



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Mecánica Industrial

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS

José Luis Urrutia Leal

Asesorado por Ing. Carlos Gutiérrez

Guatemala, octubre de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN
LA PRODUCCIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS**

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSE LUIS URRUTIA LEAL

ASESORADO POR, ING. CARLOS GUTIÉRREZ

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA



NÓMINA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahan Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADORA	Inga. Mirna Patricia Rubio de Akú
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial con fecha septiembre de 2002.

José Luis Urrutia Leal

DEDICATORIA

A Dios: por brindarme sabiduría, conocimiento, valor, fuerza, verdad, fe, esperanza y paciencia.

A mis padres: José Luis Urrutia Heredia y Olga Leal Sierra de Urrutia, por el apoyo que me han brindado y por su ejemplo.

A mis hermanas: por tener una gran paciencia con mi persona y por la ayuda que me han brindado.

A mi familia: por su cariño y apoyo. En especial a mi abuelo quien ha sido una gran enseñanza en todas las etapas de mi vida y por aconsejarme siempre.

A Comercios Universales, S.A.: por brindarme una oportunidad en mi vida y por creer en mi persona.

A mis amigos: por ser los mejores amigos en el mundo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN.....	VIII
OBJETIVOS.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
1 ASPECTOS TEÓRICOS	1
1.1 Antecedentes del control de la calidad	1
1.2 Definición de conceptos de calidad	2
1.2.1 Definición de calidad	2
1.2.2 Función de la calidad	3
1.2.3 Sistema de calidad total.....	3
1.2.4 Costos de calidad dentro de la planta	4
1.2.5 Porque evaluar la calidad	5
1.3 Control de calidad, sistema técnico y conceptos estadísticos	7
1.3.1 Estadística	8
1.3.1.1 Población	8
1.3.1.2 Muestra	9
1.3.1.3 Muestra de población	9
1.3.1.4 Inferencia estadística	10
1.3.2 Medidas de tendencia central	10
1.3.3 Medidas de dispersión	11
1.3.4 Teoría de muestreo	12
1.3.4.1 Métodos de muestreo	12
1.3.4.2 Muestreo al azar simple	13

1.3.4.3	Muestreo al azar estratificado	13
1.3.4.4	Muestreo al azar sistemático	14
1.3.5	Gráficos de control para datos variables.....	14
1.3.6	Gráficos de control para datos por atributos	16
1.3.7	Control estadístico del proceso	16
1.3.7.1	Ventajas del uso adecuado del control estadístico de calidad	17
1.3.7.2	Beneficios del uso adecuado del control estadístico del proceso	17
1.3.7.3	Curva normal	19
2	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	21
2.1	Análisis de los factores que determinan la calidad en la producción de bolsas plásticas.....	22
2.1.1	Características de la materia prima utilizada en el proceso de elaboración de bolsas plásticas.....	22
2.1.1.1	Poliestireno	22
2.1.1.2	Polietilenos	24
2.1.2.	Descripción de maquinaria y equipo que interviene en el proceso de elaboración de bolsas plásticas	24
2.1.2.1	La máquina extrusora	25
2.1.2.2	La máquina cortadora y selladora	26
2.1.2.3	Los metros y calibradores	26
2.2	Descripción de los controles aplicados en el proceso de la elaboración de bolsas plásticas	27
2.3	Descripción del proceso de la elaboración de bolsas plásticas	29
2.3.1	Diagrama de flujo	30
2.4	Personal que interviene en el proceso	34

3	PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS	37
3.1	Análisis de los puntos críticos en el proceso	37
3.1.1	Justificación de los puntos de inspección en la elaboración de bolsas plásticas	38
3.1.2	Herramientas a utilizar para mejorar la calidad en el proceso de producción de bolsas plásticas	39
3.1.2.1	Histograma de frecuencias	40
3.1.2.2	Diagrama de Pareto	40
3.1.2.3	Hoja de verificación	42
3.1.2.4	Diagrama de causa y efecto	47
3.1.2.5	Diagrama de flujo	49
3.1.2.6	Carta o diagrama de control	49
3.2	Propuesta de controles para aplicar en el proceso de producción de bolsas plásticas	50
3.2.1	Desarrollo de los mecanismos y/o medios de registro	51
3.3	Personal y equipo necesario para realizar el control de calidad	53
3.3.1	Requisitos, habilidades y experiencia del personal	54
3.3.2	Equipo	56
4	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	59
4.1	Pruebas Piloto	59
4.2	Análisis y discusión de Resultados	80

4.2.1	Gráficos de control en extrusión	80
4.2.2	Gráficos de control en corte	82
4.3	Adiestrar y concienciar al personal sobre la calidad	83
5	MEJORA CONTINUA	85
5.1	Auditorías de calidad	85
5.1.1	Auditorías internas	85
5.2	Acciones correctivas y registro de información	87
5.3	Relaciones con los clientes.	88
	CONCLUSIONES	90
	RECOMENDACIONES	92
	BIBLIOGRAFÍA	94
	ANEXOS	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Curva de distribución normal y sus áreas	20
2	Diagrama de flujo de proceso de la bolsa	32
3	Hoja de verificación para las máquinas cortadoras	44
4	Hoja de verificación para máquinas extrusoras	46
5	Diagrama de pescado o de Ishikawa	48
6	Gráfico de rangos en extrusión (calibres)	63
7	Gráfico de medias en extrusión (calibres).....	64
8	Gráfico de proceso en extrusión (calibres)	66
9	Gráfico de rangos en corte (anchos).....	70
10	Gráfico de medias en corte (anchos).....	71
11	Gráfico de proceso en corte (anchos).....	73
12	Gráfico de rangos en corte (largo)	76
13	Gráfico de medias en corte (largo).....	77
14	Gráfico de proceso en corte (largo).....	79
15	Características de la distribución normal de procesos	95
16	Algunos procesos típicos.....	97

15	Administración de la calidad total	98
----	--	----

TABLAS

I	Datos tabulados calibres	61
II	Datos tabulados anchos	68
III	Datos tabulados largos	74
IV	Factores para la construcción de las cartas de control	96
V	Áreas bajo la distribución normal	99

GLOSARIO

Atributo	Cualidad de determinado ser u objeto.
Auditoria	Examen con el objeto de evaluar determinada situación.
Calibre	Tamaño del espesor.
Extrusión	Proceso mediante el cual se derrite el plástico.
Gráfico de control	Gráfico que observa el desarrollo sobre el tiempo de una variable.
Inferencia	Dispersión o separación de datos.
Polímero	Cuerpo formado por la reunión de varias moléculas en una sola.
Versátil	Fácil de manejar.
Volatilización	Disiparse en vapor.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación expone la necesidad que tienen las empresas de poder controlar y buscar nuevas formas de mejorar el control de calidad, ya que si no se pone interés en esta parte, se corre el riesgo de salir del mercado puesto que en la actualidad la calidad es un factor muy importante en nuestros días, ya que de ésta depende el reconocimiento de la empresa.

Este trabajo está basado en las empresas productoras de bolsas plásticas, y se divide en cuatro partes: la primera parte hace una reseña histórica de cómo ha evolucionado el interés de las personas en la calidad y cuáles son algunos de sus aspectos más importantes así como define algunos términos que se deben de tener claros y saber cómo y cuándo se deben de poner en práctica dentro de las empresas. Es necesario que toda empresa tenga claros y definidos los conceptos de calidad, control de calidad, herramientas que se pueden utilizar, así como debe de ser un proceso de control de calidad.

La segunda parte del trabajo hace una descripción de las empresas productoras de bolsas plásticas, en esta parte del trabajo se define como la empresa está laborando actualmente, cuales son los problemas que está sufriendo y cuales han sido algunas de las acciones que han seguido para tratar de corregirlos. Además, se describe el tipo de maquinaria que con que cuenta al igual que el tipo de personal que labora y el apoyo que la empresa recibe de parte del mismo.

La tercera parte del trabajo se centra en dar una propuesta de un diseño de control de calidad para la producción de bolsas plásticas.

La propuesta está basada en los puntos críticos que tiene la empresa dentro del proceso de producción de las bolsas y su respectiva justificación porque se consideran como críticos estos puntos o actividades. Se definieron diferentes tipos de herramientas que son de gran utilidad en el control de calidad. Además, se explica cómo se debe utilizar cada herramienta y cuándo utilizarla. Se realizó una propuesta de cómo la empresa debe seleccionar a las personas que van a laborar dentro y definieron los perfiles para dichas personas. Es necesario recordar que el control de calidad depende también del uso del equipo, así que se definieron algunos de los equipos para el control de la calidad en la producción de bolsas plásticas.

La última parte se basa en la mejora continua pues no sólo basta llegar a tener uno de los mejores métodos de control de calidad y la mejor calidad, es necesario que se ponga énfasis en la mejora continua. Se determinaron algunas formas de mantener la calidad en movimiento y no estática. Las propuestas fueron auditorías de calidad tanto internas como externas, acciones correctivas realizadas por el personal que está involucrado y unas mejores relaciones con los clientes, olvidar el tabú de producir sólo por que sí, hay que preguntar al cliente siempre si él está satisfecho con el trabajo y en que se puede mejorar.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de control de calidad en la producción de bolsas plásticas.

Específicos

- Definir qué es calidad y cómo se puede determinar
- Hacer comprender a la alta administración el por qué de la búsqueda de la calidad no es un gasto.
- Determinar el origen del interés por el control de calidad, dónde debe de iniciar y dónde debe terminar.
- Determinar quién es el responsable del éxito o el fracaso de un programa de control de calidad.
- Determinar por qué es importante la correcta utilización de los instrumentos.
- Definir la forma más efectiva para mejorar la calidad dentro de una empresa.

INTRODUCCIÓN

La calidad ha tomado diferentes significados e importancia a lo largo de los años. A principios de siglo fue sinónimo de inspección, todos los productos se inspeccionaban y se corregían los defectos. En la década de los cuarenta tomó una connotación estadística, los pioneros del control estadístico de la calidad, desarrollaron la idea de que cualquier proceso de producción estaba sujeto a un cierto nivel de variación natural. El significado del término calidad se está expandiendo hoy en día para incluir cero defectos, mejora continua y enfoque en el cliente.

Como se mencionó, la calidad es una condición necesaria para que las empresas y organizaciones de todo el mundo puedan competir y sobrevivir en los mercados globalizados y en un medio tan cambiante y competitivo.

Esta condición ha provocado que en dichas empresas, se preocupen en atacar las causas de los diversos problemas y deficiencias para mejorar la calidad. Actualmente, las empresas están poniendo énfasis en esta condición y han logrado resultados poco favorables. Una de las causas más comunes es que las direcciones de las empresas no han estado realmente convencidas de la necesidad de cambiar a fondo. En ocasiones los directivos son empujados a buscar la mejora de la calidad y no cuentan con conocimientos para poder alcanzarla. Y no saben por donde iniciar el proceso.

Las empresas que desean iniciar los esfuerzos por mejorar la calidad y la productividad, lo primero que deben de hacer es tratar de que la administración vea la necesidad de qué se debe cambiar, cuál es el estado actual de la empresa y visualizar hacia donde se quiere llevar a la misma por medio del compromiso del cambio a todo nivel. Pero para esto se debe tener claro y conocer a fondo qué es la calidad total y cómo y con qué se puede obtener. Si no se tiene claro esto los esfuerzos que se realicen serán en vano y lo único que se obtendrá será un fracaso casi seguro.

El obstáculo más importante para llevar a cabo un control total de calidad es la falta de una cultura de planeación y análisis por parte de las direcciones de las empresas. Un control total de la calidad no se logra con la voluntad ni con los mejores esfuerzos; se requiere conocer métodos que permitan orientar y ordenar las ideas y la información que se tiene sobre un problema; métodos que faciliten la obtención de información vital sobre un problema; herramientas que ayuden a percibir la necesidad del cambio, a entenderlo, a buscarlo y a tomar decisiones. En resumen, se requiere conocer métodos objetivos que faciliten el proceso de la planeación, análisis y toma de decisiones. Por esta razón se incluyen dentro de este trabajo la definición y uso de estas herramientas básicas.

La intención de este trabajo de graduación es ser una guía que sirva de apoyo para dirigir los esfuerzos en la creación y diseño de sistemas de control para mejorar la calidad dentro de la empresa de bolsas plásticas.

1. ASPECTOS TEÓRICOS

La necesidad de las empresas y organizaciones de mejorar su calidad, como una condición necesaria para poder competir y sobrevivir en los mercados globalizados, las han llevado a ejecutar acciones tendentes a atacar las causas de sus diversos problemas. Y por esto se procede a dar a conocer ciertos aspectos que son necesarios para poder tener un control sobre la calidad.

1.1 Antecedentes del control de la calidad

El aseguramiento de la calidad es un aspecto importante de las operaciones de producción en toda la historia. Los murales egipcios de alrededor de 1450 A.C., muestran actividades de inspección y medición.

Durante la Edad Media en Europa, los artesanos diestros fueron a la vez fabricantes e inspectores. Como el fabricante trataba con el cliente en forma directa, existía bastante orgullo por la calidad del trabajo. Se formaron gremios de artesanías, que permitían que los artesanos tuvieran una capacitación adecuada.

