

115



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN

**“PROYECTO DE MEJORA EN EL  
DEPARTAMENTO DE HABILITACIÓN DE  
ACERO EN UNA PLANTA ESTAMPADORA,  
UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DEL  
CICLO DE DEMING”**

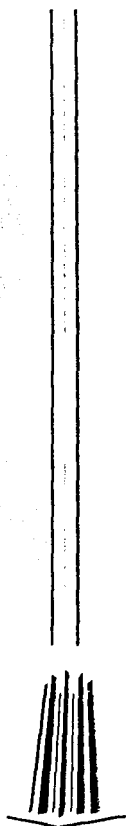
**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO  
ÁREA INDUSTRIAL  
P R E S E N T A:  
**JAIME EDUARDO YOUSHMATZ SOTOMAYOR**

ASESOR:  
ING. FEDERIQUE JAUREGUI RENAUD

MÉXICO

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

2002





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.

## AGRADECIMIENTOS

**A MI PADRE DIOS:** Por darme la vida, lo que soy, por permitirme alcanzar esta meta, por su cariño, por estar siempre a mi lado y por tantas bendiciones recibidas.

**A MI PADRE "Don Manuel":** Por enseñarme a ser trabajador, sencillo y por las enseñanzas positivas que me han ayudado en el camino de la Vida, que Dios te bendiga y te tenga en su santa Gloria.

**A MI SANTA MADRE ELODIA:** Con todo mi cariño te dedico este trabajo madrecita, hoy se hace realidad esta promesa que te realice cuando te fuiste de nuestra presencia, yo se que desde donde estas nos sigues bendiciendo, te extraño mucho, gracias por todo el cariño recibido y tus enseñanzas, por que nos condujiste por el camino de Dios y del Amor, por estar en tú corazón, siempre agradeceré a Dios que me haya dado una Madre ejemplar como Tú.

**MI ESPOSA ELVIA:** Por respaldarme siempre con tenacidad, por ayudarme a ser fuerte en momentos débiles, contigo he aprendido muchas cosas, gracias por ser la compañera de mi vida, por darme a mis dos hermosos hijos: Eduardo y Omar Alejandro.

**MIS HERMANOS:** Genoveva, Manuel, Héctor y Gérman, que en diferentes momentos de la vida me han apoyado en diferentes formas y magnitudes.

**A MIS MAESTROS:** En especial a mi maestro y amigo el Ing. Jáuregui Por todo el apoyo recibido y orientación para el presente trabajo, así como a la maestra Irma Velásquez.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**PROYECTO DE MEJORA EN EL DEPARTAMENTO DE HABILITACIÓN  
DE ACERO EN UNA PLANTA ESTAMPADORA, UTILIZANDO LA  
METODOLOGÍA DEL CICLO DE DEMING**

## ÍNDICE

	Página
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>OBJETIVO</b>	2
<b>CAPITULO 1. Ciclo de Deming</b>	3
<b>CAPITULO 2. Las 7 Herramientas básicas de calidad</b>	5
2.1 Diagrama de Pareto.	5
2.2 Diagrama Causa - Efecto.	7
2.3 Histograma.	8
2.4 Estratificación.	10
2.5 Hoja de Verificación o Recolección de Datos	12
2.6 Diagrama de Dispersión.	13
2.7 Gráficos de Control.	14
<b>CAPITULO 3. Camino a la Mejora</b>	20
3.1 Conceptos Generales	20
3.2 Problemas y Proyectos	22
3.3 Los 8 Pasos del camino a la mejora	24
<b>CAPITULO 4. Caso práctico (Como documentar un Camino a la mejora)</b>	36
Definición del problema	36
Paso 1: Determinar el proyecto	38
Paso 2: Describir el Problema	43
Paso 3: Analizar las causas	45

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

	Índice
Paso 4: Establecer contramedidas	56
Paso 5: Ejecutar contramedidas	57
Manejo del acero	57
Corte del Acero	58
Almacenaje del Acero	65
Lay Out Propuesto	67
Paso 6: Verificar o Medir los resultados	68
Paso 7: Mantener Estándares	75
Paso 8: Definir nuevos Proyectos	78
<b>CAPITULO 5. Inversiones</b>	79
5.1 Inicial Estimada	79
5.2 Final Real	80
5.3 Comparación	83
<b>Conclusiones</b>	84
<b>Bibliografía</b>	85

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# INTRODUCCIÓN

Para la fabricación de una parte estampada es necesario en primer lugar alimentar a una prensa (habilitar), y existen 2 métodos para realizarlo:

El primero es: El proceso continuo donde se utilizan rollos o cintas, en donde un alimentador (neumático o hidráulico) será el encargado de abastecer de material a la prensa, dicho alimentador será seleccionado dependiendo principalmente del ancho del rollo o cinta, así como su tonelaje a utilizar.

El Segundo método es: El proceso por medio de hojas o Blanks, donde es alimentada la prensa de forma manual o con el apoyo de un robot utilizando cuadrados, rectángulos o formas caprichosas (blanks) con el apoyo de un troquel de corte de silueta.

Para ambos casos será necesario un lugar donde almacenar los rollos de forma segura, fácil de extracción, colocación y poder visualizar los rollos de acero.

Así mismo será necesario en el caso de los blanks poder almacenarlos mientras esperan para ser procesados en la prensa o proceso correspondiente, por lo que es necesario otro lugar en donde de igual forma que los rollos sean fáciles de alcanzar, identificar, inventariar, manejar para evitar tiempos muertos en las líneas de estampado.

Para el corte de la lámina de rollo a hoja es necesario una máquina llamada "Línea de Corte" en donde se compone principalmente de los siguientes elementos:

- Carro porta rollo
- Desenrollador
- Enderezador (también se puede utilizar un nivelador de precisión)
- Fosa
- Alimentador
- Cizalla o Troquel para corte de silueta
- Estibador

Todo lo anterior requiere de una distribución de planta en donde se eviten los transportes innecesarios al máximo, por lo que siempre es conveniente un Lay Out lógico.

El presente proyecto nace considerando el incremento en la demanda de nuestros clientes y revisando las condiciones actuales en que se encuentra la maquinaria y el equipo del departamento de corte de acero, se crea la necesidad de incrementar nuestra capacidad instalada, así como optimizar el área de almacenaje (rollos y atados) y desarrollando la mejor distribución en el Lay Out.

## OBJETIVO

El presente trabajo tiene como objetivo lograr producir los nuevos requerimientos de producción, realizando un proyecto integral que se desarrolla desde:

- La forma en que llega la materia prima en plataformas (trailers) y como será su descarga.
- El manejo de materiales (grúa, cadenas, montacargas).
- Almacenaje de la materia prima y el material habilitado.
- Realizar análisis de factibilidad para la adquisición de equipo nuevo o bien mandar el acero a maquila exterior.
- Definición de proveedores de servicios y equipos.
- Realización de mejoras como son: la optimización del espacio para almacenar el material cortado, diseño de racks, mejora en Lay out.
- Adquisiciones de maquinaria y equipo.
- Capacitación a operarios en el caso de la adquisición de equipos nuevos.
- Hasta la Puesta en marcha del proyecto completo.

Todo lo anterior con la finalidad de ofrecer a nuestros clientes Externos e internos (5 líneas de Prensas) productos con calidad y entregas justo a tiempo.

Este proyecto será desarrollado bajo una metodología predeterminada, en este caso será utilizado El Ciclo de Deming y la Mejora Continua.

# Capítulo 1. Ciclo de Deming



THE W. EDWARDS DEMING INSTITUTE

*W. Edwards Deming*

El Dr. Deming (1900-1993) es uno de los gurús de la Calidad más conocido en los sectores de la industria.

Nacido en Octubre de 1900 en Sioux (EE.UU), consiguió su doctorado en física matemática en 1928. Trabajó posteriormente en el US Government Service varios años, especialmente en técnicas estadísticas de muestreo. Se interesó principalmente en los trabajos realizados por Walter Shewhart y consideró que sus principios podían ser aplicados a "procesos de no-fabricación".

Trabajó en la oficina Nacional del Censo y consiguió mejorar la productividad seis veces más en algunos procesos. Como resultado, Deming empezó a impartir cursos de estadística para explicar sus métodos.

Después de la guerra fue enviado al Japón como consejero del censo japonés. Estuvo vinculado a la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses (JUSE).

A comienzos de los años cincuenta formó a ingenieros y altos directivos, incluyendo en sus conferencias principios ahora reconocidos tales como la TQM, o calidad en toda la empresa.

## ¿Cuáles son las 14 recomendaciones de Deming?

1. Crear constancia en el propósito de mejorar el producto y servicio.
2. Adoptar la nueva filosofía y la nueva era económica.
3. No realizar más inspecciones masivas.
4. Acabar con la práctica de adjudicar contratos de compra basándose exclusivamente en el precio.
5. Mejorar continuamente y por siempre el sistema de producción y servicio
6. Establecer una mejor capacidad de trabajo.
7. Establecer el liderazgo.
8. Emplear técnicas estadísticas para descubrir cuáles son las causas de pérdida.
9. Fomentar una comunicación abierta y bidimensional.
10. Derribar las barreras que haya entre áreas staff.
11. Eliminar los slogans y propagandas para reforzar la productividad, a menos que con éstos se llegue a la formación.
12. Establecer una formación básica en estadística en todos los niveles.
13. Establecer un programa que permita la constante formación del personal, con idea de aprender nuevas destrezas.
14. Crear una estructura en la alta gerencia que pugne día a día por la continua mejora de la calidad.

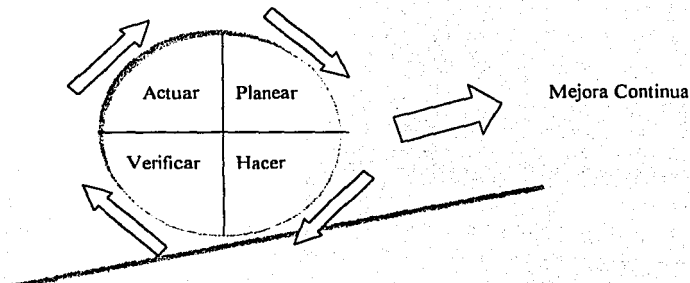


### Las siete enfermedades mortales

1. Falta de constancia en el propósito.
2. Énfasis en las utilidades a corto plazo.
3. Evaluación del desempeño, clasificación según el mérito o análisis anual.
4. Movilidad de la alta gerencia.
5. Manejar una compañía sólo basándose en cifras visibles.
6. Costos médicos excesivos.
7. Costos excesivos de garantía.

Para el desarrollo de este proyecto se utilizará la metodología del ciclo o círculo de Deming, conocido también como "El camino a la Mejora", el cual describiremos a continuación.

### CÍRCULO DE DEMING



**El círculo de Deming**, muestra toda una filosofía que muestra la forma de ir consiguiendo la mejora continua. Es decir,

1. Planear (Plan) : Por medio de unos datos, se planifica la forma de actuar.
2. Hacer (Do) : Pone en marcha acciones concretas.
3. Verificar (Check): Se miden los resultados del punto 2.
4. Actuar (Act) : Se ajustan los posibles fallos y se vuelve a planificar, actuar, controlar y ajustar y así sucesivamente.

Se trata de un círculo que va ascendiendo mediante constantes ajustes hacia la excelencia o Mejora continua que necesita ser revisado constantemente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Capítulo 2. Las siete herramientas básicas de calidad

Hoy en día el concepto de **CALIDAD** desempeña un papel muy importante en todos los aspectos de la sociedad. En las naciones desarrolladas o de 1er. mundo, este concepto ha sido utilizado desde hace varios años en sus planes y programas políticos, económicos y sociales, que les han permitido alcanzar el nivel mundial de que ahora gozan.

Para el futuro económico y social de nuestro país, es de vital importancia que dentro de los sectores productivos, se implemente a pasos agigantados la aplicación de un proceso de cambio tendiente a mejorar la calidad de los procesos, productos y servicios.

Uno de los medios para iniciar con este proceso de cambio, es la incorporación dentro de nuestros sistemas de trabajo, de los conceptos de Calidad Total, con el objetivo fundamental de mejorar nuestros productos y/o servicios y de poder ser competitivos, no solo tratando de permanecer en el mercado, sino para llegar a alcanzar un plano de vanguardia en nuestro país y a nivel mundial.

### 2.1 EL DIAGRAMA DE PARETO

En una empresa existen muchos problemas que esperan ser resueltos o cuando menos atenuados. Cada problema puede deberse a varias causas diferentes. Es posible e impráctico pretender resolver todos los problemas o atacar todas las causas al mismo tiempo.

Es lógico que un proyecto de mejora tenga mayor probabilidad de éxito, si está bien balanceado. En este sentido, es necesario escoger un problema importante y atacar la causa más relevante. La idea es escoger un proyecto que pueda alcanzar la mejora más grande con el menor esfuerzo.

El Diagrama de Pareto, conocido como "**LEY 80 - 20**" o "**POCOS VITALES, MUCHOS TRIVIALES**". Este principio reconoce que unos pocos elementos ( el 20 % ) generan la mayor parte del efecto ( el 80 % ), el resto generan muy poco del efecto total.

Por ejemplo :

- Que el 20 % de los clientes representan el 80 % de las ventas
- Que el 20 % de los productos defectuosos representan el 80 % de los costos debidos a fallas.
- Que el 20 % de los clientes que pagan al ultimo representan el 80 % de la cobranza.

Gráfica que representa en forma ordenada la ocurrencia de mayor a menor de factores a estudio, tales como : Fallas, Defectos, etc.

Este diagrama es el primer paso para la realización de mejoras ya que representa todos los problemas o factores de un sistema o proceso.

### Elaboración de un diagrama de pareto

1. Clasifique los factores a analizar de acuerdo a su tipo : defectuosos, fallas, defectos, dañados, etc. de acuerdo a su hoja de datos. ( La hoja de datos debe contener esta clasificación )
2. Construir una tabla
3. Los diagramas de pareto nos muestran los resultados o efectos de las mejoras realizadas y sirven , también , para confirmar su impacto.

#### EJEMPLO :

En una fábrica de ropa el Ingeniero de Calidad está interesado en investigar la calidad de las prendas de vestir, para ello se registran los diferentes tipos de defectos encontrados en la inspección final. Los datos de los últimos cuatro días del primer turno se muestran en la tabla siguiente:

H,H,HC,MM,T,M,O,C,M,T,H,T,C,H,H,H,T,H,O,H,,H,H,C,M,C,T,T,H,H,C,H,H,O,M,H  
 H=DEFECTO DE HILO                      T=DEFECTO DE TELA                      C=DEFECTO DE COSTURA  
 O=DEFECTO DE CORTE                      M=DEFECTO DE MONTAJE

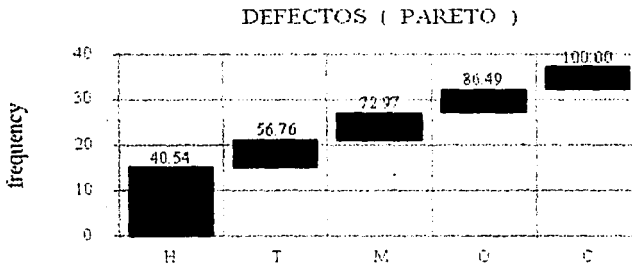
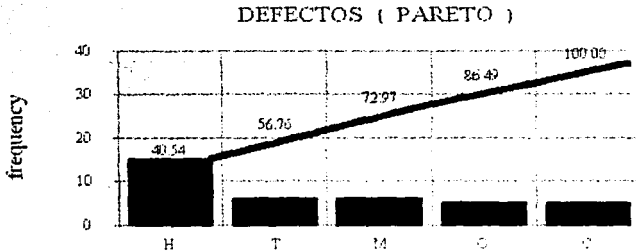
Pareto Chart with Cumulative Frequencies

Class Label	Rank	Count	Weight	Weighted Score	Cum. Score	Percent	Cum. Percent
H	1	15	1	15	15	40.54	40.54
T	2	6	1	6	21	16.22	56.76
M	3	6	1	6	27	16.22	72.97
O	4	5	1	5	32	13.51	86.49
C	5	5	1	5	37	13.51	100.00
Total		37		37			

#### The StatAdvisor

This table shows the frequency of occurrence of the 5 unique values of Col\_1. The classes are sorted according to the counts, with the most frequently occurring class first. The highest class is H with a count of 15, which represents 40.5405% of the total.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## 2.2 DIAGRAMA CAUSA - EFECTO

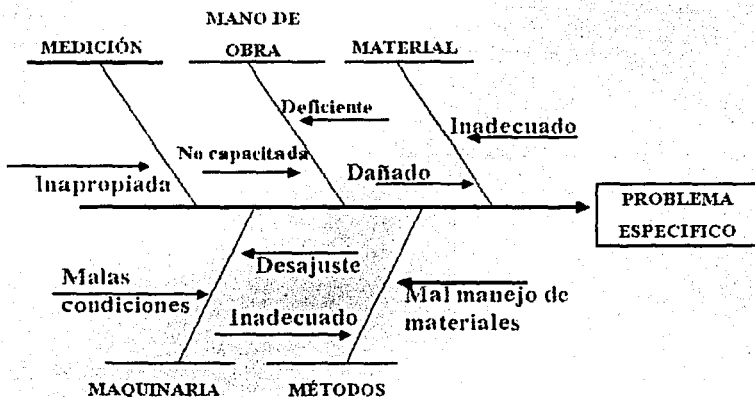
Este diagrama es un método gráfico que refleja la relación entre una característica de calidad (muchas veces una área problemática) y los posibles factores que atribuyen a ella, en otras palabras, es una gráfica que relaciona el efecto ( problema ) con sus causas potenciales, en la cual en el lado derecho se anota el problema, y en el lado izquierdo se especifican las causas potenciales del problema, el decir :

**CAUSA POTENCIAL**



**Especificaciones  
del problema**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## 2.3 HISTOGRAMA

La información obtenida en un grupo de datos es la base de las acciones y decisiones en el control de calidad. El Histograma es una herramienta de mucha utilidad para describir un conjunto de datos. Las características que pueden observarse a partir de él son : Localización o Tendencia Central, Forma y Dispersión.

