

881217

12
29

UNIVERSIDAD ANAHUAC

ESCUELA DE INGENIERIA

Con Estudios Incorporados a la Universidad Nacional Autónoma de México



UNIVERSIDAD ANAHUAC
VINCI IN BONO MALUM

IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN UNA PLANTA MANUFACTURERA EN MEXICO

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P r e s e n t a n :

CARLOS HERMENEGILDO GARZA AUTREY
GERARDO GARZA AUTREY
ANGEL GABRIEL GONZALEZ DEL COLLADO
PATRICIO JORGE LERDO DE TEJADA WEST

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ASESOR: ING. ARMANDO TORRES

México, D. F.

1993



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

OBJETIVOS Y ALCANCES

OBJETIVOS:

-Desarrollar un método organizado y de fácil aplicación de control de calidad para una planta de fabricación de película de polietileno por el proceso de extrusión soplado.

-Calcular la forma de tomar los muestreos para el control de calidad.

-Diseñar alternativas a seguir cuando algunas de las muestras del lote sean defectuosas.

-Comprobar la utilidad que se obtendrá de la implantación del sistema de control de calidad al disminuir las mermas y el de producir materiales fuera de especificación ó defectuosos.

-Asegurarse que todo el material que se produce y se embarca al cliente está dentro de las especificaciones y tolerancias.

ALCANCES:

-Es un sistema de control de calidad aplicable a cualquier planta de fabricación de película de polietileno por el proceso de extrusión soplado, ya que el sistema se basa en normas generales y en procesos estadísticos que varían dependiendo del volumen de producción.

-Es un método de fácil aplicación por lo que no es necesario personal muy especializado en el seguimiento y mantenimiento del sistema.

-Mostrar de una manera clara y sencilla la teoría estadística aplicada a la producción en un problema determinado.

-Mostrar los criterios modernos del control de calidad.

INDICE

CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1 Polietileno y sus aplicaciones.....	1
1.2 Aplicaciones comerciales del polietileno.....	4
1.3 Principales procesos de fabricación de productos de polietileno.....	5
1.3.1 Proceso de inyección.....	5
1.3.2 Proceso de soplado.....	6
1.3.3 Proceso de extrusión y calandreado.....	8
1.3.4 Proceso de laminación por extrusión.....	9
1.3.5 Proceso de extrusión soplado.....	10
1.4 Película de polietileno por el proceso de extrusión soplado.....	11
1.4.1 Descripción detallada del proceso.....	11
1.5 Procesos de conversión de película de polietileno.....	13
1.5.1 Tratamiento corona.....	13
1.5.2 Impresión.....	14
1.5.3 Bolseo.....	15
1.5.4 Sellado.....	16
1.5.5 Reciclado y recuperación de materiales.....	16
1.5.6 Reembobinado.....	17
1.6 Empaques y embalajes.....	18
1.6.1 Rollos.....	18
1.6.2 Película y bolsas.....	18

CAPITULO II: FILOSOFIAS DEL CONTROL DE CALIDAD

2.1 Deming y su filosofía de calidad.....	19
2.1.1 Introducción.....	19
2.1.2 Filosofía de calidad de Deming.....	19
2.1.3 Los 14 pasos de Deming.....	19
2.1.4 Las siete enfermedades mortales.....	24
2.1.5 Algunos obstáculos de Deming.....	25
2.1.6 El ciclo de Shewart.....	29

2.2 Crosby y su filosofía de la Calidad.....	31
2.2.1 Introducción.....	31
2.2.2 Los cuatro principios absolutos.....	31
2.2.3 Los 14 pasos para el mejoramiento de la calidad.....	35
2.3 Juran y su filosofía de la calidad.....	41
2.3.1 Introducción.....	41
2.3.2 El cliente lo mas importante.....	43
2.3.3 Mapa de carreteras.....	46

CAPITULO III: FUNCION DE LA CALIDAD

3.1 Introducción.....	52
3.2 Historia de la calidad.....	52
3.3 Administración estratégica de la calidad.....	53
3.4 Definiciones de la calidad.....	53
3.5 Dimensiones de la calidad.....	54
3.6 Relaciones positivas de la calidad.....	54
3.7 Comparación con el mercado Japonés.....	55
3.8 Implicaciones practicas.....	56
3.9 Justificación y definición de la corriente filosófica a utilizar en el presente estudio..	57

CAPITULO IV: INTRODUCCION A LAS HERRAMIENTAS ESTADISTICAS

4.1 Usos de las herramientas básicas.....	59
4.2 Hojas de chequeo o verificación.....	60
4.3 Histogramas y polígonos de frecuencias absolutas y relativas.....	61
4.4 Diagrama de Pareto.....	63
4.5 Diagrama de causa-efecto o de Ishikawa.....	64
4.6 Estratificación.....	65
4.7 Diagramas de dispersión.....	66
4.8 Gráficas de control.....	67

4.9 Gráficas de control "X-R".....	69
4.10 Guia rápida para la interpretación de gráficas de control.....	75
4.11 Capacidad del proceso.....	80

**CAPITULO V: PROCESOS EN LA PLANTA, SUS VARIACIONES Y
CONTROLES NECESARIOS**

5.1 Extrusión.....	84
5.1.1 Ancho del rollo.....	84
5.1.2 Calibre Promedio.....	86
5.1.3 Distribución de Calibre.....	91
5.2 Conversión.....	93
5.2.1 Descripción del proceso.....	93
5.2.2 Funcionamiento de una máquina bolseadora.....	93
5.2.3 Parámetros a controlar.....	94
5.2.4 Método de Control.....	95
5.3 Impresión.....	95
5.3.1 Descripción del proceso.....	95
5.3.2 Funcionamiento de una máquina impresora.....	96
5.3.3 Parámetros a controlar.....	97
5.3.4 Método de control.....	98

**CAPITULO VI: APLICACION DEL CONTROL ESTADISTICO A LOS
PROCESOS DE MANUFACTURA**

6.1 Determinación de la relación entre peso por metro y ancho del rollo en el área de extrusión.....	99
6.2 Identificación de variables vitales y su repercusión en la mala calidad.....	100
6.3 Determinación de las causas de paros continuos en el área de conversión.....	102
6.4 Control en el área de impresión.....	103
6.5 Control estadístico en el área de extrusión (línea dado estático).....	105

6.6 Control de rendimiento de máquina de dado giratorio para reportar al cliente y asegurarle que el proceso está controlado y que su Cpk es correcto.....	108
6.7 Control de ancho de rollo de máquina de dado giratorio para reportar al cliente y asegurarle que el proceso está controlado y que su Cpk es correcto.....	110

CAPITULO VII: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA

7.1 Inversión necesaria para el establecimiento de un control estadístico de proceso.....	113
7.2 Costo de operación del control estadístico de proceso.....	115
7.3 Costo de mantenimiento.....	116
7.4 Cantidad y valor del material rechazado sin un sistema de control de calidad.....	117
7.5 Obtención de los flujos de efectivo anuales..	118
7.6 Evaluación económica del proyecto.....	120
7.7 Beneficios obtenidos.....	121

CAPITULO VIII: CONCLUSIONES

8.1 Conclusiones sobre polietilenos y sus procesos.....	122
8.2 Conclusiones sobre filosofías de calidad.....	124
8.3 Conclusiones sobre funciones de la calidad...	125
8.4 Conclusiones sobre la introducción a las herramientas estadísticas.....	126
8.5 Conclusiones sobre los procesos en la planta, sus variaciones y sus controles.....	128
8.6 Conclusiones sobre aplicaciones de controles por medio de herramientas estadísticas en los procesos.....	129
8.7 Conclusiones sobre el estudio de factibilidad económica.....	132
8.8 Conclusiones Generales.....	132

CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1 Polietileno y sus aplicaciones

Historia

La producción inicial del polietileno fue por la compañía Imperial Chemical Industries Ltd. (ICI) en Inglaterra durante los años 30's como resultado de los estudios químicos de alta presión y compuestos orgánicos. En el año de 1939 esta compañía construyó la primera planta comercial para la fabricación de polietileno y se conoció este producto como polietileno de baja densidad LDPE (Low density polyethylene) ó de alta presión (por el tipo de proceso con el que se fabricaba, nosotros lo denominaremos de baja densidad por así conocerse en el mercado). En 1941 la ICI abrió su tecnología y bajo la supervisión del estado Norteamericano, Union Carbide y Du Pont fueron contratados para construir las primeras plantas de polietileno en los EUA. Durante la segunda guerra mundial la mayoría del polietileno se utilizó como aislante para los cables de alta frecuencia en radares. La fabricación de polietileno se hace en reactores autoclaves con monómero de etileno y pequeñas cantidades de oxígeno ó peróxidos para iniciar la polimerización (unión de varias moléculas de monómeros formando cadenas). La reacción se hace a presiones entre los 15,000 y 45,000 p.s.i. y se obtiene un polímero con ramificaciones de cadenas laterales y un rango de densidad de .918 a .935 gr./cc.

El polietileno de alta densidad HDPE (high density polyethylene) se descubrió a principios de los 50's como resultado de una investigación dirigida por el Dr. Carl Zeigler en Alemania, La Phillips Petroleum Co. y la Standard Oil of Indiana. Estos grupos desarrollaron sistemas de catalizadores que permitían la polimerización del etileno a baja presión a menos de 1500 p.s.i. El producto resultante contenía muy pocas ramificaciones de cadenas laterales consecuentemente la cadena es mas lineal y produce un mayor grado de cristalinidad y una mayor densidad de .940 a .965 gr./cc. unos de los catalizadores que se emplearon fue el óxido de molibdeno y el vanadio.

Estructura:

Los polímeros de etileno se pueden conseguir en cientos de compuestos con una gran variedad de estructuras diferentes, copolímeros, mezclas de polímeros, productos vulcanizables ; debido a esto es muy importante reconocer el rango de propiedades disponibles en los compuestos de polietileno y tener un entendimiento general de los materiales y las variaciones en composición que producen variaciones de propiedades en los polietilenos.

Como características generales de los polietilenos estos se conocen por las siguientes propiedades comunes entre ellos:

- 1.- Excelentes propiedades dieléctricas.
- 2.- Resistencia a los solventes, ácidos y alcalis.
- 3.- Alta resistencia.

- 4.- Buenas propiedades de barrera al agua.
- 5.- Su aceptable versatilidad para adaptarse a los diferentes procesos de manufactura.

Estas propiedades pueden ser ajustadas y se pueden obtener otras propiedades deseables modificando ligeramente su estructura molecular por medio de la incorporación de aditivos. Las principales características que se modifican con la estructura molecular son: El grado de cristalinidad, pesos moleculares promedio y la distribución del peso molecular. El polietileno es parcialmente cristalino y parcialmente amorfo y el porcentaje de cristalinidad tiene un marcado efecto en las propiedades físicas. Las ramificaciones de cadenas laterales son el factor clave que controla la cristalinidad. Debido a que el HDPE tiene una estructura molecular mas compacta se obtiene una mayor cristalinidad que en el LDPE.

Aditivos y Cargas:

Las propiedades de los polietilenos se pueden modificar ademas por el uso de aditivos ó cargas, pero existen ciertos aditivos que son esenciales para prevenir la pérdida de propiedades como los antioxidantes y los protectores de la luz ultravioleta, (estabilizadores UV). Estos aditivos normalmente son agregados en el proceso de fundido. Los aditivos estabilizantes y antioxidantes usados en los polietilenos como fenoles, aminas y fosfitos protegen a los materiales en el proceso de fundido así como la subsecuente exposición al calor y al oxígeno. Los estabilizadores UV se

utilizan esencialmente con los polietilenos que se usarán a la intemperie, debido a que la luz ultravioleta puede degradar significativamente a los polietilenos no protegidos. Además de la adición de estabilizantes UV el agregar de un 2 al 3 % de negro de humo ayuda significativamente a aumentar la vida esperada a la intemperie de los polietilenos.

Los aditivos Slip ó antibloqueantes son muy importantes en las películas de LDPE para asegurar que esta tendrá las correctas propiedades de manejo. El slip que es básicamente el coeficiente de fricción de deslizamiento se ajusta mediante la adición de amidas grasas.

El bloqueado es decir la tendencia de la película de pegarse a si misma se puede reducir por medio de la adición de cargas inorgánicas como silica.

1.2 Aplicaciones comerciales del polietileno

La mejor evidencia de la versatilidad del polietileno y el excelente balance entre costo y propiedades de uso estos, es el extenso uso que se tiene.

Los polietilenos y sus copolímeros son esencialmente materiales básicos en una gran variedad de usos como:

Empaques: bolsas, películas encogibles, protectores de humedad, aislantes, botes, envases.

Aparatos: Como tapas de televisiones, cajas partes y componentes, perillas.

Transportes: Industria automotriz, aviación, ferrocarriles.

Comunicaciones: Para cables, aislantes, protectores.

Energía eléctrica: en partes de motores, máquinas y turbinas

Construcción: Aislantes, tapicería, impermeabilizantes.

En el hogar: en envases, decoraciones, partes de baño.

Otros usos: Juguetes, agricultura, adornos.

Existe un rápido crecimiento en los usos de los polietilenos debido en una gran parte a la variedad y flexibilidad de transformación que este tiene y a los diferentes procesos de transformación que existen. Debido a la estrecha relación que existe entre el proceso, el tipo de material y el uso final, las aplicaciones las definiremos acorde a los diferentes procesos que a continuación mencionamos.

1.3. Principales procesos de fabricación de productos de polietileno

1.3.1 Proceso de inyección

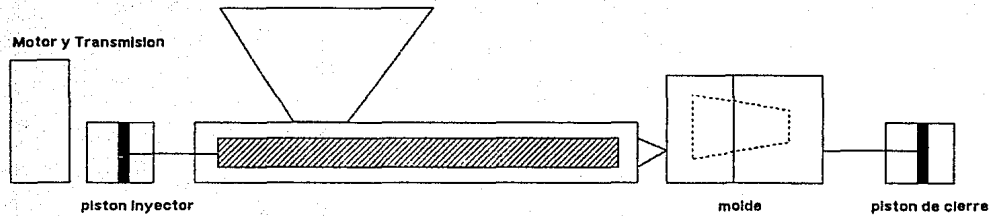
Los polietilenos son excelentes para el moldeo por inyección y son utilizados en una gran variedad de aplicaciones. La industria del moldeo por inyección es la segunda mas grande procesadora de LDPE y HDPE. La versatilidad de los procesos y la combinación de materiales producen objetos que se utilizan en una gran cantidad de industrias y aplicaciones. Como ejemplo contenedores, cubetas y botes, cajas refresqueras, partes moldeadas en muebles, botes de basura así como una gran variedad de artículos desechables utilizados en medicina. El proceso de inyección consiste básicamente en una máquina que primero por medio de un husillo (tornillo sin fin) que está dentro de un cañón que está a alta temperatura (250 a 400 C), carga

material de una tolva, una vez cargado este, se funde dentro de este cañón, el material fundido se inyecta (similar a una jeringa) dentro de un molde que está a baja temperatura (idealmente 13 C) el material se inyecta en estado líquido y al entrar al molde se va enfriando hasta alcanzar una dureza determinada que le permita ya no deformarse al terminar de enfriarse a temperatura ambiente, una vez alcanzada esta temperatura de estabilidad el molde se abre en dos partes y se bota la pieza por medio de una combinación de botadores ó pernos y aire a presión y posteriormente la máquina vuelve a cerrar este molde con una presión bastante alta (depende de la cantidad de material y el tipo, pero las maquinas tienen usualmente fuerzas de cierre de 20 a 500 tons). Una vez que el molde está cerrado empieza nuevamente el ciclo. Debido a la facilidad de flujo que tiene el polietileno de medio a alto índice de fluidez (3.5 a 20 gr/10 min a 190 C) suele ser el indicado para inyección. Para los productos que necesitan flexibilidad, claridad y dureza usualmente se utiliza el LDPE y para los productos en que se busca la rigidez, la máxima resistencia y poca flexibilidad se utiliza el HDPE.

(Ver figura siguiente página)

1.3.2 Proceso de soplado

El primer producto comercial de polietileno fabricado por el proceso de soplado fue la conocida botella que tiene la propiedad de poder ser comprimida para sacar el producto y se fabricó con LDPE. La industria del soplado ha crecido



Inyeccion

mucho debido a las aplicaciones que se tienen de sus productos y básicamente se usa ahora HDPE para obtener resistencia y evitar deformaciones en los envases. Una de las mayores aplicaciones de envases de polietileno de alta densidad por el proceso de soplado son botes para leche, botellas, botes y contenedores para detergentes, cloros, shampoos y bebidas. Así como se utiliza en botellas anticongelantes, envases para jaleas y muchas aplicaciones donde se busca dureza, rigidez y que sean químicamente inertes así como económicos.

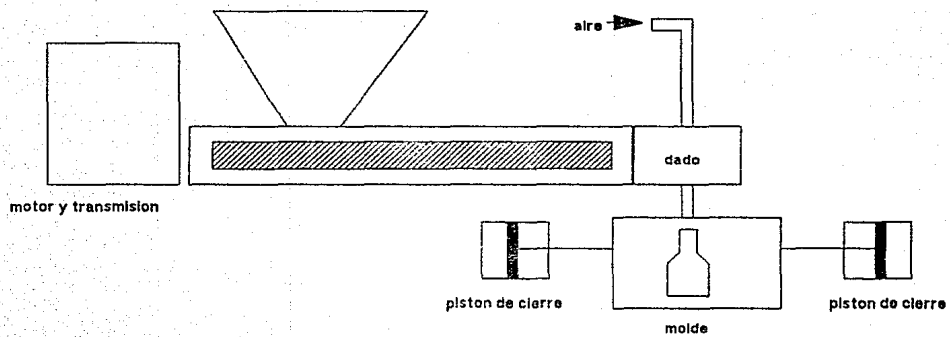
El proceso de soplado en plástico es muy similar al proceso de soplado de vidrio y consiste en extruir un tubo fundido en estado semilíquido y después cerrar un molde en torno a este tubo y soplarle aire a presión. El ciclo es básicamente el siguiente: Un husillo se mueve, cargando polietileno de una tolva y entra dentro de un cañón caliente y este material se funde, el material que se encuentra ya fundido en la punta del cañón sale de este y queda usualmente en posición vertical, en ese momento un molde se cierra en torno a este tubo fundido y empieza a soplarse aire dentro de este material inflándose y tomando la forma del molde que está frío y este enfría el polietileno, ya frío este se abre el molde y se bota el producto por medio de una combinación de aire y botadores. Una vez botado el producto empieza un nuevo ciclo. Existen máquinas actualmente que estando semifrío el envase inyectan líquido dentro de este y después inyectan una pequeña porción de

plástico en la tapa formando botellas ó contenedores cerrados con líquidos, refrescos, aguas, etc, dentro de estos y para poderlos abrir es necesario romper la tapa. Con este sistema se logran envases mucho muy económicos, resistentes e inviolables y la industria de refrescos y bebidas envasadas los utiliza mucho.

(Ver figura siguiente página)

1.3.3 Proceso de extrusión y calandreado

Este proceso se utiliza básicamente para producir láminas de plásticos que tienen una gran variedad de aplicaciones para formación de productos en líneas de termoformado, y para formar laminas para cubiertas de puertas, perfiles, mangueras, tubos, pellets, etc. Este sistema consiste básicamente en un tornillo sin fin que está girando continuamente alimentando material dentro de un cañón y lo va fundiendo, una vez fundido sale por el extremo opuesto del cañón a través de un dado, el cual puede tener diferentes figuras. Dependiendo de estas figuras es la forma que toma el polietileno, una vez que sale del dado pasa por entre una serie de rodillos ó pistas que van enfriando el material y calibrándolo a su vez debido a que como pasa entre superficies que tienen una distancia determinada entre ellas, forzosamente la figura toma estas dimensiones, también puede pasarse a través de una tina de agua para enfriar el material. Una vez moldeado y frio el material pasa a un sistema de empaque el cual puede cortar, ó enrollar el material para su posterior utilización. En



Extrusion Soplado

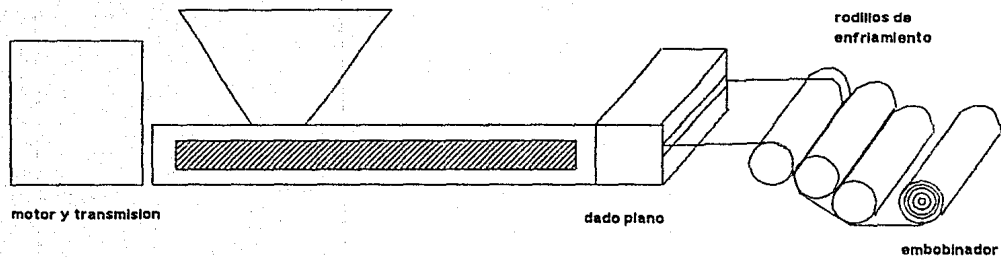
este proceso se utiliza tanto HDPE como LDPE dependiendo de lo que se desee obtener. El HDPE se utiliza para fabricar básicamente perfiles y laminas que necesitan una dureza y resistencia altas así como poca flexibilidad. El LDPE se utiliza para fabricar mangueras y ciertos tipos de tubos en los cuales se busca una gran flexibilidad y resistencia.

Para otras aplicaciones como mangueras, bobinas, etc se utiliza una mezcla de ambos tipos para obtener las características de dureza, resistencia y flexibilidad que requiera un producto específico.

(Ver figura siguiente página)

1.3.4 Proceso de laminación por extrusión

El proceso de laminación por extrusión consiste en aplicar una película sumamente delgada de polietileno sobre papel, cartón, láminas de metal, así como rafia. El proceso consiste básicamente en un tornillo sin fin que está continuamente girando y cargando material de una tolva y lo va fundiendo, este al llegar al extremo opuesto del cañón ya fundido sale a través de un dado plano que está encontrado con un sistema de rodillos que tienen en movimiento rollos de lamina, cartón ó papel y se va aplicando una película sobre la superficie de estos materiales y posteriormente pasa por un sistema de rodillos fríos que calibran y enfrían el plástico, logrando una extraordinaria adhesión con el otro producto. Debido a las altas velocidades como se hace esto y lo delgado de la capa (usualmente .0005") se utiliza normalmente materiales de baja viscosidad usando normalmente



Extrusion y Calandreado

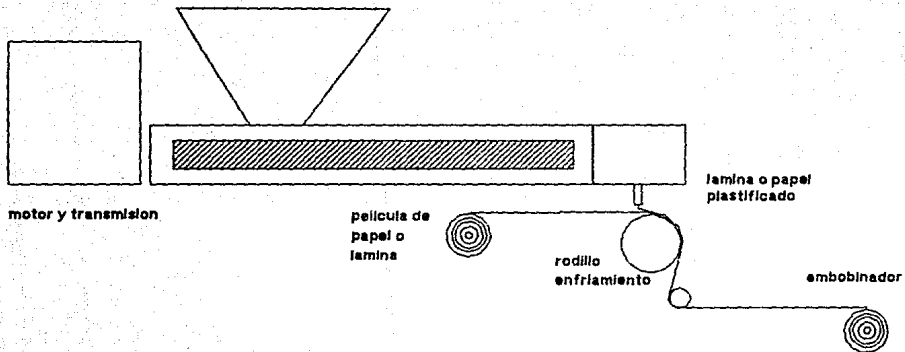
polietilenos con índices de fluidez de 3 a 12 gr/10 min a 190 C. Las aplicaciones mas comunes de este tipo son en los cartones para contener leche, jugos ó tetrapacs. Para laminación con metales para protegerlos de grasas ú oxidaciones y películas metálicas para muchos usos, desde envolturas de regalos hasta aislantes para satélites.

(Ver figura siguiente página)

1.3.5 Proceso de extrusión soplado

El proceso de extrusión soplado es el mayor consumidor de LDPE y un gran consumidor de HDPE. Se utiliza para producir películas de polietileno de bajo espesor (.00075" a .010"), de alta claridad, gran flexibilidad y alta transparencia así como bajo costo. El uso de este tipo de productos es muy amplio y se utiliza desde para hacer bolsas, hasta para hacer películas de plástico que se encogen con el calor, películas para Skin pack (empaque de un artículo sobre un cartón con una película plástica adherida a este), películas para laminación, películas para envasado de líquidos y alimentos, empaques de pañales, bolsas para cubrir estibas, lonas, cubiertas de albercas, etc.

Este proceso es la base de producción de materiales en la compañía objeto del estudio, en el siguiente inciso describimos ampliamente el proceso.



Laminacion por Extrusion

1.4 Película de polietileno por el proceso de extrusión soplado

1.4.1 Descripción detallada del proceso

La técnica mas común en la fabricación de película de polietileno es la de extrusión soplado y consiste en procesar resina de polietileno en una maquina extrusora con dado circular.

La resina se coloca dentro de una tolva manualmente, ó por medio de un sistema de aire que con base a vacío y un venturi maneja el material desde una caja ó un tambor y se mueve el este a través de tuberías hasta llegar a una tolva tapada, y existe un tercer sistema que es de alimentar la resina directamente a la maquina desde silos por un sistema similar de aire.

Una vez la resina dentro de la máquina un tornillo sinfin la mueve a través de un cañón (similar a un tubo de pared muy gruesa) caliente (calentado por resistencias eléctricas) y la resina se va fundiendo hasta llegar a un sistema de mallas (similar a la tela de mosquitero) en donde queda atrapada cualquier contaminación y se disuelven los geles (pequeños grumos de resina que no se funden fácilmente) que pudiese contener la resina, así como atrapar los pequeños carbones que se llegan a formar dentro del cañón.

La resina fundida después de pasar a través de este sistema de mallas se distribuye dentro de un dado caliente el cual consiste en dos prismas cónicos que están alineados

entre si y tienen un claro determinado entre ambos dejando salir al exterior la resina fundida.

La resina sale del dado en forma de tubo pero inmediatamente que sale de este se incrementa su diámetro considerablemente formando un globo (similar a un popote pero de gran diámetro) el cual es jalado por medio de un sistema de rodillos. La resina se enfría por acción del aire que sale a través de un arillo o cámara de enfriamiento.

Una vez formado el globo este se mete entre dos planos opuestos entre si que van reduciendo su distancia entre ellos hasta quedar separados unos pocos centímetros y pasa la película al sistema de rodillos, el cual consiste en dos rodillos paralelos entre si, uno recubierto de hule vulcanizado y el otro de metal cromado a espejo. Estos rodillos pueden variar su velocidad, y de esto y de la velocidad del tornillo sin fin que es propulsado por una transmisión de potencia conectada esta a un moto-variador, depende el espesor de la película. El ancho de la película se controla mediante la cantidad de aire que está atrapado dentro de este globo, por lo que a mas aire mayor diámetro y viceversa.

Una vez que la película ya ha pasado entre los rodillos pasa a una serie de rodillos que sirven para guiar y desarrugar la película pasando por ultimo al sistema de embobinado.

El sistema de embobinado consiste en enrollar sobre un eje de cartón la película de polietileno, pero se debe de

controlar en este punto dos cosas, la tensión con la que se enrolla la película así como la homogeneidad de embobinado entre las diferentes capas de película. En este sistema se puede incrementar ó disminuir la tensión.

Una vez terminado este punto se puede obtener producto terminado ó convertir esta película.

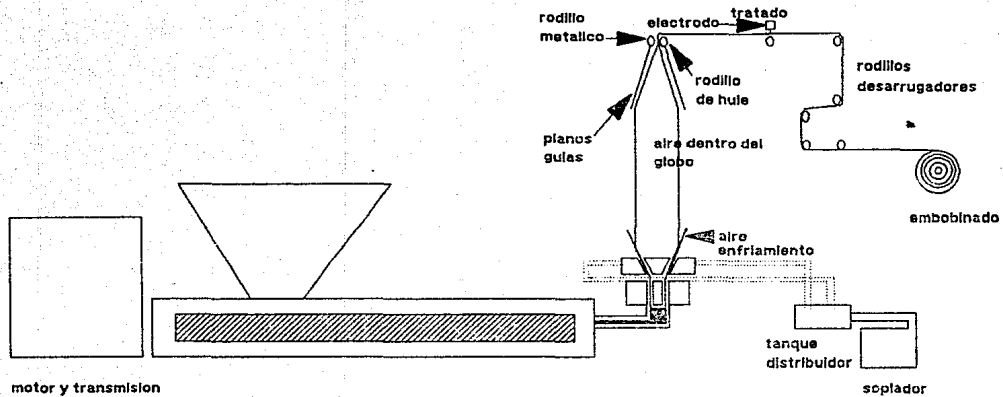
(Ver figura siguiente página)

1.5 Procesos de Conversión de la Película de Polietileno

Utilizados en esta Compañía.