A principios del siglo XX, el trabajo de Frederick W. Taylor, el padre de la administración científica, originó un nuevo concepto de la producción. Al descomponer un empleo o trabajo en tareas individuales, se separaron las tareas de inspección de la producción. Esto condujo a la creación de un departamento separado de calidad en las empresas de producción.

Durante la Segunda Guerra Mundial, las esferas militares estadounidenses comenzaron a utilizar procedimientos estadísticos de muestreo, y a establecer normas estrictas a los proveedores.

Así el control estadístico de la calidad se popularizó y otras industrias lo adoptaron en forma gradual. Se crearon las tablas de muestreo.

Durante la década de los años cincuenta, dos eminencias norteamericanas, los doctores Joseph Juran Y W. Edwards Deming, introdujeron las técnicas de control estadístico en Japón. La década de los ochenta fue un período de cambio notable y de conciencia de calidad por parte de los consumidores, industria y gobierno. Los consumidores comenzaron a apreciar diferencias en la calidad de los productos japoneses y estadounidenses.

El énfasis sobre la calidad ha pasado de una metodología puramente técnica de inspección, muestreo y control, a una obsesión gerencial que afecta a todo empleado.

1.2 Definición de conceptos de calidad

Para aclarar más la idea de lo que se pretende es necesario dar a conocer los conceptos de calidad, los cuales definen qué es calidad, el porqué de su importancia, cuál es la función que cumple y qué aspectos están relacionados con está.

1.2.1 Definición de calidad

Se define como la totalidad de características de un producto o servicio que afectan su capacidad para satisfacer necesidades preestablecidas, por el cliente, tales necesidades en conformidad con los requerimientos y la entera satisfacción que el comprador necesita y espera.

1.2.2 Función de la calidad

El logro de la calidad requiere el desempeño de una amplia variedad de actividades identificadas o tareas de calidad. Los ejemplos obvios son el estudio de las necesidades de calidad de los clientes, la revisión del diseño, las pruebas del producto y el análisis de las quejas reales.

1.2.3 Sistema de calidad total

El sistema de calidad está compuesto de dos sistemas relacionados: el sistema administrativo y el sistema técnico. El sistema administrativo se ocupa de la planificación, organización, control y los recursos humanos que se relacionan con los programas de aseguramiento de la calidad. A partir de la administración de recursos humanos salen las estructuras de los métodos de participación y equipos de empleados para la toma de decisiones, mejoramiento de la calidad y resolución de problemas.

Sistema técnico quiere decir el aseguramiento de la calidad en el diseño de un producto, la planificación y diseño de procesos de manufactura, y el control de materiales que se consumen. Por lo general, se aplican técnicas de control estadístico del proceso y técnicas de muestreo en cada una de esas áreas para identificar problemas de calidad y para controlar la calidad de los procesos de producción.

Los términos importantes en esta visión global de la calidad son: sistema, proceso, estructura y técnica. Un sistema es el conjunto interrelacionado de planes, políticas, proceso, procedimientos, personal y tecnología que se necesitan para cumplir con los objetivos de una organización. Un proceso consiste en políticas, procedimientos, etapas, tecnología y personal que se necesitan para llevar a cabo una parte apreciable de operaciones dentro de una organización.

1.2.4 Costos de calidad dentro de la planta

A los costos originados por las deficiencias en productos y procesos se les conoce como costos de no calidad o de mala calidad.

La mala calidad significa una utilización deficiente de los recursos financieros y humanos con lo que, entre más deficiencia y fallas se tenga, los costos por lograr calidad y los costos por no tener calidad serán más elevados.

Los costos de calidad se pueden clasificar en costos de prevención, de evaluación, por fallas internas y por fallas externas.

Costos de prevención son aquellos en que incurre una empresa, destinados a evitar y prevenir errores, fallas, desviaciones y/o defectos, durante cualquier etapa del proceso de producción y administrativo.

Tal vez la parte más importante en la cual se centran todos es en la instalación de nueva maquinaria la cual no se pone a disposición del departamento de producción hasta que ésta sea segura tanto para operadores como para producir.

Costos de evaluación son los costos en que incurre la empresa, destinados a medir, verificar, y evaluar la calidad de materiales, partes elementos, productos y/o procesos, así como para mantener y controlar la producción dentro de los niveles y especificaciones de calidad, previamente planeados y establecidos por el sistema de calidad y las normas aplicables.

Costos por fallas internas son aquellos costos resultado de la falla, defecto o incumplimiento de los requisitos establecidos de los materiales, elementos, partes, semiproductos o servicios, y cuya falla y / o defecto es detectada dentro de la empresa antes de la entrega del producto o servicio al cliente.

Es aquí en donde se detecta que una bobina va en mal estado, que las especificaciones no van como las solicita el siguiente departamento para poder continuar el proceso. Cuando una especificación cambia se tiene que parar la producción para corregirla.

Costos por fallas externas son los costos resultados de la falla, defecto o incumplimiento de los requisitos de calidad establecidos y cuya existencia se pone de manifiesto después de su embarque y entrega al cliente.

Dentro de las fallas externas la más común es la devolución del producto, o que el cliente solicita en algunos casos que se mande personal para verificar si todo el pedido que se le entregó está en las mismas condiciones, lo cual ocasiona pérdida de tiempo al mandar personal extra donde el cliente, esto es retraso para el productor y pierde credibilidad con sus cliente y se genera la desconfianza al producto.

Se puede decir que entre más sean las deficiencias y fallas, mayores serán los costos de calidad. La mala calidad no sólo trae como consecuencia clientes insatisfechos sino también se traduce a costos de calidad altos, por lo que no se puede competir ni en calidad ni en precio mucho menos en tiempos de entrega.

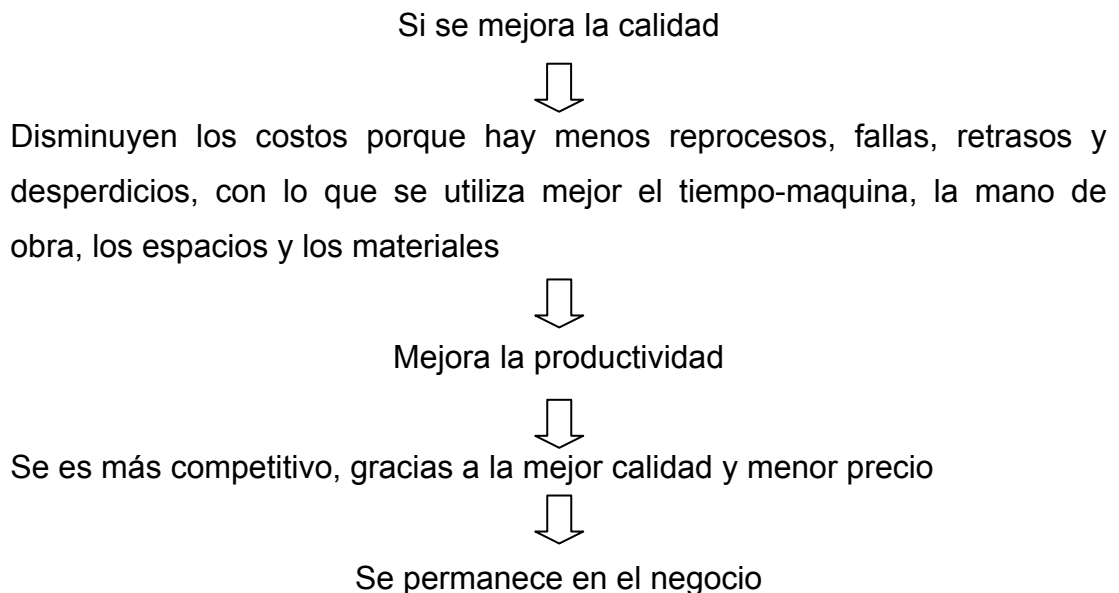
1.2.5 Porqué evaluar la calidad

Al mejorar la calidad se logra una reacción que trae importantes beneficios. Por ejemplo, se reducen los reprocesos, los errores, los retrasos, los desperdicios y el número de artículos defectuosos; además disminuye la devolución de artículos, las visitas de garantía y las quejas de los clientes. Al lograr tener menos deficiencias se reducen los costos y se liberan recursos materiales y humanos que se pueden destinar a elaborar productos, resolver otros problemas de calidad o proporcionar un mejor servicio al cliente.

Al mejorar la calidad y disminuir las deficiencias, se incrementa la productividad, lo cual permite que una empresa sea más competitiva, y ofrezca menores precios y tiempos de entrega más cortos. Los beneficios obtenidos con el incremento en la productividad permiten obtener mayores márgenes de ganancia, y con ello la empresa puede estar en una mejor posición para competir en un mundo globalizado, al tiempo que estará en posibilidades de servir mejor a dueños, directivos, empleados, proveedores y finalmente a la sociedad en conjunto.

La relación entre la mejora de la calidad, la productividad y la competitividad se conoce como reacción en cadena. Esta figura fue presentada por el Dr. Deming en julio de 1950 a directivos japoneses y fue una imagen visual que apoyó el cambio hacia la calidad en Japón.

Reacción en cadena



En síntesis, la mala calidad implica altos costos de calidad y menor competitividad, al mejorar la calidad se incrementa la productividad y la competitividad. Por lo tanto, la opinión o noción de que calidad, precio, y tiempo de entrega son antagónicos, es incorrecta. Por el contrario, la calidad, es decir, la eficiencia global de la organización, influye en gran medida en los otros dos elementos. Por ello y tomando en cuenta que con la globalización de las economías sobrevivirán las empresas que puedan competir en calidad y precio, la clave de la permanencia en el negocio y el éxito de las organizaciones está en la mejora continua de la calidad, por eso es importante evaluarla.

1.3 Control de calidad, sistema técnico y conceptos estadísticos

La calidad se está convirtiendo en el factor básico de la decisión del consumidor para muchos productos y servicios. Por consiguiente, la calidad es un factor clave que lleva al éxito a en los negocios, al crecimiento y a una mejor posición competitiva. Por lo cual el control de la calidad es necesario dentro de las empresas para que éstas alcancen las metas antes mencionadas.

Control de calidad son todas las actividades y técnicas de carácter operacional, que son utilizadas para satisfacer los requisitos relativos a la calidad y para obtener beneficios económicos también, pero en realidad el control de calidad no se queda aquí es un conjunto de actividades administrativas también. Por lo que se puede concluir que control de calidad involucra a todos y no sólo a una parte de la empresa.

Sistema técnico quiere decir el aseguramiento de la calidad en la planificación y procesos de manufactura, o de producción de servicios, y el control de los materiales que se consumen, de la producción intermedia y de los artículos terminados. Por lo general, se aplican técnicas del control estadístico del proceso y técnicas de muestreo en cada una de esas áreas para identificar problemas de calidad, y para controlar la calidad de los procesos de producción.

Los conceptos estadísticos son aquellos que van a servir para poder tener un mejor entendimiento del funcionamiento de la planta y para asegurar la calidad, además no son sólo útiles para hacer análisis de la calidad sino también para mejorar el rendimiento del proceso de elaboración de bolsas plásticas.

1.3.1 Estadística

La estadística estudia los métodos científicos para recoger, organizar, resumir y analizar datos, así como para sacar conclusiones válidas y tomar decisiones razonables basadas en tal análisis.

En un sentido menos amplio, el término estadística se usa para denotar los propios datos, o números derivados de ellos, tales como los promedios.

1.3.1.1 Población

Es el conjunto de todos los individuos cuyo conocimiento es objeto de interés desde un punto de vista estadístico. Por ejemplo, interesa la calidad en la producción de bolsas plásticas de la fábrica, cada máquina es un individuo, y la población —también llamada universo— es el conjunto de todas las máquinas de la planta.

El estudio estadístico de una población se puede realizar mediante un análisis exhaustivo de todos sus individuos (estadística descriptiva) o bien mediante una inferencia realizada a partir de una muestra extraída de la población (estadística inferencial).

1.3.1.2 Muestra

Conjunto de individuos extraídos de una población con el fin de inferir, mediante su estudio, características de toda la población.

Se dice que una muestra es representativa cuando, la forma en que ha sido seleccionada, aporta garantías suficientes para realizar inferencias fiables a partir de ella.

1.3.1.3 Muestra de población

Es la selección de un conjunto de individuos representativos de la totalidad del universo objeto de estudio, reunidos como una representación válida y de interés para la investigación de su comportamiento. Los criterios que se utilizan para la selección de muestras pretenden garantizar que el conjunto seleccionado represente con la máxima fidelidad a la totalidad de la que se ha extraído, así como hacer posible la medición de su grado de probabilidad.

La muestra tiene que estar protegida contra el riesgo de resultar sesgada, manipulada u orientada durante el proceso de selección, con la finalidad de proporcionar una base válida a la que se pueda aplicar la teoría de la distribución estadística.

Se distinguen varios tipos de muestras: la muestra simple, en la que cada individuo del universo considerado tiene las mismas probabilidades de resultar elegido; la muestra estratificada, si la selección se realiza sobre grupos o estratos diferentes; y, finalmente, la muestra por agrupamientos, que se basa en los segmentos o asociaciones organizadas dentro del universo considerado.