### Construcción de un HISTOGRAMA

**PASO 1 .-** Determinar el rango de los datos : RANGO es igual al dato mayor menos el dato menor;  $R = > - <$

**PASO 2 .-** Obtener en número de clases, existen varios criterios para determinar el número de clases ( o barras ). Sin embargo ninguno de ellos es exacto. Algunos autores recomiendan de cinco a quince clases, dependiendo de como estén los datos y cuántos sean. Un criterio usado frecuentemente es que el número de clases debe ser aproximadamente a la raíz cuadrada del número de datos, por ejemplo, la raíz cuadrada de 30 ( número de artículos ) es mayor que cinco, por lo que se seleccionan seis clases.

**PASO 3** - Establecer la longitud de clase : es igual al rango entre el número de clases.

**PASO 4** - Construir los intervalos de clases : Los intervalos resultan de dividir el rango de los datos en relación al resultado del PASO 2 en intervalos iguales.

**PASO 5** - Graficar el Histograma: se hace un gráfico de barras, las bases de las barras son los intervalos de clases y altura son la frecuencia de las clases.

**EJEMPLO :**

A una fabrica de envases de vidrio, un cliente le está exigiendo que la capacidad de cierto tipo de botella sea de 13 ml., con una tolerancia de más menos 1 ml.. La fábrica establece un programa de mejora de calidad para que las botellas que se fabriquen cumplan con los requisitos del cliente.

MUESTREO = 11,12,13,12,13,14,14,15,11,12,13,12,14,15,11,12,16,16,14,13,14,14,13,15,15

1°. RANGO =  $16 - 11 = 5$

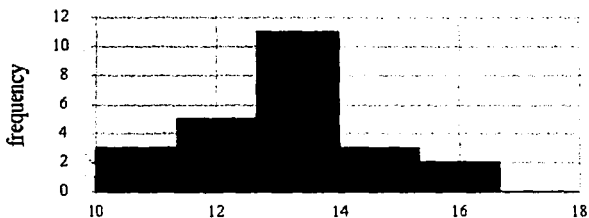
2°.  $\sqrt{25} = 5$

3°.  $5 / 5 = 1$

4°.

CLASE	INTERVALO	FRECUENCIA	FREC. RELATIVA
1	11 - 12	3	.12
2	12 - 13	5	.25
3	13 - 14	5	.25
4	14 - 15	6	.24
5	15 - 16	6	.24
		<b>20</b>	<b>1.00</b>

CAPACIDAD DE LAS BOTELLAS ( HISTOGRAMA )



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## 2.4 ESTRATIFICACIÓN

Es una estrategia de clasificación de datos de acuerdo a variables de interés, de tal forma que en una situación dada se encuentren las fuentes de la variabilidad. Esto es importante ya que una forma de buscar la solución de una situación problemática es tratando de encontrar las causas de la variabilidad y esto se puede lograr estratificando o clasificando sus potenciales fuentes. A continuación se presentan algunas características y cómo pueden estratificarse :

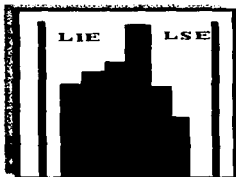
**OPERARIO** : Experiencia, Edad, Sexo, Turno.

**MAQUINARIA O EQUIPO** : Máquina ,Modelo , Tipo, Vida

**TIEMPO DE PRODUCCIÓN** : Día, Semana, Noche, Mes.

**PROCESO** : Procedimiento, Temperatura.

Cuando los datos de una estratificación presentan alta variabilidad es frecuente profundizar en una característica y volver a estratificar. Así la estratificación se puede ver como una estrategia de búsqueda de las fuentes de variabilidad, con lo que hecha en forma secuencial, se convierte en una herramienta poderosa y poder profundizar en el entendimiento de un problema y en un instrumento para la mejora continua.



### MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL:

- MEDIA ARITMETICA
- LA MODA
- LA MEDIANA

### MEDIA ARITMETICA

También conocida como  $\bar{X}$  testada, media aritmética, línea central, valor central, valor típico, típica.

La media o  $\bar{X}$  barra, está representada por la suma de las observaciones, dividida entre el número total de datos que hay en la serie o conjunto de ellos.

EJEMPLO :

SEAN LOS VALORES 3 4 5

$$X \text{ BARRA} = \frac{3 + 4 + 5}{3} = \frac{12}{3} = 4$$

$$X \text{ BARRA} = \frac{N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

**MODA**

El modo o moda es el valor que más frecuentemente ocurre en una serie de observaciones.

EJEMPLO :

SEAN LAS LECTURAS U OBSERVACIONES 3, 4, 5, 5, 5, 9

•

X = 5 YA QUE SE REPITE 3 VECES EL 5 SIENDO UNA DISTRIBUCION UNIMODAL.

EJEMPLO :

SEAN AHORA 3, 8, 4, 4, 5, 9, 9

•

TIENE DOS MODOS X = 4 Y X = 9  
YA QUE SE REPITEN 2 VECES CADA UNO SIENDO UNA DISTRIBUCION BIMODAL.

**MEDIANA**

La mediana es otra medida de tendencia central que puede encontrarse arreglando una serie de medidas o datos en forma ascendente o descendente y localizándose al centro. Es decir: si el número de observaciones es non, será la del centro sin ningún cálculo posterior. pero si el número de observaciones es par, habrá que localizar las dos del centro, sumarlas y entonces dividir esa suma entre dos y será la mediana identificada como x ( barra ).

EJEMPLO :

SEA LA SERIE DE LECTURAS 3, 5, 4, 6, 2, 9, 8

ORDENARLAS : 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9

ENTONCES X ( BARRA ) = 5 SIN MAYOR CALCULO PUES ES LA QUE SE LOCALIZA EN MEDIO, EXACTAMENTE A LA MITAD.

PERO :

SI FUERA EL CASO AHORA : 8, 4, 5, 4, 9, 3

ORDENARLAS : 3, 4, 5, 6, 8, 9

ENTONCES : SUMAR 5 Y 6 Y DIVIDIR ENTRE DOS

$$X \text{ (BARRA)} = \frac{5 + 6}{2} = 5.5$$





## 2.5 HOJA DE VERIFICACIÓN

La mejora de la calidad implica acciones y decisiones sobre materiales, artículos, lotes, procesos y personal. Para que aquéllas resulten acertadas y oportunas, es necesario contar con información veraz. Por ello es necesario obtener datos de tal forma que se puedan analizar fácilmente. <BR>

Una hoja de verificación es un formato construido especialmente para coleccionar datos, en la que se especifican todos los factores o todas la variantes de interés de alguna situación.

Algunos de los usos de las hojas son :

- Describir resultados de operaciones o inspecciones.
- Examinar artículos defectuosos.
- Confirmar posibles causas de problemas de calidad.
- Analizar o verificar operaciones.

Hoja de verificación										
	Producto _____				Fábrica _____					
	Especificaciones _____				Sección _____					
	Grupo _____				Fecha _____					
Frecuencia	3	7	13	20	24	20	8	4	2	
25										
20										
15										
10										
5										
Dimensiones	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	
	LIE					LSE				

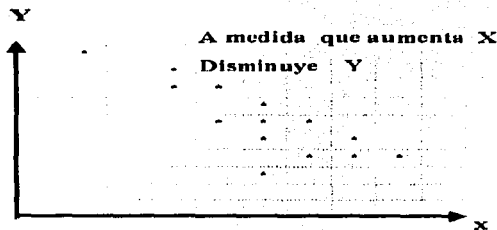
**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## 2.6 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

En la búsqueda de las causas de un problema de calidad y en el reto de innovar un proceso de producción es común que sea necesario analizar la relación entre dos factores. Así tal vez sea de interés averiguar si la variación en un factor provoca variación en el otro, es decir, tal vez se trate de investigar si existe una relación de Causa - Efecto entre dos factores.

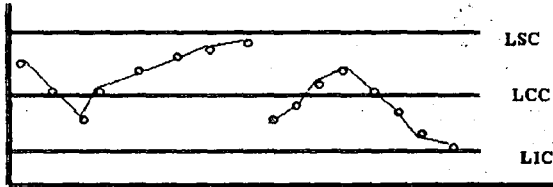
El diagrama de dispersión es una herramienta que permite hacer una comparación o análisis gráfico de dos factores que se manifiesten simultáneamente en un proceso concreto.

Si X representa un factor y Y el otro, entonces se mide el mismo tiempo, varias veces, a los dos factores. Las parejas de datos obtenidos con las mediciones se representan en el plano cartesiano y a la gráfica resultante se le conoce como diagrama de dispersión.



## 2.7 GRAFICOS DE CONTROL

Las corridas permiten evaluar el comportamiento del proceso a través del tiempo, medir la amplitud de su dispersión y observar su dirección y los cambios que experimenta. Las corridas se elaboran utilizando un sistema de coordenadas, cuyo eje horizontal indica el tiempo en el que quedan enmarcados los datos, mientras que en el eje vertical sirve como escala para transcribir la medición efectuada. <BR>



### Gráfico por Variables

Muchas de las características de calidad se pueden expresar en términos de una media numérica, por ejemplo, podría medirse el diámetro de un tornillo con un micrómetro y expresarse en milímetros. Una característica de calidad medible, como su dimensión, peso o volumen se llama VARIABLE.

#### GRAFICAS X - R

Las cartas X es un diagrama de control para variables continuas que muestra las variaciones en los promedios de los subgrupos, es decir, la carta X trata de reflejar la variación en la calidad promedio, en esta carta se gráfica la media de cada grupo o muestra.

Se tiene que estimar muestras preliminares, tomadas cuando se considera que el proceso está bajo control. Estas estimaciones suelen basarse en por lo menos 20 a 25 muestras.

Spongamos que se dispone de  $m$  muestras, cada una con  $n$  observaciones de características de calidad. Por lo general  $n$  será pequeño, muchas veces igual a 4, 5 o 6. Estos tamaños resultan de la construcción de subgrupos racionales.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}, \quad \bar{X} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_3 + \dots + \bar{X}_m}{m}$$

Demóstrase que se utiliza  $\bar{X}$  como la línea central del diagrama  $\bar{X}$

La amplitud R de la muestra es la diferencia entre el MAYOR y MENOR observación :  
 $R = x - c$

DIAGRAMA X

$$LSC = \bar{X} + A_1 \bar{R}$$

$$LCC = \bar{X}$$

$$LIC = \bar{X} - A_2 \bar{R}$$

DIAGRAMA R

$$LSC = \bar{R} D_4$$

$$LCC = \bar{R}$$

$$LIC = \bar{R} D_3$$

No. Observaciones	Factor X	Factor R		
N	A 2	D 3	d 2	
2	1.881	0	1.128	
3	1.023	0	1.693	
4	0.729	0	2.059	
5	0.577	0	2.326	
6	0.483	0	2.534	
7	0.419	0.076	2.704	
8	0.373	0.136	2.847	
9	0.337	0.184	2.970	

## Gráficos de Individuales

Existen muchos casos en los que el tamaño muestral utilizado para el control del proceso es  $n = 1$ . Esto ocurre frecuentemente cuando se usa una tecnología de Inspección y medición automatizada y se utiliza cada unidad fabricada. también sucede cuando la tasa de producción es demasiado lenta para permitir en forma conveniente tamaños muestrales  $n > 1$ , o cuando mediciones repetidas difieren sólo debido a errores de laboratorio o de análisis, como en muchos procesos químicos.

En el procedimiento de control, se emplea la AMPLITUD MOVIL de DOS observaciones sucesivas para estimar la variabilidad del proceso, también es posible establecer un grafico de control.

**GRAFICAS R**

$$LSC = R D 4$$

$$LCC = R$$

$$LIC = R D 3$$

**GRAFICAS X**

$$LSC = X' + 3 R / d 2$$

$$LCC = X$$

$$LIC = X - 3 R / d 2$$

## Gráfico por Atributos

Muchas características de calidad no se pueden representar en forma conveniente por números. En tales casos, cada artículo o producto inspeccionado suele clasificarse como conforme o disconforme con las especificaciones para tal característica de calidad.

Los términos "no defectuoso" o "defectuoso" se utiliza con frecuencia todavía para identificar estas dos clasificaciones de un producto, pero la terminología de "Conformidad" y "Disconformidad" se ha extendido mucho.

La característica de calidad de este tipo se llama "**ATRIBUTO**"

Algunos ejemplos de características de calidad que son atributos son la Ocurrencia de bielas deformes para motores de automóvil, la proporción de chips de semiconductores no funcionales en una corrida de producción, etc..

Gráfico "p" Porcentaje de Unidades Defectuosas

Gráfico "np" Número de Unidades Disconformes

Gráfico "c" Número de Defectos por Unidad

Gráfico "u" Fracción de unidades Defectuosas

## CARTAS P

En algunas aplicaciones del diagrama de control de la fracción disconforme, la muestra es una inspección del 100 % del rendimiento del proceso durante algún periodo. Como se podrían producir diferentes cantidades de artículos en cada periodo, el diagrama de control tendría entonces un tamaño de muestra variable.

La fracción ( o proporción ) de disconformidades, o fracción disconforme, se define como el cociente del número de artículos disconformes en una población entre el número total de artículos que contiene esta última. Los artículos pueden tener varias características de calidad que el inspector examina simultáneamente. Si no esta conforme con el estándar de una o más de tales características, se clasificará como disconforme.

En general, se expresa la fracción de disconformidad como un número decimal, aunque se usa en ocasiones el llamado porcentaje de disconformidades ( que es exactamente el producto de 100 % y la fracción disconforme).

$$p = \frac{\sum n p}{\sum n}$$

$$LSC = p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$LIC = p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

## CARTAS NP

En ocasiones, una CARTA - P sería más efectiva y causaría más impacto si el número actual de defectivos fuera registrada y se disminuyera al % defectivo.

Cuando esto ocurre, la carta más apropiada es la carta para número de defectivos o CARTA - NP . La única diferencia sustancial entre P y NP es que la escala vertical se tabula en No. de Defectivos en lugar de % Defectivo. Cada punto sobre la carta sería el número de defectivos encontrados en la muestra, en lugar de ser el % de defectivos de la muestra.

$$LCC = np = \frac{\sum \text{Disconformidades}}{\sum \text{No. Muestras}}$$

$$LSC = np + 3 \sqrt{\frac{np(1-np)}{n}}$$

$$LIC = np - 3 \sqrt{\frac{np(1-np)}{n}}$$

## CARTAS C

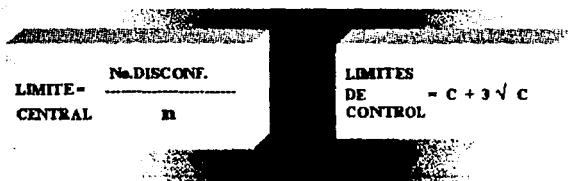
### DIAGRAMA DE CONTROL DE DISCONFORMIDADES

Un artículo disconforme o no conforme es un producto que no satisface una o más de las especificaciones para tal producto. Cada punto específico en el que no se satisface una especificación resulta ser un **DEFECTO** o **DISCONFORMIDAD**. Por consiguiente, un artículo disconforme tendrá, por lo menos, una disconformidad. Sin embargo, dependiendo de su naturaleza y su gravedad, es factible que un artículo posea varias disconformidades y, de todos modos, no sea considerado o clasificado como disconforme.

