluar la alternativa de vender cierto volumen de artículos con capacidad ociosa a precio inferior del normal, es irrelevante tomar la depreciación en cuenta.

#### 5.2.10 De acuerdo con su relación a una disminución de actividades:

- A) Costos evitables. Aquéllos plenamente identificables con un producto o un departamento, de tal forma que si se elimina el producto o el departamento, dicho costo se suprime; por ejemplo, el material directo de una línea que será eliminada del mercado.
- B) Costos inevitables. Aquéllos que no se suprimen, aunque el departamento o producto sea eliminado de la empresa; por ejemplo, si se elimina el departamento de ensamble, el sueldo del director de producción no se modificará.

Las clasificaciones enunciadas son las principales; sin embargo, pudieran haber otras que dependerán del enfoque sobre el cuál se porta para llevar a cabo una nueva clasificación.

Todas las clasificaciones son importantes; pero sin duda alguna, la más relevante es la que clasifica los costos en función de su comportamiento, ya que ni las funciones de planeación y control administrativo, ni la toma de decisiones, pueden realizarse con éxito si se desconoce el comportamiento de los costos. Además, ninguna de las herramientas que integran la contabilidad administrativa puede aplicarse en forma correcta, sin tomar en cuenta dicho comportamiento.

En este capítulo tomo la conclusión que los costos que más influyen en la fabricación de esta pieza, son tres:

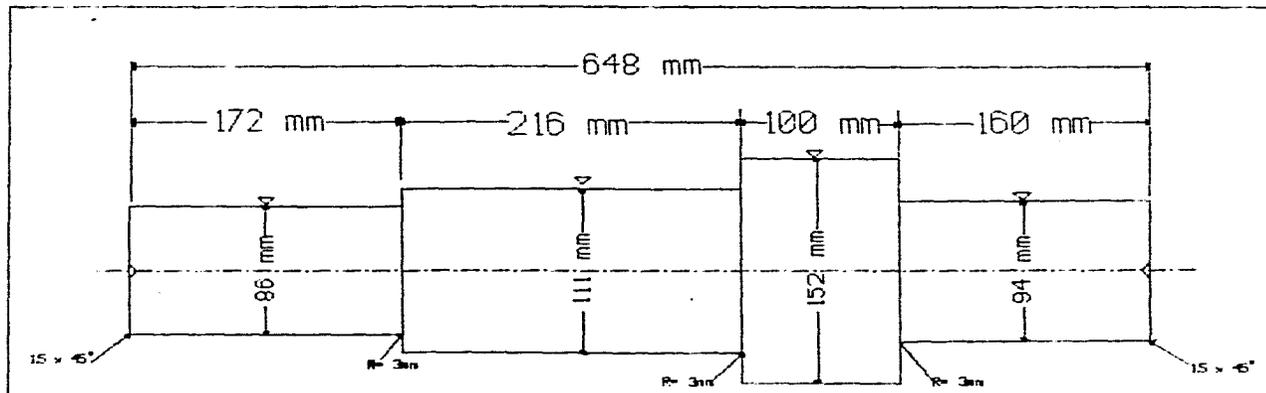
- 1.- Los costos fijos, que son las erogaciones que se hacen, por ejemplo, para pagar los sueldos de los empleados, la depreciación del edificio y de la depreciación de la maquinaria.
- 2.- Los costos variables, que cambian en relación directa a un número de piezas a fabricar, dado que el costo de la materia prima esta en función del mismo volumen.
- 3.- Los costos semifijos que son los gastos que se tienen que hacer para poder producir y vender , como son la luz ,el teléfono, las herramientas, etc...

Entonces concluyo que si se tiene a estos tres tipos de costos bajo control se va a obtener una ganancia, en el no exagerar en ninguno de estos tres tipos de gastos ya mencionados, para así reflejar en una utilidad satisfactoria.