1.3.1.4 Inferencia estadística

Es el proceso por el cual se deducen (infieren) propiedades o características de una población a partir de una muestra significativa. Uno de los aspectos principales de la inferencia es la estimación de parámetros estadísticos. La media de la muestra (media muestral), es un estimador de la media poblacional, μ . Si el proceso de muestreo está bien realizado (es decir, la muestra tiene el tamaño adecuado y ha sido seleccionada aleatoriamente), entonces el valor de μ (media poblacional), desconocido.

Si se quiere mejorar el nivel de confianza, se deberá aumentar el tamaño de la muestra. Si se quiere aumentar la precisión en la estimación disminuyendo el tamaño del intervalo, entonces hay que aumentar el tamaño de la muestra o bien consentir un nivel de confianza menor. Finalmente, si se quiere mejorar tanto la precisión como el nivel de confianza, hay que tomar una muestra suficientemente grande.

1.3.2 Medidas de tendencia central

Un promedio es un valor típico o representativo de un conjunto de datos. Como tales valores suelen situarse hacia el centro del conjunto de datos ordenados por magnitud, los promedios se conocen como medidas de tendencia central. Las tres medidas más comunes de tendencia central son

- a. Promedio o media aritmética. Es el valor representativo de una serie de observaciones, se calcula dividiendo la suma de los valores individuales del grupo de observación entre el número total de observaciones del grupo.
- b. Mediana. Es el punto medio de los números en una distribución de frecuencias. Es decir, el valor arriba del cual existen tantos casos como abajo del mismo.
- c. Moda. Es el valor que más se repite en la distribución de frecuencias.

Todas las medidas de tendencia central indican dónde se encuentra el centro de la distribución.

1.3.3 Medidas de dispersión

Existen tres medidas de dispersión de suma utilidad en el control estadístico de la calidad y son

- a. Rango o recorrido. Es la diferencia entre el valor mayor y el valor menor de un grupo de números.
- b. Varianza. Se define como el cuadrado de la desviación típica.
- c. Desviación típica. Mide la variación de los valores con respecto a la media.

Este valor proporciona una idea del comportamiento de los datos observados alrededor de su media, permite estimar qué tan variable puede ser la variación de los valores con respecto a la media, en caso contrario si la varianza es un valor pequeño, se puede decir que los valores están muy cerca de su media.

1.3.4 Teoría de muestreo

Cuando se desea resolver un problema, tomar una decisión o ejecutar una acción, hay que encontrar su regularidad estadística y sus fuentes de variabilidad. Si se tienen registros previos con información obtenida de un estudio, en futuras aplicaciones similares se evitará caer en los errores preliminares.

La calidad total requiere actuar, decidir y solucionar problemas fundamentados en métodos y estrategias que partan de información objetiva.

Deficiencias al obtener información

- a. Obtener datos sin propósito claro
- b. Tomar en cuenta sólo la información favorable
- c. Carecer de un plan global
- d. Información poco representativa
- e. Errores estadísticos.

Es necesario conocer el objeto de estudio, el tipo de acción o decisión, que se quieren tomar, los recursos y tiempos disponibles. Para proceder a cómo obtener dicha información, en qué cantidad y cómo analizarla. Entonces se recurrirá a la estadística para apoyar la toma de decisiones.

1.3.4.1 Métodos de muestreo

Utilizar muestras para evaluar un procedimiento es algo constante para el control total de calidad, así obtener información sobre problemas, consumidores y procesos se obtienen a través de muestras.

Mientras se cuente con buena información se tendrán mejores decisiones, por lo que la muestra debe ser representativa de la población, es decir que cuente con las principales características del objeto de estudio.

Para determinar el tamaño de la muestra como la forma en que es seleccionada depende del problema a estudiar, población, objetivos, tipo de decisión y recursos económicos.

Cuando haya mayor variabilidad será necesario un mayor tamaño de muestra.

Para la selección, el método de muestreo depende de la forma en que están distribuidos los elementos, lo que depende del patrón de variabilidad, sea al azar, por grupos, por capas, entre otros.

La variabilidad reside por ejemplo en la materia prima, el medio ambiente, la mano de obra y máquinas.

1.3.4.2 Muestreo al azar simple

O muestreo irrestricto aleatorio, selecciona un grupo de n (cantidad de objetos) elementos de la población.

Es recomendable cuando los elementos de la población pueden numerarse fácilmente y no se forman grupos internos.

1.3.4.3 Muestreo al azar estratificado

Los elementos de la población u objeto de estudio se pueden dividir en grupos o estratos de acuerdo con las características de interés en el estudio.

Tienen la característica de que los estratos son ajenos entre sí; son más homogéneos que la población total; se requiere información estadística de cada estrato.

Se recomienda seleccionar una muestra aleatoria de cada estrato. De esta manera se puede reducir el costo total.

1.3.4.4 Muestreo al azar sistemático

Se selecciona una muestra de tamaño n de una lista de N elementos. Se toman los elementos de la muestra en intervalos fijos, el inicio de la toma es aleatorio.

Este sistema se usa cuando se desea evaluar la calidad de la producción en cadena, conforme se van fabricando los artículos sin esperar la producción total. Presenta la ventaja de ser fácil de usar; proporciona más información por unidad de costo; es representativo de los elementos de la población ya que están ordenadas según el flujo del proceso. Este sistema es el más confiable y mejor.

1.3.5 Gráficos de control para datos variables

La idea básica de una carta de control o gráfico de control es observar y analizar gráficamente el comportamiento sobre el tiempo de una variable de un producto, o de un proceso, con el propósito de distinguir en tal variable sus variaciones debidas a causas comunes y especiales. El uso adecuado de los gráficos de control permitirá detectar cambios y tendencias importantes en los procesos.

Los gráficos de control para datos variables, se aplican a variables o características de calidad de tipo continuo, que intuitivamente son aquellas que requieren un instrumento de medición para medirse, por ejemplo: pesos, volúmenes, voltajes, longitudes, resistencias, temperaturas, humedad, etc. Las cartas o gráficos para variables tipo Shewart más usuales son:

- a. \bar{X} (de promedios)
- b. R (de rangos)
- c. S (de desviaciones estándar)
- d. \bar{X} (de medias individuales)

La carta \bar{X} analizará el comportamiento sobre el tiempo de medias con lo cual se tendrá información sobre la tendencia central y sobre la variación entre muestras.

La carta R es utilizada para estudiar la variabilidad de una característica de calidad de un producto o un proceso y en ellas se analiza el comportamiento sobre el tiempo de los rangos de las muestras.

Mediante un gráfico de control \bar{X} se controla la tendencia central de este tipo de características de calidad y mediante una carta R su variabilidad.

Los beneficios que se obtienen de estos gráficos es que muestran el desempeño de un proceso a través del tiempo y la ocurrencia de cambios en el proceso a fin de que se investiguen y se realicen las correcciones pertinentes, determinar si el proceso se encuentra bajo control en relación con su tendencia central y en relación con su variabilidad, permite formar un criterio para la toma de decisiones en el transcurso de la producción.

1.3.6 Gráficos de control para datos por atributos

Existen muchas características de calidad que no son medidas con un instrumento de medición en una escala continua o al menos en una escala numérica. En estos casos, el producto se juzga como conforme o no conforme, dependiendo de si posee ciertos atributos, y al producto se le podrá contar el número de defectos o no conformidades que posee el mismo. La variabilidad y tendencia central de este tipo de características de calidad de tipo discreto serán analizadas a través de las cartas o gráficos de control para atributos:

- P (proporción o fracción de artículos defectuosos)
- np (número de unidades defectuosas)
- c (número de defectos)
- u (número de defectos por unidad)

1.3.7 Control estadístico del proceso

Existen dos preguntas básicas que hay que hacerse sobre el proceso: ¿Está el proceso en control estadístico? ¿Es capaz de cumplir con especificaciones? Dependiendo de la respuesta a estas preguntas será el tipo de proceso que se tenga y, por ende, el tipo de mejora a realizar. Para que tenga sentido sobre el futuro inmediato el que un proceso sea útil, primero tiene que estar bajo control estadístico; sin embargo, siendo menos estrictos se puede decir que un proceso es útil si el nivel de disconformidades es suficientemente bajo para garantizar que no habrá esfuerzos inmediatos para tratar de mejorar el proceso.

Control estadístico del proceso es el análisis de los datos obtenidos por muestreo y el accionar sobre los ajustes a hacer en el proceso de producción para producir una acción preventiva.

El control estadístico de proceso tiene como objetivo revisar un análisis de control preventivo por medio de una muestra en el proceso, ya que permitirá hacer los ajustes apropiados en pleno proceso productivo y no cuando éste haya terminado.

1.3.7.1 Ventajas del uso adecuado del control estadístico de calidad

- a. Es un programa que integra a todas las personas que forman parte de una empresa, desde sus respectivos jefes hasta los operadores, dándole la oportunidad de participar directamente en la solución a los problemas de sus áreas de trabajo.
- b. Las mediciones son realizadas y graficadas por el operario.
- c. Las fallas en el proceso pueden ser corregidas debido a que da los elementos necesarios para realizar cualquier tipo de corrección.
- d. Indica el nivel de cumplimiento del proceso de manufactura.

1.3.7.2 Beneficios del uso adecuado del control estadístico del proceso

- a. Reducir costos en desperdicios de material, en material de reproceso.
- b. Mejorar la uniformidad del producto y del proceso.
- c. Mejorar los indicadores de producción.
- d. Reduce el costo de inspección del producto, debido a que no se debe chequear al 100% el producto.

e. Ayuda grandemente a mejorar el ambiente de trabajo.

Un estudio de capacidad del proceso mide normalmente parámetros funcionales del producto y no el proceso mismo. Cuando se pueda observar directamente, controlar o vigilar la actividad de la obtención de los datos, el estudio será una verdadera apreciación de la capacidad del proceso, porque controlando la obtención de datos y conociendo la secuencia de éstos en el tiempo es posible hacer inferencias acerca de la estabilidad temporal del proceso.

Antes de determinar si un proceso está en capacidad se deben tener ciertos datos para trabajar y esos datos son los límites de especificación del producto, dichos límites son las especificaciones que el cliente proporciona para que se pueda determinar si el proceso es capaz de realizar un producto igual al que se solicita.

Los límites del proceso son las fronteras que se obtienen después de elaborada una prueba, estos límites sirven de parámetro para determinar si se está en condiciones de poder elaborar un producto de las mismas especificaciones solicitadas o es necesario que se realicen algunos ajustes. Es necesario que estos límites se encuentren dentro de los límites de especificación, para así elaborar un producto de buena calidad.

La capacidad del proceso se determina haciendo una resta entre el límite superior de especificación y el límite inferior de especificación todo esto dividido entre 6 sigma, si el resultado es menor que uno quiere decir que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones, ahora que si este es mayor que uno indica que el proceso si es capaz de laborar dentro de las especificaciones solicitadas.

1.3.7.3 Curva normal

Es también denominada curva o campana de Gauss, en honor al matemático alemán Carl Friedrich Gauss, es la distribución media o promedio de las características de una población, cuya gráfica produce una figura tipo acampanada.

La curva normal es una distribución continua de frecuencia de rango infinito, como la que se obtiene cuando se persigue un objetivo sometido a desviación por error. Su importancia y su gráfica asociada se debe a la enorme frecuencia con que aparece en todo tipo de situaciones. Por ejemplo, cuando se busca dar en una diana, si se intenta acertar, la mayor parte de los disparos tenderán a acumularse en las franjas intermedias, tendiendo a ser menos frecuentes en el punto de mayor valor (centro de la diana) y en las zonas periféricas. El gráfico representa la distribución de los errores; la media o promedio es el objetivo, y la desviación típica indica la dispersión de los errores (la raíz cuadrada de la varianza).

En Europa, la distribución normal se conoce también como 'distribución gaussiana', 'laplaciana o gaussiana-laplaciana', o 'segunda ley de Laplace'. En 1753 fue enunciada por el matemático francés Abraham De Moivre como el caso límite de la distribución binomial.