Por ejemplo, supóngase que se fabrican computadoras personales. Cada unidad podría tener uno o más defectos menores en el acabado de la caja y debido a que no afectan seriamente su funcionalidad se podría clasificar como conforme.

Sin embargo, el tener demasiados defectos se tendría que clasificar como no conforme, ya que ellos serían evidentes para el consumidor, y podría afectar la venta de la unidad.

Es posible desarrollar Diagramas de Control para el número total de disconformidades en una unidad, o bien para el número promedio de defectos por unidad.



## CARTAS U

### CONTROL DE DISCONFORMIDADES POR UNIDAD

Cuando en las cartas C el tamaño de la unidad muestreada no es constante o cuando se inspeccionan varias unidades a la vez, se usa esta carta. En ella se gráfica la proporción de defectos, **u** que es igual al número de defectos en el  $i$ -ésimo subgrupo entre el número de unidades del mismo.

En ocasiones, los diagramas **u**, como los de **p**, se basan en una inspección de la producción al 100 %. Por ejemplo, la inspección de rollos de tela o de papel llevan una situación en la que el tamaño muestral varía, porque no todos los rollos tiene la misma longitud o anchura.

Se tendrá una línea central constante : sin embargo los límites de control variaran en forma inversamente proporcional al tamaño  $n$  del subgrupo.

---

$$\begin{array}{l} \text{LIMITE} \\ \text{CENTRAL} \end{array} = \bar{u} = \frac{\text{No.DISCONF.}}{n}$$

$$\begin{array}{l} \text{LIMITE} \\ \text{DE} \\ \text{CONTROL} \end{array} = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

---



## Capítulo 3. Camino a la mejora

### 3.1 CONCEPTOS GENERALES

#### QUÉ ES EL CAMINO A LA MEJORA ?

- ✓ *Herramienta para la solución de problemas y el mejoramiento de la calidad.*
- ✓ *Secuencia normalizada de actividades utilizadas para solucionar problemas o llevar a cabo proyectos de mejora en cualquier área de trabajo.*
- ✓ *Es el ciclo de control ( Planear ,Hacer ,verificar y Actuar)*
- ✓ *Son la herramientas estadísticas básicas que hacen girar el ciclo de control.*
- ✓ *Es la guía o instructivo que minimiza errores lógicos de la situación del proyecto.*
- ✓ *Es el formato para hacer y mantener la memoria tecnológica de la empresa, en término de casos de mejora.*

**3.1 CONCEPTOS GENERALES****5 W / 1****What ¿ Qué ?**

Qué se hace ahora?  
 Qué se estará haciendo?  
 Qué deberá hacerse?  
 Qué otra cosa podrá hacerse?  
 Qué otra cosa deberá hacerse?

**Who ¿ Quién ?**

Quién lo hará?  
 Quién estará haciéndolo?  
 Quién deberá estar haciéndolo?  
 Quién otro podrá hacerlo?  
 Quién otro deberá estar haciéndolo?

**When ¿ Cuándo ?**

Cuándo se hará?  
 Cuándo estará hecho?  
 Cuándo deberá hacerse?  
 En que otra ocasión deberá hacerse?  
 En que otra ocasión podrá hacerse?

**Why ¿ Por qué ?****Where ¿ Dónde ?**

¿ Dónde se hará?  
 ¿ Dónde se está haciendo?  
 ¿ Dónde deberá hacerse?  
 ¿ En qué otro lugar podrá hacerse?  
 ¿ En qué otro lugar deberá hacerse?

**How ¿ Cómo ?**

¿ Cómo se hace actualmente?  
 ¿ Cómo se hará?  
 ¿ Cómo deberá hacerse?  
 ¿ Cómo se podrá usar este método en otras áreas?  
 ¿ Cómo podrá hacerse de otro modo?

## 3.2 PROBLEMAS Y PROYECTOS

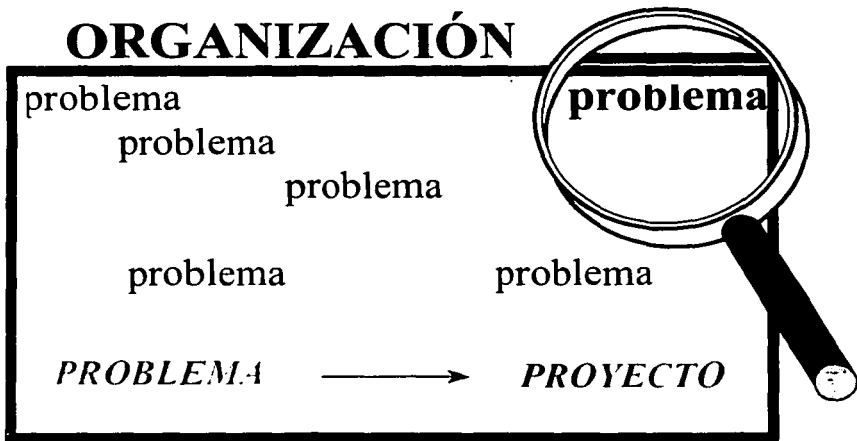
### DEFINICIÓN DE PROBLEMA

- Cuestión que se trata de resolver por medio de procedimientos científicos.
- Asunto difícil, delicado, susceptible de varias soluciones. (Diccionario Larousse 1996).
- Desviación respecto a un resultado o comportamiento deseado (Ámbito Industrial)
- Una situación muy compleja que demanda acciones.
- Algo que está funcionando mal, o la causa de que ese algo esté funcionando mal.
- Una decisión difícil

### PROYECTO

- Es un problema en vías de solución

## ORGANIZACIÓN



TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

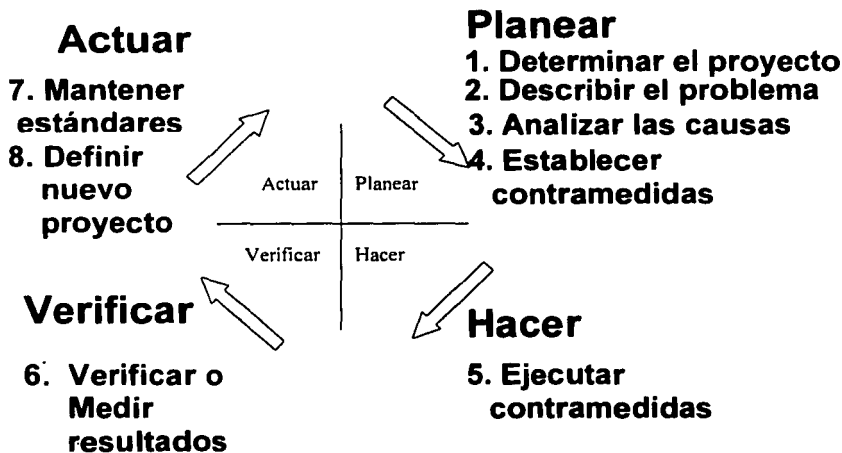
## 3.2 PROBLEMAS Y PROYECTOS

EJEMPLOS:

<b>COMPORTAMIENTO NO DESEADO</b>	<b>COMPORTAMIENTO DESEADO</b>	<b>TIPO DE CALIDAD</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producto sucio</li> <li>• Fuera de especificaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producto limpio</li> <li>• Dentro de especificaciones</li> </ul>	<b>CALIDAD DE PRODUCTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo rendimiento en un lote reprocesos</li> <li>• Desperdicios( materia prima energía, tiempo, maquinaria servicio, inventario, herramienta)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendimiento de acuerdo a lo planeado.</li> <li>• Calidad a la primera vez.</li> <li>• Cero desperdicios</li> </ul>	<b>CALIDAD DE COSTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demora en entrega de producto</li> <li>• Reclamaciones de los clientes por diferencia en el peso de los envíos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrega a tiempo</li> <li>• Cantidad exacta de acuerdo a como lo necesita el cliente</li> </ul>	<b>CALIDAD DE SERVICIO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de indicaciones en el manejo correcto del producto</li> <li>• Producto sin garantía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo seguro</li> <li>• Garantía de calidad</li> </ul>	<b>CALIDAD EN SEGURIDAD DE USO DEL PRODUCTO</b>

### 3.3 LOS 8 PASOS DEL CAMINO A LA MEJORA

- 1.- DETERMINAR EL PROYECTO
- 2.- DESCRIBIR EL PROBLEMA
- 3.- ANALIZAR LAS CAUSAS
- 4.- ESTABLECER CONTRAMEDIDAS
- 5.- EJECUTAR CONTRAMEDIDAS
- 6.- VERIFICAR RESULTADOS
- 7.- MANTENER ESTANDARES
- 8.- DEFINIR NUEVOS PROYECTOS



## ***3.3 LOS 8 PASOS DEL CAMINO A LA MEJORA***

### ***Paso 1. Determinar el Proyecto***

#### **Objetivos:**

- ☞ Definir con claridad el proyecto.
- ☞ Determinar las razones por las cuales se va a trabajar en ese proyecto y no otro.
- ☞ Definir la meta.
- ☞ Identificar la mejora que se persigue en términos del impacto que tiene en el cliente interno o externo.

#### **Cómo realizarlo: Utilice las 5W/1H**

#### **QUÉ:**

- Elabore una lista de los problemas o situaciones que se pueden mejorar en sus actividades o en su área de trabajo.
- Identifique cuáles son los problemas prioritarios ( pocos vitales )
- Seleccione aquel problema que se convertirá en el proyecto
- Enuncie el proyecto en términos de la diferencia entre el estado actual y el deseado
- Defina una meta que se pueda cuantificar, medir y verificar

#### **Sugerencias:**

- Es importante que el valor de la meta sea realista, no ideal.
- Cuando el proyecto incluya muchos tipos de problemas, divídalo en sub-proyectos para facilitar su manejo.
- Si los sub-proyectos son similares entre sí , trabaje sólo con uno y utilice los resultados para los demás.

#### **POR QUÉ:**

- Defina claramente las razones por las cuales se trabajara en ese proyecto en particular

## **3.3 LOS 8 PASOS DEL CAMINO A LA MEJORA**

### **Paso 1. Determinar el Proyecto**

#### **CUÁNDO:**

- Defina la fecha límite para alcanzar la solución del problema, esto es, la terminación del proyecto.

#### **DÓNDE:**

- Determine la extensión y ubicación del proyecto.

#### **CÓMO:**

- Reúna toda la información disponible, cualitativa y cuantitativa, que permita:

#### **Sugerencias:**

- Señalar la importancia que tiene . sus efectos y las consecuencias.
- Mostrar el comportamiento histórico.
- Definir el grado de mejora que se pretende lograr.
- Establecer el beneficio esperado con la mejora.

#### **QUIÉN:**

- Determine los responsables de llevar a cabo cada una de las etapas del proyecto, las cuales corresponden a los pasos del camino a la mejora.

#### **Sugerencias:**

- Defina cuál es el problema, no cuál sería la solución.
- Concéntrese en el efecto para que quede claro qué es lo que se está desviando y no por qué se está desviando.
- Muestre la diferencia entre lo que es y debería ser, comparando con los requerimientos del cliente, la norma o las especificaciones.
- Cuantifique el problema estableciendo cuándo, cuánto y qué tan frecuentemente ocurre.

### **3.3 LOS 8 PASOS DEL CAMINO A LA MEJORA**

#### **Paso 1. Determinar el Proyecto**

##### **Sugerencias:**

- Evite términos y conceptos muy amplios o ambiguos.
- Señale las personas o áreas que se afectan.

**Todavía no debe hacerse ningún intento por definir causas o posibles soluciones**

**Es recomendable que los proyectos sean posibles de solucionar en un periodo máximo de 3 meses y utilizar un criterio de decisión para aquellos proyectos que a la luz del negocio signifiquen en el diagrama de Pareto la mayor área de oportunidad**



### **3.3 LOS 8 PASOS DEL CAMINO A LA MEJORA**

#### **Paso 2. Describir el problema**

##### **Objetivo:**

Definir la situación actual, observando el problema desde diversas perspectivas y recolectando la mayor información acerca del mismo

##### **Cómo realizarlo:**

- Describa el problema considerando el tiempo en que ocurre y el tipo de defecto.
- Describa el problema considerando aspectos circunstanciales y el síntoma presentado.
- En cuanto a la recolección de información o datos conteste las siguientes preguntas : cuándo, por cuánto tiempo quién , cómo ,en que formatos, cuales unidades..

#### **Paso 3. Analizar las causas**

##### **Objetivo:**

Identificar las causas que tienen mayor impacto en el problema o que lo ocasionan y sobre las cuales se va a trabajar.

##### **Cómo realizarlo:**

##### **Parte 1) ESTABLECER HIPÓTESIS**

- Genere lluvia de ideas sobre las posibles causas.
- Elabore un diagrama Causa-Efecto.
- La expresión del efecto en el diagrama debe ser tan concreta como sea posible.
- Hay que reducir el número de causas hipotéticas con base en los datos( paso 2 de la ruta).

**Los elementos que no correspondan a la variación en los resultados deberán descartarse.**

### **3.3 LOS 8 PASOS DEL CAMINO A LA MEJORA**

#### **Paso 3. Analizar las causas**

##### **Parte 2) PROBAR HIPÓTESIS**

- Tenemos que obtener nuevos datos a partir de un plan para probar las hipótesis.
- El probar las hipótesis significa investigar si realmente existe una relación entre las causas posibles y los resultados, y si así es, cuantificar tal relación. Lo que se debe hacer es investigar la causa por la acción. Esto requiere mucho de prueba y error.
- Es posible que la causa principal sea uno o varios elementos que tienen la misma influencia en los resultados.
- Es factible evidenciar una causa reproduciendo intencionalmente el problema, activando la causa.

#### **DETERMINAR LA CAUSA RAÍZ**

***La causa raíz es el factor  
o factores causales  
básicos que si se corrigen  
o se eliminan impedirán  
la recurrencia del  
problema***

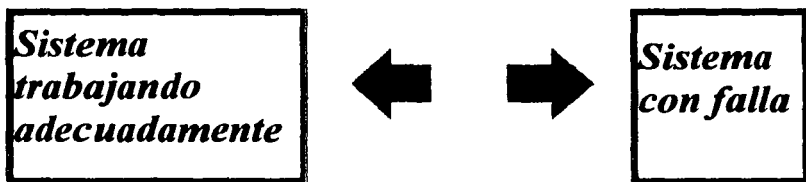
### 3.3 LOS 8 PASOS DEL CAMINO A LA MEJORA

#### Paso 3. Analizar las causas

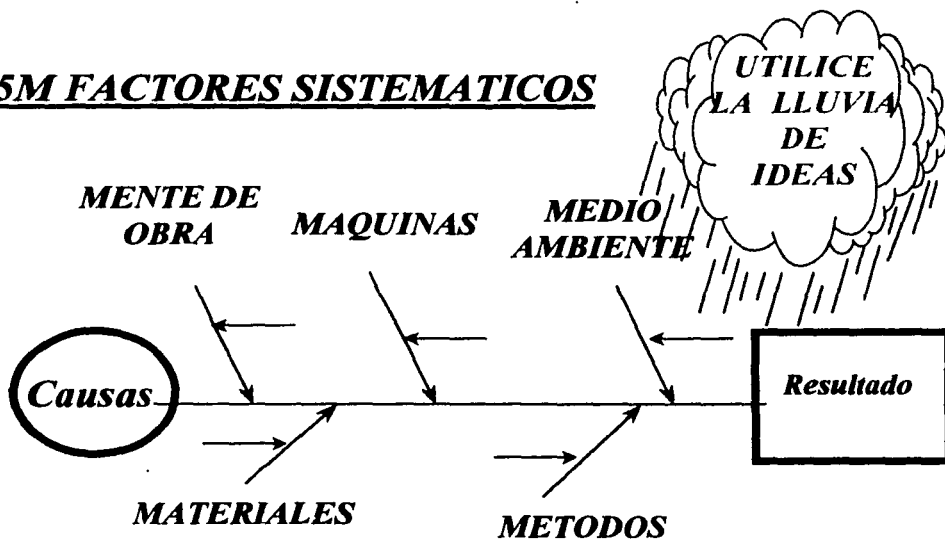
#### **IDENTIFICACIÓN DE LA CAUSA RAÍZ**

##### **Análisis del cambio.**

El objeto es descubrir qué ha cambiado en el sistema entre el tiempo que se estaba trabajando bien y su falla.