1.5.1 Tratamiento Corona

El tratamiento corona sirve para mejorar la adhesión de películas de polietileno en sistemas de laminación y en skin pack, así como para poder obtener una buena fijación de la tinta sobre la película. El tratamiento corona consiste en pasar una descarga de alto voltaje y alta frecuencia, (se utiliza alto voltaje debido a que solo con alto voltaje logramos romper la rigidez dieléctrica entre dos puntos y se utiliza alta frecuencia debido a que si tenemos alto voltaje y baja frecuencia este tipo de energía puede ser mortal para una persona si la toca, y con alta frecuencia si una persona toca esta energía solamente se quemará superficialmente la piel ó se dará un Toque) a través de la película por medio de un electrodo y un rodillo recubierto con cierto tipo de aislante con lo que logramos oxidar ó hacer rugosa la última capa de electrones que tiene la película con lo que logramos que la tinta se fije adecuadamente en esta, ó se adhiera mejor en procesos de laminación.



Extrusion Soplado

1.5.2 Impresión

Una vez fabricada la película podemos imprimirla por métodos diferentes, pero en nuestro caso utilizaremos flexografía. Se tienen tinteros que son tinas donde están las tintas ya diluidas con solventes y estabilizadores especiales. Dentro de esta tina y en contacto con la tinta existe un rodillo el cual tiene una velocidad variable que es proporcional a la velocidad de la película en la impresora, paralelo a este rodillo existe un segundo rodillo que gira en sentido inverso al primero y a diferente velocidad y tiene unas diminutas perforaciones ó formas que sirven para almacenar una cantidad constante de tinta conocidos como rodillos de anilox. Este rodillo tiene a su vez un tercer rodillo paralelo a estos el cual es intercambiable y puede tener muchos diámetros diferentes.

Sobre este tercer rodillo ó mas bien flecha se colocan cilindros de impresión con diámetros diferentes con lo que se obtienen repeticiones diferentes. La repetición es la distancia que existe entre el inicio de una impresión y el inicio de la siguiente. Esta repetición está basada en el diámetro del rodillo debido a la circunferencia de este será igual a la repetición. Sobre estos cilindros se colocan a través de adhesivos de dos caras unos hules ó grabados que son negativos de la impresión que se desea obtener. El cilindro con el grabado está girando en sentido opuesto al rodillo de anilox y toma de este la tinta que tiene y posteriormente la depositará en la película. Para

impresiones que tienen un solo color ó una sola tinta se utiliza una sola estación de impresión, en nuestro caso existen cuatro estaciones de impresión donde se pueden aplicar de uno a cuatro colores en una cara, 3 en anverso y una en reverso ó 2 en cada lado de la película.

1.5.3 Bolseo

El sistema de bolseo se hace en maquinas bolseadoras y es un proceso automático.

La máquina se divide en tres partes fundamentales:

-Desembobinado: el rollo se monta sobre una desembobinador y pasa por un sistema de rodillos que están conectados a un motor de velocidad variable. De aquí la película pasa a un sistema de columpios con lo cual se logra desembobinar la película a una velocidad mas ó menos uniforme y actuar como amortiguador entre los rodillos de medición que pueden acelerar la película en un instante y detenerla en el siguiente.

-Medición corte y sello: Se tiene un sistema de rodillos conectados a una leva que puede aumentar ó disminuir su tamaño, con lo que los rodillos pueden girar mas ó menos y de esto depende la longitud de la bolsa. Se levanta el cautín, y empieza a pasar la película, una vez que ya pasó esta, se detienen los rodillos y baja el cautín, al bajar el cautín sella la película y acciona un sistema de corte.

-Bandas transportadoras: Las bandas sirven para transportar la bolsa hasta la mesa de trabajo donde automáticamente se

cuentan y se acomodan y posteriormente el operador las dobla para empaque final.

1.5.4 Sellado

Para sellar los tramos que se cortan a mano se utiliza una máquina selladora longitudinal, la cual forma un sello de alta resistencia y espesor de 5 mm. A esta máquina se le alimentan los tramos de película lateralmente y por medio de un sistema de cadenas transportadoras pasa la película hasta insertarla entre dos bandas recubiertas de teflon que van pasando a dos zonas de calentamiento y posteriormente a dos zonas de enfriamiento logrando un sello uniforme y resistente.

1.5.5 Reciclado y recuperación de materiales

En la naturaleza de nuestro proceso, se tiene que sacar ciertos recortes y mermas así como materiales fuera de especificación. Estos materiales son recuperables gracias a que el polietileno se puede fundir y volver a peletizar.

-Compactado: Para recuperar el polietileno en película se utiliza una máquina que es una compactadora la cual dentro de un cilindro de aproximadamente 80 cms de diámetro y 100 cms de alto están girando cuatro cuchillas a 1750 rpm y existe un sistema de 7 cuchillas estáticas, se introduce película de polietileno dentro de esta máquina y las cuchillas la van cortando y se va generando calor con lo que el material además de romperse se va fundiendo, una vez que están aproximadamente 10 kg. ya semifundidos y cortados se abre una llave de agua y cae esta dentro de la máquina

produciendo un choque térmico muy grande y el material se enfría súbitamente, y como siguen girando las cuchillas lo continúan rompiendo produciendo polietileno sumamente compacto, el cual se peletiza posteriormente.

-Peletizado: Una vez compactado el polietileno se coloca dentro de una tolva y un tornillo sinfin va moviendo y fundiendo el plástico, una vez fundido pasa por un sistema de mallas las cuales atrapan todas las impurezas que trae el polietileno dejando pasar solo material limpio, este sale a través de un dado que tiene perforaciones, el material sale en forma de tiras que pasan a una tina de agua para enfriarse, de aquí recorre una distancia donde se seca el material pasando posteriormente a un molino donde se cortan las tiras en pedazos de 5mm de largo aproximadamente, y el material ya está en este punto listo para volverse a utilizar en las maquinas extrusoras.

1.5.6 Reembobinado

Los rollos de película que se fabricaron en las maquinas extrusoras pueden requerir de algún proceso adicional como perforado, marcado, punzonado, etc. además de volver a embobinar un material que por alguna razón no fue una bobina dentro de especificaciones. Esta máquina consiste en una serie de rodillos paralelos donde la película se desenrolla, se modifica en cualquier forma y se vuelve a enrollar.

1.6 Empaques y embalajes

1.6.1 Rollos

Para el empaque de los rollos se utilizan cubiertas de polietileno para protegerlos de factores externos, así como tapones en los extremos con lo que se protegen los ejes de cartón de que no se colapsen por golpes.

1.6.2 Películas y bolsas

Para el empaque de las películas y las bolsas normalmente se utilizan sacos de polietileno en los cuales se colocan los materiales acomodados en paquetes regulares y uniformes en cantidad y se cosen posteriormente estos sacos para cerrarlos.

CAPITULO II: FILOSOFIA DEL CONTROL DE CALIDAD

2.1 Deming y su Filosofía de la Calidad

2.1.1 Introducción.

Habiendo nacido el 14 de octubre de 1900, William Edwards Deming tiene la misma edad de este siglo. Tenía dieciséis años cuando los Estados Unidos entraron en la primera guerra mundial, y cuarenta y uno cuando los japoneses bombardearon a Pearl Harbor. Frisaba en los cincuenta cuando el Japón, cuya economía estaba tambaleando por los efectos de la guerra, decidió que necesitaba la ayuda de un "experto extranjero"; y cuando tenía ochenta años y la NBC lo presentó en el programa de televisión "Si el Japón puede....porqué no podemos nosotros?, fue por fin descubierto en su país natal.

A continuación describiremos los catorce pasos de Deming, las siete enfermedades, los obstáculos y el ciclo Shewhart.

2.1.2 Filosofía de calidad de Deming.

"No se contenten con fabricar un producto y tratar de venderlo. Rediseñenlo y luego vuelvan a poner el proceso bajo control..con una calidad cada vez más superior"... "El consumidor es la parte más importante de la línea de producción".

2.1.3 Los 14 pasos de Deming.

1. Ser constante en el propósito de mejorar los productos y los servicios.
2. Adoptar la nueva filosofía.
3. No depender más de la inspección masiva.

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 de servicio.
 6. Instituir la capacitación en el trabajo.
 7. Instituir el liderazgo.
 8. Desterrar el temor.
 9. Derribar las barreras que haya entre áreas de staff.
 10. Eliminar los slogans, las exhortaciones y las metas para la fuerza laboral.
 11. Eliminar las cuotas numéricas.
 12. Derribar las barreras que impiden el sentimiento de orgullo que produce un trabajo bien hecho.
 13. Establecer un vigoroso programa de educación y de reentrenamiento.
 14. Tomar medidas para lograr la transformación.
1. Ser constante en el propósito de mejorar los productos y los servicios.

El Dr. Deming sugiere una nueva definición radical del papel que desempeña una compañía. En vez de hacer dinero, debe permanecer en el negocio y proporcionar empleo por medio de la innovación, la investigación, el constante mejoramiento, y el mantenimiento.

2. Adoptar la nueva filosofía.

Las personas son demasiado tolerantes frente al trabajo y a un servicio hosco. Necesitamos una nueva religión en la que los errores y el negativismo sean inadmisibles.

3. No depender más de la inspección masiva.

Las firmas americanas inspeccionan un producto de manera característica cuando sale de la línea de producción o en

etapas importantes. Los productos defectuosos, o bien se desechan, o se reprocesan; tanto lo uno como lo otro es innecesariamente costoso. En efecto, una compañía les está pagando a los trabajadores por hacer un trabajo defectuoso y luego por corregirlo. La calidad no se logra mediante la inspección, sino mediante el mejoramiento del proceso. Con la instrucción los trabajadores pueden buscar y conseguir el mejoramiento.

4. Acabar con la práctica de adjudicar contratos de compra basándose exclusivamente en el precio.

Los departamentos de compras tienen la costumbre de actuar sobre los pedidos en busca del proveedor que ofrezca el precio más bajo. Con frecuencia, esto conduce a suministros de baja calidad. Deberían, en cambio buscar la mejor calidad y trabajar para lograrla con un solo proveedor para cada uno de los artículos en una relación a largo plazo.

5. Mejorar continuamente y por siempre el sistema de producción y de servicio.

El mejoramiento no se logra de buenas a primeras. La gerencia está obligada a buscar continuamente maneras de reducir el desperdicio y de mejorar la calidad.

6. Instituir la capacitación en el trabajo.

Con mucha frecuencia los trabajadores han aprendido sus labores de otro trabajador que nunca fue entrenado apropiadamente. Se ven obligados a seguir instrucciones imposibles de entender. No pueden desempeñar su trabajo porque nadie les dice como hacerlo.

7. Instituir el liderazgo.

El trabajo de un supervisor no es decirle a la gente que hacer o castigarla, sino orientarla. Orientar es ayudarle a la gente a hacer mejor el trabajo y conocer por medio de métodos objetivos quien requiere ayuda individual.

8. Desterrar el temor.

Muchos empleados temen hacer preguntas o asumir una posición, aun cuando no entiendan en que consiste el trabajo o que esta bien o mal. La gente suele o bien seguir haciendo las cosas de manera incorrecta, o dejar de hacerlas. La pérdida económica producida por el temor es aterradora. Para mejorar la calidad y la productividad es necesario que la gente se sienta segura.

9. Derribar las barreras que haya entre áreas de staff.

Con frecuencia, las áreas de staff -departamentos, secciones, lo que sea- están compitiendo entre si o tienen metas que chocan entre si. No trabajan en equipo para poder resolver los problemas o para preveerlos. Y lo que es peor, las metas de un departamento pueden causarle problemas a otro.

10. Eliminar los slogans, las exhortaciones y las metas para la fuerza laboral.

Estos nunca le sirvieron a nadie para hacer un buen trabajo. Deje que la gente establezca sus propios slogans.

11. Eliminar las cuotas numéricas.

Las cuotas solo toman en cuenta los números, no la calidad o los métodos. Por lo general constituyen una

garantía de ineficiencia y de altos costos. Para conservar su empleo, una persona trata de llenar una cuota a cualquier costo, sin considerar el daño que pueda ocasionarle a la compañía.

12. Derribar las barreras que impiden el sentimiento de orgullo que produce un trabajo bien hecho.

La gente esta ansiosa por hacer un buen trabajo y se siente angustiada cuando no puede hacerlo. Sucede con mucha frecuencia que la actitud equivocada de los supervisores (supervisores mal orientados), los equipos defectuosos y los materiales deficientes constituyen un obstáculo. Estas barreras deben eliminarse.

13. Establecer un vigoroso programa de educación y de reentrenamiento.

Tanto la gerencia como la fuerza laboral tendrán que ser entrenadas en el empleo de los nuevos métodos, incluyendo el trabajo en equipo y las técnicas estadísticas.

14. Tomar medidas para lograr la transformación.

Se requerirá de un equipo con altos ejecutivos con un plan de acción para llevar a cabo la misión que busca la calidad. Los trabajadores no están en condiciones de hacerlo por su propia cuenta, y tampoco los gerentes. Un número crítico de las personas que trabajan en la compañía debe entender los catorce puntos, las siete enfermedades mortales y los obstáculos, los cuales serán descritos a continuación.

2.1.4 Las siete enfermedades mortales.

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

1. Falta de constancia de propósito.

Una compañía que carece de constancia en la búsqueda de su propósito no cuenta con planes a largo plazo para permanecer en el negocio.

2. Énfasis en las utilidades de corto plazo.

Velar por aumentar los dividendos trimestrales socava la calidad y la productividad.

3. Evaluación del desempeño, clasificación según el análisis anual de desempeño.

Los efectos de estas prácticas son devastadoras, se destruye el trabajo en equipo, se fomenta la rivalidad. La clasificación por mérito genera temor y deja a la gente en un estado de amargura, desesperación y desaliento. También estimula la movilidad de la gerencia.

4. La movilidad de la gerencia.

Los gerentes que cambian de un puesto a otro nunca entienden a las compañías para las cuales trabajan y nunca están ahí el tiempo suficiente para llevar a cabo los cambios a largo plazo que son necesarios para garantizar la calidad y la productividad.

5. Manejar una compañía basándose únicamente en cifras visibles.

Las cifras más importantes son desconocidas e imposibles de conocer, por ejemplo el efecto multiplicador de un cliente feliz.

6. Costos médicos excesivos.

Estos costos se refieren a los originados por los seguros de los empleados que cuentan con esta prestación por parte de la empresa. También seguro social.

7. Costos excesivos de garantía.

Estos tienen su origen en las demandas que llegan a la empresa y que tienen que ser resueltas.

2.1.5 Algunos obstáculos de Deming.

1. Descuido de planificación y de la transformación a largo plazo.
2. En busca de ejemplos.
3. La instrucción obsoleta en las escuelas.
4. Depender de los departamentos de control de calidad.
5. Calidad por inspección.
6. Achacarles a los trabajadores la culpa de los problemas.
7. Salidas en falso.
8. La computadora desguarnecida.
9. Cumplir las especificaciones.
10. Pruebas inadecuadas de los prototipos.

1. Descuido de planificación y de la transformación a largo plazo.

Aún cuando existan planes a largo plazo, con frecuencia son desatendidos por razón de las supuestas emergencias. Las políticas de las compañías, que a menudo son esencialmente frívolas, observen el tiempo de la alta gerencia. Las políticas referentes a la asistencia y a la puntualidad pueden consumir gran parte del tiempo de los

ejecutivos, si se considera que en un ambiente de buena gerencia no constituirán temas de discusión.

Los americanos tienen gran afición por los juguetes tecnológicos nuevos, pero éstos no constituyen solución alguna para los problemas profundamente arraigados.

2. En busca de ejemplos.

Las compañías tienen la tendencia a ir a otro sitio en busca de soluciones de problemas a ver si pueden copiarlas. Esto constituye un peligro. Los ejemplos por si mismos nada enseñan, subraya el Dr. Deming. Es necesario saber porque una práctica tiene éxito o fracasa. Nuestros problemas son diferentes. Esto a menudo se dice como excusa.

3. La instrucción obsoleta en las escuelas.

El Dr. Deming se está refiriendo a las escuelas de administración de empresas de los Estados Unidos, que enseñan finanzas y contabilidad creativa y operan sobre la teoría de que las habilidades gerenciales se pueden enseñar, no aprender, en la fábrica misma.

4. Dependier de los departamentos de control de calidad.

La calidad debe estar en manos de la gerencia, de los supervisores, de los gerentes de compras y de los trabajadores responsables de la producción. Las promociones de los productos son muy importantes. Los departamentos de calidad muestran lo que sucedió en el pasado, no lo que habrá de suceder en el futuro.

5. Achacarles a los trabajadores la culpa de los problemas.

Los trabajadores son responsables solo del 15% de los problemas, y el sistema del 85%. El sistema es responsabilidad de la gerencia.

6. Calidad por inspección.

Las compañías que dependen de la inspección masiva para garantizar la calidad, nunca la mejorarán. Las inspecciones que se hacen demasiado tarde, no son confiables.

7. Salidas en falso.

La enseñanza al por mayor de los métodos estadísticos -sin un cambio correspondiente en la filosofía de la compañía- constituye una de esas salidas en falso. Otra salida en falso muy popular en estos días, son los "círculos CC", dice el Dr. Deming (CC significa control de calidad). La idea es atractiva. "El obrero de producción puede decirnos mucho acerca de lo que esta mal y como mejorarlo". Sin embargo, observa el Dr. Deming, "un círculo CC puede tener éxito solo si la gerencia esta dispuesta a actuar sobre las recomendaciones del círculo. Cuando la gerencia no está interesada en participar, tal como sucede con frecuencia, los círculos CC simplemente se desintegran. Muy a menudo, el hecho de implantar círculos CC, lo mismo que "grupos para involucrar a los empleados" y "grupos de participación de empleados", tan solo representa la enseñanza de alguna persona de quitarse de encima los problemas de la gente. Además, los círculos CC

no pueden solucionar los problemas de la gerencia, que son los verdaderos problemas.

Sin embargo, las salidas en falso ofrecen un consuelo temporal. Dan la apariencia de que algo está sucediendo. El Dr. Deming las llama "pudín instantáneo".

8. La computadora desguarnecida.

Aunque la computadora tiene su lugar, dice el Dr. Deming, también puede servir de depósito para datos que nunca se emplean. Con mucha frecuencia la compra de una computadora parece ser "la cosa indicada". No existe un verdadero plan para su uso. Las computadoras confunden e intimidan a la gente muy a menudo, a la que nunca entrenan en forma apropiada para usar el equipo.

9. Cumplir las especificaciones.

Esta es la manera aceptada de hacer negocio en los Estados Unidos, pero no es suficiente si se trata de mejorar la calidad y la productividad.

10. Pruebas inadecuadas de los prototipos.

A menudo, los prototipos muestran un excelente desempeño en el laboratorio, pero exhiben toda suerte de problemas en la producción. "Cualquier persona que llega a tratar de ayudarnos debe saber todo sobre nuestro negocio".

El Dr. Deming con frecuencia se hace cargo de clientes con cuyos negocios no está íntimamente familiarizado. Es posible, observa, saber todo acerca de un negocio, excepto como mejorarlo. "La ayuda que produce el

mejoramiento solamente puede provenir de otra clase de conocimientos".

2.1.6 El ciclo Shewhart

La gerencia tendrá que organizarse como equipo para poner en marcha los otros trece puntos. Se necesitará un asesor estadístico. Todos los empleados de la compañía, incluyendo los gerentes, deben tener una idea precisa de como mejorar continuamente las calidad. La iniciativa debe venir de la gerencia.

Paso 1: El primer paso es estudiar un proceso, decidir que cambio podría mejorarlo. Organice el equipo apropiado. Quizás la gente de compras, o el proveedor, o el ingeniero de producto. Qué datos son necesarios? Ya dispone de los datos o es necesario efectuar un cambio y observar? Es necesario hacer pruebas?. No proceda sin tener un plan.

Paso 2: Efectúe las pruebas, o haga el cambio, preferentemente en pequeña escala.

Paso 3: Observe los efectos.

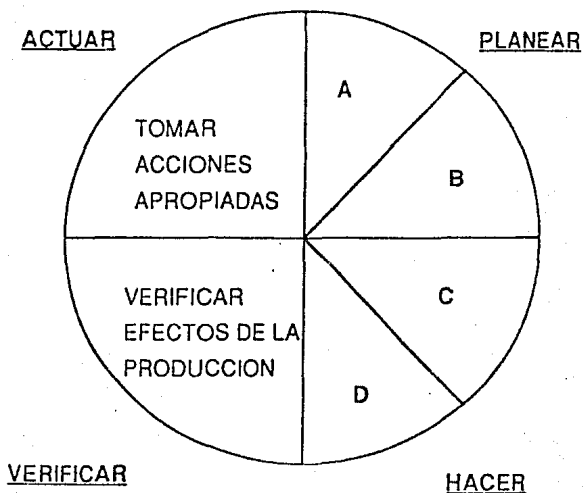
Paso 4: Qué aprendimos? Repita la prueba, si es necesario, tal vez en un ambiente diferente. Este atento a posibles efectos secundarios

El ciclo Shewhart. (Ver figuras siguientes páginas)

Estudie los resultados
Qué aprendimos?

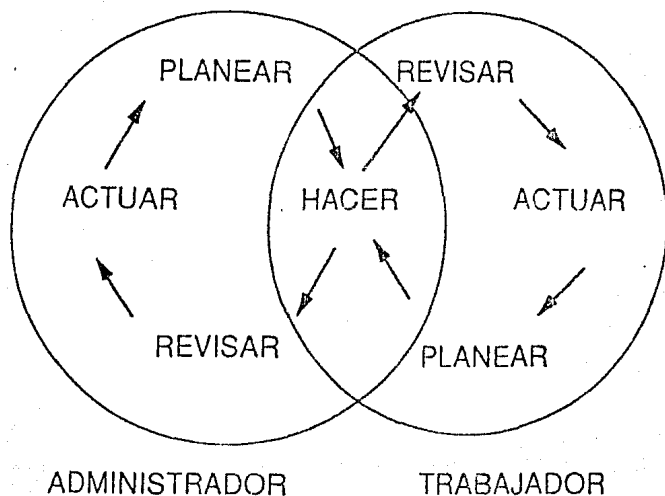
Cuales podrían ser los logros más importantes de este equipo?

Qué cambios podrían ser deseables?



- A DETERMINAR METAS Y OBJETIVOS
- B DETERMINAR METODOS DE ALCANZAR METAS
- C DAR EDUCACION Y CAPACITACION
- D REALIZAR EL TRABAJO

CIRCULO DE CONTROL DE DEMING



NUEVO CONCEPTO DE LA ADMINISTRACION
(DEMING)

NO DEBEN EXISTIR RUPTURAS DE
COMUNICACION ENTRE PRODUCCION
Y ADMINISTRACION

Es necesario hacer nuevas observaciones? En caso afirmativo, programe un cambio o una prueba. Decida como habrá de emplear las observaciones.

Consiga datos que sean fácilmente asequibles, mediante los cuales se podrían contestar las preguntas presentadas en el paso 1. O efectúe el cambio o la prueba, según la decisión que se haya tomado, en pequeña escala.

Paso 5. Repita el paso 1 basándose en los conocimientos acumulados.

Paso 6. Repita el paso 2, y así sucesivamente.

Además del uso del ciclo Shewhart, dice el Dr. Deming, para lograr la transformación es vital que todos empiecen a pensar que el trabajo de cada cual debe proporcionarle satisfacción a un cliente. Hay clientes tanto internos como externos. Preguntese usted mismo quien es la persona que recibe su trabajo, y a quien debe satisfacer. Mucha gente no puede identificar a sus clientes, y por tanto, no puede determinar con precisión cual es su trabajo. Todo mundo tiene un cliente y debe saber quien es.

Cuando se aplique el punto catorce, el Dr. Deming recomienda el siguiente plan de acción, del cual le da el crédito como autora a Phillis Sobo, una asesora de Filadelfia.

1. Los miembros de la alta gerencia han de luchar por lograr cada uno de los trece puntos anteriormente presentados, y por eliminar las enfermedades mortales y los obstáculos.

2. Los miembros de la alta gerencia deben sentirse apenados e insatisfechos por el desempeño pasado y deben tener coraje para cambiar.

3. Mediante seminarios y otros medios, la alta gerencia deberá explicarle a una masa crítica de la compañía, porque es necesario el cambio y que en el cambio participarán todos.

4. Toda actividad es un proceso y puede ser mejorado. El uso del ciclo Shewhart, dice el Dr. Deming, conducirá a "un continuo mejoramiento de métodos y procedimientos.

2.2 Crosby y su Filosofía de la Calidad

2.2.1 Introducción

El concepto de administración de la calidad fue desarrollado por Philip B. Crosby quien por 14 años fue Vice-Presidente y Director de Control de Calidad para la firma norteamericana IT&T. Cuando dejó IT&T fundo la firma P.C.B. Associates, Inc. Entre los clientes más importantes de su firma se encuentran General Motors, IBM, Chrysler, etc. Actualmente la firma tiene operaciones en los Estados Unidos, Tokio, Bruselas, Singapur y Europa.

El sistema de administración de la calidad de Philip B. Crosby se basa en 4 principios absolutos y 14 pasos que describiremos a continuación.

2.2.2 Los Cuatro Principios Absolutos.

Los cuatro principios absolutos constituyen la filosofía detrás del sistema de administración de la calidad y responden a las siguientes preguntas:

- ¿ Que es la calidad ?
- ¿ Que sistema se requiere para propiciar la calidad ?
- ¿ Que estandard de realización deberá de utilizar ? y
- ¿ Que sistema de medición se requiere ?

2.2.2.1 Primer Principio Absoluto: Calidad se Define como Cumplir con los Requisitos.

La calidad se define como cumplir con los requisitos, no como lo bueno.

Para que todas las personas puedan hacer las cosas bien desde la primera vez se requiere que los requisitos sean comprendidos con claridad y no colocar obstáculos en el camino de las personas.

Desde el punto de vista de la calidad los directivos deben realizar tres tareas:

- establecer los requisitos
- suministrar los medios necesarios para que el personal cumpla con los requisitos
- estimular y ayudar al personal a dar cumplimiento a esos requisitos.

Las personas tomara los requisitos en serio cuando lo hagan los directivos de la empresa.

Los requisitos o estandares o especificaciones no son otra cosa que respuestas a la pregunta: ¿Como debo hacer mi trabajo?

2.2.2.2 Segundo Principio Absoluto: El sistema de la Calidad es la Prevención.

El costo mas visible relacionado con los criterios convencionales de la práctica de la calidad, reside en el área de la verificación.

La verificación se hace siempre después de que ya ha ocurrido algo por lo que constituye una forma cara y poco fiable de obtener calidad ya que solamente es un filtro para lo que ya está hecho. Es sistema para lograr la calidad es la prevención, no la verificación o corrección.

La prevención es algo que sabrá realizarse al comprender nuestros procesos. El secreto de la prevención estriba en observar el proceso y determinar las posibles causas de error.

En los procesos de fabricación, una técnica que ayuda al proceso de prevención es el Control Estadístico de Calidad (CEC). Con el CEC, se identifica cada variable y luego se mide conforme avanza el proceso. Cuando una variable empieza a salirse de control, se ajusta de nuevo; si todas las variables se encuentran controladas, el resultado final será el que fue previsto. Las tablas se elaboran con límites superior e inferior que representan la "tolerancia" del proceso. Cada medida se anota por medio de un punto. Si un punto se encuentra entre las líneas, se sigue trabajando; en cambio si se dirige fuera de las líneas de los límites, hay que hacer algo al respecto y; si un punto se encuentra fuera de la línea, es preciso detener el proceso. Cuando los datos son de tiempo real, se permite controlar un proceso de cerca.

2.2.2.3 Tercer Principio Absoluto: El Estandar de Realización es Cero Defectos.

El tercer principio absoluto implica la necesidad de cumplir con los requisitos fijados en cada momento, sin excepción.

Una empresa es un organismo con millones de pequeñas acciones, aparentemente insignificantes, que la hacen existir y producir. Todas y cada una de estas acciones deberán de realizarse conforme a lo planificado, para que todo salga como debe de ser.

Verificar materias primas significa decir al proveedor que no hace falta que envíe productos que cumplan con los requisitos.