## **CAPITULO 6**

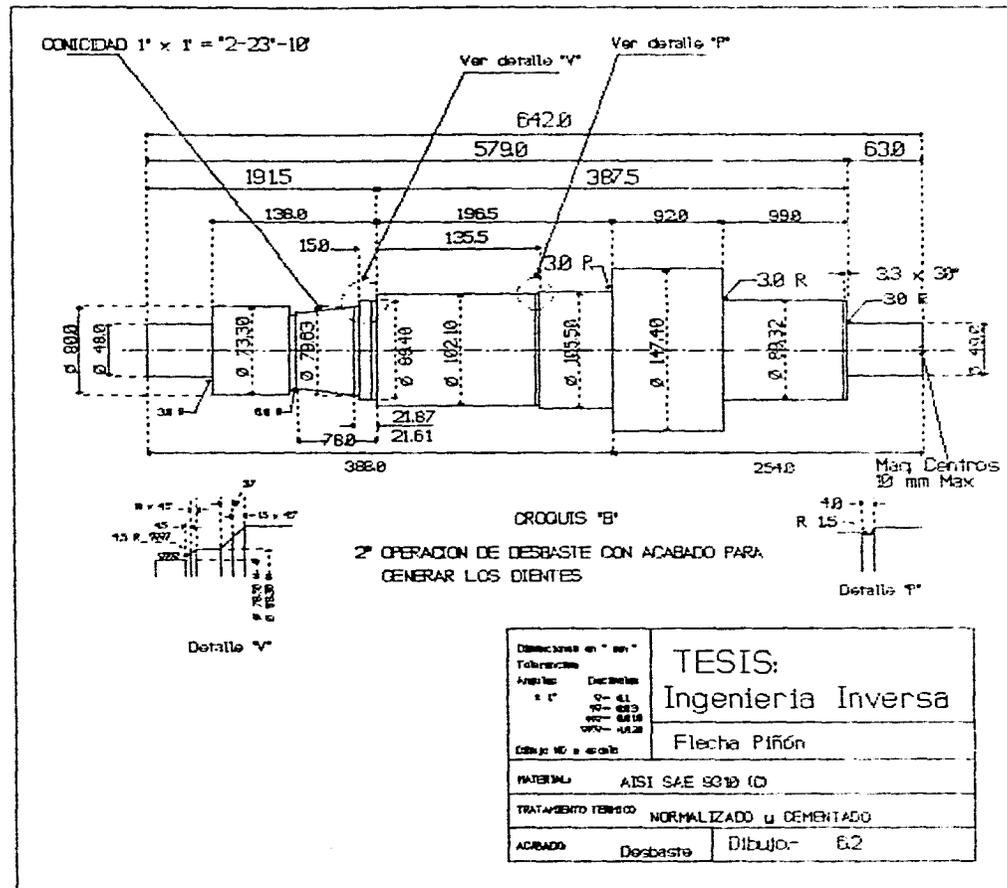
### **DIBUJOS**

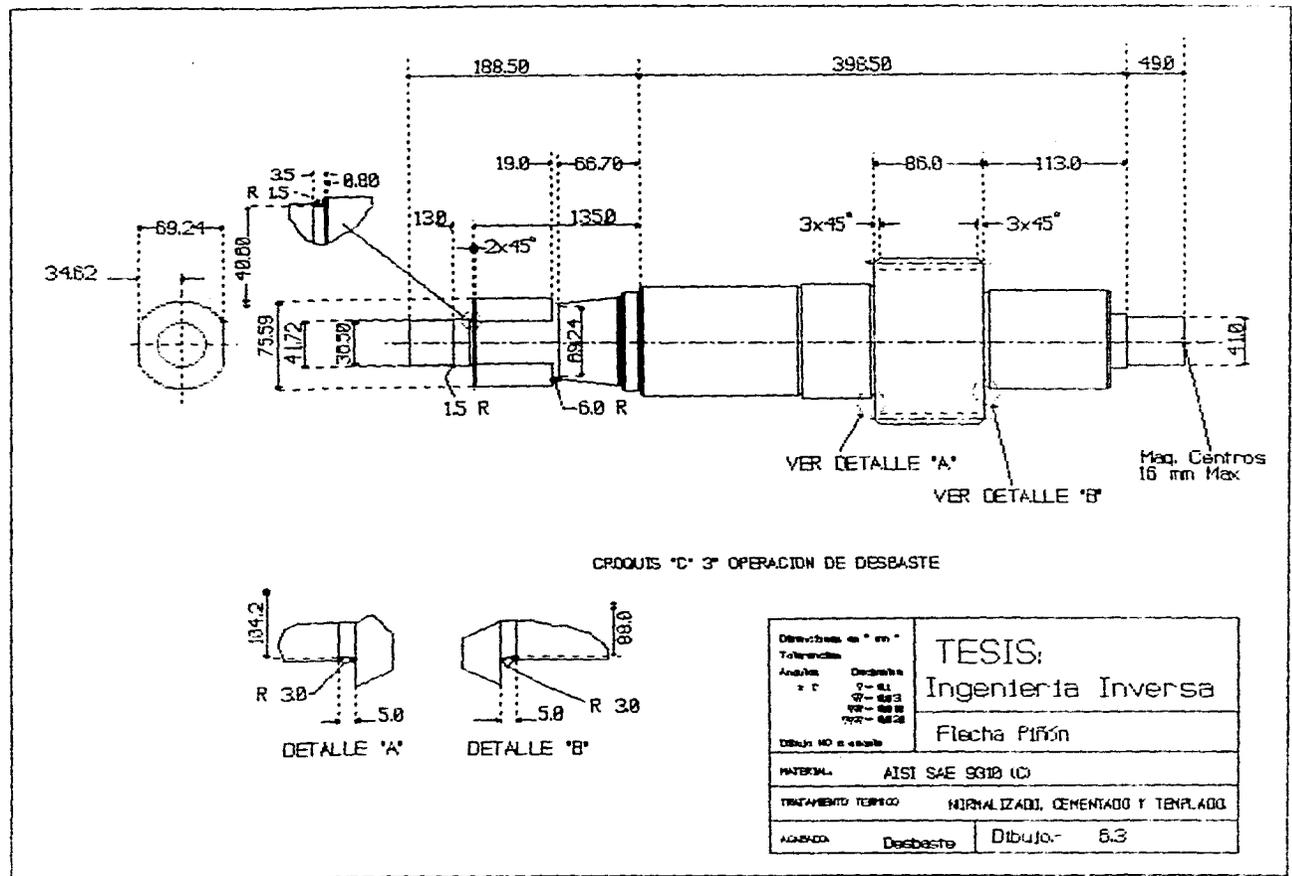
- 6.1 .- Primer desbaste antes de normalizar. En este dibujo la pieza de material forjado se le da el primer desbaste, un mero acercamiento a las medidas, y así ésta pueda ser normalizada y retirar todos los esfuerzos y tensiones que el material trae de forja, por el mismo proceso de calentamiento y presión o golpes para darle forma.
- 6.2 .- Croquis antes del cementado. En este dibujo la pieza se va detallando más, se le empiezan a hacer ranuras y radios, pero sigue siendo un segundo desbaste porque después van a variar sus diámetros.
- 6.3 .- Croquis antes del tratamiento térmico. En este dibujo la pieza ya se le generaron los dientes y en el torno se tocan o maquinan los diámetros que no van a requerir una dureza específica, quitando la capa de cementación, después se maquinan ranuras, los radios y los planos.
- 6.4 .- Croquis antes del niquelado. En este dibujo ya después del tratamiento térmico "Temple y Revenido" se prepara una de las puntas con sobrematerial en las roscas y en los diámetros . Del otro lado se comienza a hacer la rosca , cuñero y muescas.
- 6.5 .- Dibujo de terminado. En este dibujo muestra los diámetros y longitudes finales de la pieza.