#### 5M FACTORES SISTEMATICOS



**3.3 LOS 8 PASOS DEL CAMINO A LA MEJORA****Paso 3. Analizar las causas****5M FACTORES  
SYSTEMATICOS**

<b>MATERIALES</b>	Especificaciones , uso, almacén
<b>MENTE DE OBRA</b>	Entrenamiento ,comunicación y factores humanos
<b>METODOS</b>	Disponibilidad ,exactitud,actualización, claridad
<b>MAQUINAS</b>	Diseño, selección,instalación,mantenimiento,operación
<b>MEDIO AMBIENTE</b>	Temperatura ,humedad, calidad del aire, radiaciones, gases tóxicos

### ***3.3 LOS 8 PASOS DEL CAMINO A LA MEJORA***

#### **Paso 4. Establecer Contramedidas**

##### **Objetivo:**

Determinar las acciones particulares que van a realizar , para minimizar o eliminar las causas principales

##### **Cómo realizarlo:**

- Debe hacerse una **distinción entre acciones remediables y acciones preventivas.**
- Asegúrese que las acciones no produzcan otros problemas (Efectos laterales). Si esto sucede adopte otras acciones o diseñe remedios para los efectos secundarios.

##### **Ejemplos:**

- ✓ Entrenamiento al personal de mantenimiento y operación en la forma , lugar y tiempo planeados.
- ✓ Interruptores con llave cuando el personal de mantenimiento esté trabajando con una determinada máquina.
- ✓ Fusibles para sobrecargas de electricidad.
- ✓ Parámetro de operación inadecuado.

#### **Paso 5. Ejecutar contramedidas**

##### **Objetivo:**

Ejecutar las acciones que se han planeado, y llevar un registro de los resultados que se obtengan durante un periodo determinado.

##### **Cómo realizarlo?**

- Dele seguimiento fiel a las acciones planeadas
- Registre toda la información que permita conocer los resultados que se obtengan



**El logro de los objetivos iniciales depende de qué tan bien se apliquen las acciones planeadas**

### 3.3 LOS 8 PASOS DEL CAMINO A LA MEJORA

#### Paso 6. Verificar resultados

##### **Objetivo:**

Comprobar la efectividad de las acciones desarrolladas sobre los resultados tanto parciales como finales definidos en la planeación

**“Probar que la acción correctiva haga lo que debe hacer”**

##### **Cómo realizarlo?**

- ☞ **Utilizando el mismo formato**, compare los datos obtenidos en el problema tanto antes como después de haber emprendido las acciones.
- ☞ Pregunte ¿Qué tan bien se ha prevenido la recurrencia?
- ☞ Convierta los efectos en términos monetarios.
- ☞ Compare los resultados con la meta.
- ☞ Si existen otros efectos, buenos o malos, haga una lista de ellos.
- ☞ Si los resultados indeseables continúan ocurriendo es necesario regresar al paso 2 y **empezar de nuevo**.

##### **Sugerencias:**

- Compare los índices antes y después de ejecutar las acciones.
- Compare los resultados con la meta en cada etapa del proyecto.
- Incluya todo efecto bueno o malo, como parte de los resultados obtenidos.
- Si la verificación indica una mejora significativa, aunque no se haya logrado la meta inicial, continúe con el siguiente paso de lo contrario, hay que revisar el proceso seguido hasta aquí.

## **3.3 LOS 8 PASOS DEL CAMINO A LA MEJORA**

### **Paso 7. Mantener Estándares**

#### **Objetivo:**

Remover las causas del problema de tal forma que éste no vuelva a ocurrir y asegurar el seguimiento del nuevo procedimiento establecido.

#### **Razones principales para la estandarización:**

• Sin ellos, las acciones emprendidas para resolver el problema regresarán gradualmente a las antiguas formas de trabajo y conducirán a la recurrencia del problema.

#### **Sugerencias:**

- Sin estándares claros es muy probable que el problema ocurra de nuevo cuando se involucre nueva gente al trabajo.
- Los estándares deben convertirse en una parte de la forma de pensar y hábitos de trabajo de los empleados.

#### **Cómo realizarlo?**

- Identifique claramente las 5w/ 1H para el trabajo mejorado y úselas como estándar.
- Deben llevarse a cabo correctamente las preparaciones y comunicación necesaria respecto a estándares.
- No importa que tan buenos sean los estándares, sin educación ni entrenamiento éstos no se llevarán a cabo como deberían y en consecuencia no puede prevenirse la recurrencia de problemas.
- Debe establecerse un sistema de aseguramiento para verificar que los estándares se están siguiendo.

Ejemplo. QS-9000

### **3.3 LOS 8 PASOS DEL CAMINO A LA MEJORA**

#### **Paso 8. Definir nuevos proyectos**

# **PASO 8**

# **DEFINIR NUEVOS**

# **PROYECTOS**



## CAPITULO 4. CASO PRÁCTICO

### COMO DOCUMENTAR UN CAMINO A LA MEJORA.

#### DEFINICIÓN DE PROBLEMA

- El área en la que se va a desarrollar este proyecto se ha caracterizado por tener la maquinaria en mal estado, debido a la falta de un mantenimiento apropiado generado por el exceso de trabajo, así mismo la maquinaria tiene mas de 40 años de vida. Actualmente esta área es la encargada de alimentar a todas las prensas de la planta, en total son 4 líneas de prensas para producción, con consumos variables cada una de ellas.
- Existen tres formas para la habilitación del acero, el primero es directamente de rollo a hoja, el segundo es de rollo a plantilla (utilizando una prensa y un troquel específico), y el tercero es que después de ser cortado a hoja, requiera un corte adicional en una cizalla.
- El equipo actual de corte presenta un alto grado de error de hasta 4 mm de variación en el avance de la piezas grandes. Lo que ocasiona un elevado índice de rechazos en prensas y una mala imagen del área referida hacia los otros departamentos de la planta.
- Esto aunado al incremento a las ventas de Metalsa pronosticados al año 2000, por lo tanto es claro que no se podrá cumplir con los incrementos en la capacidad ni con las entregas a tiempo. Lo que funciona como justificación de este proyecto y su nombre derivado del "Incremento en la capacidad Productiva 2000" o bien "ICP 2000".
- Este incremento de capacidad en la producción, no podía venir solo. También se espera un incremento en la capacidad de almacenaje por la introducción de nuevos proyectos y nuevas partes a producir, por lo que se tiene que considerar el incremento en la capacidad de los almacenes en rollo y de blanks (láminas) como alcance en este proyecto.
- Se ha hablado de una línea de corte de acero pero actualmente se utilizan dos cizallas (dentro de la misma área). Una operación adicional que llevan las láminas que además de ser cortados a cierto avance se deben de recortar a un ancho específico. Las dos cizallas con las que cuenta esta área están también en malas condiciones, por las mismas razones no cumplen con los requerimientos ni tolerancias con las que deben cumplir (+/- 0.5mm), también forman parte de este proyecto.

## **DEFINICIÓN DE PROBLEMA**

- En este punto se tiene que indicar que el proyecto de ICP-2000 se ha comenzado prácticamente en toda la planta y en todas las áreas, ya que los incrementos en las capacidades no solo son en el corte del acero, sino en la capacidad total de la planta.
- Aunque en este proyecto solo se hará referencia al área de habilitación de acero.

## **PASO 1: Determinar el Proyecto "PLANEAR"**

### **QUÉ: ¿Que se puede mejorar en mi área de trabajo?**

En el área de habilitación se pueden mejorar muchas cosas:

- 1.- En esta área se tienen muchos tiempos muertos, y no se cumple satisfactoriamente con el programa de entregas a los clientes internos.
- 2.- Existen constantes paros en la máquina de corte a hoja debido a las descomposturas de la grúa viajera. cuando esto ocurre difícilmente no se puede alimentar al desenrollador que alimenta a la línea de corte.
- 3.- En este departamento se cuenta con dos cizallas y son utilizadas cuando algún material requiere de otro corte adicional. dichas máquinas se encuentran en muy mal estado por lo que tampoco logran completar el trabajo de manera eficiente, además que la calidad del corte no es buena tanto en rebabas como en tolerancia.
- 4.- En cuanto al almacenaje de los rollos de acero se realiza a dos niveles, por lo que el espacio no se aprovecha al máximo en lo que respecta a la altura de la nave.
- 5.- Para el almacenaje de las cintas de acero, no se tiene ningún sistema definido. las cintas no se tienen en orden y algunas veces representan un peligro para los trabajadores, que caminan cerca de dichas cintas. si se llegara a caer una cinta sobre una pierna y/o pie podría lastimar gravemente a algún trabajador.
- 6.- Para el transporte de los rollos de acero se utiliza un gancho y cadenas de acero, las cuales dañan los filos del diámetro interior de cada rollo incrementando el scrap en el área ya que las vueltas dañadas van de 4 a 12 metros de longitud, además que hay veces que de estar tan dañadas también se dificulta el montaje en el porta rollos.
- 7.- El almacenamiento en el área es demasiado peligroso ya que se almacenan paquetes arriba de otro sin ninguna regla o procedimiento que indique cuantos paquetes de lámina pueden ser estibados. Por las mismas razones se complica su conteo, identificación, extracción, colocación y acceso a la hora de alguna auditoría o verificación de calidad.
- 8.- Problemas de goteras en las naves de producción ocasiona que se oxiden los materiales e incrementa la cantidad de scrap, en el almacén de acero y reciclados.
- 9.- Los operadores de la línea de corte invierten mucho tiempo en el apilamiento de hojas de acero.
- 10.- Actualmente existe un solo coordinador de equipo (supervisor) en la línea y se cuenta con 3 turnos por lo que por esta razón algunas veces no se completa el trabajo, siendo que en otras líneas de prensas existen de dos a tres coordinadores, uno para cada turno de trabajo, faltando al menos un coordinador de equipo.

## **PASO 1: Determinar el Proyecto "PLANEAR"**

### **QUÉ: ¿Que se puede mejorar en mi área de trabajo?**

11.- A los pasillos les falta mantenimiento y lucen muy mal, existe un contraste con las demás áreas que lucen muy limpias y ordenadas.

### **Pocos Vitales:**

El siguiente diagrama de Pareto representa los tiempos muertos en este departamento y fueron evaluados con las personas involucradas, se les asignó un porcentaje de importancia a cada una de ellas, obteniendo los siguientes resultados:

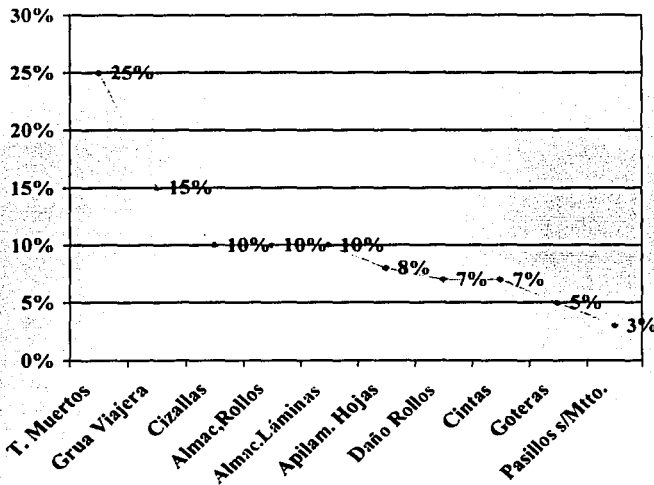
<b>PARETO DE PRIORIDADES PARA EL PROYECTO</b>		
1	Tiempos muertos en Lin. Corte	25%
2	Fallas Grúa viajera	15%
3	Fallas de cizallas	10%
4	Almacenaje de rollos	10%
5	Almacenaje de láminas	10%
6	Apilar hojas de acero	8%
7	Daño de rollos	7%
8	Cintas	7%
9	Goteras	5%
10	Pasillos sin mantenimiento	3%
	Total	100%

Para la administración el problema más agudo es el de los tiempos muertos en la línea de corte, por lo que siendo tan notorio este problema se llega a la siguiente determinación: ***"Se selecciona el problema de los tiempos muertos en la Línea de corte como proyecto"***.

**PASO 1: Determinar el Proyecto "PLANEAR"**  
**QUÉ: ¿Que se puede mejorar en mi área de trabajo?**

**Pocos Vitales:**

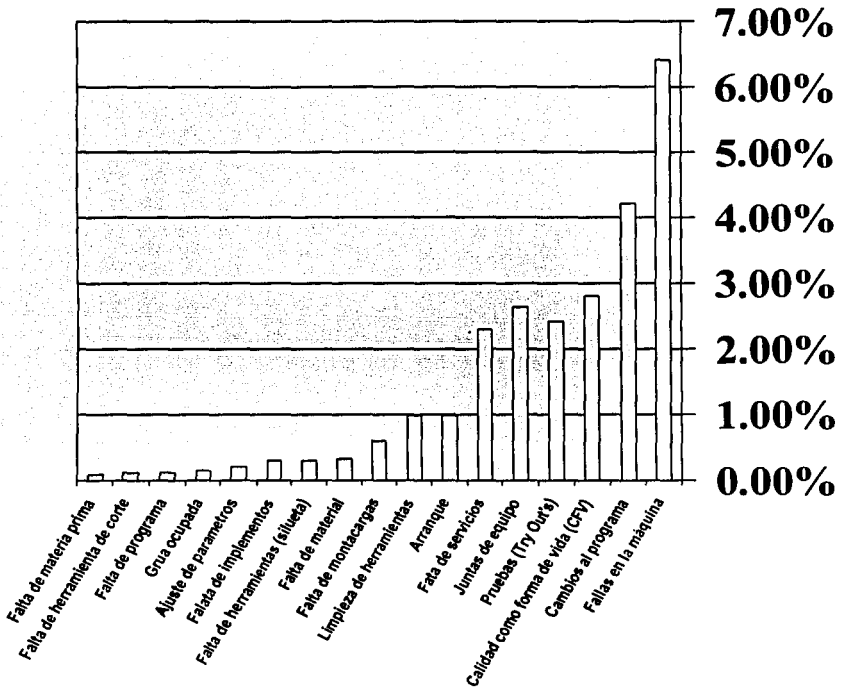
**QUEDANDO GRÁFICAMENTE DE LA SIGUIENTE FORMA:**



Nota:  
 Para este análisis se consideraron 24 días hábiles = 1152 Hrs.

**PASO 1: Determinar el Proyecto "PLANEAR"**  
**COMO: ¿Información cuantitativa y datos históricos?**

PARETO DE LOS TIEMPOS MUERTOS (DOWN TIME) EN EL AREA DE HABILITACIÓN.

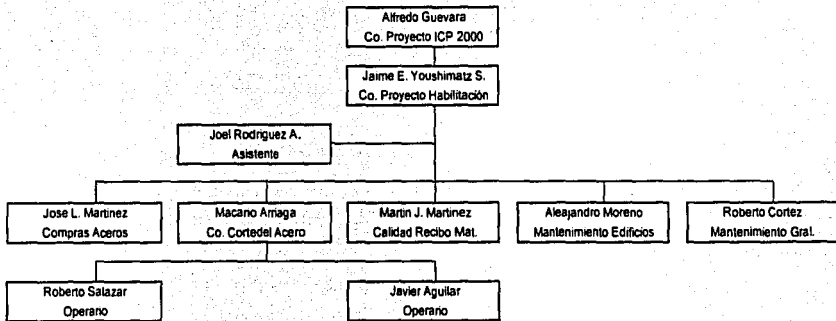


**PASO 1: Determinar el Proyecto "PLANEAR"**  
**QUIÉN: ¿ Quienes desarrollarán cada etapa del camino a la mejora ?**

Los responsables del desarrollo integral de este proyecto serán:

- Departamento: Desarrollo de Nuevos Proyectos  
 Responsable del ICP 2000 a nivel planta:  
 Ing. Alfredo Guevara.
- Responsable ICP 2000 del Proyecto de Habilitación: Ing. Jaime Eduardo Youshimatz Sotomayor.

ACONTINUACION SE MUESTRA EL ORGANIGRAMA PARA EL DESARROLLO DE ESTE PROYECTO:



**PASO 2: Describir el problema****“PLANEAR”**

El problema de tiempos muertos en la línea de corte en el área de habilitación lleva ya mucho tiempo. Podríamos hablar de más de tres años, y que se presenta más seguido cuando se presentan aumentos en los requerimientos de producción y no se puede cumplir con el programa de producción. Podemos decir que las fallas del equipo son demasiado frecuentes y que representan demasiado tiempo-hombre invertido en su reparación y en tiempos extras que aumentan los costos de producción y directamente a los gastos de operación Por los exagerados paros de línea. lo operadores al parecer se ven favorecidos con menos actividades aunque en algunas veces cuando los paros son prolongados (algunas horas) se aprovechan para organizar algunos cursos rápidos de seguridad o de otros temas. Por otro lado también se ven incrementados sus ingresos semanales con el número tan grande de horas extras que llegan a percibir. Cuando el fallo no se presenta físicamente en algún equipo de la línea de corte, sino es más bien por descompostura de la grúa viajera, se trata de abastecer en la línea de algún otro modo, cuando por algún motivo no se puede surtir los paros duran de dos a tres días aún teniendo materiales urgentes en espera.