Un grupo de personas con verdadera dedicación, teniendo el tiempo y el equipo necesarios, puede descubrir cualquier cosa defectuosa en una compleja unidad de equipo.

Las personas actúan de acuerdo al estandar que se les entrega, siempre y cuando lo comprendan en su totalidad.

2.2.2.4 Cuarto Principio Absoluto: La Medida de la Calidad es el Precio del Incumplimiento.

El costo de la calidad se divide en dos áreas: el precio del incumplimiento y el precio del cumplimiento. El precio del incumplimiento de los requisitos lo constituyen los gastos realizados en hacer las cosas mal. El precio del cumplimiento con los requisitos es lo que hay que gastar para que las cosas resulten bien.

El precio del incumplimiento representa generalmente entre el 20 y el 35% de las ventas de una empresa o de sus

costos de operación. En el precio del incumplimiento se incluyen correcciones de pedidos equivocados, retrabajos, garantías, reclamaciones , etc.

En el precio del cumplimiento se incluyen las funciones profesionales de la calidad, la prevención, la educación en calidad, la calificación de procedimientos y productos, etc.

La medida de la calidad es el precio del incumplimiento. Para calcularlo la regla consiste en calcular todo lo que no tendría que hacerse se todo se hubiera hecho bien desde la primera vez.

2.2.3 Los 14 Pasos para el Mejoramiento de la Calidad.

Los conceptos incluidos en los cuatro principios absolutos son esenciales y es indispensable que se eduque a la gente para que los comprenda. Para que la calidad mejore es necesario actuar, ese actuar precisa que se lleven a cambio ciertas acciones que permitan cambiar la cultura y el estilo de administración de la empresa.

Cambiar una cultura es cuestión de intercambiar valores y proporcionar modelos de conducta; lo cual se logra modificando las actitudes.

El procedimiento para lograr el cambio de cultura y con ello el mejoramiento de la calidad consiste en 14 pasos:

1. Compromiso de la dirección.
2. Equipo para el mejoramiento de la calidad.
3. Medición.
4. Costo de la calidad.
5. Crear conciencia sobre la calidad.
6. Acción correctiva.
7. Planear el día de cero defectos
8. Educación al personal.
9. El día de cero defectos.

10. Fijar metas.
11. Eliminar las causas de error.
12. Reconocimiento.
13. Consejos sobre la calidad.
14. Repetir el proceso.

Paso uno: Compromiso de la dirección.

La alta dirección es la clave de la solución así como la causa del problema. La dirección debe comprometerse a respetar los requisitos. La forma en que la dirección resiste la presión para aceptar regateos de los requisitos, establece los cimientos de la confianza.

Ciertos actos son indispensables. En primer término hay que emitir una política de calidad de la compañía, la cual aclare que el compromiso es real y comprensible. La declaración no debe contener ninguna palabra que se preste a confusión.

En segundo término, la calidad deberá ser el primer tema de las reuniones periódicas de evaluación que celebren los directivos. Deberá de tener prioridad sobre las finanzas y ser discutida en términos concretos.

En tercer lugar, el director general y el de operaciones deberán de preparar en forma mental discursos claros sobre la calidad y decírselos a cuantos encuentren durante su recorrido habitual.

La política de calidad puede emitirse en los siguientes términos: "Entregaremos a nuestros clientes, productos y servicios libres de defectos y en el plazo convenido."

En las reuniones deberá incluirse un informe práctico sobre la situación de la calidad que incluya informes sobre

el proceso para el mejoramiento de la calidad, el costo de la calidad y el cumplimiento de los requisitos.

El compromiso de la dirección se pone a prueba en todo momento, si un requisito es innecesario o fallo, deberá cambiarse oficialmente, nunca deberán autorizarse desviaciones.

Paso dos: Equipo para el mejoramiento de la calidad.

El equipo para el mejoramiento de la calidad debe de tener una dirección clara y un liderazgo firme. Se requieren normas sobre lo que debe de hacer el equipo y acerca de la manera como deben seleccionarse los miembros. El propósito del equipo es guiar el proceso y promover su evolución; deberá brindar coordinación y apoyo.

El equipo deberá integrarse con personas que puedan despejar el camino a quienes deseen mejorar y deberá representar todas las funciones de la operación. El presidente deberá tener fácil comunicación con la alta dirección y comprender la estrategia total y tener mano firme para modificarla en caso necesario.

El proceso requiere de un coordinador de tiempo completo o facilitador, que dirija el esfuerzo haciendo que las cosas ocurran y que asegure la colaboración entre el presidente y el equipo mismo que debe formarse por funcionarios directivos.

Todos los miembros del equipo deberán poseer la misma base educativa respecto al proceso para el mejoramiento de la calidad y deberán comprender que lo que se busca es un

cambio en las actitudes y hábitos del personal de supervisión de la empresa y que a los operarios les tocará su turno más tarde.

Paso tres: Medición

La medición constituye el saber como estamos actuando respecto a la calidad. Todo trabajo constituye un proceso con insumos y que resultan en productos. Los tres elementos de un trabajo (insumos-proceso-producto) son medibles por lo que cualquier trabajo es mensurable.

Paso cuatro: Costo de la calidad.

El costo de la calidad (el precio del incumplimiento) deberá determinarse y ser incorporado al proceso normal de administración empresarial. El costo de la calidad debe determinarse de manera formal y objetiva.

Paso cinco: Crear conciencia sobre la calidad.

Los sistemas mas efectivos para crear conciencia sobre la calidad son aquellos que aprovechan los sistemas existentes dentro de la compañía, si no se posee uno deberá instaurarse.

Crear conciencia sobre la calidad deberá de adaptarse a la cultura de la compañía pero proyectando un sentimiento de urgencia y cierta originalidad. Las personas necesitan estar enteradas del compromiso de la dirección, tienen que conocer la política que se está siguiendo y conocer a cuanto ascienden los costos por hacer las cosas mal.

Cuando la calidad entendida como cumplimiento de los requisitos se incorpora al lenguaje de la compañía, se pueden esperar buenos resultados.

Paso seis: Acción correctiva.

El problema principal con las acciones correctivas es la mala interpretación del significado de ese término. Los sistemas de acción correctiva, no deben restituir artículos que no cumplen con los requisitos. El verdadero propósito de la acción correctiva consiste en identificar y eliminar los problemas para siempre. Se debe identificar que haría falta para impedir que los problemas o fallas vuelvan a suceder.

Los sistemas de acción correctiva deben basarse en informaciones que revelen cuales son los problemas y en análisis que muestren las causas de esos problemas.

Paso siete: Planear el día de cero defectos.

El día de cero defectos es una celebración que no deberá precipitarse. Al planear este día se deberán tomar en cuenta a los oradores. Unos oradores deberán representar a clientes importantes, otros al sindicato y otros mas al municipio o gobierno para indicar que también fuera de la compañía hay interés en los programas de mejoramiento de la calidad y sus resultados.

Paso ocho: educación al personal en calidad.

Es necesario educar a todo el personal de la compañía en calidad. Se debe desarrollar un sistema completo de educación que proporcione un mensaje estandard y ser realizado por alguien capacitado. La educación del personal

requiere de invertir tiempo y dinero y deberá resultar en personas menos tolerantes frente a los problemas.

Paso nueve: El día de cero defectos.

El día de cero defectos se celebra con el fin de que la dirección se presente y haga un compromiso formal ante todos, de tal forma que sea obligatorio el cumplimiento. Es el momento de demostrar a todos, cara a cara, que las intenciones de los directivos son serias.

Paso diez: Fijar metas.

Fijar metas sucede inmediatamente y de manera automática después de la medición. El objetivo final es, por supuesto, cero defectos y eso es precisamente lo que se procura alcanzar. Sin embargo, habrán de fijarse objetivos intermedios que vayan llevando hacia adelante ese objetivo.

Las metas deberán de representarse en una gráfica que esté a la vista de todos.

Paso once: Eliminar las causas de error.

La eliminación de las causas de error consiste en pedir a las personas que señalen los problemas que tienen, de manera que se pueda hacer algo al respecto.

Paso doce: Reconocimiento.

El reconocimiento de los empleados es algo específico de cada empresa. Gran parte de nuestra comprensión acerca de cómo deben de enfocarse las cosas proviene de observar a las personas que consideramos "buenos ejemplos" por lo que es conveniente otorgar reconocimientos a aquellos elementos escogidos por sus compañeros como tales.

El programa de reconocimiento deberá desarrollarse para ejecutivos y empleados por igual. Las personas deben saber que se entiende por una buena actuación en el trabajo.

El dinero es normalmente una mala forma de brindar reconocimiento.

Paso trece: Consejos sobre la calidad.

El objetivo de los consejos de calidad es reunir a todos los profesionales de la calidad y permitirles que aprendan unos de otros.

Paso catorce: Repetir el proceso.

El último paso del proceso consiste en realizar de nuevo los pasos anteriores ya que el mejoramiento de la calidad es un proceso continuo que no termina nunca. Después de un cierto periodo de actividad, es bueno que el equipo para el mejoramiento de la calidad transfiera sus responsabilidades a un equipo nuevo por completo o casi por completo.

2.3 Juran y su Filosofía de la Calidad

2.3.1 Introducción

Joseph Moses Juran nació en Rumania en 1907, en 1912 se trasladó a los E.U.A. estudió ingeniería electrónica y leyes; contribuyó a la formación de los círculos de calidad en el Japón.

Introducción a la Planificación de la Calidad.

La calidad puede verse como un problema o como una oportunidad. En los Estados Unidos es vista como las dos cosas:

- Problema por la pérdida de mercado ante los competidores

internacionales.

- Oportunidad porque los consumidores norteamericanos están cada vez mas interesados en la calidad de los productos que adquieren.

Se hace necesario un nuevo acercamiento al concepto de calidad y administración de la calidad . Ya no se valen las soluciones simples, es indispensable una profunda comprensión de la calidad.

Definiciones de la Calidad:

Estas definiciones nos permitirán comprender las diferentes aceptaciones del concepto de calidad entre las diversas áreas de la empresa.

- a) Transcendentes, calidad de excelencia innata.
- b) Basada en el producto. La calidad es medida de la cantidad de algunos de los ingredientes o atributos poseídos por productos.
- c) Basada en el usuario. La calidad es el reflejo de las preferencias del consumidor.
- d) Basada en la manufactura. La calidad es la adecuación a las especificaciones.
- e) Basada en el costo. La calidad es el desempeño o la adecuación a un nivel aceptable de costo.

Muchas empresas tienen que hacer frente a graves pérdidas y desechos cuyo origen principal radica en las diferencias del proceso de planificación de calidad ya que únicamente se enfocaban en una de las ocho dimensiones de calidad.

2.3.2 El Cliente lo más importante.

Para la planificación de la calidad tenemos que definir los siguientes pasos requeridos para la satisfacción de los clientes:

- a) Determinar quiénes son los clientes.
- b) Determinar las necesidades de los clientes.
- c) Desarrollar las características del producto que responda a las necesidades de los clientes.
- d) Desarrollar los procesos que sean capaces de producir aquellas características de los productos.
- e) Transferir los planes resultantes a las fuerzas operativas.

Cuando revisamos muchos casos en los cuales la gerencia ha hecho mejoras de calidad descubrimos que las mejoras han sido a través de una secuencia.

La calidad se define como cumplir con los requisitos. La calidad se mejora cuando todo el personal hace las cosas bien desde la primera vez. Siendo necesarias tres cosas:

- Establecer los requisitos que deben cumplir los empleados (haciendo un acuerdo entre las personas que tienen mayores conocimientos)
- Suministrar los medios necesarios para que el personal cumpla con los requisitos.
- Dedicar todo su tiempo a estimular y ayudar al personal a dar cumplimiento a esos requisitos.

Para prevenir es necesario observar el proceso y determinar las posibles causas de error. Estas deben ser

controladas, procurando llegar a un sistema deseado de manera que se eviten los errores.

Para lograr evitar los errores es necesario que las personas presenten mas atención a lo que hacen y comprendan los estándares que se les proporcionan.

Quiénes son los clientes o como los podemos Identificar

Para identificar a los clientes, hay que seguir el producto para ver sobre quien repercute, cualquier persona sobre la que repercuta es un cliente.

Para seguir el producto, hay que preparar un diagrama de flujo del proceso que produce el producto.

Clasificación Basada en la Importancia

Una de la clasificaciones mas criticadas es la de la importancia del cliente. Para responder a las diferencias en importancia hacemos uso del principio de PARETO. Según este principio los clientes se clasifican en dos categorías:

1.- Unos relativamente pocos (vitales) cada uno de los cuales tiene gran importancia.

2.- Un numero relativamente elevado de clientes, cada uno de los cuales solo tiene importancia modesta para nosotros los muchos útiles.

Cuales son las necesidades de los clientes

Los clientes pueden manifestar sus necesidades en función de los bienes que desean comprar; sin embargo sus necesidades reales son las de los servicios que esos bienes pueden suministrar.

Existen también las necesidades percibidas, las culturales debidas al uso intencionado.

En el esquema de la siguiente página se muestran las necesidades principales que se dividen en Primarias, Secundarias y Terciarias.

(Ver esquemas siguientes páginas)

En la hoja de análisis las necesidades de los clientes se registran en la columna de la izquierda de forma que cada fila que se destina a una sola necesidad. Las diferencias entre necesidades primarias, secundarias y terciarias se indican según la mayor o menor indentación a partir del margen izquierdo. Como se muestra en la figura. Los procesos para detectar las necesidades de los clientes son:

- Ser cliente.
- Ponerse en comunicación con los clientes.
- Simular el uso de los clientes.

La primera consiste en diseñar la tareas de manera que una persona este expuesta a muchas necesidades de los clientes.

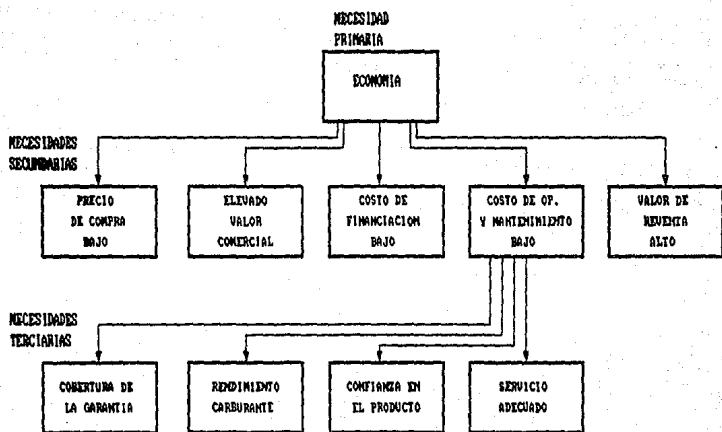
La segunda consiste en establecer un curso de formación que exponga temporalmente a las personas a diversas necesidades de los clientes.

Comunicación con los Clientes

La comunicación iniciada por el proveedor trata sobre la satisfacción con el producto, generalmente mediante la investigación de mercado.

NECESIDADES

PRIMARIAS	SECUNDARIAS	TERCIARIAS
ECONOMIA	PRECIO DE COMPRA BAJO	_____
	ELEVADO VALOR COMERCIAL	_____
	COSTO DE FINANCIACION BAJO	_____
	COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO BAJO	COBERTURA DE LA GARANTIA
		RENDIMIENTO DEL CARBURANTE
		CONFIANZA EN EL PRODUCTO
VALOR DE REVENTA ALTO	_____	



Tanto la investigación de mercados internos como externos sirve para detectar las necesidades de calidad de los clientes. Esto se realiza mediante encuestas o estudios.

Problemas Lingüísticos.

Es necesario que el cliente y el proveedor hablen dentro del mismo lenguaje para lo cual debe traducirse el de entrada (cliente) al de salida (proveedor).

Múltiples Dialectos.

Dentro de cualquier empresa existen múltiples funciones y niveles jerárquicos cada uno con su propio lenguaje como se muestra en la siguiente relación:

Posición En La Empresa	Lenguaje
Alta Dirección	Lenguaje del Dinero
Dirección Intermedia	Tiene que ser Bilingüe
Mando Intermedios y supervisores	Lenguaje de las cosas

2.3.3 Mapa de Carreteras

La Planificación de la Calidad persigue los siguientes objetivos:

- Satisfacer las necesidades de los clientes.
- Minimizar la insatisfacción con el producto.
- Evitar deficiencias costosas (retrabajos).
- Optimizar el comportamiento de la empresa.
- Proveer la participación de los afectados.

Para Planificar la calidad se deben seguir los siguientes pasos conocidos en su conjunto como el mapa de carreteras (ver esquema en la siguiente hoja) :

- a) Identificación de los clientes internos y externos.
Identificar nuestros clientes potenciales tanto dentro de nuestro mercado como en el internacional.
- b) Determinación de las necesidades de los clientes.
Conocer cuales son las necesidades de esos clientes para poder ofrecer como solución a esas necesidades nuestros productos.
- c) Desarrollar las características del producto que respondan a las necesidades del cliente.
- d) Establecer Metas de Calidad.
Fijar los parámetros de calidad con los que se van a producir nuestros productos para la entera satisfacción del cliente.
- e) Desarrollo del proceso operativo para llevar a cabo la producción del satisfactor.
- f) Evaluar la habilidad del proceso.
Evaluar de manera periódica nuestro proceso para prevenir fallas y a su vez para mejorarlo.

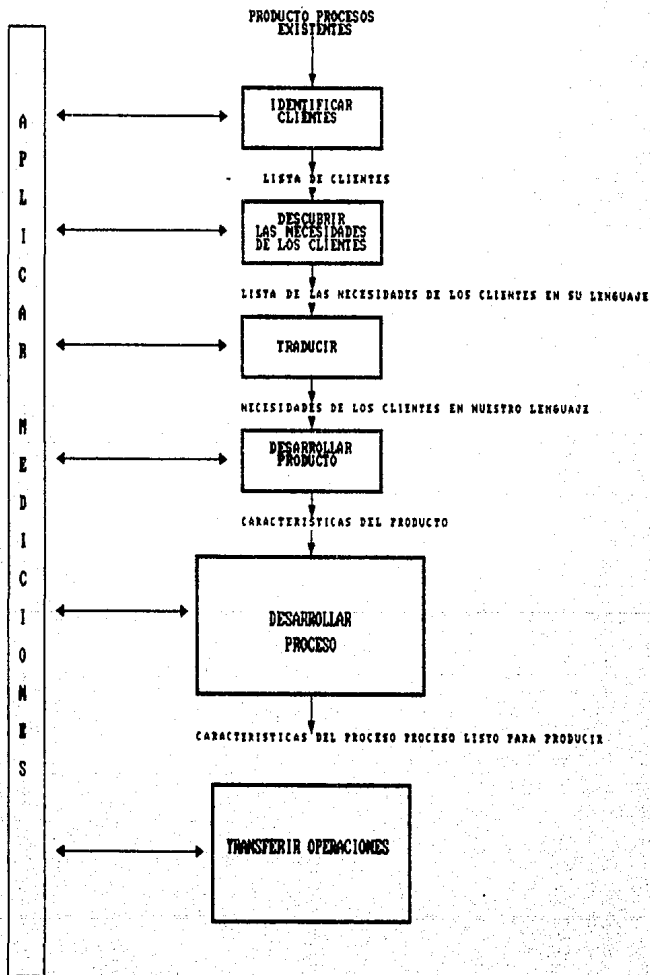
Planificación de la Calidad

Es la actividad de desarrollo de los producto y procesos requeridos para satisfacer las necesidades de los clientes.

Implica una serie de pasos universales que son:

- a) Determinar quiénes son los clientes.
- b) Determinar las necesidades de los clientes.

EL MAPA DE CARRETERAS PARA PLANIFICAR LA CALIDAD



- c) Desarrollar las características del producto que respondan a las necesidades de los clientes.
- d) Desarrollar los procesos que sean capaces de producir aquellas características del producto.
- e) Transferir los planes resultantes a las fuerzas operativas.

Planeación de la calidad.

El sistema debe prepararse para cumplir con las metas de calidad.

Resultado esperado.

Un proceso esperado capaz de cumplir con las metas de calidad.

Control de la calidad.

Cumplir con los requisitos y metas de calidad durante las operaciones, mediante una atinada conducción del plan de calidad.

Mejoramiento de la calidad.

Llevar al sistema y a los procesos niveles sin precedentes.

Trilogía de Juran

La gestión para la calidad se hace por medio del uso de los tres mismos procesos de gestión de planificación, control y mejora.

- 1.- Planificación de la calidad
- 2.- Control de la calidad.
- 3.- Mejora de la calidad.

El Diagrama de Tripol

- 1.- La cadena de entrada-salida. La salida de cualquier etapa se convierte en la entrada de la siguiente.
- 2.- El concepto del triple papel del cliente, procesador y proveedor.
- 3.- El establecimiento de unidades de medida y medios para evaluar la calidad.

A efecto de ser mas específicos , hacemos uso del concepto de proyecto identificando los proyectos específicos que van hacer sujetos a una reducción de costo. Todas las mejoras se llevan a cabo proyecto a proyecto.

El proyecto no solo es un problema seleccionado para solución, sino también un camino en la vida gerencial.

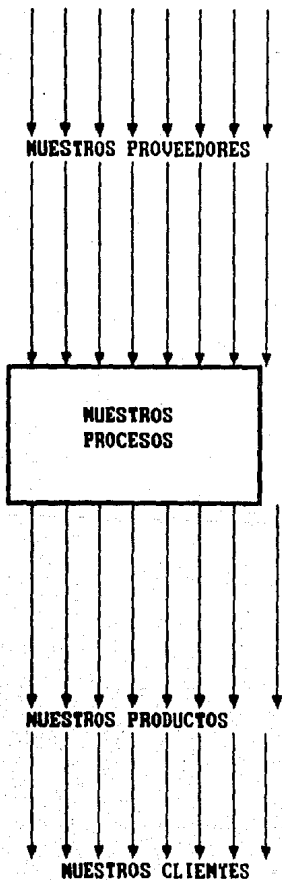
(Ver figura siguiente página)

La Secuencia de la Mejora

Cuando revisamos muchos casos en los cuales la gerencia ha hecho mejoras de calidad, descubriremos que la mejora ha sido a través de una secuencia como sigue:

- Prueba de necesidad.
- Identificación del proyecto.
- Organización para guiar cada proyecto.
- Organización para diagnósticos (análisis de los proyectos)
- Diagnostico.
- Acciones remediadoras en lo encontrado.
- Acciones en la resistencia cultural al cambio.
- Control en el nuevo nivel.

EL DIAGRAMA TRIPOL



**NUESTRO PAPEL
CLIENTE**

PROCESADOR

PROVEEDOR

Mejora de la Calidad.

Este proceso es el medio para elevar las cuotas de calidad a niveles sin precedentes, su secuencia universal es la siguiente:

- a) Establecer la infraestructura necesaria para conseguir una mejora de la calidad anualmente.
- b) Identificar las necesidades concretas para mejorar o proyectos de mejora.
- c) Establecer un equipo de personas para cada proyecto con una responsabilidad clara para llevar el proyecto a buen fin.
- d) Proporcionar los recursos, la motivación y la formación necesaria para que los equipos:
 - Diagnostiquen las causas.
 - Fomenten el establecimiento de un remedio y,
 - Establezcan los controles para mantener los beneficios.

Algunas de sus formas generales son:

- Desarrollo de nuevos productos para sustituir modelos antiguos.
- Adopción de nueva tecnología.
- Revisión de los procesos para reducir los índices de error.

Mejoramiento de la Calidad.

- a) Probar que existe necesidad de mejoramiento.
- b) Identificar proyectos para el mejoramiento.
- c) Elaborar una guía para los proyectos.
- d) Diagnosticar causas.

- e) Establecer las soluciones.
- f) Probar la efectividad de las soluciones bajo condiciones de operación.
- g) Controlar los sistemas y procesos para mantener las ganancias.

Control de Calidad.

Es un proceso que consta de los siguientes pasos universales:

- a) Evaluar el comportamiento real de la calidad.
- b) Comparar el mejoramiento real de la calidad.
- c) Actuar sobre las diferencias.

Control de la Calidad

- a) Elegir los sujetos de control.
- b) Elegir las unidades de medición.
- c) Establecer el método de medición.
- d) Definir estándares de rendimiento.
- e) Evaluar el rendimiento actual.
- f) Interpretar la diferencia.
- g) Realizar acciones de control.

(Ver cuadro comparativo 3 filosofías en las siguientes páginas)

FACTOR	DEMING	CROSBY	JURAN
<p>1. Involucrar la Alta dirección.</p>	<p>No le involucra directamente por su capacidad para comprender a detalle el proceso, pero si están comprometidos con ella. Es un compromiso de ella monitorear constantemente en busca de problemas. Es tarea de la alta Admón. proyectar la nueva filosofía en cascada.</p>	<p>No dice como involucrarla, más aún justifica por estar cargada de trabajo y debe delegar a 2a y 3a personas (niveles) el desarrollo. Para Crosby la Alta Admón solo dirige y supervisa los planes.</p>	<p>Para Jurán la Alta Admón es una facilitadora de los grupos de trabajo y quien desarrolla la calidad es la mediana Admón., quien debe vender la idea a la Alta Gerencia de implementar control de calidad por proyecto.</p>
<p>2. Técnicas Estadísticas. - 7 Herramientas. - Control estadístico de calidad. - Diseño de Exp. - Pareto.</p>	<p>Pueden ser usadas sólo para diagnóstico y no como fin.</p>	<p>Es un medio y no un fin (Crosby es más motivación).</p>	<p>Debe usarse como medio pero no como una penaca que remedia todos los males. Se usa más que nada como diagnóstico y control.</p>
<p>3. Cambio Cultural.</p>	<p>Para adoptar una nueva filosofía, es imprescindible un cambio cultural. La Alta Gerencia tiene a su cargo esta responsabilidad.</p>	<p>Si hace énfasis en un cambio cultural para la motivación.</p>	<p>No propone un cambio cultural sino más bien un cambio de actitudes por medio de la motivación.</p>
<p>4. Estilos de Liderazgo.</p>	<p>Es participativo con una fuerte responsabilidad en la Admón.</p>	<p>Si hay un líder aproximado al 3er. nivel (líder autocrático)</p>	<p>Debe nombrarse un líder por grupo de trabajo y por proyecto (líder formal).</p>
<p>5. Tecnología.</p>	<p>No toca en su exposición el aspecto de la tecnología.</p>	<p>Crosby no toca para nada la cuestión de tecnología.</p>	<p>Jurán contempla y define la habilidad del proceso como un aspecto fundamental en la planeación de calidad en una empresa. Esta habilidad del proceso es producto de la tecnología existente en la empresa.</p>
<p>6. Métodos y sistemas administrativos.</p>	<p>Le da un énfasis de control de calidad por áreas, eliminando barreras interdepartamentales, con una fuerte participación de la Alta Admón. Su aportación en esta variable sólo es contraponerse al sistema administrativo tradicional.</p>	<p>Habla sobre la creación de un equipo interdepartamental de segundo y tercer nivel para el mejoramiento de la calidad. Otra contribución es la necesidad de tener un buen sistema de costos de calidad.</p>	<p>Establece grupos de trabajo por proyectos e involucra a la Alta Admón como un coordinador de los mismos; se basa en diagnósticos organizacionales.</p>

FACTOR	DEMING	CROSBY	JURAN
7. Adecuación y compatibilidad con otros esquemas para incrementar la productividad.	Deming va de acuerdo con los cambios organizacionales (Desarrollo Organizacional) como esquema. No está contra el esquema de la Ingeniería Industrial.	Su enfoque motivacional no va contra otros esquemas, aunque parece sentir que su enfoque es suficiente para que todo salga bien.	Acepta cambios tecnológicos y cambios en el esquema Organizacional.
8. Control del proceso de implementación.	Ninguno habla de "Como" implementar el control de proceso, aunque digan "Qué", "Dónde" y "Quién" implementa el control de proceso.		
9. Diagnóstico como punto de partida.	No usa el diagnóstico como punto de partida sino una búsqueda continua de problemas.	Para Crosby el Diagnóstico como punto de partida viene dado por el Grid de Madurez.	Juran hace mucho énfasis en el diagnóstico real de las causas y no en el reflejo de las mismas.
10. Medición del proceso de cambio.	No lo menciona.	Considerado a través del avance en el Grid de Madurez.	No lo menciona.
11. Síndicos	Ninguno toca esta variable en su exposición.		