Fórmulas:

Límites de proceso:

$$\text{LSP (límite superior de proceso)} = X + 3\sigma$$

$$\text{LCP (límite central de proceso)} = X$$

$$\text{LIP (límite inferior de proceso)} = X - 3\sigma$$

$$\sigma = R / d_2 \text{ (depende del tamaño de la muestra)}$$

$RCP = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \leq 1$ no es capaz de cumplir con las especificaciones

$6\sigma \geq 1$ si es mayor si es capaz de cumplir con la especificación. RCP (capacidad del proceso)

$$Z1 = \frac{LES - Xp}{\sigma}$$

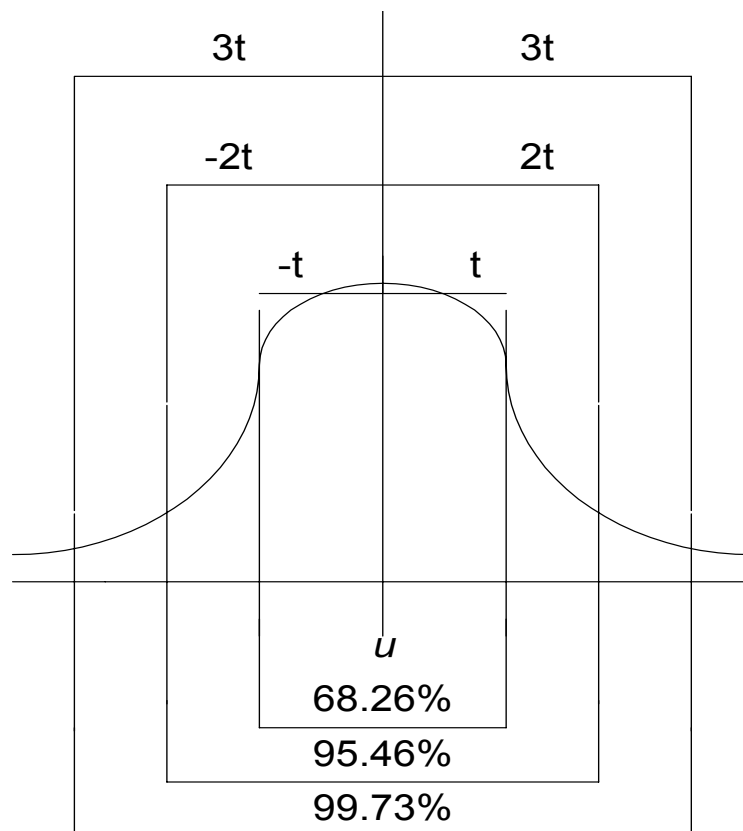
σ

$$Z2 = \frac{LIE - Xp}{\sigma} = \text{tabla de la curva normal}$$

σ

$Z1 + Z2 = \% \text{ total de defectuosos (artículos o elementos).}$

Figura 1. Curva de distribución normal y sus áreas.



$$t = \sigma$$

2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Antes de querer reparar algo se tiene que ver como se encuentra. A continuación se describirá brevemente la forma como la empresa labora y como es que está estructurada, así como algunas de sus normas. Se describirá también porqué se están dando problemas dentro de la producción.

Actualmente la empresa labora con 30 máquinas extrusoras, 35 selladoras y tiene 125 personas laborando dentro de la misma. Se trabajan turnos de doce horas continuas con las únicas paradas de almuerzo y cena que se realizan por partes.

Las exigencias de los clientes han venido evolucionando con el tiempo, razón por la cual se ha puesto interés en controlar la calidad de la planta. Uno de los mayores problemas que se tiene es la detección de producto defectuoso, pues este es detectado lamentablemente ya cuando está en manos del cliente. Este hecho ha generado preocupación y como resultado se condujo a realizar mejoras en el control de la calidad, se puede decir que las mejoras que se implementaron funcionaron bien, pero hasta allí quedaron y otras solamente quedaron por escrito y no llegaron a implementarse como se deseaba. Lamentablemente algunas de las implementaciones fueron bajando su nivel hasta llegaron a dejarse de realizar, y otras quedaron estancadas en lo mismo no evolucionaron a nuevos métodos.

2.1 Análisis de los factores que determinan la calidad en la producción de bolsas plásticas

Para que algo falle tiene que existir una razón o existen causas y factores que hacen que se den determinadas situaciones las cuales provocan los defectos en cualquier actividad y para poder definir estas causas o factores es necesario realizar análisis y así poder corregir los defectos que se dan.

En la producción de bolsas plásticas los factores que se tienen que tomar en consideración para una buena calidad en el proceso son: materia prima, maquinaria y equipo, personal que interviene en el proceso y el tipo de control aplicado durante la producción.

2.1.1 Características de la materia prima utilizada en el proceso de elaboración de bolsas plásticas

Para la elaboración de bolsas plásticas los materiales más utilizados en la industria son el poliestireno y el polietileno, de los cuales se hará mención a continuación

2.1.1.1 Poliestireno

Como la gran mayoría de los polímeros termoplásticos, es un derivado de los hidrocarburos (petróleo crudo o gas natural). Se produce de la siguiente manera: primero se produce el monómero de estireno a partir del benceno y del etileno. El monómero de estireno posteriormente es polimerizado para obtener poliestireno. Actualmente, casi todo el poli estireno que se produce se fabrica por medio de procesos de polimerización en masa continua, que a grandes rasgos puede dividirse en dos etapas

- Etapa de reacción en uno o más reactores, donde se polimeriza el monómero.

- Etapa de volatilización, donde se separa el polímero obtenido del monómero no reaccionado y/o solventes utilizados.

Por último, el polímero fundido es bombeado a través de una matriz para obtener hebras que son enfriadas y cortadas en grumos.

Existen dos tipos principales de poli estireno

- a) Poliestirenos cristal: llamados poli estirenos de uso general, que son transparentes y rígidos.
- b) Poliestirenos de alto impacto: por tener partículas de caucho ocluidas, son translúcidos y resistentes al impacto.

El poliestireno, en ambas clases, presenta una serie de características excepcionales

- Es liviano y resistente al agua, y puede ser un excelente aislante térmico y eléctrico.
- Su óptima estabilidad dimensional, dureza y rigidez son algunas de las razones por las que este material habitualmente es elegido para envases de alimentos.
- Posee alto grado de procesabilidad en transformación por moldeo, extrusión, termo formado y soplado.
- La gran variedad de grados que existen, lo hacen un material muy versátil, apto para una amplia gama de aplicaciones. Se fabrica en diferentes y atractivos colores, transparentes u opacos.

2.1.1.2 Polietilenos (PEBD, PEAD)

Se produce a partir del etileno que es un derivado del petróleo o del gas natural. El etileno es un gas que es sometido en un reactor a un proceso de polimerización, es decir la formación de largas cadenas que conforman la estructura del plástico.

Existen distintas variedades del polietileno dependiendo de su aplicación final. Pero dos son las formas más conocidas en el mundo: el polietileno de alta densidad (PEAD) y el polietileno de baja densidad (PEBD), del cual se producen dos tipos PEBD convencional y PEBD lineal.

Estas distintas variedades del polietileno presentan las siguientes características

- a. Versátil
- b. Excelente aislante eléctrico
- c. Transparente, opaco o colores atractivos
- d. Resistente a las baja temperaturas
- e. Higiénicos y seguros
- f. Inerte a los ataques de productos químicos
- g. Excelente barrera a la humedad
- h. Económico
- i. 100% valorizable.

2.1.2 Descripción de la maquinaria y equipo que interviene en el proceso de elaboración de bolsas plásticas

La maquinaria que interviene en el proceso de elaboración de bolsa plástica no es muy compleja cuenta con lo que son las máquinas extrusoras, selladoras, cortadoras, contadores digitales, metros y calibradores.

2.1.2.1 La máquina extrusora

Esta máquina se encarga de fundir el polietileno para luego convertirlo en una película plástica de donde se hace la bolsa y funciona de la siguiente forma: se introduce el material a un embudo luego pasa a un tubo dentro del cual hay un tornillo sin fin que gira y va triturando el material esto lo hace a una temperatura muy alta esta temperatura es aproximadamente de 200 grados Celsius.

Esta temperatura también depende de las condiciones ambientales, (como ejemplo se puede decir que no es igual trabajar de día que de noche), a esta temperatura el polietileno se va homogenizando, al final del tubo existe una salida la cual tiene una especie de corona o mejor dicho molde el cual crea una burbuja.

Hay que hacer mención que estos moldes son conocidos como dados y existen de diversos tamaños según el tipo de polietileno que se esté trabajando. Los dados determinan el ancho de la burbuja que está saliendo del cañon. El polietileno que va saliendo del cañon lo hace a una temperatura que si no se usa la protección adecuada puede generar quemaduras serias al operario y a base de una corriente de aire se eleva esta burbuja; la altura a la que se eleve la burbuja es importante en el proceso. Ya elevada ésta, arriba hay dos rodillos los cuales aplanan la burbuja y la película empieza a bajar por medio de un embobinador el cual la enrolla y pasa a formar la bobina, esta bobina ya tiene el ancho y calibre especificado para la bolsa plástica.

2.1.2.2 La máquina selladora y cortadora

¿Qué hace esta máquina? La función principal es hacer el corte y sellar. La máquina está compuesta unas barras de acero dentro de las cuales se introducen las bobinas que salieron de extrusión, la película es pasada por unos rodillos hasta que llega a un cabezal el cual funciona a base de calor y lo hace como si fuera una guillotina. Al momento que el cabezal choca contra un rodo, corta y sella la película plástica, ésta es jalada por unas bandas que conducen a al operario y son depositadas una por una hasta que llegan a cien y una alarma suena para que el operario las retire e inicie el nuevo conteo, esto lo realizan contadores.

La máquina como se mencionó funciona con calor y tiene que estar a una temperatura adecuada para que pueda hacer el corte y sello, si está a baja temperatura no sella y corta y si está a alta temperatura quema la película plástica, provocando de esta forma que se pegue al cabezal. La temperatura oscila entre los 380 y los 480 grados Celsius dependiendo del tipo de película que se va a cortar.

2.1.2.3 Los metros y calibradores

Son utilizados todo el tiempo, esto con el propósito de mantener las especificaciones según lo solicitado. La función principal del metro es medir el ancho y largo de la bolsa; la del calibrador es calibrar el espesor de la bolsa, este se utiliza más en la parte de la extrusora que es donde se da el calibre a la burbuja que sale de la extrusora.

Cuando se habla de estas máquinas y equipo no se quiere decir que solamente estos sean utilizados para la elaboración de bolsas plásticas, pero si son los de mayor importancia.

Como es de esperarse estas máquinas trabajan sin parar, lo cual hace necesario que se requiera de mantenimiento, el cual en ocasiones se da hasta que ya es muy tarde, la máquina se detuvo porque ya no podía más. La complejidad de algunos repuesto y el costo hace que no se pueda contar con un aprovisionamiento óptimo.

Por lo general, es el operario quien indica al mecánico que la máquina tiene una avería y que necesita reparación. Lamentablemente como se indicó es muy costoso esperar hasta que la maquina se detenga para poder dar el mantenimiento.

2.2 Descripción de los controles aplicados en el proceso de elaboración de bolsas plásticas

En la actualidad los controles aplicados durante el proceso son muy simples y dan inicio desde que se introduce la materia prima en la extrusora hasta que la bolsa está cortada. Son muchos los controles que se implantaron cuando la empresa comenzó a dar síntomas de falta de calidad en su producto, pero lamentablemente no todos fueron seguidos según los planes, muchos no son realizados por excusas de tiempo o de otro tipo. Se detallarán algunos de los controles que se aplican y como son aplicados durante las diferentes etapas del proceso de elaboración de bolsas plásticas.

Uno de los errores más grandes que sucede en todo tipo de proceso es que se le diga al operario usted lo hace y punto, otro error es que se le dice váyase con esta persona que ella le va a enseñar como se hace esto y punto. No se le da la oportunidad de desarrollar la capacidad de resolver situaciones problemáticas que se llegaran a presentar.

El primer control aplicado lo realizan en las extrusoras y es medir constantemente el calibre o espesor de la tela que está saliendo de la misma, estos monitoreos los hacen a razón de cada diez o quince minutos, estos chequeos deberían ser escritos en hojas de control que tienen en la planta pero por razones de tiempo no se apuntan todos los datos sólo algunos, por lo que no se puede determinar un control exacto de calidad.

Otro control que se lleva a cabo durante la extrusión es la temperatura, todas las extrusoras son controladas por un panel automático el cual funciona con termostatos los que se activan o se desactivan según la lectura de la temperatura de cada extrusor, esto con el propósito de mantener una temperatura estándar para la elaboración de la tela plástica. Estas lecturas deben ser registradas en una hoja de control la cual no es llenada por razones de tiempo indican los supervisores.

Terminada la bobina, el siguiente control que se realiza es en la máquina cortadora. Ya instalada la bobina se procede a realizar pruebas para determinar el largo de la bolsa. Hechas las pruebas se da inicio al corte y sellado. El largo de la bolsa se controla cada 1000 bolsas de cantidad cortada, con un metro. El sello de la bolsa se verifica cuando se revisa el largo de la misma. En esta parte el operario llena una hoja de control por cada bobina que utiliza. Aquí son escritas las dimensiones, tiempos, eficiencias, cantidades, etc.

Un último control que realiza el personal de empaque, es revisar el largo, sello y cantidad por paquete al igual que el calibre aunque este procedimiento casi no lo realizan; ¿por qué? todos dicen que porque ya paso durante todo el proceso por diferentes puntos de control no es necesario que se revise en el empaque final y lo único que realiza el empacador es llenar una etiqueta para que la lleve el producto terminado.

Un problema grave que se tiene es que son varios los supervisores por turno pero para ninguno hay tiempo de plasmar las lecturas en sus respectivas hojas de control.

2.3 Descripción del proceso de la elaboración de bolsas plásticas

Antes de hacer la descripción del proceso es necesario hacer la observación de que los tiempos que se mencionan son tiempos medios, dependiendo de las etapas por las que atraviesa el producto.