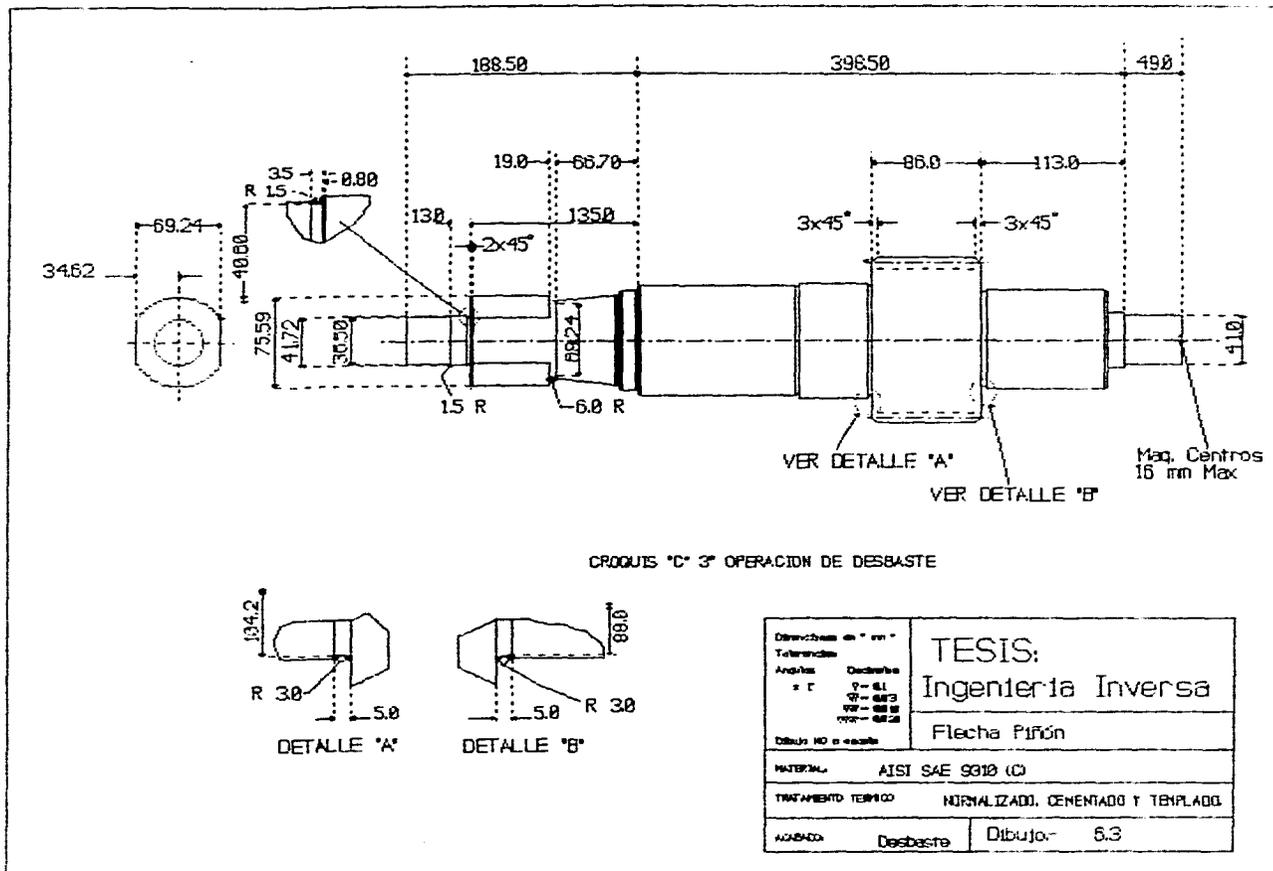


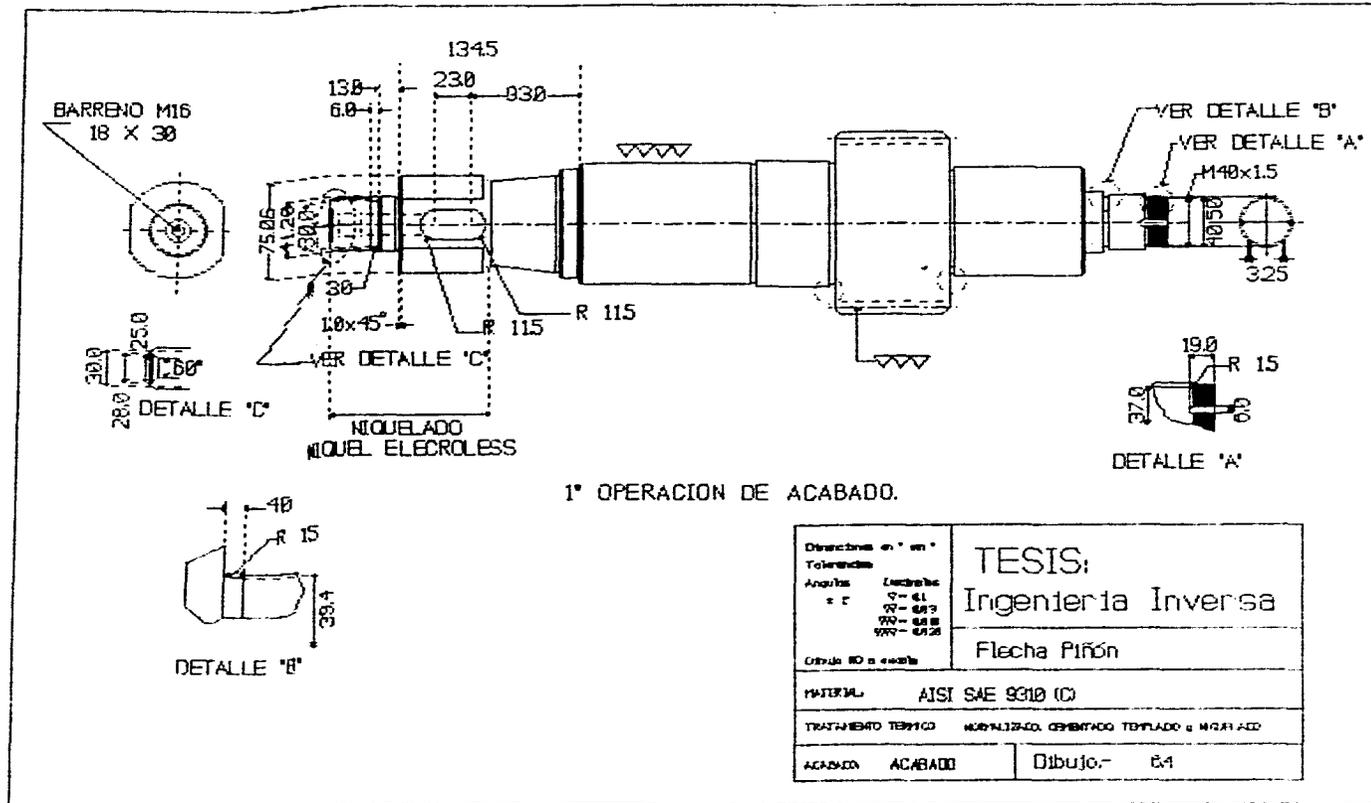
CROQUIS "A" 1ª OPERACION DE DESBASTE ANTES DE NORMALIZAR

Dimensiones en "mm"		TESIS :
Tolerancias		
Angulos	Decimales	Flecha Piñón.
= 7	0.1	
	0.03	
	0.010	
	0.008	
Dibujo NI a Escala		
Material:	AISI SAE 9310(C)	
Tratamiento Térmico	Normalizado 950°	
Acabado	Desbaste	Dibujo: 6.1