CAPITULO III. FUNCION DE LA CALIDAD

3.1 Introducción

La calidad puede verse como un problema o como una oportunidad; en los Estados Unidos es vista como las dos cosas. Se ve como problema por la pérdida de mercado ante los competidores internacionales y como oportunidad porque los consumidores norteamericanos están cada vez más interesados en la calidad de los productos que adquieren.

Es necesario un nuevo concepto de calidad y de administración de la calidad. Las soluciones simples ya no son válidas, es indispensable una profunda comprensión de la calidad.

3.2 Historia de la Calidad

En los Estados Unidos la historia de la calidad es una evolución de la inspección, al control estadístico de la calidad, y de éste al aseguramiento de la calidad. El concepto de calidad evolucionó de una técnica cuya tarea era detectar los problemas de manufactura a una forma de trabajar que abarca todas las etapas desde el diseño hasta el mercadeo del producto. Surgieron técnicas como gráficas de control del proceso, métodos de muestreo, cálculos de costos de calidad, etc.

Durante los años cincuenta y sesenta se mantuvo una concepción defensiva de la calidad donde seguía viéndose como un problema a resolver. Esta concepción cambio en los años setenta y ochenta con el incremento en las

importaciones japonesas dando lugar a una nueva administración estratégica de la calidad.

3.3 Administración Estratégica de la Calidad.

Las características que diferencian a la administración estratégica de la calidad son las siguientes:

- Calidad vista desde el punto de vista del consumidor
- Calidad ligada con la rentabilidad desde el punto de vista del mercado y de los costos
- Calidad concebida como una herramienta competitiva (al seguirse políticas de mejoramiento continuo).
- Calidad integrada al proceso de planeación estratégica.
- Calidad obtenida por un compromiso de toda la organización encabezada por la alta dirección.

La implantación de este nuevo concepto de calidad hacía necesaria una comprensión clara de lo que era la calidad para los consumidores.

3.4 Definiciones de la Calidad

Existen diversas definiciones de la calidad según el enfoque seguido, algunas de las más conocidas son las siguientes:

Trascendente: Calidad es excelencia innata.

Basada en el producto: La calidad es la medida de la cantidad de algunos ingredientes o atributos poseídos por el producto.

Basada en el usuario: La calidad es el reflejo de las preferencias del consumidor.

Basada en la manufactura: La calidad es la adecuación a las especificaciones.

Basada en el costo: La calidad es la adecuación a un nivel aceptable de costo.

Las definiciones anteriores nos permiten comprender las diferentes acepciones del concepto de calidad entre las diversas áreas de una empresa.

3.5 Dimensiones de la Calidad

La calidad puede ser medida utilizando distintas dimensiones, entre las más comunes se encuentran las siguientes ocho:

- Desempeño
- Confiabilidad
- Durabilidad
- Estética
- Atributos
- Adecuación
- Servicialidad
- Calidad percibida

Las compañías que pretenden competir en calidad normalmente no persiguen las ocho dimensiones a la vez, sino que enfocan sus esfuerzos a alguna o algunas de las dimensiones mencionadas u otras particulares a su mercado o producto.

3.6 Relaciones positivas de la calidad

Tanto en el campo académico como en el profesional, se han hecho análisis de las relaciones entre calidad y precio, publicidad, proporción de mercado, costo, productividad y rentabilidad. Solo definiendo la calidad como adecuación, confiabilidad o como una medida de PIMS (Profit Impact of

Market Strategies o Impacto en las Utilidades de Estrategias de Mercado) se han encontrado relaciones constantes y consecuentes.

3.7 Comparación con el Mercado Japonés

Tanto el movimiento japonés como el norteamericano fueron guiados en un inicio por la misma filosofía y principios: comenzaron con inspección y evolucionaron hacia la administración estratégica de la calidad. En el caso japonés, las empresas fueron guiadas por organizaciones nacionales no lucrativas y enfocaron sus esfuerzos en educación y capacitación y el cambio fue mas rápido y eficaz. Entre los factores que contribuyeron al avance japonés se tienen los siguientes:

- guía de la alta dirección
- educación y entrenamiento dirigidos a "generalistas" y no a especialistas.
- coordinación y credibilidad brindadas por la Unión de Científicos e Ingenieros del Japón y la Ley de Estandarización Industrial.

Los factores mencionados lograron una revolución de actitudes hacia la calidad y un cambio sin precedentes.

Las fábricas japonesas lograron sus excelentes resultados mediante el uso de métodos nuevos y de las técnicas tradicionales. Combinándolas lograron diseños sencillos para la manufactura, procesos de producción estables y predecibles, trabajadores hábiles en su labor y

comprometidos con la calidad , y organizaciones que perseguían el ideal de "cero defectos".

3.8 Implicaciones Prácticas.

La conclusión mas fuerte al material cubierto en el presente tema es la necesidad de que la alta dirección se comprometa con las actividades de la calidad.

La administración estratégica de la calidad requiere de un claro sentido de dirección; de reconocer que el control y aseguramiento de la calidad son las mejores soluciones parciales; de sensibilizarse frente a las distintas dimensiones de la calidad y; del apoyo de las diferentes funciones de la organización.

Aun cuando la gerencia intermedia y operativa juega papeles importantes, es la alta dirección quien debe ser el arquitecto del cambio.

Una función de la administración de la calidad es la de aislar funciones para descubrir sus contribuciones individuales. De esa forma se han logrado identificar prácticas que dan un mayor desempeño tales como muestreo estadístico, seguimiento detallado de proveedores, sistemas precisos de información, desarrollo de equipo en la propia planta, partidas grandes de producción, tamaños de lote limitados, líneas de producción pequeñas, etc.

Otra función importante de la administración estratégica de la calidad es la de poner a prueba la sabiduría tradicional de la calidad que declara que la calidad es indefinible y que no puede ser discutida objetivamente, que

la calidad siempre va asociada con altos costos, que la automatización es la clave del éxito japonés, etc.

Para conseguir una buena calidad, se le debe comprender a fondo y llevar a cabo la experimentación necesaria. Dichos esfuerzos pueden ser costosos y tardados, pero son esenciales.

3.9 Justificación y Definición de la corriente filosófica a utilizar en el presente estudio.

La empresa objeto de nuestro estudio parte de la necesidad de implantar un sistema de calidad debido a que es proveedora de otras empresas que son administradas bajo el esquema de Calidad Total y las cuales mediante auditorías a proveedores ejercen presión sobre ellos para desarrollarlos como proveedores calificados. El objetivo principal del programa mencionado llamado desarrollo de proveedores es asegurar que los productos y servicios suministrados al fabricante cumplan con los requisitos especificados.

La dirección de esta empresa, después de haber estudiado las filosofías de Deming, Juran y Crosby decidió implementar un sistema de calidad bajo la filosofía de este último al haberse identificado plenamente con los cuatro principios absolutos y los 14 pasos que constituyen la base de esta filosofía. El punto que más impacto a la dirección es sin duda el cuarto principio absoluto que se enuncia como sigue: La medida de la calidad es el precio del incumplimiento. Dicho punto significa que la calidad genera utilidades y que el costo de la calidad es la contabilización de todo lo que

no tendría que hacerse si todo se hubiera hecho bien desde la primera vez.

La dirección de esta empresa también decidió seguir la filosofía de Crosby debido a que se identifica con su definición de la calidad enunciada como primer principio absoluto: La calidad se define como cumplir con los requisitos. Se escogió esta definición de calidad debido a que los productos fabricados por esta empresa son hechos por pedido y con base en las necesidades de cada cliente; esta empresa no cuenta con productos estandar que pudieran ser mejorados en su calidad por la empresa, las mejoras necesariamente se manejan con base en cambios en las especificaciones del cliente.

CAPITULO IV: INTRODUCCION A LAS HERRAMIENTAS ESTADISTICAS

La estadística es el arte de tomar decisiones acerca de un proceso o una población con base en un análisis de la información contenida en una muestra tomada de la población. Los métodos estadísticos desempeñan un cometido vital en el aseguramiento de la calidad. Constituyen los medios principales para muestrear, comprobar y evaluar un producto, y para usar la información contenida en esos datos a fin de controlar y mejorar el proceso de fabricación. Además la estadística es un lenguaje que se emplea en ingeniería de desarrollo, manufactura o fabricación, en compras, administración y otras funciones dentro de la empresa para comunicar aspectos referentes a calidad.

Existen siete herramientas básicas que son:

- hojas de verificación
- histogramas
- diagramas de Pareto
- diagramas de causa y efecto
- estratificación
- diagramas de dispersión y
- gráficas de control y gráficas generales

4.1 Usos de las herramientas básicas

Hojas de verificación

Se utilizan para una fácil obtención de datos.

Histogramas

Se utilizan para conocer la forma de distribución de la característica de calidad en estudio o el comportamiento de cierta variable en la operación o proceso.

Diagramas de Pareto

Se utilizan para reducir el área total de problemas e identificar los problemas vitales para así decidir por donde comenzar.

Estratificación

Se utilizan para confirmar o verificar los efectos de las causas seleccionadas.

Diagramas de dispersión

Se utilizan para confirmar o verificar efectos de las causas seleccionadas.

Gráficas de control y gráficas generales

Se utilizan para conocer cambios dinámicos en la operación o proceso y confirmarlos, observando los estándares, para identificar situaciones anormales.

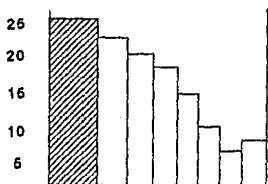
(Ver figura siguiente página)

4.2 Hojas de chequeo o verificación

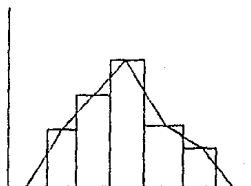
Una hoja de verificación es un formato especial construido para coleccionar datos fácilmente, en la que todos los artículos o factores necesarios son previamente establecidos y en la que los registros de pruebas, resultados de inspección o resultados de operaciones son fácilmente descritos con marcas utilizadas para verificar ejemplo OK

Para controlar un proceso por métodos estadísticos es necesaria la obtención de datos. El control depende de ellos y, por supuesto, deben ser correctos y haberse obtenido en forma correcta. Además de la necesidad de establecer relaciones entre causas y efectos dentro de un proceso de

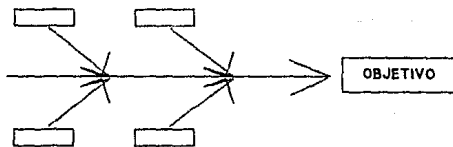
LAS SIETE HERRAMIENTAS BASICAS



PARETO



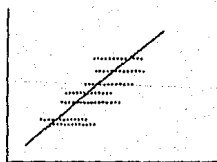
HISTOGRAMA



CAUSA EFECTO

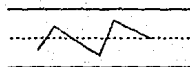
MAQ A	MAQ B
—	—
—	—
—	—
—	—
—	—
—	—
—	—

ESTRATIFICACION



DISPERSION

HOJAS DE CHEQUEO



GRAFICAS DE CONTROL

producción con el propósito de controlar la calidad y la productividad, las hojas de verificación se utilizan también para:

- examinar la distribución de un proceso de producción
- verificar o examinar artículos defectuosos
- examinar o analizar la localización de defectos
- verificar las causas de defectos
- verificación y análisis de operaciones (lista de verificación)

Formato General:

Problema	Mes			Total
	1	2	3	
A	II	II	I	5
B	I	I	I	3
C	IIIIII	II	IIIIII	12
Total	8	5	7	20

4.3 Histogramas y Polígonos de frecuencias absolutas y relativas

La distribución de frecuencias absolutas y relativas se presentan gráficamente mediante histogramas y polígonos de frecuencia.

Un histograma de frecuencias absolutas es un conjunto de rectángulos (uno para cada clase), que tienen como base la amplitud del intervalo, y como altura la frecuencia absoluta del intervalo correspondiente.

Un histograma de frecuencias relativas es un conjunto de rectángulos (uno para cada clase), que tienen como base la

amplitud del intervalo, y como altura la frecuencia relativa del intervalo correspondiente.

Un polígono de frecuencias absolutas (o relativas) es un conjunto de segmentos lineales que unen a los puntos medios de las bases superiores de cada rectángulo del histograma de frecuencias correspondiente.

Al construir las gráficas de las distribuciones de frecuencias se utilizan en el eje vertical la escala adecuada a las frecuencias, y en el horizontal la adecuada a las unidades en las que están expresados los datos del ejemplo en consideración.

Ejemplo:

A. Graficar el histograma y el polígono de frecuencias absolutas de la siguiente distribución (tabla) de frecuencias que corresponde a los datos que se refieren al peso (gramos sobre metro cuadrado) de 30 hojas de papel.

Intervalos Relativas	Fronteras	Marca de Clase	Frecuencias Absolutas
i	F_{inf} F_{sup}	x_i	f_i h_i
1	179.5 218.5	199	3 10 %
2	218.5 257.5	238	8 26.6%
3	257.5 296.5	277	12 40.0%
4	296.5 335.5	316	4 13.3%
5	335.5 374.5	355	3 10 %
			30

El polígono de frecuencias suele extenderse en los extremos izquierdo y derecho del histograma, hasta cortar el

eje horizontal en los puntos obtenidos como se indica a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Inferior: punto inferior} & - 1/2 \times (A) \\ & = 179.5 - 1/2 \times (218.5 - 179.5) \\ & = 160 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Superior: punto superior} & + 1/2 \times (A) \\ & = 374.5 + 1/2 \times (218.5 - 179.5) \\ & = 394 \end{aligned}$$

donde A = intervalo de frecuencias

B. Graficar el histograma y el polígono de frecuencias relativas de la distribución de la tabla de la parte A de este ejemplo.

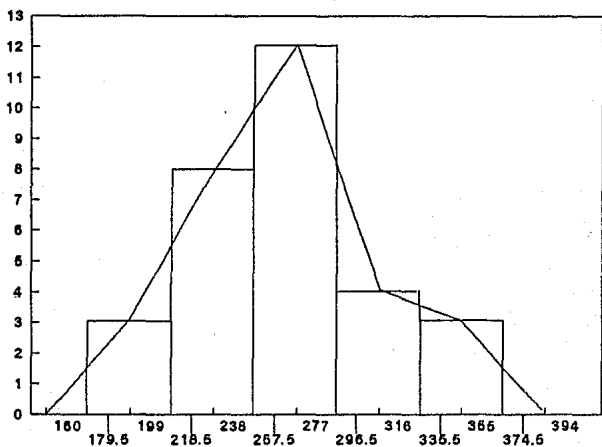
(Ver polígonos de frecuencias relativas y absolutas en la siguiente página)

4.4 Diagrama de Pareto

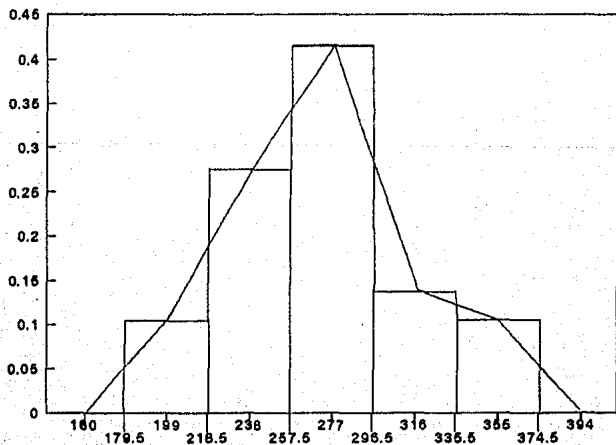
La existencia de los factores y su variabilidad en el proceso productivo nos hace estar alerta para mejorar la calidad de los productos.

El diagrama de Pareto es una gráfica de barras de causas identificadas que se muestran en orden descendente de magnitud o frecuencia. Estas causas pueden equivaler a defectos de producción y constituyen una base en la toma de acciones para mejorar un producto o proceso.

La misma gráfica nos muestra los defectos que en primer lugar hay que atacar pues es más sencillo y eficaz disminuir aquellos que se presentan con mayor frecuencia.



HISTOGRAMA Y POLIGONO DE FRECUENCIAS ABSOLUTAS



HISTOGRAMA Y POLIGONO DE FRECUENCIAS RELATIVAS

En la gráfica se localizan tipos de defecto, número de defectos y porcentajes.

Para la elaboración de este diagrama se necesita:

- clasificar los defectos
- decidir tiempos
- contabilizar el total de defectos como 100%
- trazar los ejes y titularlos
- formar las barras
- graficar los porcentajes acumulados

Este diagrama es muy útil dado que:

- contribuye a mejorar la producción al hacer que los involucrados en la misma tomen conciencia de los defectos.
- debido al orden con que se eliminan los defectos aumenta la producción que cumple con los estándares de calidad.
- ayuda a concretar una meta específica en un determinado tiempo
- es aplicable en áreas diversas como seguridad, producción, recursos humanos, etc.

(Ver figura siguiente página)

4.5 Diagrama de Causa Efecto o Diagrama de Ishikawa

El grado de variabilidad dentro del proceso productivo es un aspecto que se debe controlar y reducir al mínimo posible. Este tipo de diagramas nos ayuda a establecer las causas posibles que más inciden en un aspecto específico del proceso.

El análisis de las causas se hace mediante flechas que convergen en el efecto especial.

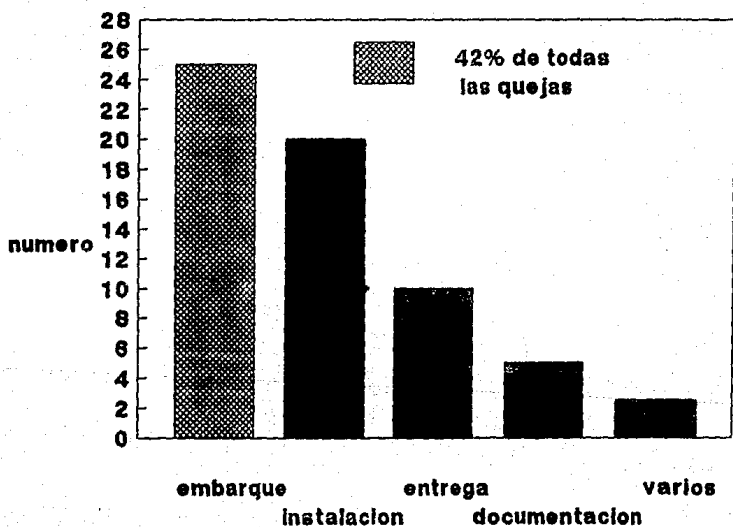


Grafico de Pareto

En la elaboración de estos diagramas es necesario la participación de todos para lograr establecer la acción a tomar para corregir algo (efecto).

Los datos se recopilan en el diagrama anotando primero las causas principales, luego las causas menores y por último las sub-causas.

El construir un diagrama de causa-efecto con rapidez indica que los participantes conocen a profundidad el proceso. Debe tenerse cuidado de considerar todas las causas y no solamente las aparentes o conocidas.

El diagrama causa-efecto es útil para:

- detectar causas de dispersión
- prevenir problemas
- determinar el tipo de datos que debe obtenerse
- favorecer el trabajo en equipo o de grupo
- adquirir nuevos conocimientos
- desarrollar conocimientos tecnológicos
- aplicarlo a diferentes áreas

(Ver figura siguiente página)

4.6 Estratificación

La estratificación es otra herramienta estadística utilizada para mejorar la calidad del producto.

La estratificación consiste en la clasificación de elementos que tienen afinidad para analizarlos y así determinar más fácilmente las causas del comportamiento de alguna característica.

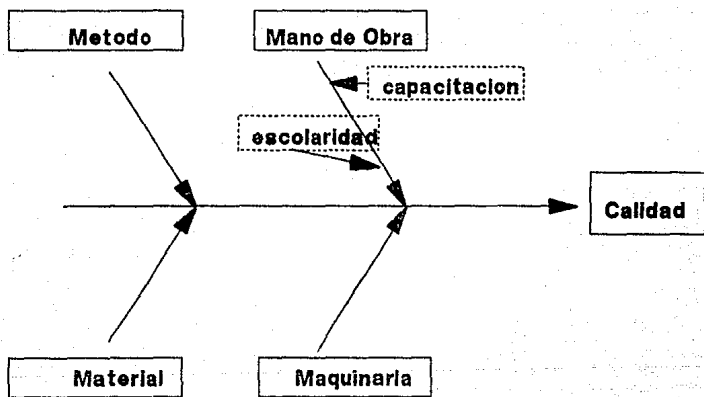


Diagrama Causa - Efecto

La agrupación se puede hacer considerando materiales, materia prima, proveedores, operarios, turnos, diseño, etc.

(Ver figura siguiente página)

4.7 Diagramas de dispersión.

Los diagramas de dispersión son un valioso auxiliar del proceso productivo mediante el cual se detecta la relación de dos variables.

Su elaboración es sencilla. En una hoja de papel milimétrico o cuadriculado se trazan dos ejes (X,Y) que representan variables a estudiar y se anota para cada dato los dos valores observados.

Ejemplo:

De una fábrica de calzado se toman al azar 10 obreros, para cada uno se determina el número de cursos de capacitación que han recibido (X) y los pares de zapatos que hacen (Y) en un turno de 8 horas de trabajo.

Los datos obtenidos son:

Obrero Cursos Pares de Zapatos

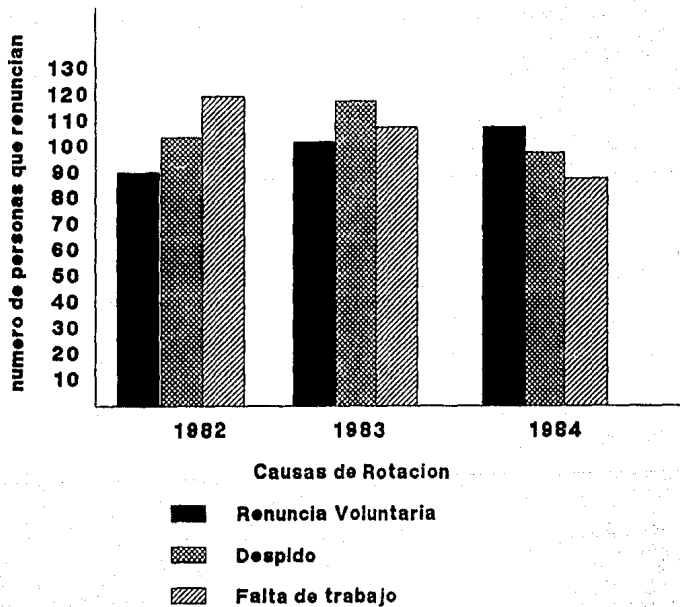
	Cursos	Pares de Zapatos
a	1	4
b	0	4
c	2	6
d	2	5
e	1	5
f	3	8
g	2	4
h	4	6
i	2	5
j	3	5

(Ver figura siguiente página)

Los casos típicos de diagramas de dispersión son:

- Correlación Positiva

Un incremento de Y o variable dependiente depende de un



Estratificacion

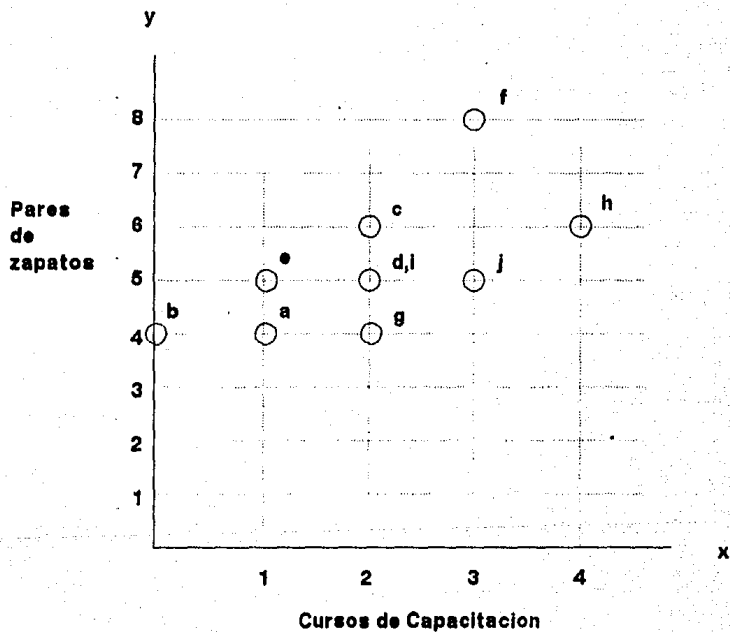


Diagrama de Dispersion

incremento en X o variable independiente. Si X es controlada, se controla a la vez a Y como por ejemplo entrenamiento contra desempeño.

- Posible correlación Positiva

Si X aumenta, Y se incrementará un poco o tenderá a incrementarse. La variación en Y parece tener otras causas diferentes a X.

- No correlación

No hay una relación clara entre X y Y; Y parece depender de otra(s) variable(s).

- Posible correlación negativa

Un aumento en X causará una tendencia de Y a disminuir ejemplo calidad y quejas.

- Correlación negativa

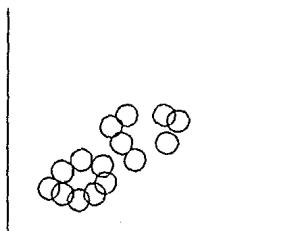
Un aumento en X causará una disminución en Y por lo que Y puede ser controlada si se controla a X.

(Ver figura siguiente página)

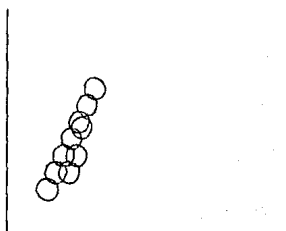
4.8 Gráficas de Control

Las gráficas de control son gráficas poligonales que muestran en el tiempo el estado del proceso. Se marcan los resultados de la variable a observar en un esquema previamente determinado que contiene una línea central o media y una línea hacia arriba y otra hacia abajo que constituyen los límites de control superior (LSC) e inferior (LIC) respectivamente.

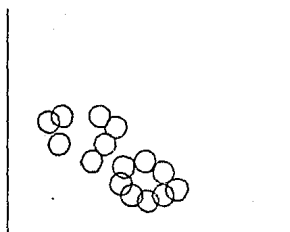
Casos Típicos de Diagramas de Dispersión



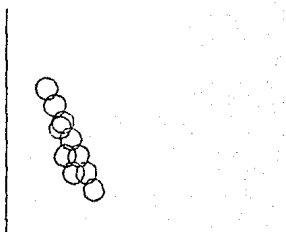
posible correlacion positiva



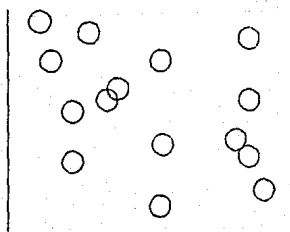
correlacion positiva



posible correlacion negativa



correlacion negativa



no correlacion

_____ LSC

----- línea central

_____ LIC

Las gráficas de control son herramientas indispensables en manos de quienes deben resolver los problemas que se derivan de las especificaciones de calidad que presentan las variables porque proporcionan información sobre:

- el intervalo de variación en el que básicamente se mueve la característica de la calidad.
- la consistencia de la realización
- el nivel medio de la característica de la calidad cuyo conocimiento es básico en la formación de criterio y toma de decisiones.

Las gráficas de control se utilizan entre otras cosas para:

- verificar que los datos obtenidos poseen condiciones semejantes
- para observar el proceso productivo, a fin de poder investigar las causas de un comportamiento anormal

Existen diferentes gráficas de control en función de la variable a observar y del proceso a controlar.

El proceso a controlar puede depender de una variable o de características nominales llamadas atributos.

La diferencia entre una variable y un atributo es la siguiente:

- La variable se utiliza cuando se registra la medida real de una característica de calidad tal como una dimensión

expresada en miligramos, centímetros, etc

- Cuando solo se anotan el numero de artículos que "pasan o no pasan" ciertas condiciones específicas se dice que el control es llevado mediante atributos. Por ejemplo el color de una tela para tapizar automóviles puede ser deseado o no, el barniz de un mueble presenta o no una apariencia satisfactoria, un punto de soldadura forma o no una protuberancia en las hojas, etc.

Las gráficas de control más utilizadas son las siguientes:

Para variables:

- Rangos y Promedios o "X-R"
- Medianas y Rango
- Lecturas Individuales

Para atributos:

- porcentaje de unidades defectuosas
- cantidad de unidades defectuosas
- número de defectos
- cantidad de defectos por unidad

En este estudio utilizaremos únicamente la gráfica de control por variables llamada "X-R".