Por lo anterior, el mal funcionamiento de la grúa viajera, representa un factor de riesgo crítico para la producción.

Se ha anunciado un incremento en los requerimientos para el año 2000, de **1600 Tons a 3000 tons**. De acero que serán procesadas en la línea al mes. Lo que convierte a una condición crítica a este proyecto.

**A CONTINUACION SE MUESTRA LA LINEA DE CORTE ACTUAL:**



### **PASO 3: Analizar las causas**

#### **Lluvia de Ideas :**

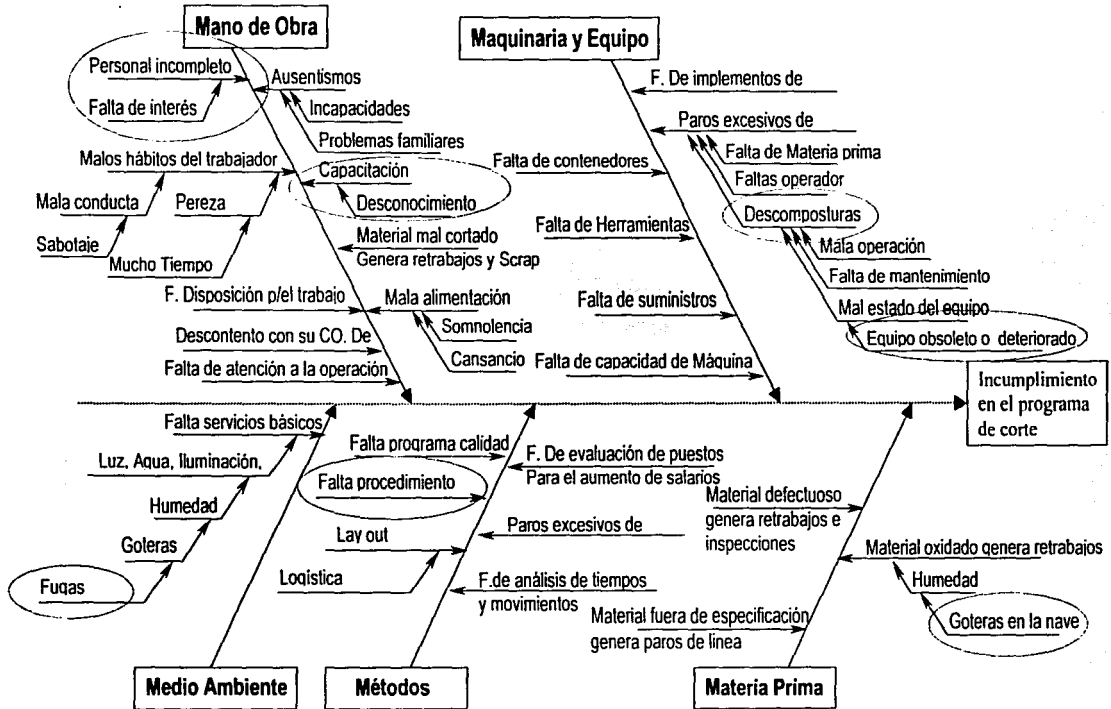
### **"PLANEAR"**

Las posibles causas del incumplimiento del programa de producción podrían ser entre otras las siguientes:

- 1.- La falta de una programación certera y adecuada que garantice el aprovechamiento óptimo del equipo y del tiempo del personal.
- 2.- El mal uso del equipo que por falta de adiestramiento del personal y que ocasiona fallas en el proceso y por lo tanto paros de máquina.
- 3.- El mal estado del equipo presenta fallas repetidas e inevitables que ni siquiera el personal de mantenimiento puede prevenir.
- 4.- El personal puede estar sabotando el equipo intencionalmente para trabajar menos, o bien para poder ganarse tiempos extras.
- 5.- El equipo puede trabajar, sin embargo el programa de mantenimiento esta mal ideado y no cumple con las necesidades del equipo.

**PASO 3: analizar las causas**  
**Diagrama Causa y Efecto**

**"PLANEAR"**



**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

## **PASO 3: Analizar las causas**

### **Parte 1: Establecer Hipótesis**

## **"PLANEAR"**

Del listado original de posibles causas o lluvia de ideas, se **eliminan** las siguientes propuestas (1, 4 y 5), después de analizar el diagrama de Causa y Efecto:

- 1.- La falta de una programación certera y adecuada que garantice el aprovechamiento óptimo del equipo y del tiempo del personal.
- 4.- El personal puede estar saboteando el equipo intencionalmente para trabajar menos, o bien para poder ganarse tiempos extras.
- 5.- El equipo puede trabajar, sin embargo el programa de mantenimiento esta mal ideado y no cumple con las necesidades del equipo.

Y del diagrama causa y efecto se obtuvieron varias causas nuevas:

- 1.- La falta de personal complica el trabajo de los operarios, ya que tienen que detener sus actividades para poder realizar algunas otras indispensables también.
- 2.- Las goteras generadas por las lluvias aumentan el material no conforme y también las oxidaciones en los rollos descubiertos.
- 3.- La falta de procedimientos para el ajuste de parámetros en las máquinas, para evitar posibles daños.

Las causas que se confirmaron son las siguientes (los puntos 2 y 3 de la lluvia de ideas):

- 4.- El mal uso del equipo que por falta de adiestramiento del personal y que ocasiona fallas en el proceso y por lo tanto paros de máquina.
- 5.- El mal estado del equipo presenta fallas repetidas e inevitables que ni siquiera el personal de mantenimiento puede prevenir.

### **Parte 2: Probar Hipótesis**

Las tres primeras causas de las hipótesis anteriores están más que comprobadas: la falta de personal es más que evidente y también sus efectos, las goteras de igual manera, la falta de procedimientos para la operación de las máquinas se pudiera comprobar siempre y cuando el equipo se encuentre en óptimas condiciones, ya que en estos momentos hay actividades que se realizan para poder trabajar con el equipo, cuando no deberían de existir tales como amarrar ciertas piezas, como trapos para que no se safen o calzar el equipo con láminas para que trabaje, etc... Las dos últimas causas si se pueden comprobar, sobre todo la parte de la capacitación. La del equipo en mal estado es evidente debido a que no existen en muchas ocasiones las refacciones y se tiene que improvisar, además de que el equipo no cumplirá con la calidad y las velocidades requeridas para el año 2000.

Con los análisis realizados anteriormente resulta que por el desgaste, los años de uso, la baja calidad en el corte y que la maquinaria no será capaz de producir los requerimientos para el año 2000, se tiene que como principal causa raíz es lo siguiente:

**"EL MAL ESTADO, DETERIORO, OBSOLESCENCIA E INCAPACIDAD DE PRODUCCION DEL EQUIPO DE CORTE DEL ACERO"**

**PASO 3: analizar las causas**  
**Parte2: Probar Hipótesis**

**"PLANEAR"**

Lo anterior se presentó a la Dirección de la compañía realizando un análisis de costo-beneficio para comprobar que el proyecto se pague en un tiempo no mayor a tres años como lo establecen las políticas de la empresa, siendo este análisis aprobado.

EL incremento en el corte trae como consecuencia tener mayores volúmenes de acero almacenado en rollo y en hojas: así como el manejo requerirá ser mas eficiente, por lo que se desarrollará el proyecto en la adquisición de maquinaria, el reordenamiento de los materiales, manejo y su logística en el Lay out.

**ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA ADQUISICIÓN DE UNA LÍNEA DE CORTE VS. MAQUILA EXTERIOR.**

**ANALISIS COMPARATIVO ENTRE ACEROS PRIME Y METALSA**

**NECESIDADES**

METALSA				ACEROS PRIME			Diferencia Anual 12	
Descripción	Precios usd	Tons/mes 1700	Notas	Precios en usd	Tons/mes 1500	Notas		
Costo/ton	\$19.00	\$ 32,300		\$ 22.00	\$ 33,000.00	Solo Rollo a hoja	\$ 8,400.00	
<b>Consideraciones</b>								
Flete Metalsa-Prime	\$ -	\$ -	No aplica	\$ 1.50	\$ 2,250.00	Flete ida-vuelta	\$ 27,000.00	
Corte de Cizalla	\$ 1.00	\$ -	Incluido	\$ 22.00	\$ 4,400.00	200 tons/mes	\$ 52,800.00	
Corte con Prensa	\$ 2.00	\$ -	Incluido	\$ 24.00	\$ 4,800.00	200 tons/mes	\$ 57,600.00	
Nave	\$ -	\$ -	Incluido	\$ 9,116.53	\$109,398.35	Se considera un 10%	\$ 109,398.35	
<b>Consideraciones (Gente)</b>		<b>Personas/3 Turnos</b>		<b>Personas/3 Turnos Necesarias en Metalsa</b>				
OP DE LINEA DE CORTE		2	Incluido	2	Para la operación de la Lin.			
AYUDANTE DE LINEA DE CORTE		3	Incluido	2	Para la operación de la Lin.			
OPERADOR DE CIZALLA		3	Incluido	2	Para los cortes actuales			
AYUDANTE DE CIZALLA		4	Incluido	2	Para los cortes actuales			
OPERADOR DE GRUA		4	Incluido	3	Manejo de materiales			
MONTACARGUISTA		4	Incluido	3	Manejo de materiales			
ALMACENISTA		2	Incluido	2	Control de inventarios			
OPERADOR FLOTANTE		3	Incluido	3	Ayuda en general			
<b>Total</b>		<b>25</b>		<b>19</b>				<b>\$ 255,198.35</b>

**CONCLUSION**

SI LA INVERSIONE ES DE 745,000 USD		
Sobre gasto Anual	AÑOS Necesarios	Sobre costo en 3 Años
\$255,198.35	3	\$ 765,595.05

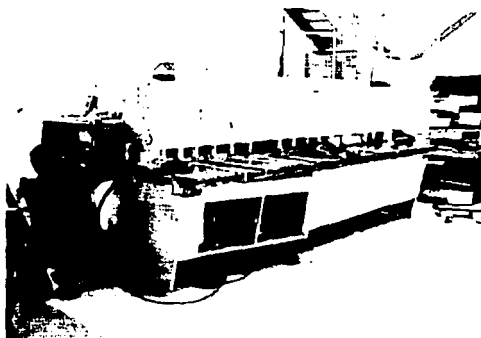
**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

**PASO 3: analizar las causas****"PLANEAR"****Situación del equipo actual : CADENAS**

Todos los movimientos del acero se realizan con cadenas, provocando que el acero sufra daños en los bordes interiores y exteriores implicando costos por scrap

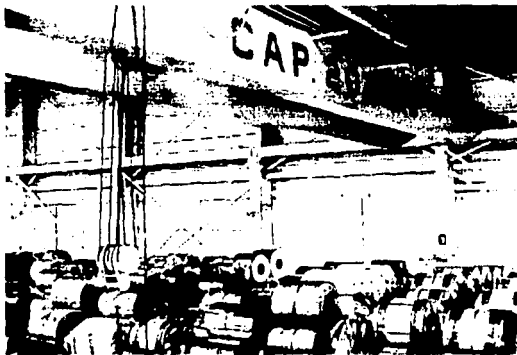
**Situación del equipo actual : CIZALLAS**

Se cuenta con 2 cizallas marca Chicago pero continuamente presentan diversas fallas y muchos paros por mantenimiento. los cortes muestran rebabas y las tolerancias son muy abiertas (+/-2.0 mm)

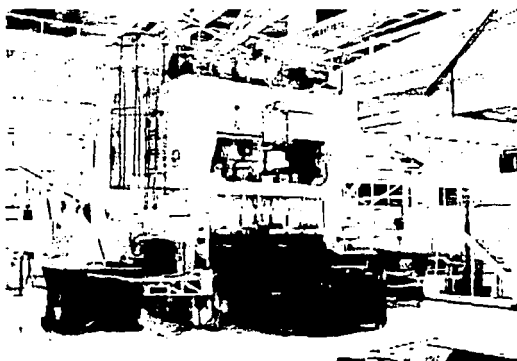


**PASO 3: analizar las causas****“PLANEAR”****Situación del equipo actual : GRUA VIAJERA**

La grúa tiene constantemente paros por diferentes fallas, lo que provoca contratar una grúa externa y como consecuencia gastos e importantes paros de producción.  
velocidad: 16 m/min.

**Situación del equipo actual : PRENSA WEINGARTEN**

Esta prensa trabaja de 7 a 8 golpes por minuto, el carro esta desnivelado y presenta fugas de aceite así como un excesivo desgaste en sus componentes mecánicos internos.



**PASO 3: analizar las causas****“PLANEAR”****Situación del equipo actual : LINEA DE CORTE**

Este equipo tiene mas de 40 años de funcionamiento y no cumple con las necesidades de producción, planicidad, precisión y tiempos de cambio. Se manda acero a maquila. la capacidad de corte es de 7 golpes/min o bien en promedio 30 tons/turno



Los tiempos de cambio de un producto a otro lleva en promedio de 1 a 1.5 hrs cuando son hojas y cuando se utiliza troquel va de 1.5 a 2.5 horas



**PASO 3: analizar las causas****“PLANEAR”****Situación del equipo actual : LINEA DE CORTE**

El equipo aunque recibiera un mantenimiento mayor no tendríamos la capacidad de enderezar la lamina y tener cortes precisos ( $\pm 0.25$  mm) ya que no lo permite por diferentes fallas que presenta.



Debido a la obsolescencia de refacciones y un mantenimiento preventivo incorrecto se tiene que hacer uso de remedios como los que son mostrados:

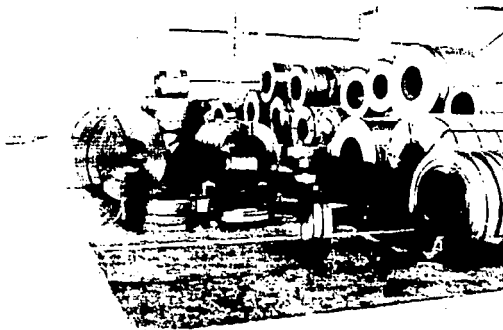
Trapo para evitar que se marque el acero con el pisador.



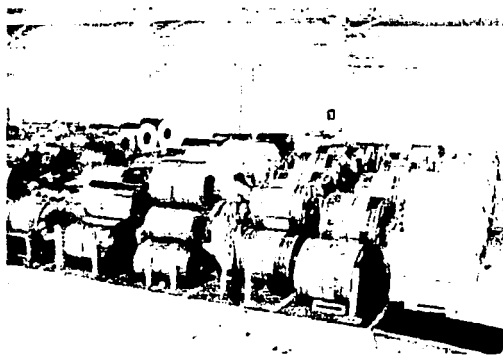


**PASO 3: analizar las causas****“PLANEAR”****Situación actual del almacenamiento: Área de CINTAS**

Actualmente no se cuenta con un rack especial, el acomodo es peligroso ya que podría caer una cinta en la pierna de cualquier persona lesionándola severamente, el área esta definida pero el material ocupa mucho espacio.

**Situación actual del almacenamiento: Área de ROLLOS**

Los rollos se almacenan con taquetes de madera, apoyados en topes o en algunos racks con peraltes bajos, siendo inseguro el estibamiento, ya que ha sucedido que los rollos pueden brincar el tacón de madera ocasionando daños y no se cuenta con las suficientes bases para todo el inventario.



**PASO 3: analizar las causas****"PLANEAR"****Situación actual del almacenamiento: Área de BLANKS**

Los atados de acero se almacenan con polines, para el surtimiento de primeras entradas/primeras salidas es realmente un problema, ocasionando que se entregue el material que está mas a la mano.



Actualmente el acero que se corta no es flejado esto nos impide que podamos realizar acomodos mas altos y eficientar mas nuestra área así como manejar el material con seguridad.



**PASO 3: analizar las causas****"PLANEAR"****Situación actual del almacenamiento: Área de BLANKS**

Para poder visualizar los blanks de tamaño pequeño (menor 1m.) se tienen que extender y ocasiona que se ocupe mas área de la debida

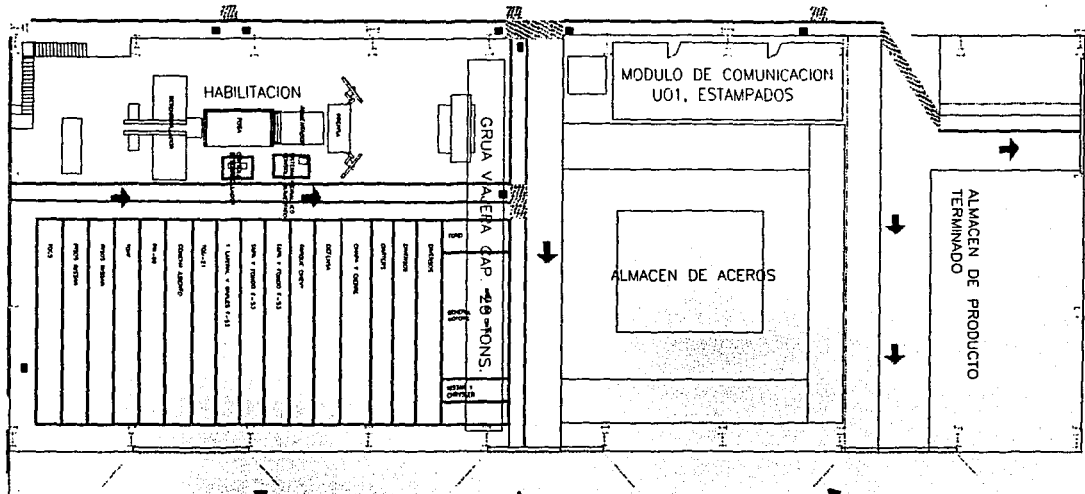


Cuando se requiere extraer un atado que ese encuentra en la parte final es necesario mover todos los atados del frente ocasionando mucha perdida de tiempo.