El proceso de la elaboración de bolsas plásticas es un proceso muy sencillo. Como se sabe cualquier proceso da inicio en la bodega de materia prima, aquí sale la resina para la máquina extrusora (5min. 15mts). Antes de introducir la resina a la extrusora se realiza la mezcla del material (10min.), el operario tiene una hoja con las cantidades en peso que debe mezclar de cada material (resina, colorantes, aditivos especiales, etc). Ya hecha la mezcla del material se procede a vaciar el mismo dentro de la extrusora, esta máquina se encarga de triturar el material por medio de un tornillo sin fin a cierta temperatura, ya triturado el material, éste sale de la extrusora con la ayuda de una corriente de aire inyectada al proceso, la cual hace que se eleve una burbuja de plástico, esta burbuja es estirada y forma un tubo, este tubo es pasado por un rodillo el cual a la vez va enrollando la tela plástica hasta formar una bobina de cierto peso. En esta parte del proceso se revisan el espesor de la tela plástica, velocidad del aire, temperatura y que la salida de la burbuja sea en una forma concéntrica (60 min.).

Terminada la bobina pasa a un espacio determinado (5min. 5mts) para esperar ser cortada según las especificaciones (720 min.) de la bolsa a elaborarse.

Terminado el tiempo de espera la bobina es trasladada (5min. 5mts) a la máquina cortadora y selladora, aquí se determina el largo de la bolsa, pero antes de arrancar se realizan pruebas para ajustar la máquina estas pruebas son empíricas a buen ojo y se programa la máquina. Terminadas las pruebas se da inicio a la etapa de extrusión. La máquina posee un contador electrónico el cual le indica al operario cuando retirar las bolsas cortadas, esto lo hace el operario cada cien bolsas (120 min) y las introduce en otra bolsa grande (3 min.) para luego pasar a empaque (1min. 2mts.) Aquí el operario es el encargado de revisar que la máquina cortadora no pierda la medida y que el sello de la bolsa esté bien, este sellado se realiza al mismo tiempo de corte, una cuchilla corta mientras la otra parte es sellada por medio de calor.

El traslado a empaque (1 min.) se puede decir que es casi la parte final de la elaboración de bolsas plásticas, pero antes tiene que esperar para ser empacadas (60 min), es aquí donde las bolsas son empacadas según las especificaciones del pedido (10 min). El operario que realiza el empaque realiza un último control, el cual consiste en revisar medida, sello, espesor y si las cantidades están correctas. Terminado el empaque se etiqueta para indicar que el producto si fue revisado y espera para ser trasladado a bodega de producto terminado (120 min). Por último pasa a bodega (5min. 5mts) de producto terminado a espera de ser despachado.

2.3.1 Diagrama de flujo

Diagrama de flujo de operación. Registra las operaciones y las inspecciones, muestra los traslados, retrasos, almacenamientos por los que pasa un producto dentro de una planta.



Transporte: movimiento de un lugar a otro cuando no forma parte del curso normal. Indica el sentido de circulación. A partir de 1.5 metros en adelante es transporte.

Demora: ocurre cuando no se permite a una pieza ser procesada inmediatamente en la estación de trabajo.



Almacenamiento: guardar el producto.



Operación: transformación de materiales.

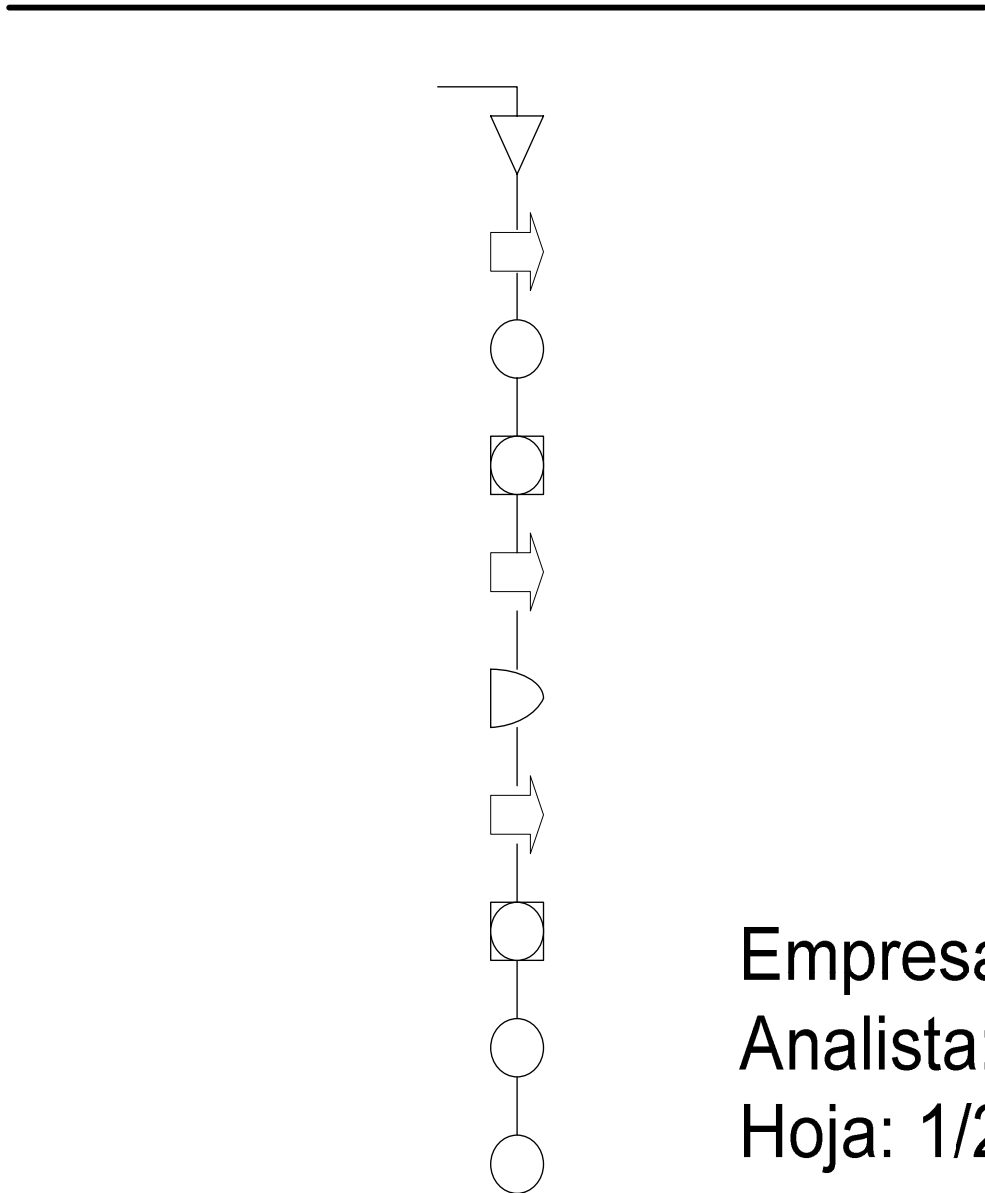


Inspección: revisar el producto.



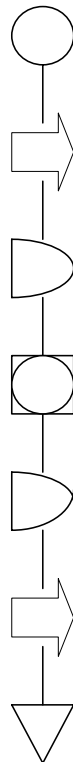
Operación combinada: realiza una operación e inspección juntos.






Figura 2. Diagrama de flujo de proceso de la bolsa



Empresa: Bolsas
Analista: José Ur
Hoja: 1/2

Continuación figura 2.



	Empresa: Bolsas Plásticas, S.A.		
	Analista: José Urrutia Leal		
	Hoja: 2/2		
			
			
			

bpt: bodega producto terminado, pt: producto terminado

Nota: los tiempos están dados en minutos.

2.4 Personal que interviene en el proceso

Por ser el proceso de la bolsa no tan complicado, no es necesario un personal con un alto conocimiento sobre la materia. El personal que desempeña el trabajo en la planta, sólo recibe una pequeña inducción de lo que tiene que hacer. La empresa en sí no trata de profundizar en la preparación del personal desde su inicio.

La empresa solicita a todo aquel que quiera laborar dentro, un mínimo de sexto primaria de preferencia se solicita un poco más alto. Porqué sexto primaria, si se menciona que el proceso no es complicado, la razón es porque se necesita llenar algunas hojas de control, leer tableros de las máquinas, poder utilizar una balanza y leer calibradores.

La empresa introduce al trabajador de una forma sencilla, se le proporciona primero al operario información para que éste vaya creando una imagen de lo que tendrá que realizar dependiendo a que departamento se le asigne. Después de haber creado la imagen en el trabajador u operario la empresa hace énfasis en la importancia del trabajo que éste va a realizar y que se pretende que llegue a perfeccionar. Además, se le informa de cómo son las normas que rigen dentro de la planta, las cuales son drásticas si no pone de su parte.

Un factor que afecta a la empresa es la alta rotación de personal, esto se debe en su mayoría por el hecho de que no existe interés por el personal en preocuparse por el trabajo, y a veces es por la falta de una mayor inducción por parte de la empresa y en ciertas ocasiones la rotación se da por el tipo de jornada que se tiene dentro de la planta la cual es de doce horas de trabajo y los turnos de noche, lo que la hace una jornada pesada.

Hay que recordar que la alta rotación de personal es propiciada en ocasiones por las condiciones ambientales y de seguridad dentro de la empresa.

La maquinaria funciona a temperaturas muy elevadas, lo cual genera calor y provoca que el personal se deshidrate, y pierdan tiempo en ir a tomar agua, e ir al baño. Aunque se cuenta con extractores de aire no son suficientes para poder hacer que circule corriente de aire fresco y aire caliente, es necesario que se dé una mejora en lo que respecta a este factor.

Otro factor que puede generar rotación de personal, es la seguridad que proporciona la planta a los operarios. Es necesario que una planta se encuentre bien señalizada, de lo contrario el personal comienza a tener desconfianza y le da la sensación de que no es pieza importante para la empresa, esto es provocado por la falta de seguridad que se le esta brindando en su estación de trabajo.

Hay que procurar que el personal se sienta parte de la empresa, porque al sentirse que no se le considera parte de la misma inicia a bajar su eficiencia y productividad, los errores comienzan a suceder, la calidad de los productos es mala, etc. Es por eso que la inducción es necesaria para que los operarios sepan que es lo que están haciendo, por qué lo hacen y si tienen alguna dificultad la pueden resolver utilizando su capacidad.

Como sucede en toda empresa, se busca que el trabajador se interese por lo que hace, que le tenga aprecio, cosa que a veces no sucede con el personal que labora dentro de la empresa y por tal motivo existen reclamos en lo que respecta al control de calidad en el proceso.

3. PROPUESTO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE BOLSAS PLÁSTICAS

La búsqueda de mejoras y de permanecer en la lucha por la sobrevivencia conduce a las empresas a idear nuevos métodos para continuar, en este caso se hacen algunas propuestas para que la industria de bolsas plásticas continúe viva en estos días, lo que se pretende es mejorar la calidad de las bolsas en su fabricación.

3.1 Análisis de los puntos críticos en el proceso

El primer paso para diseñar un sistema de control de calidad es identificar los puntos críticos en cada uno de los procesos donde se necesita la inspección. Cuando se habla de puntos críticos, se está hablando de partes en el proceso que son de gran importancia y cuidado para que la producción de las bolsas plásticas mantenga una buena calidad. Se pueden seguir tres pasos para hacer esto: inspeccionar las materias primas para asegurar el cumplimiento del proveedor, inspeccionar el producto en proceso e inspeccionar el producto terminado.

El segundo paso en el diseño de un sistema de control de calidad lo definiremos como la decisión del tipo de medición que se debe utilizar en cada punto de inspección.

El tercer paso es decidir la cantidad de inspección a utilizar y el cuarto paso es decidir quién va a realizar la inspección.

Para la identificación de los puntos críticos, se puede hacer uso del diagrama de flujo de proceso, pues en éste se encuentran todos los pasos que se realizan durante el proceso.

Muchos son los puntos que requieren de cuidado y de inspección pero se pondrá mayor atención a los que son más significativos, esto no quiere decir que más adelante se implementen planes para mejorar en todos los puntos.

3.1.1 Justificación de los puntos de inspección en la elaboración de bolsas plásticas

Basándose en el diagrama de flujo que se realizó en las páginas 33 y 34 se seleccionaron los siguientes puntos de inspección: extrusión, corte / sello y traslados.

La justificación de la elección de cada uno de estos puntos en el proceso es sencilla, ya que son los puntos definitivos en la producción de bolsas plásticas; extrusión aquí se define el ancho y calibre de la bolsa. Si se mide mal el ancho o el calibre tiene demasiada variación no servirá la bolsa que se produzca ya que en su mayoría son bolsas comerciales por así decirlo, bolsas que ya tienen estándares definidos en el mercado.

En el corte y sello se tiene que tener cuidado, ya que aquí se define el largo y se sella la bolsa. Si se le llega a dar otra medida en el largo ya no es la bolsa que se está produciendo sino que pasa a ser otra bolsa. Con el sello hay que tener mucho cuidado ya que determina la utilización de la bolsa. El sello garantiza que los objetos que se introduzcan no se saldrán de la misma.