4.9 Gráficas de Control para mediciones "X-R"

El gráfico X-R es el gráfico de control de mayor sensibilidad para descubrir e identificar causas. Se lee primero el gráfico de R, en el cual es posible reconocer directamente muchas causas. Con la ayuda de este, se lee el gráfico de X, lo cual permite encontrar otras causas.

Examinando ambos en conjunto es posible obtener mayor información.

Es importante visualizar el comportamiento del proceso para poder mejorarlo. Todo el control estadístico del proceso está orientado a la mejora continua de los procesos. El primer paso consiste en observarlo a partir de la gráfica X-R.

La elaboración de una gráfica de control X-R es sencilla, si se desarrollan los siguientes pasos:

Primer paso: decisión de la construcción de la gráfica X-R

Decidir la construcción de la gráfica incluye los objetivos a conseguir, elección de la o las variables, elección del criterio de formación de datos representativos, elección del tamaño y frecuencia de la obtención de los datos representativos, método de registro de los datos y determinación del método de medición.

Algunos de los objetivos de las gráficas de control son los siguientes:

- Obtener información para establecer o cambiar especificaciones.
- Obtener información para ser utilizada en el establecimiento o cambio de los procedimientos de producción.
- Obtener información para establecer o modificar los procedimientos de inspección.
- Proporcionar un criterio para la toma de decisiones reales

durante la producción acerca de cuando investigar causas de variación y tomar acción para corregirlas y cuando dejar solo el proceso.

- Proporcionar un criterio para la toma de decisiones rutinarias sobre la aceptación o rechazo de un producto manufacturado o comprado.

Variables a Considerar.

La elección de variables a considerar se basa en el propósito de reducir o impedir los rechazos, los costos, el desperdicio, el reproceso, etc. Las variables necesariamente deberán poder ser medibles y expresadas con números: dimensiones, dureza, fragilidad, resistencia, peso, etc.

Criterio para seleccionar los datos.

La selección de datos debe de hacerse basándose en hipótesis racionales formando subgrupos de acuerdo con el volumen de producción, el tiempo, orden, etc.

Elección del tamaño y frecuencia de la obtención de los datos representativos.

El Dr. Shewart, conocido académico, sugirió 4 como el tamaño ideal del subgrupo aunque 5 parece ser el tamaño más común. Este criterio toma como base el que la distribución se acerque a la normal aún cuando el universo no representa una curva normal.

Para un estudio inicial de un proceso, las muestras (subgrupos) deben de estar formados de 2 a 10 piezas producidas consecutivamente; de esta manera las piezas de cada subgrupo estarán producidas bajo condiciones similares

de producción. La empresa Ford Motor Company (en adelante Ford) ha adoptado como típico el que las muestras estén formadas por 5 piezas consecutivas, ya que con menos de 5 empieza a perderse la sensibilidad de la gráfica para detectar problemas y con más de 5 se obtiene muy poca información adicional.

Durante un estudio inicial, los subgrupos pueden ser tomados consecutivamente o a intervalos cortos para detectar si el proceso puede cambiar o mostrar inconsistencia en breves periodos de tiempo. Ford recomienda que el intervalo sea de 1/2 a 2 horas, ya que más frecuentemente puede representar demasiado tiempo invertido, y si es menos frecuente pueden perderse eventos importantes que sean poco usuales.

Método de registro de los datos.

Las formas de registro pueden variar de una organización a otra y pueden ser registros verticales u horizontales.

Método de medición.

Es importante que el método de medición seleccionado sea uniforme para todas las lecturas, y que el personal posea esta información por escrito.

Formulas Aplicables en Gráficos X-R .

Para elaborar un gráfico X-R se debe calcular el promedio (X) y el rango (R) de cada subgrupo.

$$\bar{X} = \text{promedio} = (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n) / n$$

$$\bar{R} = \text{rango} = x_{\text{max}} - x_{\text{min}}$$

donde n = número de muestras

Después se debe calcular el promedio del proceso (\bar{X}) y el promedio del rango (\bar{R})

$$\bar{X} = \text{promedio del proceso} = (\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_3 + \dots + \bar{X}_k) / k$$

$$\bar{R} = \text{promedio del rango} = (\bar{R}_1 + \bar{R}_2 + \bar{R}_3 + \dots + \bar{R}_k) / k$$

donde k = número de subgrupos (20-25 grupos)

Una vez calculado lo anterior se deberán calcular los límites de control de la siguiente manera:

$$\text{LCS para } X = \bar{X} + A_2\bar{R} \quad \text{LCI} = \bar{X} - A_2\bar{R}$$

$$\text{LCS para } R = D_4\bar{R} \quad \text{LCI} = D_3\bar{R}$$

Los factores se obtienen de la siguiente tabla:

observaciones por subgrupo	gráfico X A2	gráfico R		d2
		D3	D4	
2	1.880	0.000	3.268	1.128
3	1.023	0.000	2.574	1.693
4	0.729	0.000	2.282	2.059
5	0.577	0.000	2.114	2.326
6	0.483	0.000	2.004	2.534
7	0.419	0.076	1.924	2.704
8	0.373	0.136	1.864	2.847
9	0.337	0.184	1.816	2.970
10	0.308	0.223	1.777	3.078

Fórmulas aplicables en gráficos de control por atributos

Los gráficos de control por atributos son aquellos donde la muestra refleja características cualitativas, por ejemplo, es o no defectuoso y existen diversos tipos de ellos: gráfico p (fracción defectuosa), gráfico np (numero de defectuosos), gráfico c (numero de defectos), etc.

Gráfico p (fracción defectuosa)

p = número de rechazos en el subgrupo

n = número de unidades inspeccionadas en el subgrupo

$$LCSp = p + (3\sqrt{ p (1-p) }) / \sqrt{ (n) }$$

$$LCIp = p - (3\sqrt{ p (1-p) }) / \sqrt{ (n) }$$

Gráfico np (numero de defectuosos)

Es una alternativa práctica cuando todas las muestras son del mismo tamaño

$$LCSnp = np + (3 \times \sqrt{ (np(1-p)) }$$

$$LCInp = np - (3 \times \sqrt{ (np(1-p)) }$$

Gráfico c (numero de defectos)

c = # total de defectos / #total de unidades inspeccionadas

$$LCSc = c + 3 \sqrt{ (c) }$$

$$LCIc = c - 3 \sqrt{ (c) }$$

Ejemplo: Gráfico de control para tiempo de transportación.

Los datos para el ejemplo son los siguientes:

Semana									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
55	90	100	70	55	75	120	65	70	100
75	95	75	110	65	85	110	65	85	80
65	60	75	65	95	65	65	90	60	65
80	60	65	60	70	65	85	90	65	60
80	55	65	60	70	65	70	60	75	80

$$\bar{X} = 71 \quad 72 \quad 76 \quad 73 \quad 71 \quad 71 \quad 90 \quad 74 \quad 71 \quad 77 \quad T=746$$

$$\bar{R} = 25 \quad 40 \quad 35 \quad 50 \quad 40 \quad 20 \quad 55 \quad 30 \quad 25 \quad 40 \quad =360$$

$$\bar{X} = 746 / 10 = 74.6$$

$$\bar{R} = 360 / 10 = 36$$

$$LCSx = \bar{X} + A2\bar{R}$$

$$= 74.6 + 0.577(36) = 95.4$$

$$\begin{aligned} \text{LCI}_x &= \bar{X} - A_2\bar{R} \\ &= 74.6 - 0.577(36) = 53.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LCS}_r &= D_4\bar{R} \\ &= 2.114(36) = 76.10 \end{aligned}$$

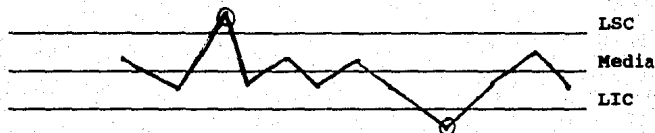
$$\begin{aligned} \text{LCI}_r &= D_3\bar{R} \\ &= 0(36) = 0 \end{aligned}$$

(Ver figuras siguiente página)

4.10 Guía Rápida para la interpretación de gráficas de control

A continuación proporcionamos una guía auxiliar en la interpretación de patrones de inestabilidad en una gráfica de control (procesos fuera de control estadístico). Las interpretaciones se sitúan en los intervalos de tiempo a los que corresponden los puntos que señalan los patrones analizados. Al hacer referencia a medias entenderemos por ello a los valores medios de la variable en cuestión, la que puede ser el valor de la medida de centralización (media \bar{x} , mediana M), de la medida de dispersión (rango R o desviación estándar S). El crecimiento o decrecimiento de cada uno de ellos tiene un significado diferente conforme a los conceptos de cada uno de ellos.

a. Puntos por encima o por debajo de los límites de control



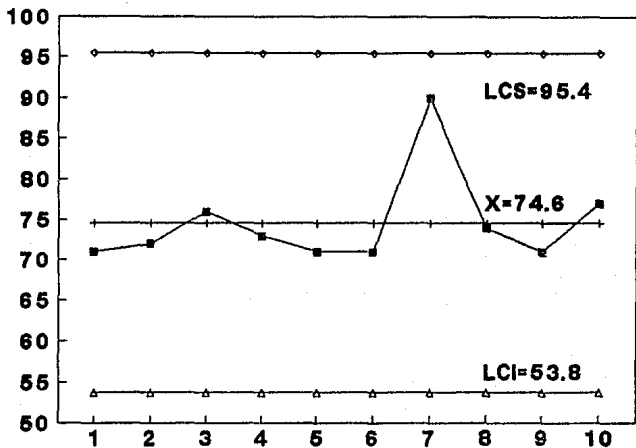


grafico X

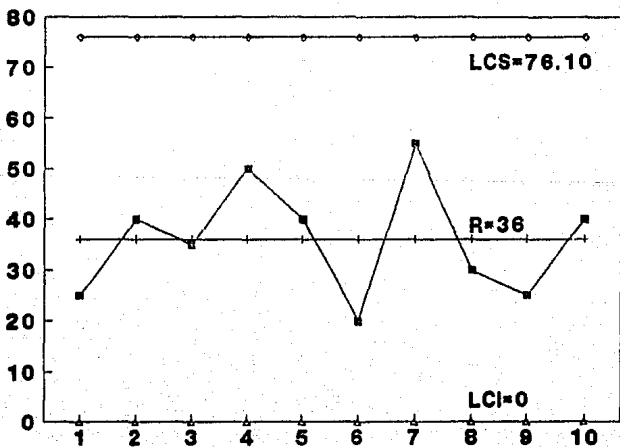
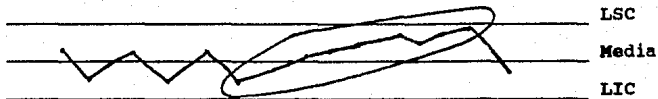


grafico R

Pueden ser indicativos de alguna de las siguientes condiciones:

- hay errores de medición, cálculo o trazo
- existió alguna condición desfavorable para el proceso, cuya recurrencia debe evitarse mediante una acción preventiva permanente.
- si se trata de una carta de control por atributos y se rebasa el límite inferior de control, existió una condición favorable al proceso cuyo contenido debe analizarse para implantarla como medida permanente al proceso.

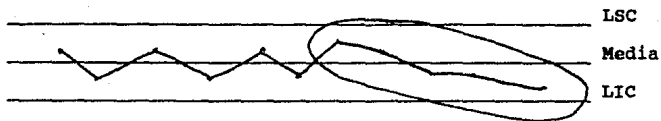
b. Una tendencia ascendente en puntos sucesivos (típicamente 7 u 8 puntos) o algún otro tipo de tendencia ascendente



Si se trata de cartas por variables es indicativo de la que la medida del proceso a aumentado.

Si se trata de cartas por atributos además denota un empeoramiento del proceso.

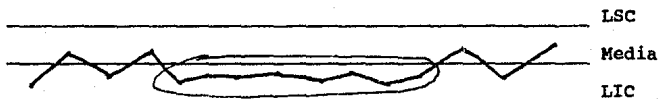
b. Una tendencia descendente en puntos sucesivos (típicamente 7 u 8 puntos) o algún otro tipo de tendencia descendente



Si se trata de cartas por variables es indicativo de la que la medida del proceso a disminuido.

Si se trata de cartas por atributos además denota una mejoría del proceso.

d. Puntos sucesivos por debajo o por encima de la media
(típicamente 7 u 8)



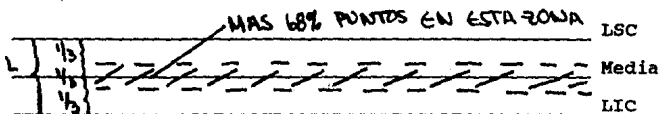
Si se trata de cartas de control por variables, pueden significar que la medida del proceso ha disminuido o aumentado, respectivamente.

Si se trata de cartas de control por atributos, además, son indicativos de una mejoría o empeoramiento del proceso, respectivamente.

Pueden haber situaciones en las que se presentan modelos diferentes de comportamiento que indiquen con mayor anticipación que el valor medio se va a desplazar favorablemente o desfavorablemente, sin tratarse de 7 u 8 puntos.

e. Distribuciones de puntos inconsistentes con el teorema de Tchebysheff.

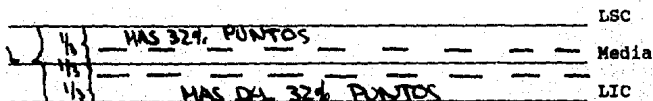
e1. La distribución de puntos hace que sustancialmente más del 68% de ellos caiga en el tercio medio de la distancia entre los límites de control (para poblaciones pequeñas del orden de 20 a 30 muestras, este porcentaje puede ser 80 a 90%).



Lo anterior puede significar que:

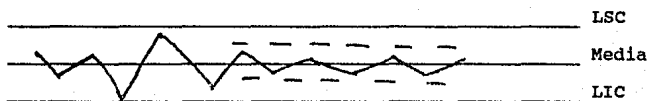
- Hay errores de medición, cálculo o trazo en las muestras
- Los datos fueron "forzados", es decir, que las lecturas dispersas se cambiaron en los registros.
- El método de muestreo fue inadecuado:
 - se tomaron piezas de procesos paralelos o del mismo proceso pero correspondientes a tiempos distantes entre sí. A este último respecto es conveniente señalar que es conveniente seleccionar un método de muestreo consistente, que permita que las muestras sean comparables.

Por extensión del criterio anterior, tampoco deben existir más del 32% de los puntos en los tercios exteriores de la distancia entre los límites de control (para poblaciones pequeñas del orden de 20 a 30 muestras, este porcentaje puede ser 10 a 20%).

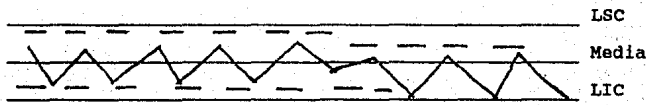


f. Los criterios expuestos es en inciso f, conducen también a indicar que la predominancia de puntos en un tercio exterior respecto al otro, es indicativo de que la media del proceso ha aumentado o disminuido (en cartas de control por atributos; además, se sigue que el proceso ha empeorado o mejorado respectivamente). Por ejemplo, si el 32% de los puntos están en los tercios exteriores y de ese 32% el 70% están en el tercio externo superior ello indica que la media del proceso ha crecido.

g. En cartas por variables, una reducción en los límites de control, respecto a la medida de centralización (\bar{X}), lo que además implica una reducción de los límites de control en la medida de dispersión (S), es indicativa de mejora de la habilidad del proceso, siempre que el mismo esté centrado o se logre centrar.



Comportamiento de la medida de centralización.



Comportamiento de la medida de dispersión.

4.11 Capacidad del Proceso

Estar en control no es suficiente. Un proceso "controlado" puede producir un mal producto. La verdadera mejora de un proceso nace del equilibrio entre la repetición, la consistencia o la capacidad de satisfacer los requerimientos del cliente, también conocido como capacidad del proceso.

Para poder medir objetivamente en grado en que un proceso satisface o no dichos requerimientos, se han desarrollado índices de capacidad que permiten situar la distribución de un proceso en relación a los límites de especificación.

La capacidad potencial del proceso (C_p) se define como la relación entre los límites de especificación o tolerancia entre la variabilidad total del proceso dada por el cálculo de la desviación estándar.

$$C_p = \frac{\text{Límite Superior de Especificación} - \text{Límite Inferior Especificación}}{6 \text{ veces la desviación estándar}}$$

Ejemplo:

límite superior de especificación = 5% de humedad
límite inferior de especificación = 3% de humedad
desviación estándar del proceso = 0.40% calculado
con datos históricos del mes pasado

$$\begin{aligned} \text{Sustituyendo tenemos: } C_p &= (5 - 3) / (6 \times 0.40) \\ &= 0.83 \end{aligned}$$

El denominador es mayor que el numerador y resulta un valor menor a la unidad, esto significa que el proceso tiene mayor variabilidad de lo que permite la especificación.

Ahora, se toma acción correctiva sobre una de las causas comunes para reducir la variabilidad y entonces la nueva desviación estandard del proceso es 0.25% de donde:

$$Cp = (5 - 3) / (6 \times 0.25) = 1.33$$

Esto indica que la variabilidad de humedad que da el proceso es menor que la tolerancia establecida y por lo tanto el proceso tiene la capacidad potencial de cumplir con la especificación.

Como se ve, el índice Cp permite calificar la variabilidad tanto del producto como del proceso, siendo mayor la capacidad de cumplir con la especificación, mientras mayor es el valor de Cp.

En el valor de Cp se a considerado que el valor promedio de la distribución siempre coincide con el centro de la especificación (caso a del siguiente esquema), pero en realidad puede suceder que no sea así.

<u>Xc=4.25</u>	LSC = 5
<u>Xa=4</u>	Media = 4
<u>Xb=3.0</u>	LIC = 3

Es evidente que en el caso b hay producto fuera de especificaciones y en el caso c la distribución muestra que está a punto de salirse del límite superior de la

especificación; sin embargo, de acuerdo a la formula de Cp, en los 3 casos (a,b,c), el valor numérico sería de 1.33.

Para considerar esta situación, se puede usar un índice más significativo que toma en cuenta la posición del centro de la distribución con respecto a la de la especificación, que se denomina "coeficiente de capacidad de proceso (CCP) o habilidad del proceso CpK" y que matemáticamente se expresa:

$$CPPlse = \frac{\text{Límite superior de especific} - \text{Promedio}}{3 \text{ veces la desviación estandar}}$$

$$CPPlie = \frac{\text{Promedio} - \text{Límite inferior de especific}}{3 \text{ veces la desviación estandar}}$$

De los valores que se obtengan se toma en cuenta el que resulte más bajo.

Aplicando la formula del caso a en el que el promedio de la distribución = 4 se tiene:

$$CPPlse = (5 - 4) / (3 \times 0.25) = 1.333$$

$$CPPlie = (4 - 3) / (3 \times 0.25) = 1.333$$

En este caso, el promedio de distribución coincide con el centro de los límites especificados por lo que los valores de CCPlse, CPPlie y Cp son todos iguales.

En el caso b, donde el promedio de distribución=3, se tiene:

$$CPPlse = (5 - 3) / (3 \times 0.25) = 2.666$$

$$CPPlie = (3 - 3) / (3 \times 0.25) = 0$$

En este caso, al usar solo el valor de CCPlse parecería que el proceso está perfecto, pero el valor de CCPlie = 0

indica que el promedio coincide con uno de los límites de especificación y por lo tanto la mitad del producto está fuera del límite, lo cual coincide con lo que la figura de los casos (a,b,c) indicaba.

En el caso c se tiene que el promedio de la distribución es = 4.25 y por lo tanto:

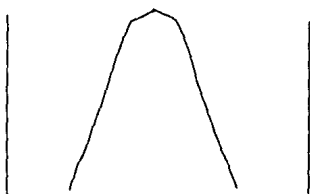
$$CPPlse = (5 - 4.25) / (3 \times 0.25) = 1$$

$$CCPlie = (4.25 - 3) / (3 \times 0.25) = 1.666$$

En este caso, no se tienen problemas por el límite inferior, pero por el otro lado, el valor de CCPlse indica que está en la frontera del límite superior especificado.

(Ver figuras siguiente página)

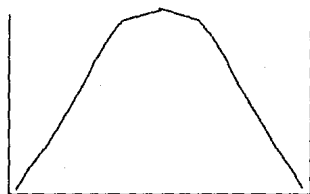
La habilidad del proceso



LCI

LCS

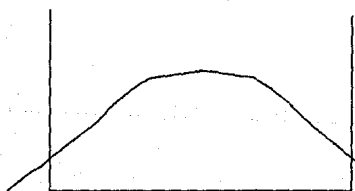
mayor o igual a 1.33
excelente



LCI

LCS

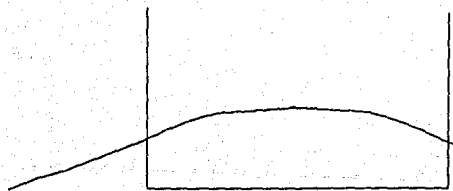
de 1 a 1.33
bueno



LCI

LCS

menor a 1
malo



LCI

LCS

mucho menor a 1
pésimo

CAPITULO V: PROCESOS EN LA PLANTA, SUS VARIACIONES Y CONTROLES NECESARIOS

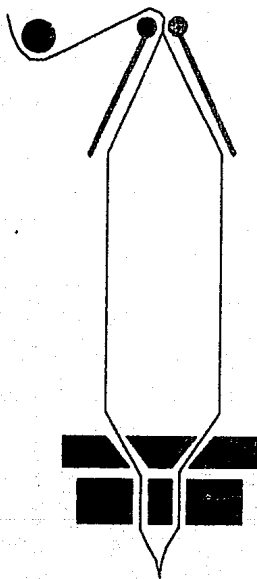
De acuerdo con la descripción detallada del proceso descrita en los párrafos 1.4.1 al 1.5.2, podemos obtener producto terminado en cada una de las siguientes etapas o procesos: Extrusión, Conversión e Impresión. Es posible asimismo obtener producto terminado combinando los procesos mencionados.

5.1 Extrusión

El primer proceso a analizar es de extrusión soplada de la película de polietileno con sus respectivos parámetros o variables de proceso mas importantes así como sus variaciones y controles. En el proceso de extrusión se deben controlar las siguientes variables: ancho del rollo, calibre promedio, velocidad del husillo, velocidad de los rodillos jaladores, distribución de calibre y temperatura de operación de la máquina.

5.1.1 Ancho del rollo

Al extruir el material, la resina sale del dado formando un globo cuyo volumen de aire es en teoría constante. El material es jalado por dos rodillos paralelos que aplastan los lados del globo para formar una película doble la cual se embobina para formar rollos. El ancho del rollo que constituye la primera variable a controlar en proceso de extrusión es proporcional a la cantidad en metros cúbicos de aire atrapados en el globo.



Proceso de Extrusion

Variaciones en el ancho del rollo

Las tolerancias en el ancho del rollo deben encontrarse partiendo de su ancho nominal en $\pm 1/8$ de pulgada por cada pie especificado por la norma ASTM 02103-73.

De lo anterior deducimos que los límites de especificación para un rollo de 3 pies (91.5 cm) serían:

Límite Superior de Especificación (LSE) =

Ancho nominal + 0.96 cms

Límite Inferior de Especificación (LIE) =

Ancho nominal - 0.96 cms

Controles necesarios en el ancho del rollo.

El parámetro más representativo a controlar en el ancho del rollo es el volumen de aire contenido en el globo. En teoría no debería perderse aire pero en la práctica este se pierde por defectos en el material tales como la aparición de carbonos, geles o impurezas.

Método de Control del ancho del rollo

Para medir el ancho del rollo se debe colocar una regleta graduada en la última sección de la película sin embobinar. Esta regleta debe desplazarse sobre una guía para facilitar al operador de la máquina el realizar la medición con el mínimo esfuerzo; posteriormente se anotará dicha medición en la gráfica "X-R". (Se sugiere instalar regletas desplazables en los cada una de las máquinas en los lugares designados para las mediciones).

El operador analizará la tendencia de la gráfica, si existe tendencia a rebasar los límites de especificación se deberá disminuir o aumentar el volumen de aire para meter el proceso en control. Si el ancho se encuentra dentro de los límites de especificación en operador solamente deberá registrar las mediciones sin realizar cambio alguno.

El número de mediciones realizadas a cada rollo se obtendrán de las normas Militar Standar 105 D (Norma ABC) incluidas en la sección de estadística de este trabajo. Para facilidad de operación se sugiere hacer una tabla que informe al operador el número de mediciones a realizar dependiendo de la longitud del rollo.

5.1.2 Calibre Promedio

El calibre promedio se define como la media de los espesores de la película plástica.

$$\text{Calibre Promedio} = \bar{X} = \Sigma (X_i) / n = (X_1 + X_2 + \dots + X_n) / n$$

donde: X_n = espesor medicion n
n = numero de mediciones

De acuerdo con la norma ASTM-T2103-73 existen calibres nominales que representan el espesor de la película en cienmilésimas de pulgada.

En la práctica el calibre promedio se calcula pesando muestras de material y dividiendo su peso real entre el peso por metro indicado en la orden. El resultado anterior se multiplica por el calibre nominal para obtener el calibre real.

Controles necesarios en el calibre promedio.

Para controlar el espesor de la película es necesario controlar en especial los siguientes parámetros:

- velocidad del husillo (gusano) de la máquina
- velocidad de los rodillos jaladores
- ancho del material
- temperatura de operación de la máquina

Velocidad del husillo de la máquina de inyección de polietileno.

La flecha del husillo es movida mediante un cople (provisto de un rodamiento que absorbe cargas axiales y radiales producidas al empujar el material por extruir) con otra flecha proveniente de un reductor de velocidad el cual a su vez es movido por medio de una transmisión y un motor-variador (motor de velocidad variable). Los componentes mencionados permiten el regular la velocidad del husillo.

Método de control de la velocidad del husillo.

Se deberá colocar en forma permanente un tacómetro acoplado directamente a la flecha del husillo.

Cada vez que el operador realice una medición en el espesor del rollo y la registre en su gráfica "X-R", deberá también registrar las revoluciones por minuto (rpm) del husillo en otro gráfico "X-R".

El operador analizará la tendencia de la gráfica del espesor, si existe tendencia a rebasar los límites de especificación se deberá disminuir o aumentar las rpm del husillo para meter el proceso en control. Si el espesor se

encuentra dentro de los límites de especificación en operador solamente deberá registrar las mediciones sin realizar cambio alguno.

El número de mediciones realizadas a cada rollo se obtendrán de las normas Militar Standar 105 D (Norma ABC). Para facilidad de operación se sugiere hacer una tabla que informe al operador el número de mediciones a realizar dependiendo de la longitud del rollo (tamaño del rollo).

La velocidad del husillo se denominara "RPM husillo".

Velocidad de los rodillos jaladores.

Los rodillos jaladores son un par de rodillos normalmente fabricados en acero de un mismo diámetro y velocidad angular que giran en sentidos opuestos. Uno de los rodillos (el conducido) está recubierto por una capa de hule vulcanizado y el otro (el motriz) pueda ser liso o grabado según el material a fabricar. Los rodillos jaladores están colocados en la parte superior de la máquina y su función es jalar el material extruido en forma de globo y no permitir la salida de aire de este. Al aplastarse el globo se obtiene una película doble. El rodillo motriz recibe su impulso de un moto-variador y un reductor de velocidad a través de una transmisión.

Importancia de la velocidad de los rodillos jaladores.

Si la velocidad de los rodillos en rpm aumenta, su velocidad tangencial también aumenta desplazandose el globo con la misma velocidad tangencial. El aumento de la velocidad tangencial resulta en una disminución en el

espesor de la película, de manera opuesta una disminución en la velocidad tangencial resulta en un aumento en el espesor de la película.

Método de control de la velocidad de los rodillos jaladores.

Se deberá colocar en forma permanente un tacómetro de extensión acoplado a la flecha del rodillo motriz. El tacómetro deberá colocarse cerca del regulador del motor variador para facilitar la operación.

Cada vez que el operador realice una medición en el espesor del rollo y la registre en su gráfica "X-R", deberá también registrar las rpm del rodillo motriz en otro gráfico "X-R".

El operador analizará la tendencia de la gráfica del espesor, si existe tendencia a rebasar los límites de especificación se deberá disminuir o aumentar las rpm de los rodillos jaladores para meter el proceso en control. Si el espesor se encuentra dentro de los límites de especificación en operador solamente deberá registrar las mediciones sin realizar cambio alguno.

La velocidad de los rodillos jaladores se denominará "RPM torre".