**PASO 3: analizar las causas**  
**Distribución del Lay Out actual:**

**“PLANEAR”**



PUERTAS DE ACCESO

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

**PASO 4: Establecer Contramedidas****"PLANEAR"**

Debido a que el principal problema es el mal estado del equipo y la falta de capacidad instalada, trae como consecuencia la adquisición de nueva maquinaria, así como será necesario la optimización del espacio para el almacenamiento de acero y los dispositivos para el manejo del mismo.

Por lo que el proyecto en general se dividirá en Cuatro sub-proyectos como a continuación se muestra:

**1.- Manejo del acero.**

Gancho "C."

Grúa viajera.

**2.- Corte del acero.**

Prensa.

Cizalla.

Línea de corte nueva.

**3.- Almacenaje del acero.**

Racks para cintas.

Racks para atados o blanks.

Bases porta rollos.

**4.- Lay out propuesto.**

Nota: La reparación de goteras la realizará el departamento de mantenimiento a edificios.

## **PASO 5: Ejecutar Contramedidas** **Manejo del acero: GANCHO "C"**

### **"HACER"**

Se decidió adquirir un gancho "C" aunque el rollo mas pesado que se puede manejar es de 12 tons. se eligió comprar uno de 20 tons, ya que la diferencia en precio no era muy considerable y han existido algunas ocasiones en que nos han llegado rollos mayores a 12 tons.



## **Manejo del acero: GRUA VIAJERA**

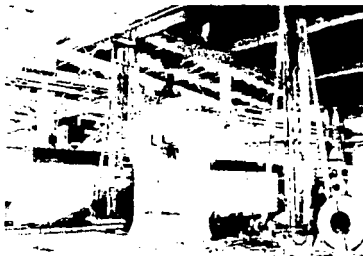
Se le dió un mantenimiento mayor incluyendo la instalación de un variador de velocidad, se colocaron guías para que no se descuadrara la grúa, se cambiaron las cuatro ruedas del puente y se ha obtenido una operación confiable



## **PASO 5: Ejecutar Contramedidas** **Corte del acero: PRENSA**

**“HACER”**

Actualmente trabaja a 15 golpes/min. esta prensa se adquirió de Metalsa México. el desgaste de esta prensa es mínimo, se le instaló cableado y tablero electrónico nuevo, y se modificó la transmisión para 40 golpes/min.



## **Corte del acero: CIZALLA** **Determinación de Necesidades**

En base a los tamaños, espesores y tipos de acero surgen los siguientes requerimientos para la compra de una cizalla nueva:

- 1.- Deberá ser de fabricación para trabajo pesado
- 2.- Espesor máximo de acero.....4.0 mm
- 3.- Espesor mínimo de acero.....0.5 mm
- 4.- Ancho máximo de hoja a cortar.....2500 mm
- 5.- Ancho mínimo de tira a cortar.....100 mm
- 6.- Avance máximo de corte.....600 mm
- 7.- Avance mínimo de corte.....50 mm
- 8.- Control numérico.....opcional
- 9.- Precio objetivo.....30-35 m usd



**PASO 5: Ejecutar Contramedidas****Corte del acero: CIZALLA****Análisis Comparativo****“HACER”****ANALISIS COMPARATIVO PARA LA DECISION DE COMPRA DE LA CIZALLA**

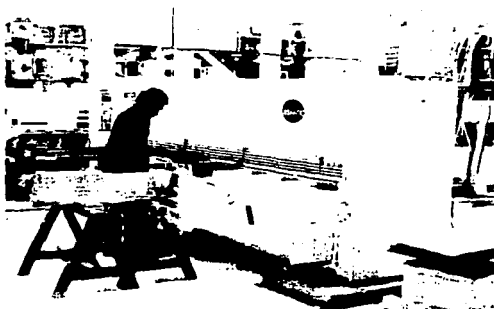
Marca	Modelo	Representante	Fabricada en:	Precio USD	Dims. Máx.(mm)			Control Numérico	T.entrega (Sem.)	Golpes/min
					Espesor	Avance	Longitud			
HACO-ATLANTIC	HDSX 10' X 1/4"	NAVA HERMANOS	BELGICA	\$ 33,995	6.35	730	3050	INCLUIDO	2	11-25
WYSONG	H2-510	NAVA HERMANOS	USA	\$ 46,500	6.35	914	3050	INCLUIDO	6-8	16-45
ALLSTEEL	10G-8	TECNOPRESS	CANADA	\$ 32,433	3.6	914	3050	INCLUIDO	10	30-45
BETENBENDER	10-1875	ACAT MEXICANA	USA	\$ 27,000	4.76	914	3050	NO INCLUYE	5	30



**PASO 5: Ejecutar Contramedidas**  
**Corte del acero: CIZALLA**  
**Selección del proveedor**

**"HACER"**

La opción de Haco Atlantic es tomada por el mejor tiempo de entrega, precio, incluye control numérico con distancias diferentes programables, construcción robusta, corta espesores hasta 6.35 mm (1/4") l.a.b en Laredo Texas, incluye la instalación en la planta, el repintado del color que es requerido "blanco", así como incluye un boleto de avión viaje redondo a Houston para la liberación de la máquina, y cuentan con soporte técnico en Monterrey Nuevo León.



**PASO 5: Ejecutar Contramedidas**  
**Corte del acero: LINEA DE CORTE NUEVA**  
**Determinación de Necesidades**

**"HACER"**

A CONTINUACION SE DA UN LISTADO DE LAS CARACTERISTICAS BASICAS QUE DEBERA TENER LA LINEA DE CORTE. ASI COMO LOS TIPOS DE ACTERO QUE SERAN PROCESADOS

Cotizar: desenrollador con coil car, nivelador, alimentador, cizalla y stacker para ser utilizados como una línea de corte, ya que la cizalla se utilizará para cortes a cuadros y la prensa para cortes de blanks con troquel.

Información del Material a utilizar (information about the material to use):

Peso Máximo del rollo (max coil weight):	12	Tons
Diametro exterior máximo del rollo (max diameter outside of coil):	1700	mm
Rango del diametro interior del rollo (range diameters inside of coil): 20-24"	508-610	mm
Mínimo espesor de material (minimum thickness of material)	0.4	mm
Máximo espesor de Material (maximum thickness of material)	3.5	mm
Ancho mínimo del rollo a utilizar (minimum width of coil)	300	mm
Ancho máximo del rollo a utilizar (max width of coil)	1600	mm
Avance máximo de alimentación (Maximum feed length)	2500	mm
Avance mínimo de alimentación (Minimum feed Length)	500	mm
Precisión de alimentación (accuracy Required)	+/- 0.1	mm

Tipo de lámina en la que utilizará Metalsa (we will use the Type of Stock):

CRS (Cold Rolled Steel), HRS (Hot Rolled Steel), Aluminizada (Aluminized)

Emplomada (Terne Plate) y Alte Resistencia (High Tensile: 50,000 psi @ 1600mm t = 2.5 mm)

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

**PASO 5: Ejecutar Contramedidas**  
**Corte del acero: LINEA DE CORTE NUEVA**  
**Análisis Comparativo**

**"HACER"**

ANÁLISIS COMPARATIVO DE DIFERENTES PROVEEDORES:

Descripción	PROVEEDORES			
	1	2	3	4
Tiempo de E	5 MESES	5 MESES	5 MESES	4 MESES
Ancho de rollo (max)	1600 mm	1600 mm	1829 mm	1600 mm
Uncoil	\$ 63,100	\$ 73,475	Incluido	\$ 55,660
Coil Car	\$ 26,900	Incluido	Incluido	\$ 19,500
Mesa Enebrado	\$ 9,500	\$ 25,400	Incluido	\$ 10,600
Enderizador	\$ 120,950	\$ 89,975	Incluido	\$ 118,650
Cant. Rodillos	7	7	7	7
Pit Crossover	Mesa	Mesa	Malla plastica	Mesa
Alimentador	\$ 106,890	\$ 78,700	Incluido	\$ 148,925
Velocidad	68 m/min	45.7 m/min	60.93 m/min	60.96 m/min
Cizalla(Share)	\$ 71,500	\$ 89,250	Incluido	La Incluye el aim
Stacker	\$ 123,000	\$ 182,875	Incluido	\$ 226,600
Banda transportadora	No incluido	No incluido	Incluido	No incluido
\$ Inst. Y Entren.	Incluido	\$ 17,750	Incluido	\$ 8,800
Forma de Pago	20/30/30/20	30/30/40	25/65/10	50/50
F.O.B.	Clinton,ME	Mississauga,Ontario	Crown Point IN	Sterling Hts, MI
Garantía	5T ransm./2 años	2AÑOS	2 AÑOS	3-2-1 años
C.Refacciones	Clinton,ME	Mississauga,Ontario	Crown Point IN	Sterling Hts, MI
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 521,840</b>	<b>\$ 557,425</b>	<b>\$ 533,000</b>	<b>\$ 588,735</b>

Precios en USD

PRECIO OBJETIVO DE METALSA: \$ 533,061.00

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**PASO 5: Ejecutar Contramedidas**  
**Corte del acero: LINEA DE CORTE NUEVA**  
**Selección del Proveedor**

**"HACER"**

La decisión fue por la del proveedor numero 3 en base a lo siguiente:  
 se realizo una visita a usa en donde pudimos ver las instalaciones de cada proveedor y el tipo de productos que ofrecen (excepto Canadá) y observamos que la línea de productos que fabrican son :  
 alimentadores a prensas y el proveedor seleccionado su principal línea de productos son líneas completas de corte y slitters.

el precio fue negociado con ellos y se ajusto a nuestro presupuesto incluyendo la banda transportadora, carro portarrollos, el sistema de corte computarizado y la capacidad de cortar rollos con un ancho máximo de 1828.8 mm (72") y una capacidad máxima de corte de 60 piezas/min., y dos años de garantía en todo el equipo.

**Corte del acero: LINEA DE CORTE NUEVA:**  
**Datos generales del equipo seleccionado**

Peso máx. de rollos: 12 Ton.  
 Ancho de Rollo: 300-1828 mm (12"-72")  
 Diámetro interior del rollo: 508-610 mm (20"-24")  
 Espesor del acero: 0.4-3.5 mm (0.15"-0.138")  
 Tipo de Acero: CRS, HRS, Aluminizado, Galvanizado, Alta Resistencia  
 Punto de Cedencia (Material Yield): 40.000-50.000 psi  
 Tolerancia en la longitud de corte: +/-0.1mm (+/- .004")  
 Velocidad máxima de la línea: 60.93 m/min (200 ft/min)  
 Planicidad: Remueve la historia del rollo.  
 Longitud de corte: 100-2500mm (4"-98.5")  
 Modo de operación: alimentación por acumulación de Mat. (Loop)  
 Sentido o dirección de la línea: derecha a Izquierda  
 Alimentación: 480/3/60

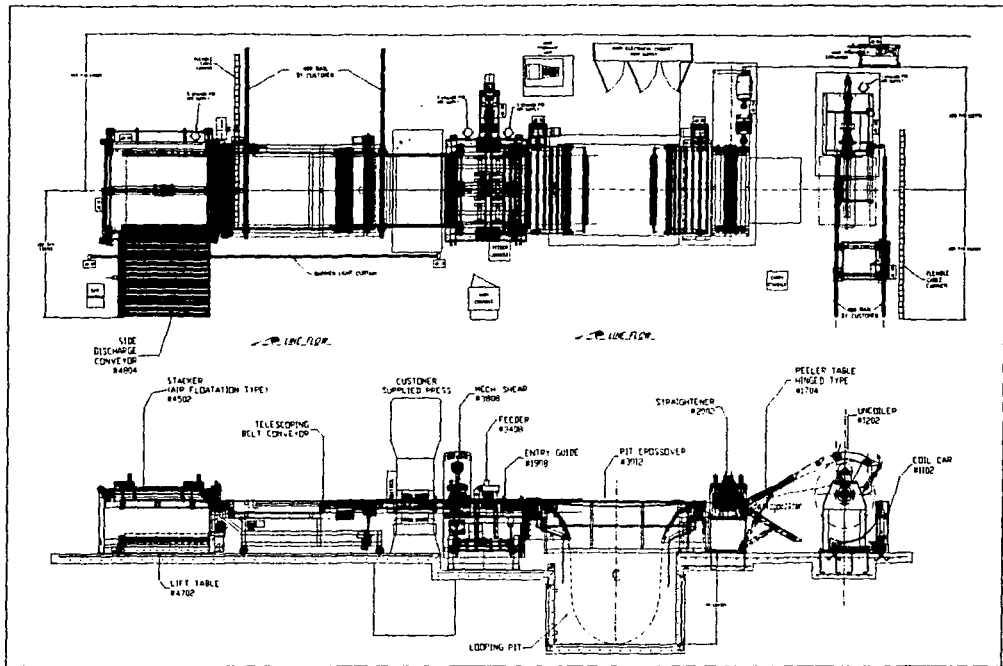


**PASO 5: Ejecutar Contramedidas**

**“HACER”**

**Corte del acero: LINEA DE CORTE NUEVA**

**Dibujo general de la línea de corte seleccionada**



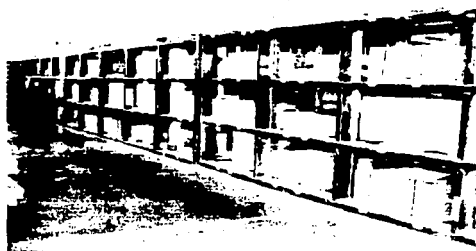
**TESIS CON FALTA DE ORIGEN**

**PASO 5: Ejecutar Contramedidas****“HACER”****Almacenaje del acero: RACKS PARA CINTAS:**

Se realizó el diseño de los racks para ordenar las cintas de acero. el rack permite que se puedan estibar 2 o 3 en altura (dependiendo del peso).

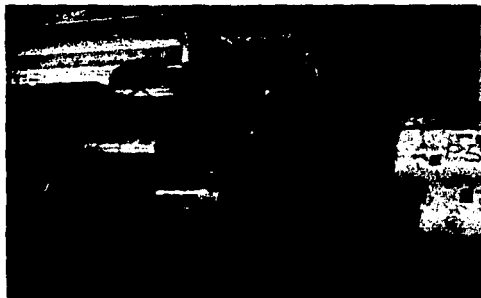
**Almacenaje del acero: RACKS PARA ATADOS**

Se diseñaron los racks conforme a los tamaños de los atados para que fueran aprovechados al máximo y es fácil identificar y extraer las primeras entradas - primeras salidas. el almacenaje se muestra organizado.