Por último están los traslados, ¿Por qué? En los traslados se puede hacer que se pierda la calidad del producto. ¿Cómo? Cuando una bobina sale de la extrusora no pasa directamente a corte sino que está en espera, pero para esperar es trasladada a una sección determinada para esto, durante el traslado y la espera, la bobina puede sufrir daños como raspones, picadura y otros. Es conveniente revisar la calidad de estas bobinas pues si se encuentran en mal estado, no hay razón para trabajarlas y convertirlas en bolsa.

No se debe olvidar que en el empaque final hay que realizar una última inspección la cual decidirá si el producto pasa a bodega de producto terminado o se rechaza.

3.1.2 Herramientas a utilizar para mejorar la calidad en el proceso de producción de bolsas plásticas

Un programa de control de calidad total requiere conocer métodos que permitan orientar y ordenar las ideas y la información que se tiene de un problema, además que faciliten la obtención de información importante sobre dichos problemas y ayuden a visualizar la necesidad de cambio y a tomar decisiones; en sí, se hace necesario contar con herramientas para manejar el proceso de planeación, análisis y toma de decisiones.

Para tal efecto, el analista cuenta con herramientas básicas a utilizar en el programa de control de calidad:

- Histograma de frecuencias
- Diagrama de Pareto
- Hoja de verificación
- Diagrama de causa y efecto
- Diagrama de flujo
- Cartas o diagramas de control

Se realizará una pequeña descripción de cada una de las herramientas que se mencionaron anteriormente. Al mencionarlas no se pretende que se tienen que utilizar todas para tener un control de la calidad, sino que se utilizan las que más se adecuan a las necesidades que se tienen.

3.1.2.1 Histograma de frecuencias

Los histogramas se utilizan para representar tablas de frecuencias con datos agrupados en intervalos. Un histograma de frecuencias proporciona información de ciertas actividades o sucesos que pasan y cada cuantas veces pasan. Un ejemplo de aplicación de un histograma puede ser la frecuencia con que los operarios de las maquinás dejan su estación de trabajo para poder refrescarse e ir al baño, así se puede determinar el tiempo que éstos pasan ausentes de sus estaciones de trabajo.

3.1.2.2 Diagrama de Pareto

En una empresa existen varios problemas que esperan ser resueltos o cuando menos atenuados. Cada problema puede deberse a varias causas diferentes. Es imposible y poco práctico pretender resolver todos los problemas o atacar todas las causas al mismo tiempo.

En ese sentido, es fundamental seleccionar al problema más importante y centrarse sólo en atacar su causa más relevante. La idea es escoger un proyecto que pueda alcanzar la mejora más grande con el menor esfuerzo.

La herramienta que permite localizar el problema principal y ayudar a localizar la causa más importante de éste, se llama diagrama de Pareto.

La idea central del diagrama de Pareto es localizar los defectos, problemas o fallas vitales para concentrar los esfuerzos de solución o mejoras en éstos. Una vez que sean corregidos, entonces se vuelve a aplicar el principio de Pareto para buscar de entre los que quedan, los más importantes, volviéndose un ciclo.

Pasos para la construcción de un diagrama de Pareto

- a) Decidir y delimitar el problema o área de mejora que se va a atender. Tener claro que objetivo se persigue.
- b) Discutir y decidir el tipo de datos que se van a necesitar.
- c) Definir el periodo del que se tomarán datos.
- d) Construir una tabla en donde se cuantifique la frecuencia de cada defecto y su porcentaje.
- e) Representar gráficamente la información de la tabla obtenida, en el eje vertical se determinará la importancia de cada categoría, en el eje horizontal dividir en tantos intervalos iguales como categorías sean consideradas.
- f) Construir una grafica de barras, tomando como altura de cada barra el total de defectos correspondientes.
- g) Graficar una línea acumulada.
- h) Interpretar el diagrama de Pareto.

Un ejemplo de la aplicación del diagrama de pareto es hacer una lista de los problemas que afectan a cada departamento y sus causas, para luego iniciar a resolverlo del más grande al más pequeño y en este proceso ciertas veces se elimina uno grande y desaparecen pequeños.

3.1.2.3 Hoja de verificación

Es un formato construido especialmente para obtener datos, de tal forma que sea sencillo el registro sistemático de tales datos y que sea fácil de analizar la manera como influyen los principales factores que intervienen en una situación o problema específico. Una característica que debe reunir una buena hoja de verificación es que visualmente se pueda hacer un primer análisis que permita apreciar la magnitud y localización de los problemas principales. De esta manera, una buena hoja de registro de datos se convierte en una herramienta sumamente poderosa en el proceso de mejora continua.

Ejemplo

La hoja de verificación que se presenta a continuación está destinada para ser utilizada en las máquinas cortadoras y selladoras.

Descripción: la hoja tiene que ser llenada de la siguiente forma, para comenzar la fecha la cual es de importancia para el registro de información, luego el turno, pues como se mencionó se trabaja por turnos, se tiene que identificar la cortadora, el operario debe registrar la hora de inicio de trabajo y la hora final, también debe anotar su nombre o número de registro.

Los datos para ser registrados serán de la siguiente forma, indicar el ancho de la bobina y el largo de la misma, el calibre que está tiene, la medida que se va a trabajar en la cortadora, cuantas líneas se pondrán, la velocidad de la cortadora y la producción por bobina. La segunda parte consiste en hacer lecturas de las líneas indicar la hora de la misma y poner los datos requeridos en este caso son: sello, ancho, largo, hacer lectura del contador indicar de nuevo la hora y quien realizó la revisión.

Se debe de totalizar la producción indicando la cantidad de libras cortadas, las bolsas producidas y el desperdicio que se generó tanto atrás como delante de la cortadora.

Y de esta manera se llena la primera hoja de verificación dentro del proceso de elaboración de bolsas plásticas. Se debe explicar claramente a la persona el por qué no se puede omitir ningún dato en la hoja y también explicar que no pueden existir revisiones sin registros. Esto se debe de hacer con el afán de poder obtener no sólo un buen registro, sino también que según los análisis de éstos podamos actuar de inmediato. Hay que recordar que las hojas de verificación no deben de ser tan complicadas de llenar, deben de ser lo más sencillo y deben de mostrar la mayor información posible a simple vista. Debe recordarse que estas hojas no sólo se archivarán sino que su función principal es ir haciendo comparaciones en el tiempo con los estándares establecidos. Ver figura 3.

Ejemplo 2

La siguiente hoja de verificación es para las extrusoras, se identifica como la anterior con la excepción de que acá son las máquinas extrusoras las que se registran, en esta hoja el interés es por las temperaturas de las partes que componen la extrusora y comienza midiendo la temperatura de las resistencias, luego se pasa al filtro, después a los cañones, sus bases y los moldes. Se indican las especificaciones que tiene que llevar la bobina, ancho y calibre, se registran los sacos de material que se introduzcan a la máquina, luego se procede a realizar revisiones periódicas para verificar las especificaciones de la bobina, finalmente se anota la cantidad de libras extraídas durante el turno y la cantidad de desperdicio que se generó.

Se tiene que recordar que las lecturas registradas en estas hojas de verificación se compararan con los estándares que rigen la planta, por lo general se hacen comparaciones con los manuales de las máquinas, éstos ya traen pre-establecidos parámetros para que las máquinas funcionen de una forma adecuada y el producto que se obtenga sea el óptimo. Ver figura 4.

3.1.2.4 Diagrama de causa y efecto

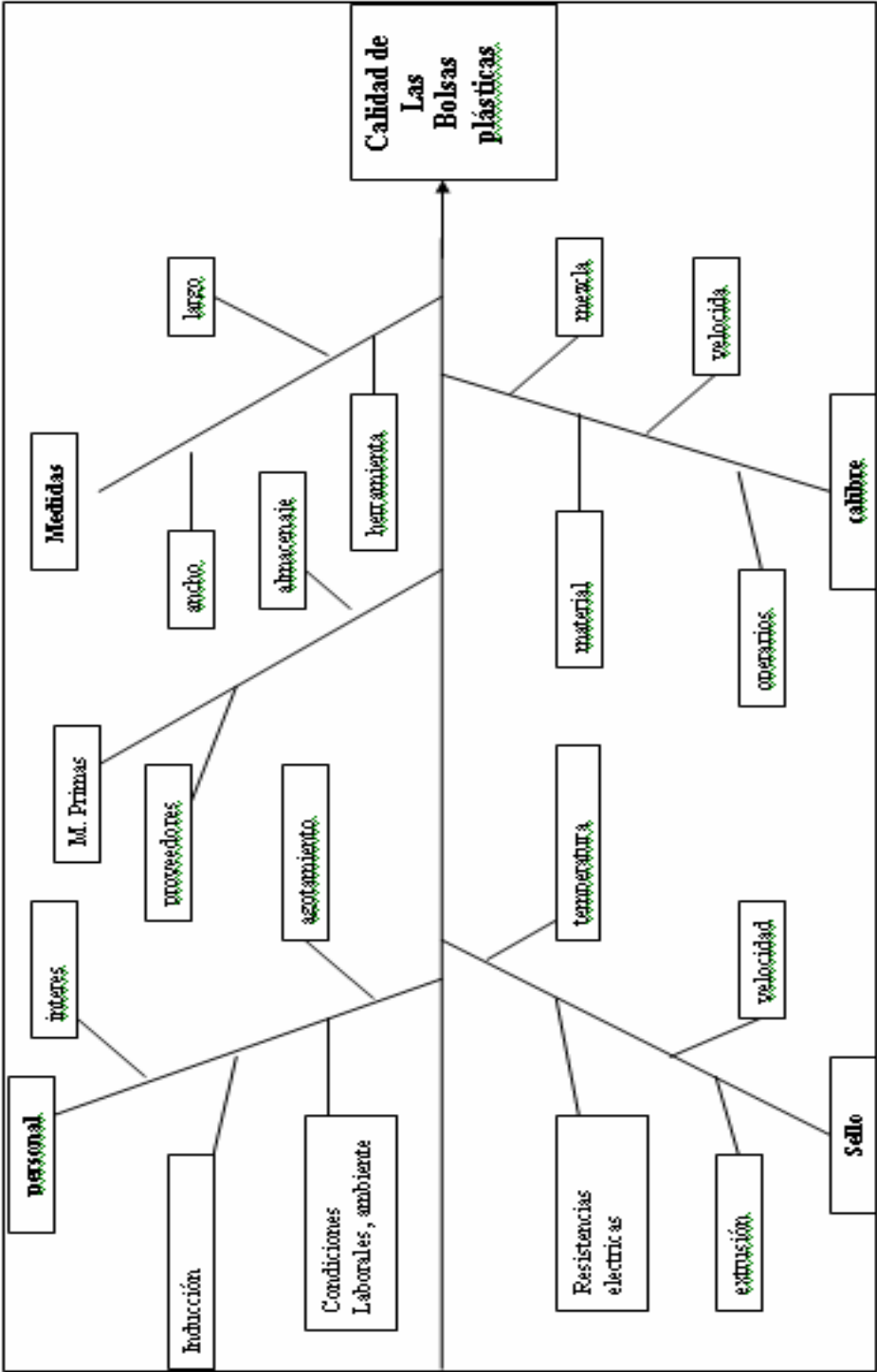
El diagrama de causa y efecto o diagrama de Ishikawa es un método gráfico que refleja la relación entre una característica de calidad y los factores que contribuyen a que exista. En otras palabras, es una gráfica que relaciona el efecto (problema) con sus causas potenciales.

El diagrama de Ishikawa es una gráfica en la cual, en el lado derecho se anota el problema, y en el lado izquierdo se especifican por escrito todas sus causas potenciales, de tal manera que se agrupan de acuerdo con sus similitudes en ramas y subramas.

Un buen ejemplo de aplicación de el diagrama de causa y efecto es el porqué la calidad de las bolsas plásticas no es la óptima siempre. A continuación se presenta un diagrama en el cual se observan todas las posibles ramas o causas que afectan la producción, así como también subramas de las mismas, para que se pueda actuar sobre ellas y mejorar el proceso de la producción de las bolsas plásticas.

Los beneficios que se obtienen al utilizar un diagrama de causa y efecto es que se puede desglosar todos los factores que afectan o que causan problemas al proceso sin importar que tan pequeños o grandes sean éstos y así poder iniciar a hacer mejoras para que se reduzcan al máximo. Ver figura 5.

Figura 5. Diagrama de pescado o de Ishikawa



3.1.2.5 Diagrama de flujo

Una gráfica que puede ser de utilidad en toda situación es un diagrama de flujo, el cual es un método para describir gráficamente la secuencia de un proceso desde su inicio hasta su final. El diagrama de flujo suele comenzar con los insumos, muestra sus transformaciones ocurridas a estos insumos y termina con el producto final. Este diagrama ayuda a

- Visualizar globalmente el proceso.
- Planear y coordinar responsabilidades en diferentes áreas.
- Identificar etapas clave o potencialmente problemáticas.
- Localizar actividades de control o puntos de medición
- Determinar si el proceso actual se apega a los requerimientos del cliente.