Ancho del rollo

El control del ancho del rollo fue descrito previamente en la sección V.1.1 (Ancho del rollo)

Temperatura de operación de la máquina

La temperatura debe de ser constante y específica para cada tipo de material, la temperatura es controlada en forma

automática. Si la temperatura se incrementa aumenta el índice de fusión y disminuye la resistencia a la salida del material con lo que se incrementaría la cantidad de material que sale por el dado incrementándose con ello el espesor de la película. Una disminución en la temperatura tendría el efecto contrario de disminuir el espesor de la película.

5.1.3 Distribución de Calibre (Homogeneidad)

Si realizáramos un corte transversal en una película de producto terminado con calibre 200 y lo analizáramos en un comparador óptico veríamos una figura como la incluida en la siguiente página.

(ver figura siguiente página)

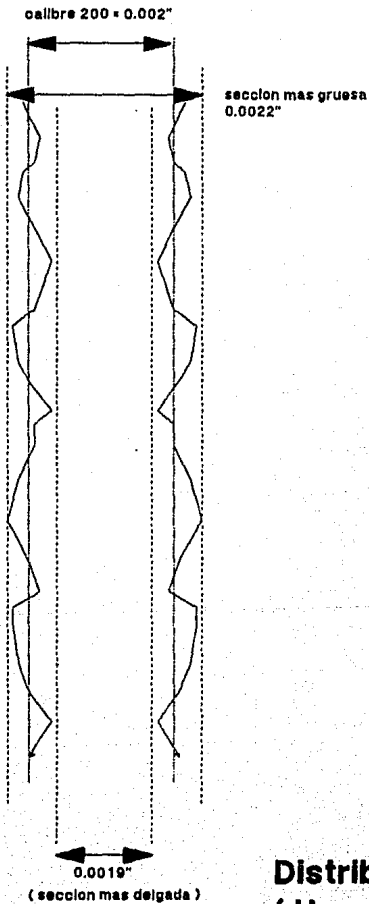
La figura muestra un espesor no homogéneo donde la parte más delgada tiene un espesor de 0.0019" y la más gruesa un espesor de 0.0022". Si se hiciera una prueba de resistencia a la tensión a este material, el mismo fallaría en la sección más delgada por lo que para efectos de resistencia el material en cuestión es calibre 190 y no 200.

Es importante por tanto mantener la homogeneidad dentro de las normas para evitar problemas al cliente.

Principales Variables a Controlar en la Homogeneidad.

En la práctica sabemos que el espesor de la película siempre estará sujeto a variaciones por lo que nuestro objetivo no es evitar sino disminuir estas.

Existen muchos parámetros que afectan la homogeneidad del espesor del producto pero los más importantes los siguientes los que son regulables:



**Distribucion de calibre
(Homogeneidad)**

- Calibre promedio
- Calibración mecánica del dado
- Corriente de aire de enfriamiento
- temperatura del dado
- temperatura del material

La temperatura ambiente es medible pero no controlable en términos prácticos.

Calibre promedio

Esta variable fue descrita con anterioridad en el punto 5.I.2

Calibración mecánica del dado

Para obtener una distribución uniforme de calibre es necesario que el dado sea calibrado en forma adecuada y se mantenga completamente limpio. De no estar limpio el dado, el material saldrá defectuoso con distintas variaciones como el rayado.

El dado es centrado con un sistema de tornillos colocados radialmente. Los tornillos se aprietan o aflojan en las zonas donde el material muestra variaciones. Para detectar las zonas del dado que requieren ajustes, se obtienen muestras de material midiendo los espesores en todo el perímetro de la muestra; adicionalmente, el operador puede observar zonas mas frías o calientes en el globo y asimetrías en la base del globo las cuales indican variaciones en el centrado.

5.2 Conversión

5.2.1 Descripción del Proceso

El proceso de conversión consiste en modificar o convertir los rollos de polietileno, de donde el proceso toma su nombre. La principal forma de convertirlos es hacerlos bolsa lo cual consiste en tomar un rollo, cortarlo de determinado tamaño y sellarlo. Esto se realiza de dos maneras, la primera es en maquinas bolseadoras las cuales son totalmente automáticas y la segunda en un sistema manual que se usa cuando las dimensiones exceden los tamaños que pueden manejar las bolseadoras.

5.2.2 Funcionamiento de una Máquina Bolseadora

La maquina bolseadora se divide principalmente en tres partes o áreas que son desembobinado; corte y sello; y conveyor.

Desembobinado:

Se monta un rollo sobre una flecha la que a su vez se monta sobre un sistema desembobinador, el cual consiste en un soporte para la flecha, un motor de velocidad variable, una transmisión, un sistema de columpios y un sistema controlador de la velocidad del motor.

Corte y sello:

El sistema de corte y sello tiene dos partes, la primera es la determinación del tamaño de la bolsa y la segunda es el sello de la misma.

El sistema de determinación del largo consiste en una leva que esta conectada a un rodillo a través de un sistema de clutch y freno. Esta leva tiene ajuste y puede crecer o disminuir su distancia con respecto al centro, por lo que al estar cerca del centro, recorre poca distancia y el rodillo se moverá poco, al estar lejos del centro recorrerá mucha distancia y el rodillo se moverá mucho. La medida consiste en el numero de vueltas que de el rodillo y el diámetro que este tiene.

El sistema de corte y sello consiste en un cautin o cuchilla caliente recubierta con teflon para que la película no se pegue y un sistema de navaja flotante, la cual en el momento que baja el cautin acciona un sistema de microinterruptores y la navaja se mueve cortando la película. El cautin caliente descansa sobre un colchón de hule forrado con teflon, la película queda atrapada entre el cautin y el colchón y se funde formándose el sello.

Conveyor:

Una vez cortada y sellada la bolsa un sistema de bandas retira la bolsa del área de sello y la traslada a una mesa donde se va contando automáticamente y se va apilando para que el operador una vez que haya completado el numero requerido del paquete lo retire y lo estibe pasándose al empaque final.

5.2.3 Parámetros a Controlar

El parámetro mas importante a controlar es el largo de la bolsa ya que el ancho del rollo ya se controla en el proceso

de extrusión. Otros parámetros que están presentes pero que ya se tienen controlados son el sellado de la bolsa y el corte de la misma.

5.2.4 Método de Control

El método de control será el siguiente:

A) Antes de arrancar la maquina en cada cambio de turno la operadora deberá revisar esta basada en una lista de verificación.

B) Si es lote nuevo, la operadora deberá ajustar la maquina a la nueva longitud deseada y el supervisor de turno deberá dar su aprobación (VoBo).

C) Si es la misma medida, al fabricar la primera pieza si esta se encuentra dentro de los limites de especificación, la maquina no deberá ajustarse y continuara trabajando.

D) La operadora deberá registrar el largo de la bolsa al final de cada paquete (variable el # piezas) en una gráfica "X-R" de lecturas individuales.

E) Si el proceso tiende a salirse fuera de control, o se sale, la operadora debe parar la maquina y ajustarla, una vez ajustada deberá tomar nuevas muestras y asegurarse que ya esta dentro de control.

5.3 Impresión

5.3.1 Descripción del Proceso

El proceso de impresión consiste en imprimir rollos de polietileno. Se pueden imprimir de una a cuatro tintas distribuidas 4 en el anverso, 3 anverso y 1 reverso o, 2 anverso y 2 reverso.

Los colores pueden variar o ser uno o dos iguales, dependiendo de la distribución de tintas. El proceso que utilizamos se llama impresión por flexografía.

5.3.2 Funcionamiento de la Máquina Impresora

La maquina impresora consta de tres áreas, que son desembobinado, impresión, secado y embobinado.

Desembobinado:

Se monta un rollo de polietileno sobre una flecha la que a su vez se coloca en un desembobinador el cual controla una tensión constante de desembobinado así como el centrado de la película con respecto a un eje central.

Impresión:

Existen 4 zonas de impresión llamadas estaciones. Cada estación consta de un tintero donde se coloca la tinta, un sistema de tres rodillos que giran a diferentes velocidades y con sentidos opuestos. El primer rodillo esta sumergido dentro de la tina con tinta y toma de esta la tinta, el segundo rodillo llamado de anilox que gira a diferente velocidad y en sentido contrario, toma de este la tinta de una manera uniforme y controlada, este rodillo tiene la característica de tener unas perforaciones muy pequeñas y homogéneas que aseguran que siempre tendrá la misma cantidad de tinta. El tercer rodillo tiene montado sobre el por medio de una cinta de doble adhesivo un grabado de hule que es el negativo de la impresión a obtener, este grabado entra en contacto con el rodillo de anilox y recoge de este la tinta y la deposita sobre la película de plástico imprimiéndola.

Los 4 tinteros tienen el mismo principio de operación, y cuentan con un sistema de sincronía el cual permite que todas las impresiones tengan un mismo pie de impresión logrando impresiones claras y precisas.

Secado y embobinado:

Una vez que ya se imprimió el material, este pasa a una cámara de secado donde se le descarga una gran cantidad de aire caliente el cual seca la tinta. Después del área de secado pasa al embobinado el cual tiene la característica de poder modificar la tensión de embobinado produciendo rollos mas o menos compactos, dependiendo del proceso posterior que se les de, esta tensión es regulada electronicamente mediante un reostato.

5.3.3 Parámetros a Controlar.

El parámetro mas importante a controlar es la calidad de la impresión la cual tiene muchas variables a su vez, otros parámetros son la tensión de embobinado, la homogeneidad del embobinado, la repetición de la impresión, y el secado de las tintas.

La calidad de la impresión normalmente es constante siempre y cuando no se salga el proceso de control, una vez que ya se estableció la impresión esta no varía una respecto a la otra y las impresiones son buenas, cuando se detiene la maquina para el cambio de rollo, se seca la tinta en el rodillo de anilox y al arrancar nuevamente se pierden de 2 a 5 impresiones dependiendo de la repetición de estas. Cuando la maquina esta trabajando normalmente y se empiezan a

obtener malas impresiones, esto depende de que algo se haya desajustado o descompuesto. Por lo que cuando se obtienen mas de una determinada cantidad de impresiones defectuosas decimos que el proceso esta fuera de control y detenemos la maquina para ajustar o reparar la avería.

5.3.4 Método de Control

El método de control para el proceso de impresión será el siguiente:

A) Antes de arrancar la maquina en cada cambio de turno el operador deberá revisar esta basada en una lista de verificación.

B) Si es lote nuevo, el operador deberá ajustar la maquina a la nueva impresión deseada y el supervisor de turno deberá dar su aprobación (VoBo).

C) Si es la misma impresión, al imprimir la primera impresión si esta se encuentra correcta, la maquina no deberá ajustarse y continuara trabajando.

D) El operador deberá registrar el numero de impresiones defectuosas en cada rolló y registrarlo en una gráfica "p" y "np".

E) Cuando el numero de impresiones defectuosas llega al limite de control o se sale, el operador debe parar la maquina y ajustarla, una vez ajustada deberá tomar nuevas muestras y asegurarse que ya esta dentro de control.

CAPITULO VI. APLICACION DEL CONTROL ESTADISTICO A LOS PROCESOS DE MANUFACTURA

6.1 Determinación de la relación entre peso por metro y ancho del rollo en el área de extrusión.

Problema: Se desea mostrar el efecto que causan las variaciones del ancho del rollo sobre la variable peso por metro. Para ello se tomaron 8 muestras de película plana de polietileno calibre 600 en forma aleatoria obteniendose los siguientes resultados:

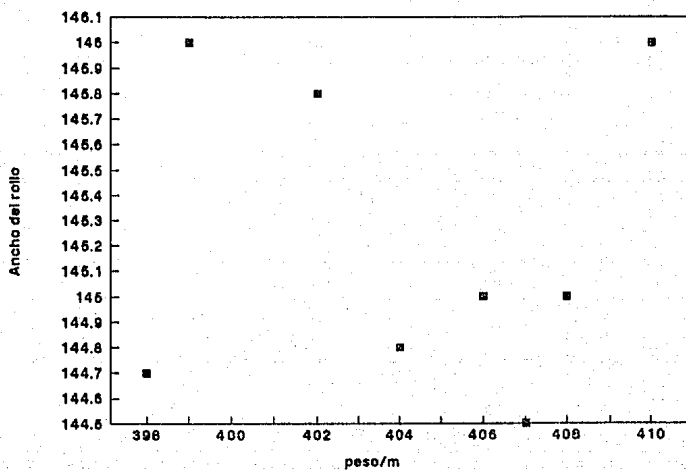
No muestra	Ancho (cm)	Peso por metro (gr/m)
1	145.0	406
2	145.0	408
3	146.0	399
4	146.0	410
5	144.7	398
6	144.8	404
7	144.5	407
8	145.8	402

Utilizando un diagrama de dispersión incluido en la siguiente página se concluyó:

(Ver figura siguiente página)

"No existe correlación entre las variables, se concluye que el peso por metro depende de otra variable (posiblemente el espesor de la película) y no del ancho de la misma". Tanto los operadores como los supervisores acostumbraban pensar que el peso por metro de la muestra era directamente proporcional al ancho del rollo. Con este sencillo ejercicio se demostró que el peso por metro depende tanto del espesor como del ancho.

Diagrama de dispersion



6.2 Identificación de variables vitales y su repercusión en la mala calidad.

En una máquina de extrusión de película plástica de polietileno se produjo una partida de rollos de 250cm de ancho en calibre 500 con un peso total de 10,000 kg. De éste total se tuvo un rechazo de 300kg de material por estar fuera de especificaciones atribuibles a los parámetros de la siguiente tabla:

Parámetro	Kg rechazados por ese concepto
Velocidad del husillo	60 kg
Temperatura de operación de la máquina	45 kg
Velocidad de los rodillos jaladores	75 kg
Volumen de aire de enfriamiento del globo	30 kg
Control del volumen de aire dentro del globo	90 kg

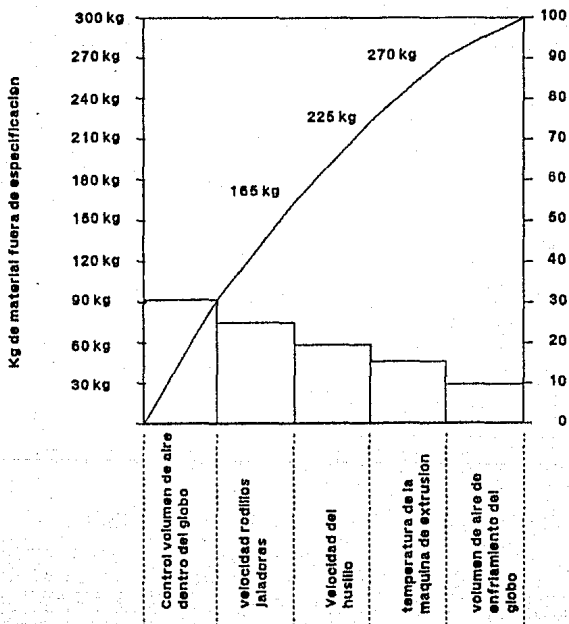
La tabla anterior al convertirla a porcentajes queda:

Parámetro	kg	%
Control del volumen de aire dentro del globo	90 kg	30%
Velocidad de los rodillos jaladores	75 kg	25%
Velocidad del husillo	60 kg	20%
Temperatura de operación de la máquina	45 kg	15%
Volumen de aire de enfriamiento del globo	30 kg	10%
	<u>300 kg</u>	<u>100%</u>

Con la ayuda de un diagrama de Pareto incluido en la siguiente página se detecto los parámetros vitales y sus porcentajes que ocasionaron el rechazo.

(Ver figura siguiente página)

Diagrama de Pareto



Conclusiones:

1. La variable que más incide en ocasionar rechazo de producto es el control del volumen de aire dentro del globo; coincidentemente al analizar el diagrama se observó que con una medida muy sencilla de controlar (la temperatura del aire dentro del globo) se estabiliza el volumen de aire y por consecuencia se controla el ancho del rollo reduciéndose los rechazos.

2. Para controlar la velocidad de los rodillos jaladores así como la velocidad del husillo se decidió instalar un control electrónico de respuesta inversamente proporcional entre revoluciones por minuto y velocidades de los motores. Al controlarse correctamente las velocidades del husillo y los rodillos jaladores se redujeron los rechazos.

3. Se decidió no tomar acciones correctivas de momento hacia la temperatura de operación de la máquina y el volumen de aire dentro del globo.

Resultados: Al tener control del volumen de aire dentro del globo y las velocidades de los rodillos jaladores y del husillo, se redujeron en un 75% los rechazos.

6.3 Determinación de las causas de paros continuos en el area de conversión.

Problema:

Uno de los procesos más importantes en el área de conversión se lleva a cabo en las máquinas bolseadoras las cuales convierten rollos de polietileno en bolsas al cortar y sellar uno de sus extremos.

La máquina bolseadora #7 tiene paros continuos (se llegan a registrar hasta 48 paros por turno) lo que se traduce en grandes pérdidas para el departamento de producción en particular y para la empresa en general.

La gerencia de producción suponía que estos paros eran ocasionados por fallas inherentes a la máquina. Después de una reunión con los supervisores y con la ayuda de un diagrama causa-efecto incluido en la siguiente página se detectaron las causas principales que ocasionaban dichos paros y se asignaron a los responsables acciones correctivas para eliminar los problemas desde su origen.

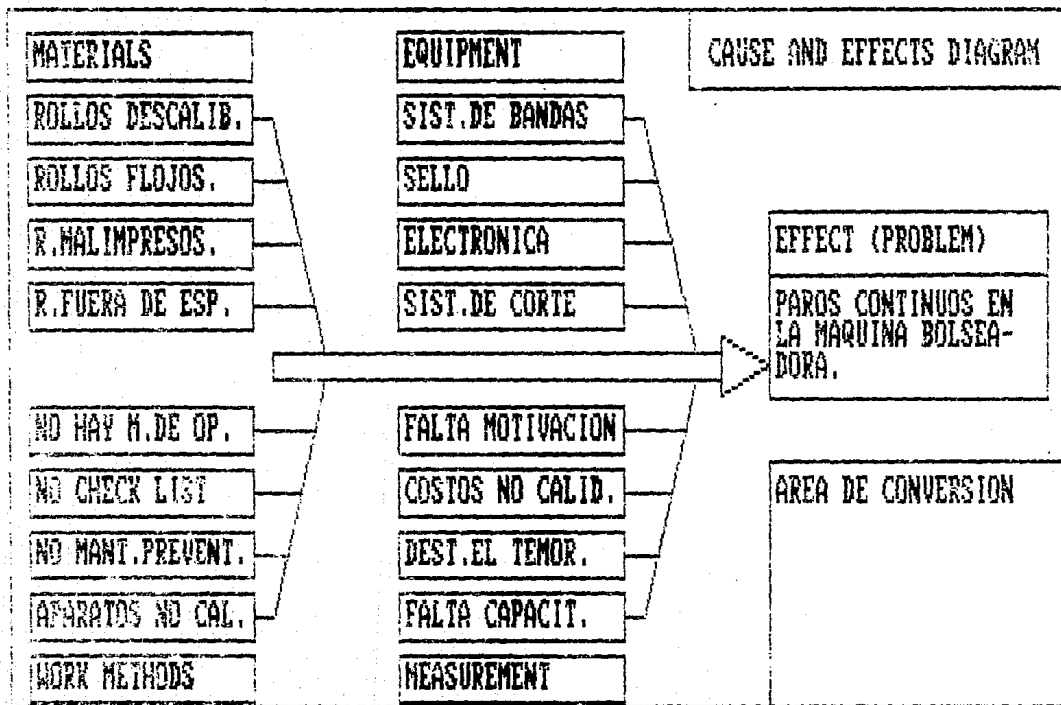
(Ver figura siguiente página)

Conclusiones:

Se llegó a diversas conclusiones las cuales se agrupan por áreas:

Mantenimiento.

- a) Reparar totalmente el sistema de bandas.
- b) Reparar totalmente el sistema de corte (cambio de cuchilla.)
- c) Diseñar y aplicar programa de mantenimiento en el área de



sello y electrónica.

- d) Diseñar y aplicar programa de mantenimiento preventivo en toda la máquina.

Gerencia de Producción.

- a) Elaborar lista de chequeo para verificar la máquina al inicio de cada turno.
- b) Elaborar un manual de operación del equipo en cuestión.
- c) Contratar a una compañía que otorgue pólizas de servicio y calibración para los instrumentos de medición.
- d) Establecer un sistema de control estadístico de proceso en el área de extrusión con lo que se resolverá el problema de materiales del área de conversión.

Gerencia de Recursos Humanos.

- a) Diseñar un programa de incentivos y motivación.
- b) Desterrar el temor al concientizar tanto a operadores como a supervisores que ellos no son responsables por las fallas del equipo pero lo son de la mala producción en caso de no reportarse los problemas.
- c) Diseñar e implementar un programa de capacitación permanente a operadores y supervisores.

6.4 Control en el área de impresión

Se desea ejercer control sobre la proporción así como el número de bolsas defectuosas para un proceso de impresión a tres tintas de rollos de polietileno (una impresión representa una bolsa). Para realizar lo anterior se seleccionó de manera aleatoria 40 rollos de 300 impresiones cada uno y se obtuvieron los siguientes datos:

\bar{p} = proporción de bolsas defectuosos

$n\bar{p}$ = número de bolsas defectuosas

n = número de muestra

n	$n\bar{p}$	\bar{p}	n	$n\bar{p}$	\bar{p}
1	5	0.0166	21	6	0.0200
2	7	0.0233	22	6	0.0200
3	6	0.0200	23	12	0.0400
4	8	0.0266	24	8	0.0266
5	6	0.0200	25	8	0.0266
6	15	0.0500	26	68	0.2266
7	18	0.0600	27	72	0.2400
8	18	0.0600	28	7	0.2330
9	13	0.0430	29	9	0.0300
10	6	0.0200	30	12	0.0400
11	6	0.0200	31	18	0.0600
12	5	0.0166	32	25	0.0830
13	5	0.0166	33	13	0.0430
14	5	0.0166	34	9	0.0300
15	12	0.0400	35	7	0.0233
16	48	0.1600	36	5	0.0166
17	5	0.0166	37	6	0.0200
18	7	0.0233	38	7	0.0233
19	6	0.0200	39	9	0.0300
20	6	0.0200	40	12	0.040

$$\Sigma = 1.7515$$

Se construyeron los gráficos p y np correspondientes y se comprobaron los resultados con el paquete estadístico Quality Alert.

Carta \bar{p} = proporción de bolsas defectuosas

$$LC = \bar{p} = \Sigma(\bar{p}) / n = 1.7515 / 40 = 0.0438 = 4.38\%$$

$$\text{Límites de control} = \bar{p} \pm 3 \sqrt{(\bar{p}(1-\bar{p})/n)}$$

$$= 0.0438 \pm 3 \sqrt{(0.0438(1-0.0438)/300)}$$

$$= 0.0438 \pm 0.0354$$

$$LSC = 0.0438 + 0.0354 = 0.07920 = 7.92\%$$

$$LIC = 0.0438 - 0.0354 = 0.0084 = 0.84\%$$

Carta $n\bar{p}$ = número de bolsas defectuosas

$$LC = np = 300(0.0438) = 13.14$$

$$\begin{aligned} \text{Límites de control} &= n\bar{p} \pm 3 \sqrt{ n\bar{p}(1-\bar{p}) } \\ &= 13.14 \pm 3 \sqrt{ 13.14(0.9562) } \\ &= 13.14 \pm 10.63 \end{aligned}$$

$$LSC = 13.14 + 10.63 = 23.77$$

$$LIC = 13.14 - 10.63 = 2.51$$

(Ver figuras siguientes páginas)

El análisis de los gráficos obtenidos muestra:

- a. La muestra 16 tuvo 48 impresiones defectuosas debido a la falta de homogeneidad en el material.
- b. Las muestras 26 y 27 se salieron de control debido a la falla de un engranaje.
- c. La muestra 32 se salió de control debido a un desajuste de los rollos impresores.

Del análisis anterior concluimos que las muestras que se salieron de los límites de control lo hicieron por fallas no imputables al operador sino por fallas en el equipo. El proceso parece estar en control en tanto el equipo no falla; así concluimos que cuando al llevarse la gráfica se encuentre un punto fuera de control deberá solicitarse al ajustador que revise el equipo.

6.5 Control Estadístico en el área de extrusión (línea dado estático)

Para el proceso de extrusión de una partida de rollos de polietileno calibre 130 de 23.5 cm de ancho, se desea ejercer control sobre el peso por metro (gr/m) para lo

COUNT 1:	COUNT 2:	COUNT 3:	COUNT 4:	COUNT 5:
5	7	6	8	6
SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:
300	300	300	300	300
% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:
1.667%	2.333%	2.000%	2.667%	2.000%

1 : 01-01-1980 MUESTRA 1
 2 : 01-01-1980 MUESTRA 2
 3 : 01-01-1980 MUESTRA 3
 4 : 01-01-1980 MUESTRA 4
 5 : 01-01-1980 MUESTRA 5

COUNT 6:	COUNT 7:	COUNT 8:	COUNT 9:	COUNT 10:
15	18	18	13	6
SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:
300	300	300	300	300
% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:
5.000%	6.000%	6.000%	4.333%	2.000%

6 : 01-01-1980 MUESTRA 6
 7 : 01-01-1980 MUESTRA 7
 8 : 01-01-1980 MUESTRA 8
 9 : 01-01-1980 MUESTRA 9
 10 : 01-01-1980 MUESTRA 10

COUNT 11:	COUNT 12:	COUNT 13:	COUNT 14:	COUNT 15:
6	5	5	5	12
SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:
300	300	300	300	300
% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:
2.000%	1.667%	1.667%	1.667%	4.000%

11 : 01-01-1980 MUESTRA 11
 12 : 01-01-1980 MUESTRA 12
 13 : 01-01-1980 MUESTRA 13
 14 : 01-01-1980 MUESTRA 14
 15 : 01-01-1980 MUESTRA 15

COUNT 16:	COUNT 17:	COUNT 18:	COUNT 19:	COUNT 20:
48	5	7	6	6
SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:
300	300	300	300	300
% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:
16.000%	1.667%	2.333%	2.000%	2.000%

16 : 01-01-1980 MUESTRA 16
 17 : 01-01-1980 MUESTRA 17
 18 : 01-01-1980 MUESTRA 18
 19 : 01-01-1980 MUESTRA 19
 20 : 01-01-1980 MUESTRA 20

COUNT 21:	COUNT 22:	COUNT 23:	COUNT 24:	COUNT 25:
6	6	12	8	8
SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:
300	300	300	300	300
% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:
2.000%	2.000%	4.000%	2.667%	2.667%

21 : 01-01-1980 MUESTRA 21
 22 : 01-01-1980 MUESTRA 22
 23 : 01-01-1980 MUESTRA 23
 24 : 01-01-1980 MUESTRA 24
 25 : 01-01-1980 MUESTRA 25

**TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN**

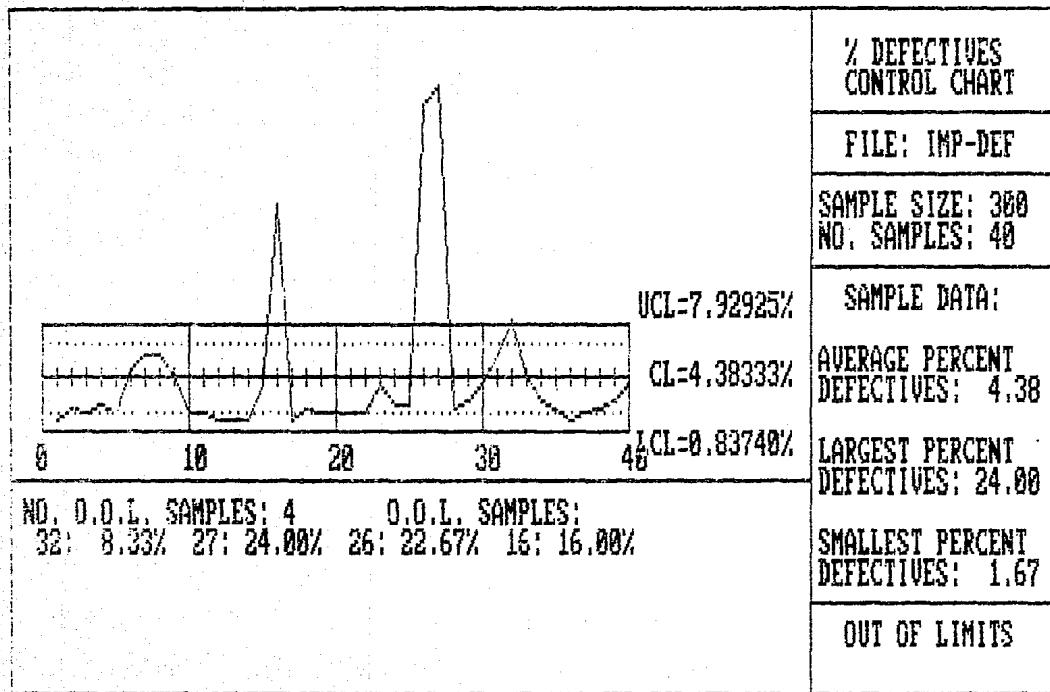
COUNT 26:	COUNT 27:	COUNT 28:	COUNT 29:	COUNT 30:
68	72	7	9	12
SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:
300	300	300	300	300
% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:
22.667%	24.000%	2.333%	3.000%	4.000%

26 : 01-01-1980 MUESTRA 26				
27 : 01-01-1980 MUESTRA 27				
28 : 01-01-1980 MUESTRA 28				
29 : 01-01-1980 MUESTRA 29				
30 : 01-01-1980 MUESTRA 30				
COUNT 31:	COUNT 32:	COUNT 33:	COUNT 34:	COUNT 35:
18	25	13	9	7
SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:
300	300	300	300	300
% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:
6.000%	8.333%	4.333%	3.000%	2.333%

31 : 01-01-1980 MUESTRA 31				
32 : 01-01-1980 MUESTRA 32				
33 : 01-01-1980 MUESTRA 33				
34 : 01-01-1980 MUESTRA 34				
35 : 01-01-1980 MUESTRA 35				
COUNT 36:	COUNT 37:	COUNT 38:	COUNT 39:	COUNT 40:
5	6	7	9	12
SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:	SAMPLE SIZE:
300	300	300	300	300
% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:	% DEFECTIVE:
1.667%	2.000%	2.333%	3.000%	4.000%

36 : 01-01-1980 MUESTRA 36				
37 : 01-01-1980 MUESTRA 37				
38 : 01-01-1980 MUESTRA 38				
39 : 01-01-1980 MUESTRA 39				
40 : 01-01-1980 MUESTRA 40				

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



% DEFECTIVES
CONTROL CHART

FILE: IMP-DEF

SAMPLE SIZE: 300
NO. SAMPLES: 40

SAMPLE DATA:

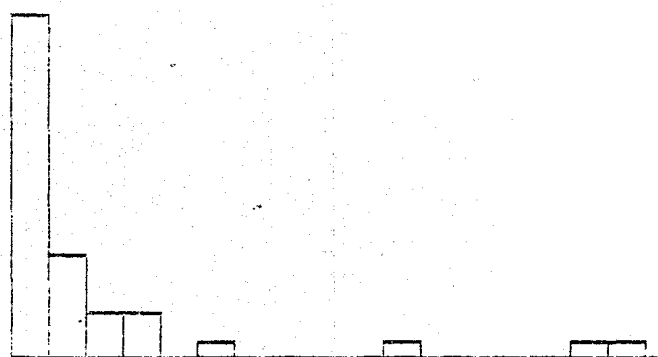
AVERAGE PERCENT
DEFECTIVES: 4.38

LARGEST PERCENT
DEFECTIVES: 24.00

SMALLEST PERCENT
DEFECTIVES: 1.67

OUT OF LIMITS

2 7 3 3 2 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1
 3



5 9 1 1 2 2 2 3 3 4 4 4 5 5 6 6 6
 3 7 1 5 9 3 7 1 5 9 3 7 1 5 9

HISTOGRAM FOR COUNTS
 OF DEFECTIVES IN
 CONSTANT SIZE SAMPLES
 CELL WIDTH: 4

SAMPLE SIZE: 300
NO. OF SAMPLES: 40
LARGEST COUNT: 72
SMALLEST COUNT: 5
LARGEST % DEF: 24.00 %
AVERAGE % DEF: 4.38 %
SMALLEST % DEF: 1.67 %

UPPER VALUES ARE THE FREQUENCY COUNT IN EACH CELL.
 LOWER VALUES ARE DEF. COUNTS AT LEFT CELL BOUNDARY.