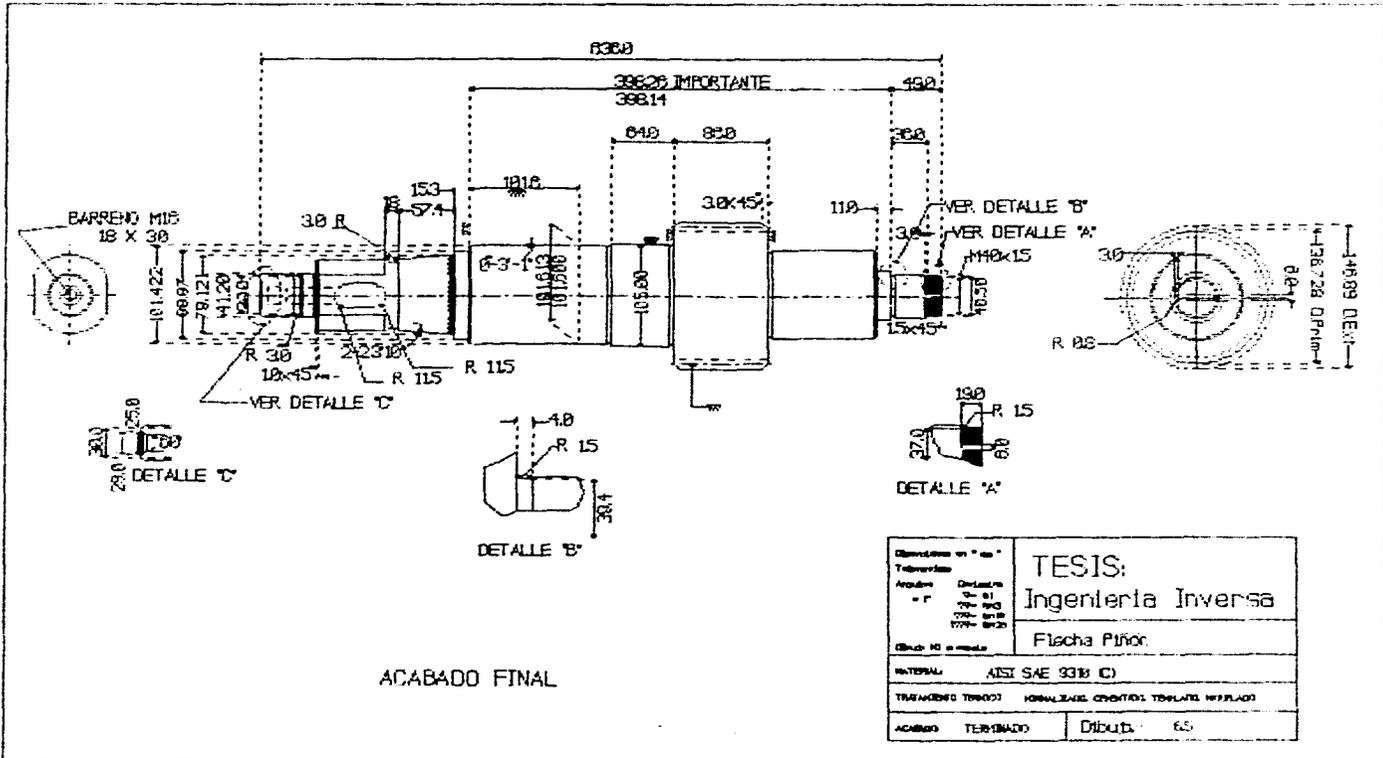








Dimensiones en " mm "	TESIS: Ingeniería Inversa
Tolerancias	
Angulos	Fecha Piñón
± "	
Uso de 10 a escala	
MATERIAL	AIISI SAE 9310 (C)
TRATAMIENTO TERMICO	NORMALIZADO, GRABADO, TEMPLADO e NIQUELADO
ACABADO	ACABADO
Dibujo	64



Tesis: Ingeniería Inversa	
Flecha Piñón	
MATERIAL: AISI SAE 9310 (C)	
TRATAMIENTO TÉRMICO: NORMALIZADO, OBTENIDO, TRIPULADO, REFRIADO	
ACABADO: TERMINADO	Dibujó: E.S.

## **CONCLUSIONES**

Lo que esta tesis "Ingeniería Inversa de una Flecha piñón" trata de demostrar, es que estas técnicas de investigación, trabajo y sistema de producción, pueden ser útiles en países en vías de desarrollo.

La industria pesada de México generalmente tiene instalados equipos extranjeros y al momento de efectuar algún tipo de mantenimiento preventivo o correctivo, recurre a la importación de piezas de repuesto. Lo que trata esta tesis es la incorporación de la pequeña o mediana industria nacional para dar servicio de mantenimiento a las grandes corporaciones substituyendo fugas de capital y de conocimientos.

Con la filosofía de la Ingeniería Inversa se toman como base tecnologías para crear a base de investigación, un producto de igual o mejor calidad por medio de la extracción de datos de diseño y de operación. Esto sirve como una técnica de enseñanza que imparte personal calificado que ya investigó la pieza, a trabajadores no capacitados, generando recursos humanos que entiendan esta nueva tecnología.

A través de grupos de trabajo, con la ayuda de libros, manuales o cualquier tipo de literatura al respecto de la pieza a substituir y analizando dudas, se llega a resultados concretos.

El método aquí presentado para extraer datos de una Flecha Piñón puede ser utilizado en piezas similares con problemas de substitución.

BIBLIOGRAFÍA

AUTOR	TITULO	EDITORIAL	AÑO
Darte W. Dudley	Manual de Engranajes	C.E.C.S.A	1980
David Noel Ramirez Padilla	Contabilidad Administrativa	Mc Graw Hill	1989
Joseph E Shingley Larry D. Mitchell	Diseño en ingeniería Mecánica	Mc Graw Hill	1986
William H. Cubbert Bruce P. Brad	Metals Handbook Ninth Edition	American Society For Metals	1978
Manual	Prager Gear Seminar	Prager Incorporated	1989