3.1.2.6 Carta o diagrama de control

El propósito de una carta de control es determinar si el comportamiento de un proceso mantiene un nivel aceptable de calidad. Se espera, por supuesto, que cualquier proceso experimente una variabilidad natural, debido a fuentes de variación, como por ejemplo temperatura ambiente, precalentamientos, material, mezclas, nuevos aditivos, etc.

Una carta de control intenta servir como un dispositivo para detectar el estado no aleatorio o fuera de control de un proceso. Es importante que esta variación se detecte con rapidez, de tal manera que el problema pueda corregirse, ya que si tal detección es lenta, se producen muchos productos defectuosos, lo que resulta en pérdidas considerables y un incremento en el costo.

Los límites de control superior e inferior de especificación, surgen a partir de las pruebas que se realizan en la maquinaria y de los resultados de éstas, pero antes de que se realice alguna prueba es necesario determinar como se realizarán estas pruebas para luego obtener como resultado los límites y al tener estos se hace una comparación con los que el cliente ha brindado, de tal forma que se espere que todos los puntos muestrales queden cubiertos por estas fronteras, si el proceso está en control. Cuando un punto cae fuera de los límites esto se toma como evidencia de que se necesita hacer un reajuste en las pruebas para luego comparar y revisar que la prueba concuerde con los solicitados por el cliente, teniendo éstos en un grado satisfactorio se procede a realizar el trabajo.

Los límites de especificación que el cliente proporciona se comparan con los del proceso y se determina que tan lejos o cerca se esta o si se esta dentro o fuera de los requerimientos de los clientes, esto lo realiza por el método gráfico o por formula.

3.2 Propuesta de controles para aplicar en el proceso de producción de bolsas plásticas

Aquí se pretende dar propuestas de cómo deberían de ser los métodos para controlar la calidad dentro de las empresas productoras de bolsas plásticas se proporcionan algunos lineamientos, pero como se sabe la calidad debe de buscarse desde el inicio.

3.2.1 Desarrollo de los mecanismos y/o medios de registro

Se deben establecer medidas de calidad en las áreas de actividad que no existan y revisar las actuales. Se descubrió que existen muchos puntos en los que supuestamente hay controles pero los registros escritos de éstos no existen y esta es una de las razones por las que se hizo énfasis en hacer entender al personal lo importante que es que se registren las mediciones. Todo este esfuerzo de medición y cuantificación tiene como meta que se forme un registro formal del estado de la calidad y pueda utilizar esta información para detectar las áreas potenciales que necesitan de mejoras, a la vez de tener una documentación para futuros problemas en la implementación de las acciones correctivas. Se pretende que los métodos de registro y el uso de los reportes generados sean sencillos tanto para las personas que tienen que leerlos como para los que los realizan, ya que si son complicados o confusos las personas tienden a desesperarse, lo que lleva a que el trabajo se realice de una forma deficiente y el resultado sea erróneo. Además, es necesario que exista una veracidad en la persona que los realizan pues si se coloca datos ficticios los resultados como se mencionó serán erróneos.

Se debe recordar nuevamente que la inducción del personal es importante en la implementación de nuevos métodos, también es necesario dar una explicación del porqué es que se están cambiando acciones por otras y porqué las que se están realizando son de importancia, esto es necesario hacerlo con el afán de poder darle más libertad al trabajador de poder realizar acciones y tomar decisiones en momentos o circunstancias que lo ameriten.

Es necesario también recordar que los puntos críticos que afectan la calidad de las bolsas son varios, pero a los que se les efectuó el estudio fueron: extrusión, sello/corte y manejo de bobinas.

En producción es necesario concentrarse en dos tipos básicos de reportes, el primero a los gráficos de tendencias y el segundo a reportes de identificación de problemas encontrados.

Los gráficos de tendencias serán realizados con base en periodos semanales y utilizados por los controles administrativos de producción para determinar si la producción está mejorando o si se tiene tendencia a rangos fuera de lo normal.

Es preferible utilizar reportes sencillos que sean expresados en términos como defectos por unidad o porcentaje defectuoso. Los datos recogidos en formularios sencillos por el personal encargado, son la base para formar los gráficos de tendencias.

La información básica que deben contener dichos formularios es:

- a. Medida y nombre de la bolsa, fecha, nombre del inspector y operador
- b. Cantidad inspeccionada
- c. Cantidad encontrada defectuosa
- d. Identificación de la operación y maquinaria.
- e. Descripción de los defectos.

Se necesita implementar encuentros regulares tanto a nivel de gerencia y supervisores, como empleados y supervisores, los cuales tienen como objetivo discutir problemas específicos y buscar los pasos hacia una solución inmediata. Las reuniones de preferencia tienen que ser frecuentes y se tiene que definir el contenido de las mismas.

La información sobre el programa de calidad puede ser transmitida por medio de afiches, cuadros, conferencias y mensajes cortos en lugares estratégicos. Con esto se busca que los empleados y supervisores tengan una aceptación positiva del nuevo enfoque.

El reconocimiento que se le dé a los empleados es algo muy importante ya que el ser humano siempre busca saber que es alguien valioso para la empresa y de aceptación. El reconocimiento sirve para demostrar que la empresa si los toma en cuenta y que confía en ellos para que cumplan en sus tareas asignadas, además, el empleado se da cuenta que sí es recompensada su labor y por eso busca la mejora y la perfección.

No sólo la estimulación, la inducción y la comunicación forman el cuadro principal, las condiciones ambientales son importantes ¿por qué? Aunque se le den al operario todos los otros factores y el medio ambiente que le rodea es malo no hay mejora, es necesario prestar atención al medio que rodea a los operarios de lo contrario todo esfuerzo será en vano.

3.3 Personal y equipo necesario para realizar el control de calidad

Una empresa tiene que reconocer que su mayor potencial de crecimiento y continuidad se concentra en los talentos y esfuerzos de su propia gente. Considerar al recurso humano como el sinónimo de una empresa ayuda a comprender con mayor facilidad el papel que desempeñan en su operación y subsistencia.

El personal de la empresa también tiene que tener claro que su trabajo vale y es apreciado, al igual que la empresa tiene que reconocerlo y compartir con éstos las mejoras que se tengan siempre. Y para esto el personal debe de recibir ayuda de la empresa y este saber aprovecharla.

El equipo que se utiliza en la producción de bolsas plásticas es sencillo (metros, calibradores, etc.) y no es tan difícil de manejar. Lo que se requiere del equipo es que sea confiable y muy preciso en su uso.

3.3.1 Requisitos, habilidades y experiencia del personal

Se definirá como debe de ser el perfil del personal de control de calidad y de los operarios que laboran dentro de la planta.

Un jefe de control de calidad debe tener primeramente un conocimiento amplio, detallado de la industria en sí, y de todas las partes del proceso y comprenderlas perfectamente. Asimismo, debe tener conocimientos básicos de las industrias proveedoras de materia prima.

De la misma forma debe tener amplios conocimientos de la utilización de instrumentos de medida. Debe tener criterio para decidir qué factores pueden provocar una variabilidad de calidad y que acción correctiva tomar para mejorar el producto. Una de las habilidades que se espera sea nata de estas personas es que tenga facilidad de palabra, esto con el fin de hacerse entender por sus subalternos, y al mismo tiempo tener don de mando y paciencia para poder corregir.

Después del jefe de control de calidad están los inspectores que son las personas encargadas de verificar y comprobar la calidad y eficiencia de todas las etapas de manufactura de la bolsa plástica. Los inspectores al igual que el jefe de control de calidad debe de tener facilidad de palabra, paciencia y don de enseñanza para poder corregir a los operadores, esto no quiere decir que no se impongan penas por los errores cometidos. Estos inspectores se pueden clasificar como:

- a. Inspector A: puede también ser el jefe de control de calidad, este tiene la responsabilidad de poder tomar las decisiones importantes; para esto tiene que tener estudios superiores. Habilidad numérica y facilidad de expresión y comprensión.
- b. Inspector B: es el encargado de tomar las mediciones de cualquier tipo, lleva un estadístico e historial de cada parte del proceso. Decide que tolerancias son permitidas en determinada parte del proceso. Se solicita de preferencia educación secundaria para así poder tomar decisiones sobre qué acciones tomar según la gravedad del caso. Habilidad numérica, interpretación y captación de primera.
- c. Inspector C y D: en este caso se pueden unir ya que el inspector C revisa determinada parte de la bolsa y el D es el operador de la máquina y este al observar cualquier variación le avisa al inspector inmediato. Habilidad en su operación.

Existe algo muy importante, no sólo el jefe de control de calidad debe tener un conocimiento de la industria en sí y de todas las partes del proceso, es aquí donde se comete el error tal vez más grande, no se le está enseñanza al operario que entra a laborar, lo que se hace es enseñarle la parte del proceso en la que él estará involucrado nada más y se le indica que lo demás no necesita de su intervención. Se tiene que revertir este tipo de ideas y enseñarle al operario el proceso completo y como es la industria del plástico, tal vez parezca extraño, pero es algo que llena de satisfacción al operario al decirle usted también es responsable de todo el proceso no solo su parte, esto lo motiva a que el este pendiente de todo lo que pasa a su alrededor.

3.3.2 Equipo

Para tener un buen control de calidad es necesario tener el instrumento de inspección adecuado para medir cualquier característica particular de calidad.

Antes de seleccionar el equipo es necesario decidir que estándar de calidad se utilizará para el proceso de fabricación de bolsas plásticas, luego se decide que unidad de medida debe utilizarse, que tipo de instrumento y la sensibilidad del mismo para medir la calidad.

Los instrumentos de inspección deben ser precisos en su calibración y ajuste, esto quiere decir que los instrumentos deben tener un patrón exacto. Además, estos instrumentos deben llevar un chequeo periódico con el patrón estándar. Para esto se puede llevar una hoja con el historial de cada instrumento.

Algunos de los equipos utilizados en planta durante el proceso son: tablas de conversión de unidades, voltímetros y amperímetros, termómetros, calibradores y medidores, balanzas.

Dentro de las empresas productoras de bolsas plásticas el equipo indispensable para poder medir la calidad son: el calibrador y el metro.

Con el calibrador se puede determinar los espesores de las bolsas, éstos se buscan de preferencia con una escala muy pequeña la cual permita medir hasta décimas de milésimas.

El metro es un aparato no muy sofisticado, con este sólo se mide el ancho y el largo de la bolsa, hay que tomar en cuenta que cuando este aparato deja de tener una precisión adecuada es necesario desecharlo.

Se hace énfasis en estos dos equipos o herramientas para medir la calidad durante el proceso, pero como se mencionó anteriormente las mediciones de las temperaturas, amperajes, y pesos son parte importante del proceso y es necesario estar siempre pendiente de éstas.

Se determinó que para este caso se usarán los siguientes equipos para controlar la calidad de las bolsas: metro y calibrador; para hacer chequeos en máquinas se utilizarán multímetros, termómetros; para las mezclas: las balanzas y todas estas mediciones quedarán plasmadas en las hojas de verificación que están diseñadas y que por motivos que no tienen excusas no son utilizadas, pero a partir de ahora serán parte importante del personal que labora dentro de la planta.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Con la implementación del sistema se pretende dar inicio a los lineamientos que se propusieron en este trabajo y poder demostrar que si es posible hacer mejoras en algo que ya está en marcha. Además, se analiza si los estándares con los que está trabajando la empresa están dentro de las especificaciones o lineamientos sugeridos. Se dará inicio con las pruebas piloto.

4.1 Pruebas piloto

La prueba piloto consiste en lo siguiente, tomar una muestra de tamaño 3, este número representa el 10% de la maquinaria que está laborando dentro de la empresa. Por haberse realizado las mediciones de los calibres mientras salía tela de la extrusora se tomó la decisión de tomar la muestra en función del tiempo, esto por la razón que se estaba midiendo la producción en el instante y no lo producido o terminado. Como la variación que mostraba la tela mientras salía era mínima, esto llevó a tomar mediciones con intervalos de tiempo de 15 minutos hasta llegarlos a realizar cada media hora.

La misma metodología se realizó en ancho y largo, las muestras fueron tomadas en función del tiempo iniciando con un intervalo de 15 minutos hasta que se llegó a la media hora entre una y otra medición. Significa que se midieron tres máquinas extrusoras y cortadoras diferentes, el muestro fue al azar sistemático.

Se tomaron treinta mediciones por extrusora y cortadora. Por qué treinta mediciones, la razón es que se trabaja por turno y se pretende determinar que variabilidad existe en los datos dependiendo el turno y la hora pues como se mencionó anteriormente no es lo mismo trabajar de noche o de día, y con esto se obtuvo datos de diferentes horas y turnos.

Se inicio con la toma de calibres luego anchos y largos de las bolsas fabricadas, estos datos contienen información de los diferentes turnos que se trabajan dentro de la empresa. Se eligieron los calibres pues se encontró que las empresas que se dedican a la fabricación de bolsas plásticas tienen un mayor problema con el calibre que con el ancho y el largo de las bolsas, posteriormente se realizó la misma metodología para corte y sello (ancho y largo). Ya que se han obtenido los datos se procedió a realizar un gráfico de control de medias y uno de rangos para determinar como se encuentra la producción de las bolsas, esto con el afán de ver la variabilidad del proceso, además, se realizará un gráfico de proceso para determinar si el proceso está o no en capacidad.