FILE NAME: IMP-DEF

cual se seleccionaron 18 muestras de 5 rollos cada una y se obtuvieron los siguientes datos:

n	X1	X2	X3	X4	X5	\bar{X}	\bar{R}	S
1	17.0	17.0	17.0	17.0	16.5	16.90	0.5	0.223
2	16.5	16.5	16.5	16.8	17.0	16.66	0.5	0.230
3	17.2	17.5	17.7	17.7	18.0	17.62	0.8	0.299
4	18.5	18.0	17.5	17.4	17.4	17.76	1.1	0.482
5	17.8	17.5	17.5	17.0	17.0	17.36	0.8	0.350
6	17.0	17.0	17.5	17.5	17.8	17.36	0.8	0.350
7	19.0	18.5	18.5	18.5	18.5	18.60	0.5	0.223
8	19.0	17.0	17.5	17.0	17.0	17.50	2.0	0.866
9	18.0	17.5	18.0	18.0	18.5	18.00	1.0	0.353
10	18.0	18.0	17.0	18.0	18.0	17.80	1.0	0.447
11	18.0	17.0	18.0	17.5	18.5	17.80	1.5	0.570
12	19.0	18.5	18.0	18.5	18.0	18.40	1.0	0.418
13	18.5	18.0	18.5	18.5	17.5	18.20	1.0	0.447
14	18.0	16.5	17.5	16.0	17.0	17.00	2.0	0.790
15	16.5	16.0	16.0	16.0	16.7	16.24	0.7	0.336
16	16.0	18.0	19.0	18.0	18.0	17.80	3.0	1.095
17	19.0	19.0	19.0	19.0	18.0	18.80	1.0	0.447
18	17.5	17.0	16.5	18.0	17.0	17.20	1.5	0.570
Σ =						317.00	20.7	8.491

$$\bar{X} = 317 / 18 = 17.611$$

$$\bar{R} = 20.7 / 18 = 1.15$$

$$\bar{\sigma} = 8.491 / 18 = 0.4717$$

de la tabla del apartado 4.9 tenemos que $A_2 = 0.58$, $D_3=0$, $D_4=2.114$ y $D_2=2.326$ para $n=5$

Límites de control para \bar{X} :

$$LC = \bar{X} \pm a_2 \bar{R}$$

$$LSC = 17.611 + 0.58(1.15) = 18.27$$

$$LIC = 17.611 - 0.58(1.15) = 16.94$$

Límites de control para \bar{R} :

$$LSC = D_4 \bar{R} = 2.114(1.15) = 2.431$$

$$LIC = D_3 \bar{R} = 0 (1.15) = 0$$

Cálculo de la capacidad del proceso (Cpk):

Inicialmente se determina la habilidad del proceso o Cp

$$\sigma = \bar{R} / d2 = 1.15 / 2.326 \\ = 0.4944$$

$$Cp = (LSE - LIE) / 6\sigma \\ = (19.36 - 15.84) / 6 (0.4944) = 1.18$$

$$Cpl = (X - LIE) / 3\sigma \\ = (17.611 - 15.84) / 3 (0.4944) = 1.19$$

$$Cpu = (LSE - X) / 3\sigma \\ = (19.36 - 17.611) / 3 (0.4944) = 1.17$$

La capacidad del proceso es la menor de Cpl y Cpu = 1.17

Debido a que el Cpk se encuentra entre 1 y 1.33, el proceso se considera como bueno.

(Ver figuras páginas siguientes)

Conclusión:

Al analizar la gráfica X-R resultante de las lecturas tomadas en proceso de todo un lote de fabricación de un producto repetitivo observamos que nuestro proceso está totalmente dentro de especificaciones por lo que no se presentan rechazos. Se observa sin embargo que algunas muestras se encuentran fuera de los límites de control por lo que se decidió el instalar en forma permanente un control estadístico de proceso. Se tomo nota de las lecturas de las variables relacionadas para poder determinarse posteriormente la o las variables que debemos controlar para así controlar el proceso.

SUBGROUP 1:	SUBGROUP 2:	SUBGROUP 3:	SUBGROUP 4:	SUBGROUP 5:
17.0	16.5	17.2	18.5	17.8
17.0	16.5	17.5	19.0	17.8
17.0	16.5	17.7	17.5	17.8
17.0	16.8	17.7	17.4	17.0
16.5	17.0	13.0	17.4	17.0
<hr/>				
AVERAGE:	AVERAGE:	AVERAGE:	AVERAGE:	AVERAGE:
16.90	16.66	17.62	17.76	17.36
RANGE:	RANGE:	RANGE:	RANGE:	RANGE:
0.50	0.50	0.80	1.10	0.80

1 : 01-02-1980 MUESTRA 1
 2 : 01-02-1980 MUESTRA 2
 3 : 01-02-1980 MUESTRA 3
 4 : 01-02-1980 MUESTRA 4
 5 : 01-02-1980 MUESTRA 5

SUBGROUP 6:	SUBGROUP 7:	SUBGROUP 8:	SUBGROUP 9:	SUBGROUP 10:
17.0	19.0	19.0	18.0	18.0
17.0	18.5	17.0	17.5	18.0
17.5	18.5	17.5	18.0	17.0
17.5	18.5	17.0	18.0	18.0
17.8	18.5	17.0	18.5	18.0
<hr/>				
AVERAGE:	AVERAGE:	AVERAGE:	AVERAGE:	AVERAGE:
17.36	18.60	17.50	18.00	17.60
RANGE:	RANGE:	RANGE:	RANGE:	RANGE:
0.80	0.50	2.00	1.00	1.00

6 : 01-02-1980 MUESTRA 6
 7 : 01-02-1980 MUESTRA 7
 8 : 01-02-1980 MUESTRA 8
 9 : 01-02-1980 MUESTRA 9
 10 : 01-02-1980 MUESTRA 10

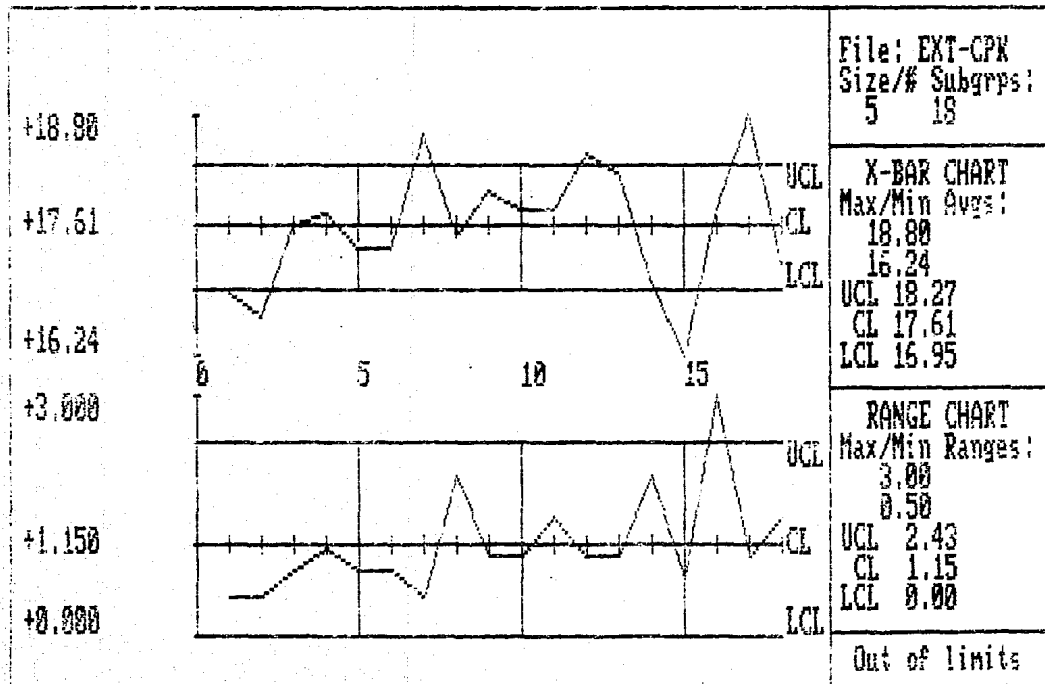
SUBGROUP 11:	SUBGROUP 12:	SUBGROUP 13:	SUBGROUP 14:	SUBGROUP 15:
18.0	19.0	18.5	18.0	16.5
17.0	18.5	18.0	16.5	16.0
18.0	18.0	18.5	17.5	16.0
17.5	18.5	18.5	16.0	16.0
18.5	18.0	17.5	17.0	16.7
<hr/>				
AVERAGE:	AVERAGE:	AVERAGE:	AVERAGE:	AVERAGE:
17.80	18.40	18.20	17.00	16.24
RANGE:	RANGE:	RANGE:	RANGE:	RANGE:
1.50	1.00	1.00	2.00	0.70

11 : 01-02-1980 MUESTRA 11
 12 : 01-02-1980 MUESTRA 12
 13 : 01-02-1980 MUESTRA 13
 14 : 01-02-1980 MUESTRA 14
 15 : 01-02-1980 MUESTRA 15

SUBGROUP 16:	SUBGROUP 17:	SUBGROUP 18:
16.0	19.0	17.5
18.0	19.0	17.0
19.0	19.0	16.5
18.0	19.0	18.0
18.0	18.0	17.0

AVERAGE:	AVERAGE:	AVERAGE:
17.30	19.80	17.20
RANGE:	RANGE:	RANGE:
3.00	1.00	1.50

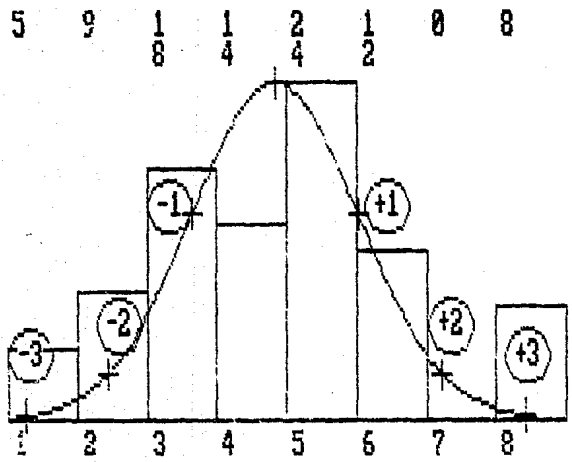
16 : 01-02-1980 MUESTRA 16
 17 : 01-02-1980 MUESTRA 17
 18 : 01-02-1980 MUESTRA 18



**TESIS CON
FALTA DE ORDEN**

LEFT CELL
BOUNDARIES:

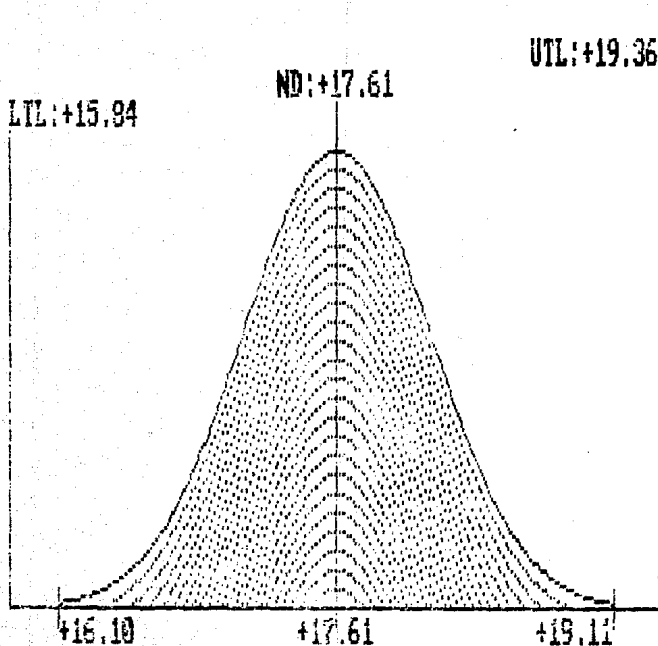
- 1: 16.00
- 2: 16.42
- 3: 15.84
- 4: 17.26
- 5: 17.68
- 6: 18.10
- 7: 18.52
- 8: 18.94



File: EXT-CPK
 No. Subgroups 18
 Subgroup Size 5
 Cell: 0.42

FOR ALL DATA:
 Average 17.61
 Range 3.0
 Maximum 19.0
 Minimum 16.0
 Std Dev 0.50
 (Using within
 subgroup var.
 ONLY)

FOR SUBGROUPS:
 Max Avg 18.80
 Min Avg 16.24
 R avg 1.15
 R max 3.0
 R min 0.5



File name: EXT-CPK
 No. Subgroups: 18
 Subgroup Size: 5
 No. Values: 90

Average: 17.61
 PDP STD DEV: 0.50
 (Using within subgroup
 variation only)

Process Cap: 3.01
 CPK Index: 1.16
 P. C. Index: 1.17
 P. C. Index formula:
 $PCI = (\text{TOL RANGE}) / (6 \text{ SD})$

% ABOVE UTL: 0.02 %
 % BELOW LTL: 0.02 %
 Skewness: -0.1028
 Kurtosis: 2.2991
 Geary's Z: 1.63

6.6 Control de rendimiento de máquina de dado giratorio para reportar al cliente y asegurarle que el proceso está controlado y que su Cpk es correcto.

En el proceso de extrusión de película plana de polietileno se desea controlar el peso por metro por medio de diagramas X y R. Se tomaron 4 muestras de tamaño 6 cada una cuando se pensaba que el proceso estaba controlado. Para un material calibre 300 con peso por metro de 36.0 gr/m se obtuvieron los siguientes datos:

Tolerancia = $36 \pm 10\%$

N	X1	X2	X3	X4	X5	X6	\bar{X}	\bar{R}
1	36.0	36.0	37.0	36.5	35.5	35.5	36.08	1.5
2	36.5	36.0	37.8	37.8	35.5	37.0	36.77	2.3
3	35.0	36.7	35.7	36.0	36.0	36.0	35.90	1.7
4	36.5	36.5	36.5	37.0	36.0	36.0	36.42	1.0
							$\Sigma = 145.17$	6.5

$$\bar{X} = 145.17 / 4 = 36.29 \quad \bar{R} = 6.5 / 4 = 1.625$$

de la tabla del apartado 4.9 tenemos que $A2 = 0.483$, $D3=0$, $D4=2.004$ y $D2=2.534$ para $n=6$

Límites de control para X:

$$LC = \bar{X} \pm a_2 \bar{R}$$

$$LSC = 36.29 + 0.483(1.625) = 37.07$$

$$LIC = 36.29 - 0.483(1.625) = 35.50$$

Límites de control para \bar{R} :

$$LSC = D4 \bar{R} = 2.004(1.625) = 3.25$$

$$LIC = D3 \bar{R} = 0(1.625) = 0$$

Límites de especificación 36 gr/m \pm 10%

$$LSE = 36 + 3.6 = 39.6$$

$$LIE = 36 - 3.6 = 32.4$$

Cálculo de la capacidad del proceso (Cpk):

Inicialmente se determina la habilidad del proceso o Cp

$$\begin{aligned}\sigma &= \bar{R} / d2 = 1.625 / 2.534 \\ &= 0.6412\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Cp &= (LSE - LIE) / 6\sigma \\ &= (39.6 - 32.4) / 6 (0.6412) = 1.87 > 1.33 \text{ por lo que} \\ &\quad \text{el proceso es} \\ &\quad \text{hábil}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Cpl &= (\bar{X} - LIE) / 3\sigma \\ &= (36.29 - 32.4) / 3 (0.6412) = 2.02\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Cpu &= (LSE - \bar{X}) / 3\sigma \\ &= (39.9 - 36.29) / 3 (0.6412) = 1.87\end{aligned}$$

La capacidad del proceso es la menor de Cpl y Cpu:

Cpk = 1.87 > 1.33 por lo que la capacidad del proceso es excelente.

(Ver figuras: páginas siguientes)

Al analizar el proceso se concluye lo siguiente:

1. Al obtener la media poblacional (X) que nos da un valor de 36.29 gr/m y comparándolo con el nominal de 36.0 gr/m encontramos una variación de +0.8%. Como el cliente acepta una tolerancia de 10% en cualquier sentido y nuestro proceso muestra una variación menor al 1%, las estimaciones del cliente del costo de empaque de su producto son adecuadas.
2. Como la capacidad del proceso o Cpk es de 1.87, el cliente tiene la certidumbre que el producto que recibe

+37.07

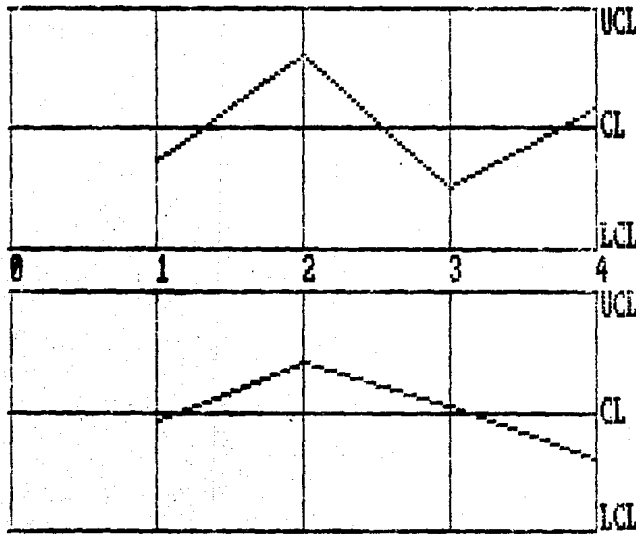
+36.29

+35.50

+3.256

+1.625

+0.000



UCL
CL
LCL
UCL
CL
LCL

File: BLACK-D
 Size/# Subgrps:
 6 4

X-BAR CHART
 Max/Min Averages:
 36.77
 35.90
 UCL 37.08
 CL 36.29
 LCL 35.51

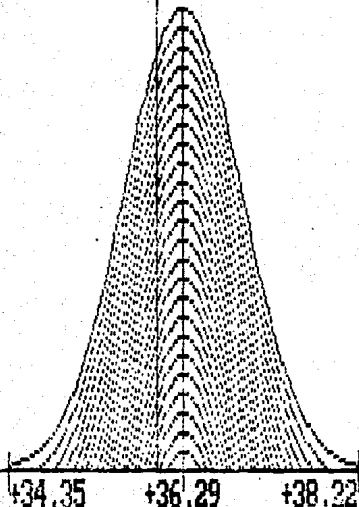
RANGE CHART
 Max/Min Ranges:
 2.30
 1.00
 UCL 3.26
 CL 1.62
 LCL 0.00

All in limits

LTL:+32.40

ND:+36.00

UTL:+39.60



File name: BLACK-D
No. Subgroups: 4
Subgroup Size: 6
No. Values: 24

Average: 36.29
POP STD DEV: 0.65
(Using within subgroup
variation only)

Process Cap: 3.87
CPK Index: 1.71
P. C. index: 1.86
P. C. Index formula:
 $PCI = (\text{TOL RANGE}) / (6 \text{ SD})$

% ABOVE UTL: 0.00 %
% BELOW LTL: 0.00 %
Skewness: 0.5349
Kurtosis: 3.0220
Geary's Z: 0.30

además de cumplir con las especificaciones, está fabricado en un proceso muy bien controlado lo que asegura que todo el producto que recibe es bueno pudiendo así minimizar su inventario normal y eliminar el inventario de seguridad lo cual resulta en una reducción de sus costos de producción.

6.7 Control de ancho de rollo de máquina de dado giratorio para reportar al cliente y asegurarle que el proceso está controlado y que su Cpk es correcto.

En el proceso de extrusión de película plana de polietileno se desea controlar el ancho del rollo por medio de diagramas X y R. Se tomaron 24 rollos sucesivos en calibre 300 y se obtuvieron los siguientes datos en cm:

Tolerancia = 54 ± 0.635 cm según la especificación del cliente (54 cm) y la norma ASTM-D

\bar{R} = rango móvil en orden 2

N	\bar{X}	\bar{R}
1	54.5	0.0
2	54.5	0.0
3	54.3	0.2
4	54.3	0.0
5	54.5	0.2
6	54.5	0.0
7	54.0	0.5
8	54.0	0.0
9	54.0	0.0
10	54.0	0.0
11	54.5	0.5
12	54.5	0.0
13	54.0	0.5
14	54.0	0.0
15	54.0	0.0
16	54.0	0.0
17	54.3	0.3
18	54.3	0.0

19	54.0	0.3
20	54.0	0.0
21	54.4	0.5
22	54.5	0.0
23	54.0	0.5
24	54.0	0.0

$$\Sigma = 1301.2 \quad 3.5$$

$$\begin{aligned} \bar{X} &= 1301.2 / 24 & \bar{R} &= 3.5 / 23 \\ &= 54.216 & &= 0.152 \end{aligned}$$

de la tabla VI de la página 439 de Montgomery tenemos que $D4=1.548$, $D3=0.451$ y $D2=3.895$ para $n=24$

Límites de control para X :

$$E2 = 3 / d2 = 3 / 3.895 = 0.7702$$

$$LC = \bar{X} \pm E2\bar{R}$$

$$LSC = 54.216 + 0.7702(0.152) = 54.333$$

$$LIC = 54.216 - 0.7702(0.152) = 54.098$$

Límites de control para \bar{R} :

$$LSC = D4\bar{R} = 1.548(0.152) = 0.235$$

$$LIC = D3\bar{R} = 0.451 (0.152) = 0.068$$

Límites de especificación 54 cm \pm 0.635 cm

$$LSE = 54 + 0.635 = 54.635$$

$$LIE = 54 - 0.635 = 53.365$$

Cálculo de la capacidad del proceso (Cpk):

Inicialmente se determina la habilidad del proceso o Cp

$$\begin{aligned} \sigma &= \bar{R} / d2 = 0.152 / 3.895 \\ &= 0.039 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cp &= (LSE - LIE) / 6\sigma \\ &= (54.635 - 53.365) / 6 (0.039) = 5.427 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cpl &= (\bar{X} - LIE) / 3\sigma \\ &= (54.216 - 53.365) / 3 (0.039) = 7.27 \end{aligned}$$

$$Cpu = (\overset{=}{LSE - X}) / 3\sigma$$

$$= (54.635 - 54.216) / 3 (0.039) = 3.58$$

La capacidad del proceso es la menor de Cpl y Cpu:

Cpk = 3.58 > 1.33 por lo que la capacidad del proceso es excelente.

(Ver figuras páginas siguientes)

Al analizar el proceso se concluye lo siguiente:

1. Al obtener la media proporcional (X) que no da un valor de 54.216 cm y comparándolo con el ancho nominal de 54 cm encontramos una variación de +0.4%. Como el cliente acepta una tolerancia de ±1.18% y nuestro proceso muestra una variación menor al 0.5%, el cliente no deberá tener problemas de operación en sus equipos de empaque debido al ancho de los rollos.

2. Como la capacidad del proceso o Cpk es de 3.58, el cliente tiene la certidumbre que el producto que recibe además de cumplir con las especificaciones, está fabricado en un proceso muy bien controlado lo que asegura que todo el producto que recibe es bueno pudiendo así minimizar su inventario normal y eliminar el inventario de seguridad lo cual resulta en una reducción de sus costos de producción.