**PASO 5: Ejecutar Contramedidas “HACER”**  
**Almacenaje del acero: RACKS PARA ROLLOS**

Se fabricaron racks con capacidad de 15 y 18 rollos c/u. los peraltes son altos y se colocarán adicionalmente postes de protección para que sea mas seguro el estibamiento

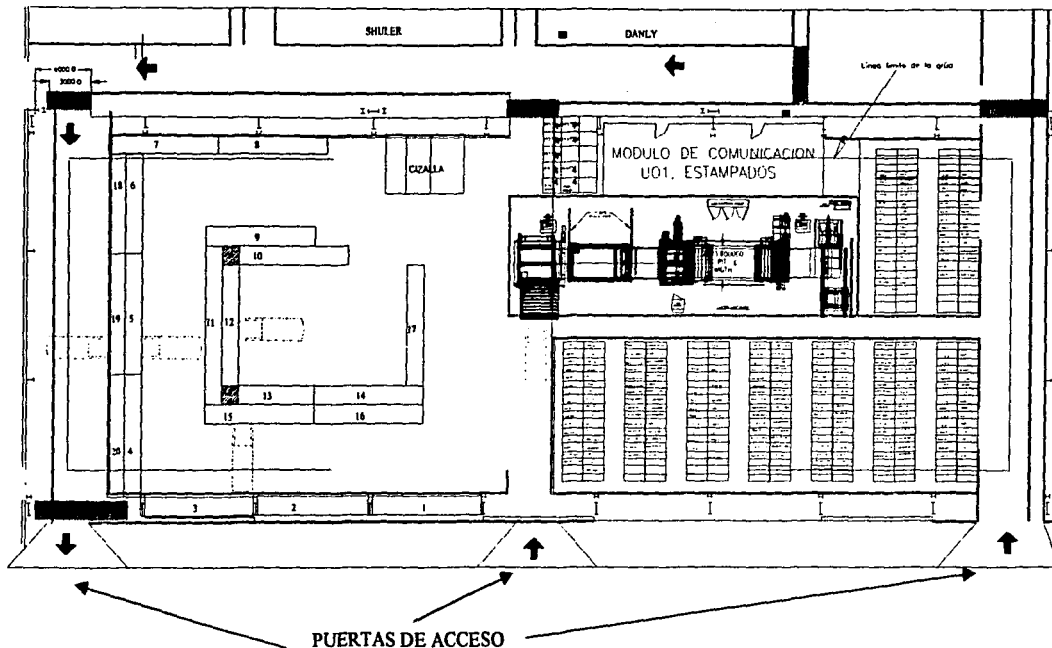


En la siguiente fotografia se muestra una vista lateral del pasillo principal donde se almacenan los rollos:



**PASO 5: Ejecutar Contramedidas**  
**Lay Out Propuesto**

**“HACER”**



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **PASO 6: Verificar o Medir los resultados “VERIFICAR”** **Manejo del acero: GANCHO “C”**

LOS BENEFICIOS QUE SE ADQUIRIERON FUERON LOS SIGUIENTES:

- 1.- El tiempo para sacar un rollo se redujo en mas de un 50%. ya que el operario tenia que subirse donde estuviera el rollo y pasar por el centro las cadenas para anclarlas.
- 2.- Lo anterior generaba una condición insegura de trabajo para el almacenista.
- 3.- Los rollos no se maltrataron con el gancho, ya que las cadenas se enterraban en los
- 4.- Para la descarga de una plataforma con acero se redujo de 1 hora y media a tan solo 30 min.
- 5.- La reducción de costos por daños en el interior es el siguiente:
  - Al final del rollo se deformaban en promedio 13 hojas y se redujo a tres.
  - Esto equivale a 10 kgs multiplicado por \$18 pesos/kg nos da por rollo un ahorro de 180 pesos
  - Esto multiplicado por un consumo promedio de 200 rollos/mes = \$36.000/mes de Ahorro.



## **Manejo del acero: GRUA VIAJERA**

LOS BENEFICIOS QUE SE ADQUIRIERON FUERON LOS SIGUIENTES:

- Con el mantenimiento mayor y las guías para evitar el descuadramiento, la Grúa no volvió a atorarse en el avance longitudinal.
- Con la instalación del variador de velocidad, se evitaron los arranques bruscos evitando daños en la transmisión de la grúa.
- Con la instalación de las cuatro ruedas del puente y la reparación de las pistas se evitaron las perdidas de tracción. Lo anterior en conjunto nos ofrece una operación confiable de la grúa.

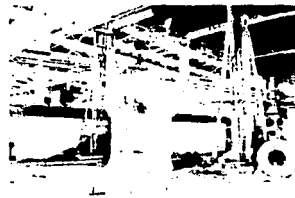


TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **PASO 6: Verificar o Medir los resultados "VERIFICAR" Corte del acero: PRENSA**

LOS BENEFICIOS QUE SE ADQUIRIERON FUERON LOS SIGUIENTES:

- La prensa inicial trabajaba de 7 a 8 golpes por minuto, para los productos en general se esta trabajando a 14 golpes/min aunque tiene una capacidad de hasta 40 golpes/min.
- Por lo anterior para partes que se requiere la operación de la prensa se aumento su capacidad de producción en un 100%.
- La prensa Actual debido a que fue instalado un nuevo control, inhalación eléctrica nueva y mantenimiento mayor a la transmisión, no presenta fugas y su operación es confiable.

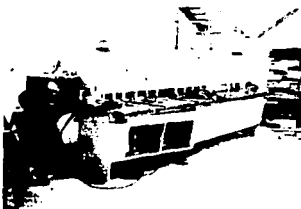


## **Corte del acero: CIZALLA**

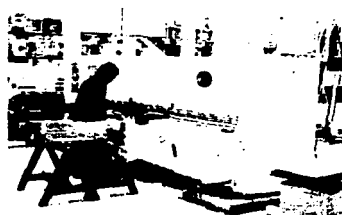
LOS BENEFICIOS QUE SE ADQUIRIERON FUERON LOS SIGUIENTES:

- La nueva cizalla absorbió el trabajo de las dos cizallas Chicago que se tenían.
- Los cortes se realizan sin rebabas y con precisión ( $\pm 0.2\text{mm}$ ), anteriormente se tenía  $\pm 1.5\text{mm}$
- Con la ayuda del control numérico, los tiempos de cambio de dimensión son muy rápidos, se realizan en segundos y con las cizallas Chicago se utilizaba de media a una hora.
- Por lo anterior y debido a que continuamente fallaban las cizallas Chicago, se aumento su capacidad de producción en mas del 50% y los rechazos por rebabas y dimensiones fuera de tolerancia se eliminaron en un 100%.

CIZALLA CHICAGO



CIZALLA HACO-ATLANTIC

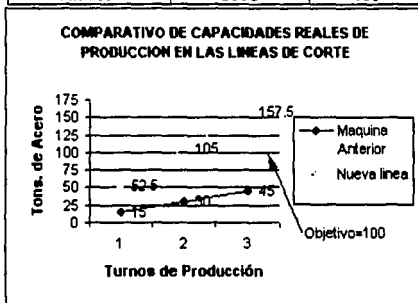


## **PASO 6: Verificar o Medir los resultados "VERIFICAR"** **Corte del acero: LINEA DE CORTE NUEVA**

LOS BENEFICIOS QUE SE ADQUIRIERON FUERON LOS SIGUIENTES:

1. Cortes con la precisión requerida: +/-0.2 mm
2. Los cortes se realizan sin rebabas o doblamientos, así como escuadrados.
3. EL tiempo de cambio de una longitud a otra era de 1 Hr y con la nueva línea se cambia en 30 segundos.
4. El tiempo de montaje del rollo en el desenrollador era de 30 min. Y ahora es de 5 min.
5. El tiempo de puesta en marcha (desde la colocación del rollo hasta obtener la primera pieza) era de una hora y media. con la nueva línea es de tan solo 10 min.
6. Cuando la maquina termina un atado en el equipo anterior se tenía que esperar mientras la retiraba la grúa o el montacargas y esto llevaba desde 20 min hasta una hora y todo ese tiempo la maquina no podía producir. La nueva línea de corte un sistema de rodillos que le permite seguir trabajando, ya que expulsa el atado hacia fuera de la maquina y puede continuar realizando el siguiente atado, esto se realiza en solo 5 minutos.
7. El personal que ese utilizaba en la línea anterior era de tres personas. con la línea nueva solo se requieren dos.
8. La capacidad de producción cambia de 15 tons/turno a 52.5 con la nueva línea, a continuación se describen los detalles:

REQUERIMIENTOS	MENSUAL	DIARIO
Jun 1999	700	35
Ene 2000	2000	100
Ene 2005	3000	150



Cant. De Tons. por día	Maquina Anterior 10 cortes/min	Nueva linea 30 Cortes/min
1 Turno	15	52.5
2 Turnos	30	105
3 Turnos	45	157.5

## **PASO 6: Verificar o Medir los resultados "VERIFICAR" Corte del acero: LINEA DE CORTE NUEVA**

Nota: aunque la maquina tiene una capacidad de 40 cortes/min se reduce a 30 para no forzarla y cortar debajo del 100% de su capacidad.

Tiempo promedio por rollo de 400 hojas y 5 tons. De Peso:

Descripción de la operación	Tiempo (min)
Colocar rollo a alimentador	5
Alimentar acero en maquina	10
Cambio de dimension	0.5
Tiempo corte	16.7
Sacar atado de la maq.	5
<b>Total</b>	<b>37.2</b>

Considerando turno de 8 hr durante 6 días y eliminando 15 min. A la entrada y 15 a la salida tenemos un tiempo efectivo de 7 hrs por turno.

Por lo que en promedio se cortarían:

$$7 \times 60 = 420 \text{ min/ turno}$$

$$420 / 40 = 10.5 \text{ rollos}$$

$$10.5 \times 5 \text{ tons} = 52.5 \text{ tons/turno}$$

Por lo anterior se decide trabajar a dos turnos de lunes a sábado y se cumple perfectamente con el volumen requerido de 100 tons/día

LINEA DE CORTE ANTERIOR



LINEA DE CORTE STRILICH



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **PASO 6: Verificar o Medir los resultados "VERIFICAR"** **Almacenaje del acero: RACKS PARA CINTAS:**

LOS BENEFICIOS QUE SE ADQUIRIERON FUERON LOS SIGUIENTES:

1. El área asignada que se tenía inicialmente era de : 57 m2 y se redujo a 24 m2 (se fabricaron 8 racks de 2x1.5 mts.).
2. Se redujo considerablemente la posibilidad de accidentes, ya que sin los racks usualmente se colocaban las cintas sobre su canto y en varias ocasiones se cayeron pudiendo provocar serios daños en cualquier persona, con el rack se elimino esta posibilidad.
3. La apariencia mejoro, ya que normalmente las cintas estaban regadas en toda el área.
4. Cuando llovía, como el material se colocaba sobre el suelo se mojaban las cintas provocando oxidación y generaba retrabajos para eliminar el oxido.

CINTAS REGADAS



CINTAS EN EL RACK



## **PASO 6: Verificar o Medir los resultados “VERIFICAR” Almacenaje del acero: RACKS PARA ATADOS**

LOS BENEFICIOS QUE SE ADQUIRIERON FUERON LOS SIGUIENTES:

1. Para la extracción de un atado se realiza de forma inmediata, (en un minuto) mientras que para sacar un atado que estuviera colocado en la parte de atrás, esto llevaba hasta UNA HORA, ya que el montacargas tenía que mover todo el material del frente, sacar el atado y posteriormente acomodar nuevamente el material.
2. Con estos racks si se puede llevar con absoluta facilidad las “Primeras entradas y Primeras salidas”, ya que son identificados los atados y cualquier persona lo puede distinguir.
3. La apariencia es inigualable, el agrado fue notorio tanto para el personal de la compañía como de los clientes.
4. Este almacenamiento ayudo en gran medida para facilitar los Inventarios mensuales y semestrales.
5. Se elimino el gasto mensual de los polines, ya que los soportes son de PTR.
6. El uso del montacargas disminuyo en mas del 50% por lo que los tiempos muerto por montacargas se eliminaron, logrando realizar un mejor apoyo a todo el departamento.
7. Se fabricaron 20 Racks con 20 espacios cada uno para almacenar 100 Tons. Por lo que se cuenta con una capacidad de almacenaje de 2000 toneladas en un área de 810m<sup>2</sup>.

ALMACENAMIENTO INICIAL



ALMACENAMIENTO CON RACKS



## **PASO 6: Verificar o Medir los resultados "VERIFICAR" Almacenaje del acero: RACKS PARA ROLLOS**

LOS BENEFICIOS QUE SE ADQUIRIERON FUERON LOS SIGUIENTES:

1. El principal beneficio es que el estibamiento se realiza con seguridad, debido a los peraltes altos que no permiten que se salga un rollo.
2. Con este diseño nos permite estibar el tercer nivel (con capacidad de 15 y 18 rollos c/u.)
3. Con estas base se almacena :

$$14 \text{ Racks X } 15 \text{ Rollos} = 210 \text{ Rollos}$$

$$4 \text{ Racks X } 18 \text{ Rollos} = 72 \text{ Rollos}$$

$$282 \text{ X } 10 \text{ Tons.} = \underline{\underline{2820 \text{ Tons.}}}$$

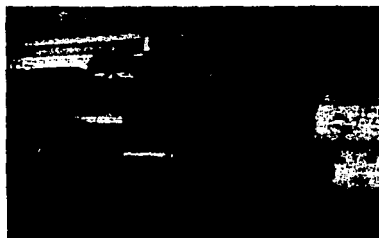
Estas 2820 Toneladas son estibadas en un área de: 30m X 9m y 10.5m X 10.6m = 381.3 m<sup>2</sup>  
(7.39 ton/m<sup>2</sup>)

En el acomodo anterior se tenían 16 hileras de 15 rollos Cada una = 240 rollos = 2400 tons. En un área de: 28m X 13 m = 364 m<sup>2</sup>.  
(6.59 ton/m<sup>2</sup>)

De lo anterior se muestra que solo se aprovecho en un 10.8% mas que en la forma anterior, este incremento no fue tan notorio debido a que en el acomodo anterior se utilizaban cadenas para el manejo de los rollos y permitía que los pasillos fueran menores a un metro de ancho, mientras que con la utilización del Gancho "C" ente requiere de pasillos de 1.5 m de ancho y que son mas amplios para poder realizar las maniobras.

POLINES Y BASES BAJAS

BASES PORTARROLLO NUEVAS



## **PASO 7: Mantener Estándares Manejo del acero: GANCHO "C"**

**"ACTUAR"**

- No se deberá de cargar un rollo mayor a 20 toneladas.
- El centro del rollo deberá ser el mismo que en la línea imaginaria del soporte del gancho.
- Por ninguna situación se deberá utilizar nuevamente las cadenas, ya que estas dañan las aristas interiores del rollo ocasionando daños en el acero.
- Una vez por mes se deberá de realizar una revisión visual en el gancho para revisar posibles daños, esta revisión será por el departamento de Mantenimiento.
- Cuando no se utilice el gancho, este deberá de estar ubicado entre dos hileras de rollos, de tal forma que en caso que alguien lo mueva no accidente a una persona, recargándose en un rollo.

## **Manejo del acero: GRUA VIAJERA**

- Solo el personal capacitado podrá manejar la grúa.
- El departamento de mantenimiento deberá de incluir dentro de sus mantenimientos preventivos el chequeo de la transmisión y sus componentes principales.
- Una vez por año se realizara una inspección general de la grúa, incluyendo la alineación y la revisión a detalle de las pistas de rodamiento (este servicio podrá contratarse externamente).
- Cuando se traslade un rollo este movimiento deberá ser por encima del pasillo y a una separación aproximada de 20 cms del piso, esto es para evitar posibles accidentes en el caso de que choque con otros materiales.
- Todos los movimiento se realizarán con pleno cuidado.

## **Corte del acero: PRENSA**

- Solo el personal capacitado podrá operar la prensa.
- El departamento de mantenimiento deberá de incluir dentro de sus mantenimientos preventivos el chequeo de la transmisión y sus componentes principales.
- Una vez por año se realizará una inspección general de la prensa.
- El centro de la línea de corte es el centro de la mesa de la prensa.
- La operación de la línea de corte en conjunto con la línea de corte se deberá de realizar como mínimo con dos personas.
- La extracción del scrap deberá de realizarse preferente mente con una banda, para evitar posibles daños en el operario por manejar materiales punzo-cortantes
- Para el montaje y desmontaje de los troqueles se deberá de mover la banda situada entre la prensa y el stacker (estibador de blanks) y deberá de accionarse un interruptor situado en una de las ruedas, ya que de lo contrario no se accionara el alimentador de la línea de corte.



**PASO 7: Mantener Estándares****“ACTUAR”****Corte del acero: CIZALLA**

- Solo el personal capacitado podrá operar la Cizalla.
- El departamento de mantenimiento deberá de incluir dentro de sus mantenimientos preventivos el chequeo general de la máquina y sus componentes principales.
- Las cuchillas deberán de intercambiarse en cuanto presente las primeras fallas en el corte (cada cuchilla cuanta con cuatro filos cortantes).
- No se deberán de cortar dos o más láminas encimadas, ya que puede dañar las cuchillas.
- Tener mucho cuidado de que no exista material u objetos en la parte posterior de la máquina que pueda obstruir el recorrido de la mesa o carro superior.
- Siempre utilizar su equipo de seguridad como son: Guantes, muñequeras, Peto y Zapatos de seguridad.
- Todos los atados que se corten deberán de ser correctamente flejados, esto es para evitar posibles daños en una persona.
- No se deberán de estibar atados muy altos y angostos, debido a que se pueden caer fácilmente y lesionar a cualquier persona.