Grafico X

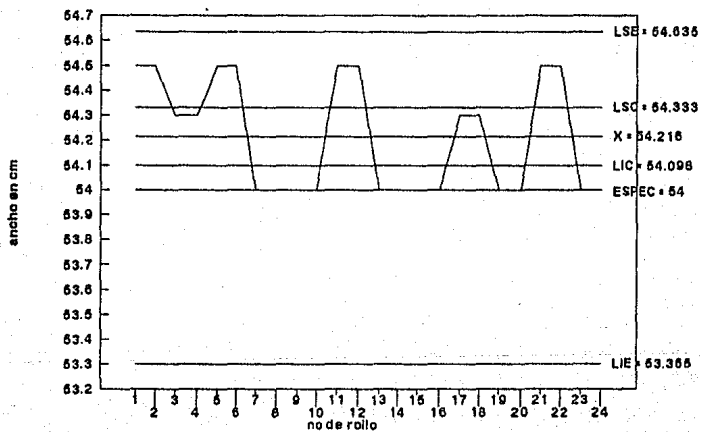
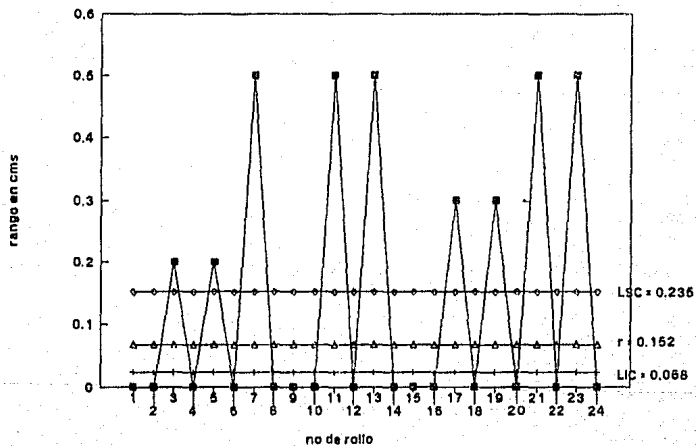


Grafico de Rango R



CAPITULO VII: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA

7.1 Inversión Necesaria para el establecimiento de un control estadístico de proceso.

Para establecer los controles mencionados a lo largo de este trabajo, se estima necesario el comprar el siguiente equipo:

Descripción	Precio
12 tacómetros	N\$ 2,480
6 cronómetros	N\$ 900
6 regletas metálicas movibles	N\$ 480
8 regletas metálicas fijas	N\$ 210
18 calculadoras estadísticas	N\$ 540
1 micrómetro	N\$ 980
1 paquete estadístico Quality Alert	N\$ 600

Subtotal gastos (sin depreciación)	N\$ 6,190

4 reparaciones totales de sistemas de bandas y cuchillas	N\$ 16,400
2 básculas digitales	N\$ 5,800
4 medidores de longitud	N\$ 8,640
6 pirómetros y termopar	N\$ 5,620
6 sistemas de serpentín enfriados o calentador por agua	N\$ 4,500

Subtotal inversión (depreciación)	N\$ 40,960

Total Inversión en Equipo	N\$ 47,150

Del equipo mencionado, a criterio del contador de la empresa, lo incluido en el subtotal 1 se contabilizará como gasto por lo que no se considerará depreciación alguna. Asimismo, lo incluido en el subtotal 2 se depreciará en línea recta a cuatro años.

Se estima que el equipo tendrá una vida útil de 8 años.

Para poder establecer el sistema estadístico de control de proceso se estima necesario realizar los siguientes cursos de capacitación:

1. Curso "Introducción a la Estadística y Beneficios de un Control Estadístico de Proceso" a nivel operario con duración de 10 horas en 5 sesiones de 2 horas cada una. Este curso se impartirá a los operadores de máquinas (30 personas) en tres grupos de 10 personas cada uno. El costo estimado por curso es de N\$1,200.00 para un total de N\$ 3,600.00

2. Curso "Introducción a la Estadística y Beneficios de un Control Estadístico de Proceso" a nivel supervisores y jefes de turno con duración de 30 horas en 15 sesiones de 2 horas cada una. Este curso se impartirá a 10 personas con un costo estimado de N\$ 3,000.

3. Curso "Introducción a la Estadística y Beneficios de un Control Estadístico de Proceso" a nivel jefe de producción, gerencias y dirección con duración de 50 horas en 17 sesiones de 3 horas cada una. Este curso se impartirá a 5 personas con un costo estimado de N\$ 4,800

El costo total de los tres cursos de capacitación será de N\$ 11,400.

La inversión inicial total será de N\$ 58,550 de los cuales N\$ 17,590 se contabilizarán como gastos y los restantes N\$ 40,960 serán depreciados en línea recta durante 4 años.

7.2 Costo de Operación del control estadístico de proceso.

Para el establecimiento de un control estadístico de proceso se estima necesario el contratar personal adicional al ya existente. En el costo de operación del sistema se considera únicamente al nuevo personal ya que el costo del personal que ya labora con la empresa existirá ya sea que se implante o no el sistema estadístico de control de proceso.

El costo del personal adicional incluye no únicamente su salario, sino el valor de sus prestaciones. En esta empresa el valor aproximado de las prestaciones es el siguiente:

Prestación	porcentaje aproximado del salario
Seguro Social	27%
Infonavit	5%
SAR	2%
Impuesto sobre remuneraciones	
estatal	2%
federal	1%
Otras prestaciones	40%
Total	77%

Las prestaciones incluidas en el rubro "otras prestaciones" incluyen fondo de ahorro, uniformes, aguinaldo, despensas, vacaciones, seguro de gastos médicos, prima vacacional, etc.

El personal a contratar y su costo es el siguiente:

- a) Pasante de Ingeniero con experiencia en estadística y recursos humanos.

Salario Mensual N\$ 2,000

Prestaciones Mensuales N\$ 1,540

b) Inspector de Calidad en Líneas

Salario Mensual N\$ 1,000

Prestaciones Mensuales N\$ 770

c) Mecánico de Mantenimiento

Salario Mensual N\$ 1,300

Prestaciones Mensuales N\$ 1,001

El valor total mensual del personal a contratar será de N\$ 7,611 o N\$ 91,332 anualmente.

Se estima que habrá un incremento en el gasto de papelería de N\$2,000 anualmente (reportes, gráficos, etc).

Se contratará una póliza de servicio de calibración de instrumentos de medición con un costo anual de N\$ 800.

El último gasto de operación a considerar es un programa de educación continua para todo el personal para 5 personas al mes aproximadamente con una duración de 10 horas de cada curso. El costo estimado para este programa es de N\$ 800 mensualmente o N\$ 9,600 anuales.

Con base en lo anteriormente expuesto el costo anual de operación será el siguiente:

Personal nuevo	N\$ 91,332
Papelería	N\$ 2,000
Póliza servicio	N\$ 800
Educación continua	N\$ 9,600

Costo anual operación	N\$ 103,732

7.3 Costo de Mantenimiento

Debido a lo complicado y extenso de desarrollar de un programa de mantenimiento para una planta de ésta magnitud,

partiremos del presupuesto total de mantenimiento por departamento según estimaciones de la Gerencia de Calidad:

Departamento	Costo Mantenimiento Mensual
Extrusión	N\$ 9,400
Conversión	N\$ 10,650
Impresión	N\$ 4,625
Costo Total	N\$ 24,675

La gerencia de control de calidad estima que en caso de implantarse el sistema de control estadístico de proceso, su costo se incrementará en un 10% por lo que concluimos que el costo de mantenimiento será de:

$$\begin{aligned} \text{N\$ } 24,675 \times 0.10 &= \text{N\$ } 2,467 \text{ mensual} \\ &= \text{N\$ } 29,610 \text{ anual} \end{aligned}$$

7.4 Cantidad y valor del material rechazado sin un sistema de control de calidad.

Toda inversión deberá necesariamente producir una ganancia para ser rentable. En el caso de la implementación de un control estadístico de proceso dicha ganancia o cuando menos su parte cuantificable será el ahorro en material reprocesado.

Según promedios anuales de la gerencia de producción, el recorte o material que requiere ser reprocesado es de 13.5% del material transformado. Este porcentaje incluye el material desperdiciado al cambiar de corrida de producto (2.5 % en condiciones normales) y el material desperdiciado por fallas en los procesos (13.5% - 2.5% = 11%).

Con un buen programa de control de calidad, se estima que el recorte total podría disminuir al 4 o 5% o una disminución en el recorte mensual de 9,350 kg.

El costo de reproceso por kg es de N\$ 1.423 que incluye N\$ 0.796 por operación del equipo y N\$ 0.627 por mano de obra. Al implantarse en sistema de control de calidad se ahorraría un total de N\$ 13,305.05 (9,350kg x N\$1.423) mensualmente o N\$ 159,660.60 por año.

7.5 Obtención de los flujos de efectivo anuales.

Para facilidad de explicación y análisis, los flujos de efectivo serán calculados en forma anual aún cuando se entiende que tanto los costos como los beneficios no son discretos sino continuos.

En el año cero, la inversión necesaria constituye el flujo de efectivo para el año. Debido a que parte de la inversión se considerará gasto tenemos después de impuestos:

$$\begin{aligned} \text{Flujo año 0} &= \text{N\$ } 17,590 \times (1 - 0.45) + \text{N\$ } 40,960 = \\ &\text{N\$ } (50,634.50) \end{aligned}$$

El factor de impuestos considerado incluye 35% de tasa impositiva y 10% de reparto de utilidades a los trabajadores.

Para los años del 1 al 8 (vida esperada del sistema) se tendrá:

Costo operación	=	N\$ (103,732)
Costo mantenimiento	=	N\$ (29,610)
Ahorro en reproceso	=	N\$ 159,660
<hr/>		
Ahorro neto anual	=	N\$ 26,318

Para efectos de flujo de efectivo deberá considerarse el ahorro obtenido después de impuestos:

$$\begin{aligned} \text{Ahorro después de impuestos} &= \text{Ahorro neto} \times (1 - 0.45) \\ &= \text{N\$ } 14,474.90 \end{aligned}$$

Para los años 1 al 4 se tiene un beneficio por el incremento en la depreciación que se obtiene de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \text{Depreciación anual} &= \text{Inversión} / \text{periodo depreciación} \\ &= \text{N\$ } 40,960 / 4 \\ &= \text{N\$ } 10,240 \end{aligned}$$

Al igual que el ahorro mensual, consideraremos el beneficio de la depreciación después de impuestos.

$$\begin{aligned} \text{Beneficio depreciación} &= \text{N\$ } 10,240 \times (.45) \\ &= \text{N\$ } 4,608 \end{aligned}$$

El flujo de efectivo en los primeros cuatro años será de N\$14,474.90 (ahorro) + N\$ 4,608 (depreciación) o N\$19,082.90

Para los últimos cuatro años el flujo de efectivo será de N\$14,474.90 (ahorro) debido a que el equipo estará completamente depreciado.

Se consideran inflaciones según la siguiente tabla:

Año	Inflación
1993	10%
1994	14%
1995	10%
1996	9%

1997	8%
1998	6%
1999	6%
2000	6%

Con lo anterior los flujos de efectivo quedan como sigue:

Año	Flujo	Valor Presente	Inflación año	Flujo	Valor Futuro
Inicio	N\$	(50,634.50)			
1993	N\$	19,082.90	10%	N\$	20,991.19
1994	N\$	19,082.90	14%	N\$	23,929.96
1995	N\$	19,082.90	10%	N\$	26,322.95
1996	N\$	19,082.90	9%	N\$	28,692.02
1997	N\$	14,474.90	8%	N\$	23,504.77
1998	N\$	14,474.90	6%	N\$	24,915.06
1999	N\$	14,474.90	6%	N\$	26,409.96
2000	N\$	14,474.90	6%	N\$	27,994.56

7.6 Evaluación Económica del Proyecto

Con los flujos de efectivo obtenidos en el inciso anterior calcularemos el Valor Presente Neto con una tasa de capital de la empresa de 38%.

La fórmula para calcular el VPN es:

$$VPN = \sum (\text{Flujo año } n / (1 + i) ^ n)$$

La fórmula nos da un VPN de N\$ 8,272.33 para una $i = 38\%$

La tasa interna de retorno (aquella tasa que hace el VPN igual a cero) es de 45.08%. La tasa interna de retorno o IRR se obtiene en forma iterativa substituyendo distintos valores de i en la ecuación del VPN hasta encontrar aquella i que resulte en un VPN igual a cero.

Por lo anterior concluimos que el proyecto de implantación de un control estadístico de proceso es rentable económicamente utilizando ya sea el VPN o la IRR.

7.7 Beneficios Obtenidos

Según demostramos en el inciso anterior la empresa obtendrá una utilidad adicional equivalente a N\$8,272 al invertir en un control estadístico de proceso.

Los beneficios económicos valuados no son los únicos que se obtendrán. Menor reproceso implica mayor tiempo disponible de máquina lo que a su vez resulta en una capacidad incrementada de la planta la cual deberá resultar en nuevas ventas y utilidades. Asimismo, un control estadístico de proceso resultará en mejores productos los cuales resultarán en satisfacción del cliente. Estos y otros factores aún cuando no son objetivamente cuantificables existirán con certeza por lo que podemos afirmar que el proyecto generará mucho mayores utilidades que las cuantificadas.

Debemos recordar que la calidad tiene un efecto multiplicador en las ventas por lo que concluimos que la empresa deberá establecer el sistema planteado para el control estadístico de proceso o alguna variación de este.

CAPITULO VIII: CONCLUSIONES

8.1 Conclusiones sobre polietilenos y sus procesos.

El polietileno es un plástico muy versátil por sus grandes aplicaciones y su diversidad de procesos de fabricación, donde podemos resaltar las excelentes propiedades dieléctricas, resistencia a solventes, su alta resistencia, sus altas propiedades de barrera al agua y su adaptabilidad a diferentes procesos de manufactura.

Los principales procesos de transformación del polietileno y sus principios básicos son:

PROCESO	CARACTERISTICAS PRINCIPALES
Inyección	<ul style="list-style-type: none">-El husillo solo gira para cargar material-El material es inyectado dentro del molde-Requiere un molde con características de macho hembra y el polietileno solo llenara los espacios vacíos.
Soplado	<ul style="list-style-type: none">-El husillo gira solamente cuando se extruye el material.-El material se extruye y después se infla.-Requiere de un molde hueco y el plástico tomara la forma interior del molde y quedara llena de aire la pieza.
Calandreado	<ul style="list-style-type: none">-El husillo gira continuamente.-Se requiere un dado plano.-La lamina toma la forma que tienen los rodillos enfriadores y su espesor depende del claro entre ellos.

- Laminación** -El husillo gira continuamente.
 -Normalmente se usa un dado plano pero puede tener también diferentes formas.
 -El material se extruye y se pega a un segundo material y toma la forma de este.
- Extrusión** -El husillo gira continuamente.
- Soplado** -Se necesita un dado circular.
 -El material se extruye en forma circular formando un tubo el cual se enfria por aire y se embobina.

Los Principales procesos de conversión del polietileno fabricado por extruido soplado son:

PROCESO	CARACTERISTICAS PRINCIPALES
Tratamiento Corona	-Descargar una corriente eléctrica de alto Voltaje y alta frecuencia sobre la película.
Impresión	-Imprimir uno o mas colores en determinada forma en la película.
Bolseo	-Cortar y sellar la película formando bolsas.
Corte	-Cortar la película en determinados tamaños.
Sellado	-Unir dos o mas tramos de película por medio de calor.
Reciclado	-Procesar los recortes y mermas para recuperarlos y volverlos a usar.

8.2 Conclusiones sobre filosofías de calidad.

Existen en la actualidad tres corrientes principales o maestros en la cuestión de filosofías de calidad. Todos están dirigidos a la mejora continua de los procesos y a obtener productos libres de defectos y que trabajen bien para lo que fueron diseñados.

MAESTRO

PRINCIPALES IDEAS Y CARACTERISTICAS.

W. DEMING

-No se contenten con fabricar un producto y tratar de venderlo. Rediseñenlo y luego vuelvan a poner el proceso bajo control...con una calidad cada vez superior..."El consumidor es la parte mas importante de la línea de producción".

-Su filosofía se basa en :

Los 14 pasos.

Las 7 enfermedades mortales.

Los obstáculos.

-Enseñó e introdujo el control estadístico de proceso en las empresas Japonesas.

P. CROSBY

-La medida de la calidad es el precio del incumplimiento.

-Su filosofía se basa en:

Los 4 principios absolutos.

Los 14 pasos.

-Introdujo y enseñó de una manera sencilla y

practica como obtener los costos de calidad en las empresas norteamericanas.

J. JURAN

-La calidad puede verse como un problema o como una oportunidad.

-Su filosofía se basa en:

El cliente es lo mas importante.

El mapa de carreteras.

La trilogía de Juran.

-Desarrollo toda una filosofía donde lo mas importante de una empresa son sus clientes, y la introdujo y enseñó en Japón.

8.3 Conclusiones sobre funciones de la calidad.

Es necesario un nuevo concepto de calidad y de administración de la calidad. Las soluciones simples ya no son validas, es indispensable una profunda comprensión de la calidad.

La Administración estratégica de la calidad debe verse desde los puntos de vista de:

-El consumidor

-Rentabilidad y costos en el mercado.

-Como herramienta competitiva.

-Parte integral del proceso de planeación estratégica.

-Compromiso de toda la organización.

Las dimensiones mas comunes de la calidad son:

-Desempeño.

-Confiabilidad.

- Durabilidad.
- Estética.
- Atributos.
- Adecuación.
- Servicialidad.
- Percepción de calidad.

La conclusión mas importante es la necesidad de la alta dirección en un compromiso con todas las actividades relacionadas con la calidad.

Entendemos de una manera mas sencilla y fácil de aplicar las teorías de Crosby, basado en: La calidad se define como cumplir con los requisitos. Esta empresa trabaja absolutamente productos sobre pedido.

3.4 Conclusiones sobre la introducción a la estadística.

La estadística nos sirve para tomar decisiones acerca de un proceso o una población con base en un análisis de información contenida en una muestra tomada de la población.

Los métodos estadísticos desempeñan un cometido vital en el aseguramiento de la calidad.

Existen siete herramientas básicas que son:

- Hojas de verificación.
- Histogramas.
- Diagramas de Pareto.
- Diagramas de causa y efecto.
- Estratificación.
- Diagramas de dispersión.
- Gráficas de control y gráficas generales.

8.4.1 Hojas de verificación: Se utilizan cuando necesitamos reunir datos basados en la observación de las muestras con el fin de empezar a detectar tendencias. Este es el punto lógico de inicio en la mayoría de los ciclos de solución de problemas.

8.4.2 Histogramas: Se utilizan cuando necesitamos descubrir y mostrar la distribución de datos graficando con barras el número de unidades en cada categoría.

8.4.3 Diagramas de Pareto: Se utilizan cuando necesitamos mostrar la importancia relativa de todos los problemas o condiciones a fin de seleccionar el punto de inicio para la solución de problemas o para la identificación de la causa fundamental de un problema.

8.4.4 Diagramas causa-efecto: Se utilizan cuando necesitamos explorar y mostrar todas las causas posibles de un problema o una condición específica.

8.4.5 Estratificación: Se utiliza cuando necesitamos hacer una clasificación de elementos que tienen afinidad para analizarlos y así determinar más fácilmente las causas del comportamiento de alguna característica.

8.4.6 Diagramas de Dispersión: Se utilizan para relacionar dos variables o también cuando nos interesa saber que relación tiene una con respecto a la otra.

8.4.6 Gráficas de control y gráficas generales: Se utilizan cuando necesitamos saber si la variabilidad de un proceso es debida a causas aleatorias o si es debida a

causas asignables a fin de determinar si el proceso esta bajo control (estadísticamente hablando).

8.5 Conclusiones sobre los procesos en la planta, sus variaciones y sus controles.

Una vez estudiados los procesos, sus variaciones y sus controles definimos que en las áreas se debe controlar lo que a continuación mencionamos.

8.5.1 Extrusión: En el proceso se tienen que controlar básicamente cuatro variables que son: el ancho del rollo, el espesor del material, la temperatura de operación de la maquina, y la homogeneidad del calibre.

-Ancho del rollo: control del volumen de aire atrapado dentro del globo.

-Espesor: Control de la velocidad del husillo y la velocidad de jalado.

-Temperatura: Se debe regular la temperatura dependiendo del tipo de maquina y el tipo de polietileno a procesar.

-Homogeneidad del calibre: Se debe controlar el calibre promedio, la calibración mecánica del dado, la cantidad y temperatura del aire de enfriamiento y las temperaturas de operación.

8.5.2 Conversión: En el proceso se tienen que controlar básicamente dos variables que son:

-Largo de la bolsa: El cual se determina por un ajuste en el sistema de levas de la maquina.

-Sellado: Debemos controlar el sello, básicamente depende del espesor del material y de la temperatura del caudín.

8.5.3 Impresión: En el proceso se tienen que controlar básicamente tres variables que son:

-Calidad de la impresión: Depende de una buena concentración de tintas, y un buen ajuste de inicio.

-Tensión de embobinado: Depende del espesor del rollo y del ajuste electrónico de la maquina.

-Secado: Depende básicamente de la cantidad y temperatura del aire dentro de la cámara de secado.

8.6 Conclusiones sobre aplicaciones de controles por medio de herramientas estadísticas en los procesos

8.6.1 Determinación de la relación entre peso por metro y ancho del rollo en el área de extrusión: Por medio de un diagrama de dispersión determinamos que no existe relación entre las dos variables, (lo que determina el peso por metro es el espesor de la película).

8.6.2 Identificación de variables vitales y su repercusión en la mala calidad: Por medio de un diagrama de Pareto determinamos que de un 100% de material rechazado en el área de extrusión las causas vitales en porcentaje son:

Control del volumen de aire dentro del globo	30%
Velocidad de los rodillos jaladores	25%
Velocidad del husillo	20%
Temperatura de operación de la maquina	15%
Volumen de aire de enfriamiento del globo	10%

8.6.3 Determinación de las causas de paros continuos en el área de conversión: Por medio de un diagrama causa efecto de Ishikawa determinamos que las principales causas de paros

continuos en una maquina bolseadora que se analizo cuidadosamente son:

-Materiales:

rollos descalibrados, flojos, mal impresos o fuera de especificaciones.

-Métodos:

aparatos no calibrados; no existe programa de mantenimiento preventivo, lista de verificación ni manual de operación.

-Mano de obra:

aumentar la capacitación, incrementar la confianza, costos de la no calidad, falta de motivación al personal

-Equipo:

Sistema de bandas desajustado, sistema de sellado fuera de tiempo, problemas en el área electrónica, sistema de corte desajustado.

8.6.4 Determinación de control en el área de impresión: por medio de una gráfica de atributos "p" y "np" determinamos que el proceso esta bajo control y solamente cuando sale de control se debe a causas mecánicas o descomposturas en la maquina, por lo que, cuando tenemos una lectura fuera del los limites de especificación tenemos que detener el equipo y determinar la falla mecánica en este.

8.6.5 Determinación de control estadístico en el área de extrusión en el dado estático: Por medio de un gráfico X-R determinamos que el proceso esta dentro de los limites de

especificación pero llega a salir de los límites de control, por lo que es conveniente continuar con el sistema de gráficas X-R para detectar las fallas y mejorar el proceso. Obtuvimos un Cpk de 1.17 el cual es bueno, pero susceptible de mejorar.

8.6.6 Determinación de control estadístico en la maquina de extrusión de dado giratorio variable rendimiento: Por medio de un gráfico de control X-R determinamos que el proceso dentro de la variable de rendimiento se encuentra bajo control y dentro de los límites de especificación del cliente. Se decidió continuar con las gráficas en el proceso para asegurarle al cliente la calidad del producto así como el óptimo rendimiento del material de lo teórico contra lo real. Se determino un Cpk= 1.87 por lo que la capacidad del proceso es excelente.

8.6.7 Determinación de control estadístico en la maquina de extrusión de dado giratorio variable ancho: Por medio de un gráfico de control X-R determinamos que el proceso dentro de la variable de ancho se encuentra bajo control y dentro de los límites de especificación del cliente. Se decidió continuar con las gráficas en el proceso para asegurarle al cliente la calidad del producto así como el óptimo rendimiento del material de lo teórico contra lo real. Se determino un Cpk= 3.58 por lo que la capacidad del proceso es excelente.

8.7 Conclusiones sobre el estudio de la factibilidad económica:

Es necesario invertir la cantidad de N\$ 58,550.00 en reparaciones y equipo de control nuevo. De los cuales :
N\$ 17,590 se contabilizaran como gastos.

N\$ 40,960 serán depreciados en línea recta durante 4 años

Los costos anuales de operación serán de N\$103,732.00

Los costos anuales de mantenimiento serán e N\$ 24,675.00

La cantidad y el valor del material rechazado sin el presente sistema es de

9,350 Kg. mensuales.

N\$ 13,305.05 mensuales.

El ahorro neto anual es de N\$ 26,318.00 anual

Los resultados de la evaluación económica del proyecto son:

VPN = N\$ 8,272.33 para $i=38\%$

IRR = 45.08%

El proyecto de implantación de un control estadístico de proceso es rentable económicamente. (Utilizando ya sea el VPN o la IRR).

Conclusiones Generales:

Se obtendrán beneficios económicos para la empresa.

Menor cantidad de material a reprocessar.

Mayor tiempo disponible en maquinas.

Mayor capacidad instalada real.

Mayor satisfacción a los clientes.

Aumento de Ventas y Utilidades.

Mejor ambiente de trabajo.

Podemos concluir además que como grupo de Ingenieros trabajando en conjunto y analizando problemas reales se pueden obtener soluciones muy complejas, y atinadas a los problemas, debido a que existen muchos enfoques diferentes, pero que al combinarse se obtienen muy buenos resultados.

Nos deja un enorme gusto el saber que nuestro tema de tesis sera una aplicación real en una empresa Mexicana y cimentará las bases para futuras aplicaciones de controles de calidad, al haberse despertado la conciencia de que se tiene que trabajar con calidad. Se logro despertar esa conciencia en todos los niveles puesto que hubo una serie de preguntas en torno a que es, para que sirve, y que vamos a obtener con esto.

Podemos concluir también que esto es la base para que en las empresas en donde trabajan los demás miembros del grupo se siembre la semilla de la Calidad, y buscar mas adelante aplicar un sistema de control de calidad.

ASPECTO FORMATIVO DE LA TESIS:

Al elaborar la tesis, nos encontramos con una serie de dificultades (Como se iba a estructurar? Que debía contener? Como la debíamos aplicar?, etc.) las cuales se fueron solucionando en equipo y se procedió primero a realizar una planeación de como se iba a elaborar la tesis, para lo cual se tuvieron que realizar una serie de cambios en el formato original, pero se le dio mucho mas lógica y consistencia que el bosquejo o plan inicial. La tesis se

fue adaptando a las necesidades de la empresa, así como a la facilidad de apreciación, por parte de un futuro lector que no necesariamente tiene que tener una formación profesional específica para entenderla. Se hicieron los trabajos de investigación a profundidad pero se expusieron de una manera clara y concisa.

Una tesis requiere de muchas horas de trabajo e investigación y recopilación de datos, de gran orden y sentido de dirección, de estructuración adecuada y correcta descripción de los contenidos, de razonamiento claro y lógico, y de una gran colaboración entre los miembros del equipo. Por lo que podemos concluir que la tesis nos definió claramente algo que en la vida industrial se hace todos los días pero no siempre con un adecuado orden o proceso.

Se requiere: Planeación, investigación, realización, ordenamiento y verificación, revisión y chequeo final.

Nos dio también un gran enfoque de porque debemos de trabajar con niveles de calidad altos, para poder obtener menores costos y mayor satisfacción del cliente lo cual es difícilmente cuantificable pero definitivamente provechoso.

Nos enseñó que aunque existen tres tendencias básicas (o escuelas principales en calidad), las tres tienen grandes similitudes entre sus ideas, y aunque cada una le da mayor énfasis a algo en especial, todas consideran todos los puntos y los tratan a su manera.

BIBLIOGRAFIA

Flexography, Principles and Practices
Flexographic Technical Association Inc.
Second Edition
Ed. Flexographical Technical Association Inc.

Extrusión de Plásticos.
E. G. Fisher
Editorial CECSA
Segunda Edición

Polymer Alloys II
Daniel Klempner Kurt C. Frisch Editores
Editorial Plenum
Primera Edición

Control Estadístico de Calidad
Eugene L. Grant
Richard S. Leavenworth
Editorial CECSA
Segunda Impresión

Control Estadístico de la Calidad
Douglas C. Montgomery
Grupo Editorial Iberoamerica
Primera Edición

Como Administrar con el Metodo Deming
Mary Walton
Grupo Editorial Norma
Septima Reimpresión

Calidad Sin Lagrimas
Phillip B. Crosby
Editorial CECSA
Septima Reimpresión

Juran y la Planificación para la Calidad
J.M. Juran
Ediciones Diaz de Santos S.A.
Primera Edición

Control Estadístico de la Calidad
A. L. Charboneau
Editorial Mc. Graw Hill
Segunda Edición

Manual de Herramientas Básicas para el Análisis de Datos
GOAL/QPC
13 Branch Street
Methuen, MA 01844

Revistas:

Modern Plastics International
Editorial Mc Graw Hill
Agosto 1992

Modern Plastics
Editorial Mc Graw Hill
Septiembre 1992

Enciclopedias:
Modern Plastics Encyclopedia
Mc Graw Hill
1982-83
1984-85
1989-90
1991-92

NORMAS ASTM DESIGNATION D2103-73
Standard Especification for:
Polyethylene Film and Sheeting
Año Revision 1973