**Corte del acero: LINEA DE CORTE NUEVA**

- Solo el personal capacitado podrá operar la Línea de corte.
- El departamento de mantenimiento deberá de incluir dentro de sus mantenimientos preventivos el chequeo general de la máquina y sus componentes principales.
- Las cuchillas deberán de intercambiarse en cuanto presente las primeras fallas en el corte (cada cuchilla cuanta con cuatro filos cortantes).
- Siempre utilizar su equipo de seguridad como son: Guantes, muñequeras, Peto y Zapatos de seguridad.
- Todos los atados que se corten deberán de ser correctamente flejados, esto es para evitar posibles daños en una persona.

**Almacenaje del acero: RACKS PARA CINTAS**

- Solo se podrán utilizar las cadenas para extraer las cintas que se encuentran dentro de los racks, solo que se deberán de proteger las esquinas interiores con un pedazo de acero para evitar el daño.
- Por seguridad solo se podrá estibar dos racks.
- Queda prohibido empujar con las uñas del montacargas estos racks, que sufrirán deterioro en su estructura como son doblamientos, abolladuras, etc.
- Respetar siempre la ubicación que se les asigno a estos racks (entre las hileras de los rollos y hasta el final de cada pasillo (ver Lay Out).

## **PASO 7: Mantener Estándares “ACTUAR”**

### **Almacenaje del acero: RACKS PARA ATADOS**

- Solo el personal capacitado de montacargas podrá almacenar los materiales dentro de los racks.
- Se podrá utilizar la grúa para colocar los atados en los espacios superiores del rack únicamente.
- Al colocar un atado se deberán de colocar los postes amarillos de tal forma que el material no se encorve, aproximadamente es a un una tercera parte de la orilla del atado.
- Se deberá de tener cuidado de no dañar con las uñas del montacargas los postes amarillos, ya que estos cuentan con unas placas que sirven de guías.
- En la parte superior del rack no es aconsejable estibar dos atados encimados, ya que esto podría ser causa de algún accidente en la estiba o extracción del atado.

### **Almacenaje del acero: RACKS PARA ROLLOS**

- En esta sección se recordaran los cuidados que se realizan con el gancho “C”:
- No se deberá de cargar un rollo mayor a 20 toneladas.
- El centro del rollo deberá ser el mismo que en la línea imaginaria del soporte del gancho.
- Por ninguna situación se deberá utilizar nuevamente las cadenas, ya que estas dañan las aristas interiores del rollo ocasionando daños en el acero.
- Solo podrá realizar los movimientos personal capacitado en la operación de la grúa.
- Solo se estibarán tres hileras de rollos en cada rack.
- Los rollos siempre deberán de estar flejados, debido a que de lo contrario se desbobinarán y esto ocasiona problemas de alineación en la línea de corte.
- Los rollos de mayor diámetro y peso siempre deberán de estar situados en la primera hilera.
- Los racks están diseñados para un diámetro exterior del rollo de 1.5 m. En caso de que existieran rollos mayores a esta dimensión, será necesario solicitar al proveedor del acero disminuya el peso para reducir dicho diámetro.

**PASO 8: Definir Nuevo Proyecto**

**"ACTUAR"**

Paso 8  
Definir  
Nuevos  
Proyectos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPITULO 5. INVERSIONES

### 5.1 Inversión Inicial Estimada

A continuación se muestran los costos estimados para la realización del proyecto.

<b>PARTIDA.</b>	<b>Proyecto ICP 2000</b>	<b>Presupuesto Autorizado</b>
<b>1</b>	<b>LÍNEA DE CORTE</b>	<b>\$ 533,000.00</b>
	Enderezador	\$ 149,000.00
	Alimentador	\$ 120,000.00
	Desenrollador	\$ 67,100.00
	Mesa de Enebrado	\$ 18,200.00
	Coil Car	\$ 26,810.00
	Share (Cizalla)	\$ 77,800.00
	Stacker para prensa	\$ 74,090.00
<b>2</b>	<b>INSTALACION Y TRANSPORTE (L.C.)</b>	<b>\$ 20,000.00</b>
<b>3</b>	<b>PRENSA MEXICO</b>	<b>\$ 18,000.00</b>
	Mantenimiento	
	Desmontaje, carga, descarga y traslado	
	Pintura	
	Instalación	
	Servicios (aire y energia)	
<b>4</b>	<b>CIZALLA</b>	<b>\$ 40,000.00</b>
<b>5</b>	<b>GRUA</b>	<b>\$ 20,000.00</b>
	Reparación y adaptaciones a la grúa	
	Reparación de motoreductor	
<b>6</b>	<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>\$ 69,000.00</b>
	Bases para el almacenaje de rollos	\$ 15,000.00
	Rack para la estiva de cintas	\$ 10,000.00
	Rack para Blanks	\$ 20,000.00
	Colocación de vigas l	\$ 13,000.00
	Gancho "C"	\$ 11,000.00
<b>7</b>	<b>GASTOS, HONORARIOS Y VIAJES</b>	<b>\$ 17,700.00</b>
	<b>TOTAL:</b>	<b>\$ 717,700.00</b>

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

## 5.2 Inversión Final Real

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	Elemento	Componente	ASIGNADO	REAL
1	LÍNEA DE CORTE			\$ 533,000.00	\$ 533,000.00
	Enderezador			\$ 149,000.00	
	Alimentador			\$ 120,000.00	
	Desenrollador			\$ 67,100.00	
	Mesa de Enebrado			\$ 18,200.00	
	Coil Car			\$ 26,810.00	
	Share (Cizalla)			\$ 77,800.00	
	Stacker para prensa			\$ 74,090.00	
2	INSTALACION Y TRANSPORTE (LINEA DE CORTE)			\$ 20,000.00	\$ 45,422.38
	Flete Indiana-SLP	Línea de Corte	1a. Plataforma		\$ 4,358.50
	Flete Indiana-SLP	Línea de Corte	2a. Plataforma		\$ 3,774.00
	Flete Indiana-SLP	Línea de Corte	3a. Plataforma		\$ 5,400.00
	CIMENTACIÓN	Beltegeuse	Nueva y Vieja		\$ 10,212.77
	CIMENTACIÓN	Concreto	FACTURA 427		\$ 94.84
	CIMENTACIÓN	Concreto	FACTURA 452		\$ 54.27
	CIMENTACIÓN	Concreto	FACTURA 475		\$ 231.49
	CIMENTACIÓN	Concreto	476		\$ 54.27
	CIMENTACIÓN	Concreto	501		\$ 250.41
	CIMENTACIÓN	Concreto	526		\$ 424.40
	CIMENTACIÓN	Concreto	546		\$ 1,661.73
	CIMENTACIÓN	Bombeo	547		\$ 260.98
	Servicios	Anticongelante	26 Galones		\$ 86.21
	Servicios	Aire (L.C./Prensa)	Mano de Obra		\$ 652.35
	Servicios	Aire	Valvulas y conex.		\$ 171.15
	Servicios	Electrico (L.C./Prensa)	Mano de Obra		\$ 7,571.50
	Servicios	Electrico (L.C./Prensa)	Cable		\$ 3,100.00
	Servicios	Aceite Hidraulico	416 Lts.		\$ 531.45
	Servicios	Interruptor Conveyor	CYPESA		\$ 28.54
	Servicios	Anclas	90 piezas 3 tamaños		\$ 572.12
	Servicios	Anclas	JoeVAJ		\$ 75.97
	INTERRUPTOR SQUARE D	Línea de Corte	400 amperes		\$ 790.48
	INTERRUPTOR SQUARE D	Prensa	250 amperes		\$ 790.48
	RETIRAR LINEA DE CORTE ACTUAL	Beltegeuse			\$ 3,000.00
	Concreto 6 m3 250 f c	Cemex			\$ 574.47
	Proyecciones de la línea de corte	Danep			\$ 550.00
	Piramide	Danep			\$ 150.00

## 5.2 Inversión Final Real (Continuación)

PAR-TIDA	DESCRIPCION	Elemento	Componente	ASIGNADO	REAL
3	PRENSA MÉXICO			\$ 12,000.00	\$ 19,109.45
	Refacciones p/prensa	Abastecedora Ind.			\$ 46.45
	Aceite Spartan p/prensa	Chemical Clean			\$ 259.11
	Mantenimiento motor Prensa	Grupo Elect. Mec. Potosi			\$ 250.00
	Pintura	Raspada	Antonio Rocha		\$ 638.30
		Pintada	Beteigeuse		\$ 737.54
	Montaje y nivelacion	CCC			\$ 6,702.13
	Servicios	Aire	Vaivulas y conex.		\$ 502.93
TRASLADO		Beteigeuse			\$ 8,398.53
	Maniobra grua p/levantar: prensa	Gruas San Luis			\$ 1,574.47
4	CIZALLA			\$ 40,000.00	\$ 36,643.58
	COMPRA DE CIZALLA	Hacco Atlantic			\$ 33,995.00
	INSTALACIÓN CIZALLA	Base e Instalacion	HECSA		\$ 797.87
		Material Electrico	Jose Prisco		\$ 27.03
	MESA DE RODILLOS	2 Piezas	Danep		\$ 1,000.00
	Caseta de Habilitacion				\$ 764.11
Ofic. Habilitación Conect.Voz/Datos	Telebyte			\$ 59.57	
5	GRUA			\$ 20,000.00	\$ 8,753.38
	VARIADOR DE VELOCIDAD	Abastecedora Ind.			\$ 1,304.26
	Motoreductor del Carro				
	Cabezales y Rodamientos	Paga R.Cortes	\$ 1,782.03		\$ -
	SERVICIO DE REPARACIÓN	Pickos			\$ 7,419.80
	Cableado electrico y Selector	Electrico	Cable cal. 16		\$ 21.89
Cableado electrico y Selector	Electrico	Cable caja		\$ 3.28	
Cableado electrico y Selector	Electrico	Selector p/velocidad		\$ 4.15	
6	ALMACENAMIENTO			\$ 69,000.00	\$ 38,145.15
	Bases p/almacenaje de Rollos	19 piezas	Danep	\$ 15,000.00	\$ 13,936.16
	Racks para la estiba de cintas	8 Piezas	Danep	\$ 10,000.00	\$ 5,150.07
	Racks para Blanks	17 Piezas	Danep	\$ 20,000.00	\$ 12,650.53
	Colocacion de Vigas I	Pendiente	Pendiente	\$ 13,000.00	
	Reparacion de Tirantes	Columnas	Contraventeos		\$ 268.42
	Largueros	Mal. Fabricacion	Atados/Rollos/cintas		\$ -
	Gancho "C"			\$ 11,000.00	\$ 6,140.00

Nota: Los costos están en USD.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## 5.2 Inversión Final Real (Continuación)

PAR-TIDA	DESCRIPCION	Elemento	Componente	ASIGNADO	REAL
7	GASTOS Y HONORARIOS			\$ 17 700.00	\$ 20,584.50
	Pintura del piso de la linea de corte				\$ 5,000.00
	Gastos Aduanales	Linea de Corte	Zamudio (Mex)		\$ 3,346.17
	Gastos Aduanales	Linea de Corte	Intercontinental(USA)		\$ 579.30
	Cena con personal de Strilich	Micocula			\$ 88.60
	Comida con personal de Strilich	Burger King			\$ 15.75
	Almacenamiento				
	Largueros	Flete Mty-SLP	Transp. Roga		\$ 792.12
	Largueros	Flete Mty-SLP	Transp. Roga		\$ 792.12
	Largueros	Flete Mty-SLP	Transp. RV 9276		\$ 638.30
	Largueros	Flete Mty-SLP	Transp. RV 9453		\$ 638.30
	Largueros	Flete Mty-SLP	Transp. RV 9587		\$ 638.30
	Gancho "C"				
	FLETE DE LAREDO- SAN LUIS	Se pago eN flete de la cizalla.			\$
	Gastos Aduanales	R.B. group (Mex.)			\$ 28.95
		Internationa F. (USA)			\$ 150.00
	CIZALLA				
	FLETE DE HOUSTON-Laredo Tex.	Melton			\$ 1,450.00
	FLETE DE LAREDO- SAN LUIS	Transportes Aguila			\$ 790.00
	Gastos Aduanales	R.B. group (Mex.)			\$ 180.50
	Gastos Aduanales	Internationa F. (USA)			\$ 150.00
	Gasto de Avion	Macario Arriaga	Houston, Tex		\$ 954.43
	HOTEL 2 HABITACIONES	Macario/Jaime Y.	Houston, Tex		\$ 151.76
	Viaticos (USA)	Macario/Jaime Y.	Houston, Tex		\$ 150.00
	Viaticos (Mex)	Macario/Jaime Y.	Houston, Tex		\$ 106.38
	TRAER LA HERRAMIENTA FUE EN SUSTITUCION DEL PAGO DE HOSPEDAJE Y TRANSPORTACION DE LOS 2 TECNICOS EN				
	Herramientas de Strilich	Flete Roadway	Indiana-Laredo		\$ 416.04
	Herramientas de Strilich	Flete Transp.Nuevo L.	Laredo-SLP		\$ 798.95
	Herramientas de Strilich	Flete Roadway	SLP-N.Laredo		\$ 121.35
	Herramientas de Strilich	Flete Roadway	Laredo-Indiana		\$ 416.04
	Herramientas de Strilich	Gastos aduanales	Zamudio (Mex)		\$ 2,050.32
	Herramientas de Strilich	Gastos aduanales	Intercontinental(USA)		\$ 109.25
	Herramientas de Strilich	Gastos aduanales	DTA		\$ 31.58

Nota: Los costos están en USD.

### 5.3 Comparación

La tabla siguiente muestra las principales partidas, así como las diferencias entre la inversión estimada vs la inversión real

Partida	Descripción	Presupuesto Autorizado	Gastado Realmente
1	LÍNEA DE CORTE	\$ 533,000.00	\$ 533,000.00
2	INSTALACION Y TRANSPORTE (L.C.)	\$ 20,000.00	\$ 45,422.38
3	PRENSA MEXICO	\$ 18,000.00	\$ 19,109.46
4	OZALLA	\$ 40,000.00	\$ 36,643.58
5	GRUA	\$ 20,000.00	\$ 8,753.38
6	ALMACENAMIENTO	\$ 69,000.00	\$ 36,145.18
7	GASTOS, HONORARIOS Y VIAJES	\$ 17,700.00	\$ 36,449.74
	TOTAL:	\$ 717,700.00	\$ 717,523.72

Nota: Los costos están en USD.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## CONCLUSIONES

Cabe aclarar que el proyecto fue implementado en el tiempo estimado, solo se tuvo un problema en el transporte de la línea de corte en donde se dañó el enfriador del aceite hidráulico y este fue reemplazado un mes después.

Para el desarrollo del proyecto nos ajustamos con la inversión asignada, se cubrieron los aspectos más importantes pero considero que quedaron algunos pendientes por falta de recursos.

En este proyecto y en muchos otros siempre habrán cosas por mejorar o áreas de oportunidad por lo que es necesario continuar con el Ciclo de Deming y La Mejora Continua. En el caso de las herramientas o troqueles que son utilizados en la línea de corte será importante estandarizar la altura del troquel. Fabricar un extractor de Scrap y aditamentos para el cambio rápido del herramental.

Mi responsabilidad terminó hasta la entrega del proyecto trabajando completamente, quedando la responsabilidad a la persona encargada de este departamento de habilitación la tarea de concientizar a todo el personal de cuidar los equipos, ya que regularmente los dañan o estropean, considerando que se adquirieron equipos muy costosos y no se les da el cuidado requerido. lo cual llevará a que toda la maquinaria y equipos se dañen prematuramente ocasionando paros en las líneas de prensas y costos innecesarios.

En el caso del almacenamiento de rollos si llegara a haber un incremento, se deberá pensar en el crecimiento de la nave, debido a que los espacios están utilizados casi al máximo y no se podrán colocar más racks.

Es importante que la tercera puerta sea utilizada como fue planeada para la descarga de las plataformas (Trailers), debido a que normalmente la descargan en el patio con el montacargas y las almacenan temporalmente en el exterior de la nave quedando el acero a la intemperie, ocasionando oxidación y daños en los rollos.

Podrían realizarse muchas más consideraciones pero deberán ser resueltas conforme se vayan presentando en importancia.

## **BIBLIOGRAFIA**

**CAMINO A LA MEJORA**  
Departamento de CFV Metalsa.  
San Luis Potosí.

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
Métodos, Tiempos y Movimientos  
Benjamín W. Niebel  
Ed. Alfaomega Tercera Edición

**BIBLIOTECA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
W. Grant Ireson, Eugene L. Grant  
Ed. CECSA 1987

**CIGAL**  
Centro de Información sobre Calidad,  
Seguridad y Medio Ambiente  
España  
[www.cigal.igatel.net](http://www.cigal.igatel.net)  
[www.cigal.igatel.net/html/c\\_deming.htm](http://www.cigal.igatel.net/html/c_deming.htm)