La empresa tiene como especificaciones que siempre se producirá un 10% más o menos de lo ordenado y las variaciones en calibre, ancho y largo no puede ser más de un 10 % en las especificaciones requeridas por el cliente, con esta prueba se pretende determinar si es necesario que la empresa continúe con sus especificaciones o es necesario que las cambie, con el propósito de dar un mejor servicio al cliente y por supuesto minimizar costos en producción. La especificación de la bolsa para el estudio es: 8.5 x 13.75 x 0.6 (ancho, largo, calibre).

Tabla I. Datos tabulados (calibres)

Muestra	Mediciones			Media	Rango
1	0.6	0.61	0.65	0.62	0.05
2	0.55	0.6	0.4	0.52	0.2
3	0.53	0.7	0.65	0.63	0.17
4	0.7	0.72	0.55	0.66	0.17
5	0.7	0.62	0.6	0.64	0.1
6	0.6	0.65	0.55	0.6	0.1
7	0.5	0.57	0.65	0.57	0.15
8	0.65	0.57	0.6	0.61	0.08
9	0.45	0.65	0.55	0.55	0.2
10	0.53	0.7	0.57	0.6	0.17
11	0.7	0.6	0.6	0.63	0.1
12	0.55	0.6	0.62	0.59	0.07
13	0.5	0.6	0.55	0.55	0.1
14	0.53	0.6	0.58	0.57	0.07
15	0.53	0.52	0.55	0.53	0.03
16	0.65	0.5	0.58	0.58	0.15
17	0.65	0.6	0.55	0.6	0.1
18	0.6	0.4	0.55	0.52	0.2
19	0.5	0.57	0.57	0.55	0.07
20	0.6	0.5	0.6	0.57	0.1
21	0.5	0.52	0.55	0.52	0.05
22	0.7	0.52	0.58	0.6	0.18
23	0.5	0.55	0.5	0.52	0.05
24	0.7	0.6	0.64	0.65	0.1
25	0.55	0.65	0.61	0.6	0.1
26	0.6	0.5	0.56	0.55	0.1
27	0.55	0.56	0.56	0.56	0.01
28	0.4	0.48	0.44	0.44	0.08
29	0.6	0.63	0.62	0.62	0.03
30	0.6	0.6	0.6	0.6	0

$\Sigma 17.33$

$\Sigma 3.08$

La sumatoria de medias es igual a 17.33

La sumatoria de rangos es igual a 3.08

Fórmulas

La media de medias es la sumatoria de las medias entre el total de mediciones.

El rango medio es la sumatoria de los rangos entre el total de mediciones.

Para el caso tenemos

$$\text{Media de medias} = 17.33 / 30 = 0.577$$

$$\text{Rango medio} = 3.08 / 30 = 0.102$$

Gráfico de medias

$$\overline{\text{LSC}} = \overline{X} + A_2 R$$

$$\overline{\text{LCC}} = \overline{X}$$

$$\overline{\text{LIC}} = \overline{X} - A_2 R$$

Grafico de rangos

$$\overline{\text{LSC}} = D_4 * R$$

$$\overline{\text{LCC}} = R$$

$$\overline{\text{LIC}} = D_3 * R$$

En la tabla de factores se encontrarán los valores para los factores correspondientes a un subgrupo de tamaño 3 (n): (ver apéndice)

$$A_2 = 1.023$$

$$D_3 = 0$$

$$D_4 = 2.574$$

$$d_2 = 1.693$$

Posteriormente se obtuvieron los siguientes resultados haciendo uso de las fórmulas anteriores:

Para el gráfico de medias:

$$\overline{\text{LSC}} = 0.577 + 1.023 * 0.102 = 0.681$$

$$\overline{\text{LIC}} = 0.577 - 1.023 * 0.102 = 0.47$$

Para el gráfico de rangos:

$$\overline{\text{LSC}} = 2.574 * 0.102 = 0.262$$

$$\overline{\text{LIC}} = 0$$

Con los datos obtenidos por el uso de estas fórmulas se procede a realizar los correspondientes gráficos tanto el rangos como el de medias.

Figura 6. Gráfico de rangos en extrusión (calibres)

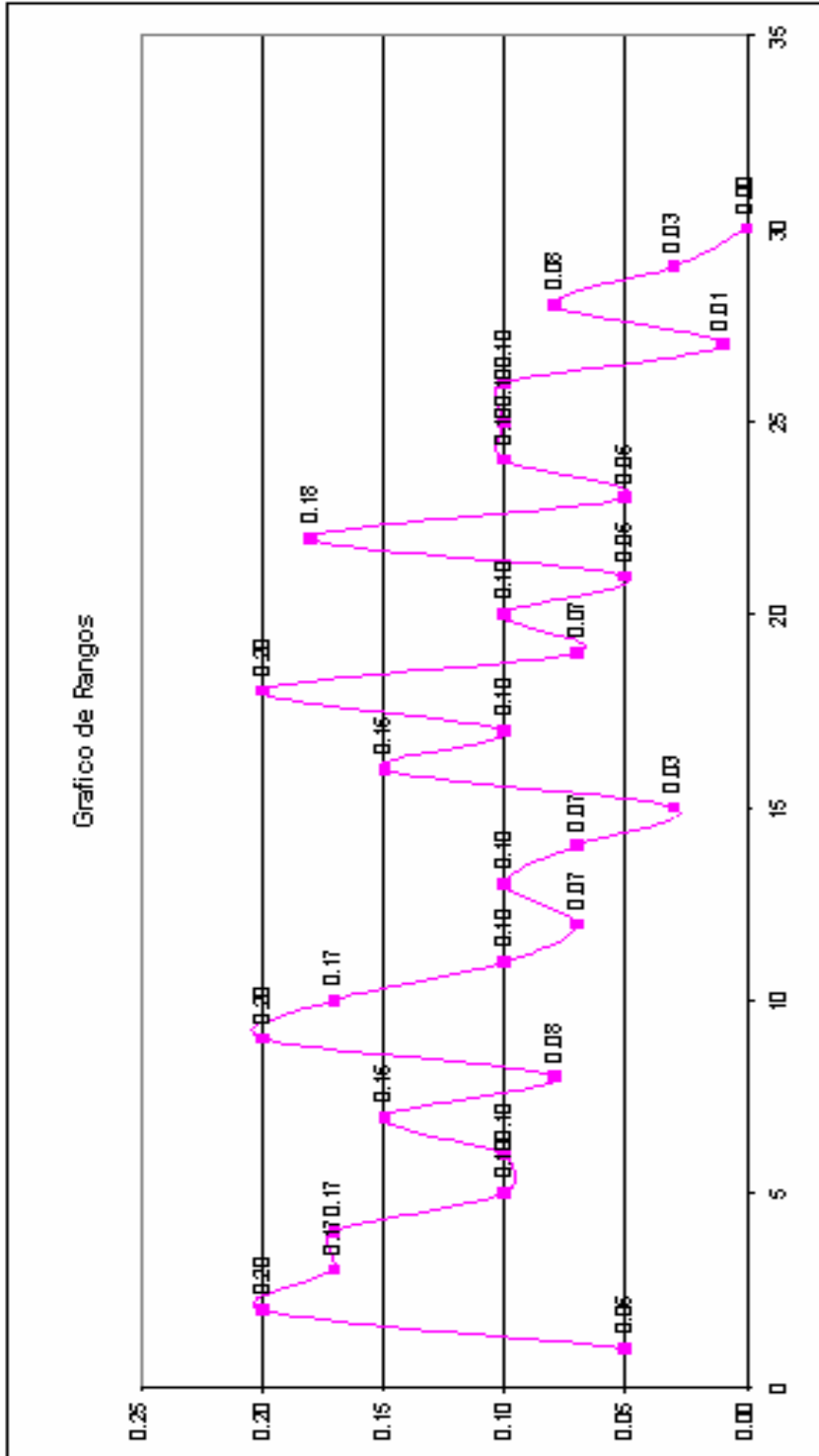
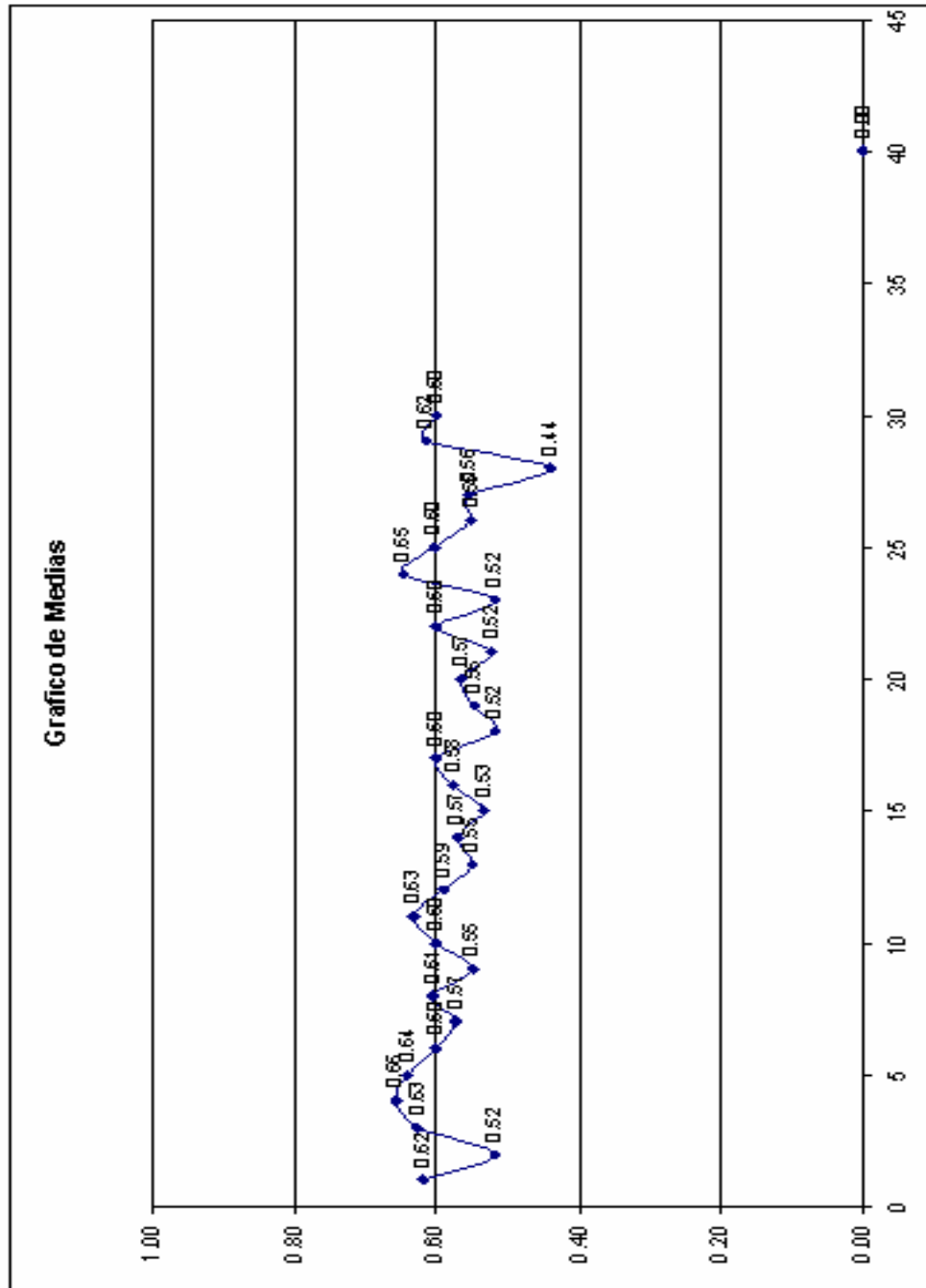


Figura 7. Gráfico de medias en extrusión (calibres)



Los gráficos de rango y de medias de los calibres de la bobina se encuentran bajo control.

Control estadístico de proceso

Gráfico de proceso

$$\sigma = R / d_2 = 0.102 / 1.693 = 0.06024808$$

$$\text{LSP (límite superior de proceso)} = \bar{X} + 3\sigma = 0.577 + 3(0.0602) = 0.757$$

$$\text{LCP (límite central de proceso)} = \bar{X} = 0.577$$

$$\text{LIP (límite inferior de proceso)} = \bar{X} - 3\sigma = 0.577 - 3(0.0602) = 0.397$$

En tanto que los límites de especificación dados al inicio quedan de la siguiente forma por parte de la empresa.

$$\text{LSE} = 0.66$$

$$\text{LCE} = 0.6$$

$$\text{LIE} = 0.54$$

Estos límites de especificación como se indicó al inicio del capítulo son los que el fabricante obtiene del proceso después de haber realizado alguna prueba y se le presentan al solicitante para que éste los revise y este de acuerdo con la oferta.

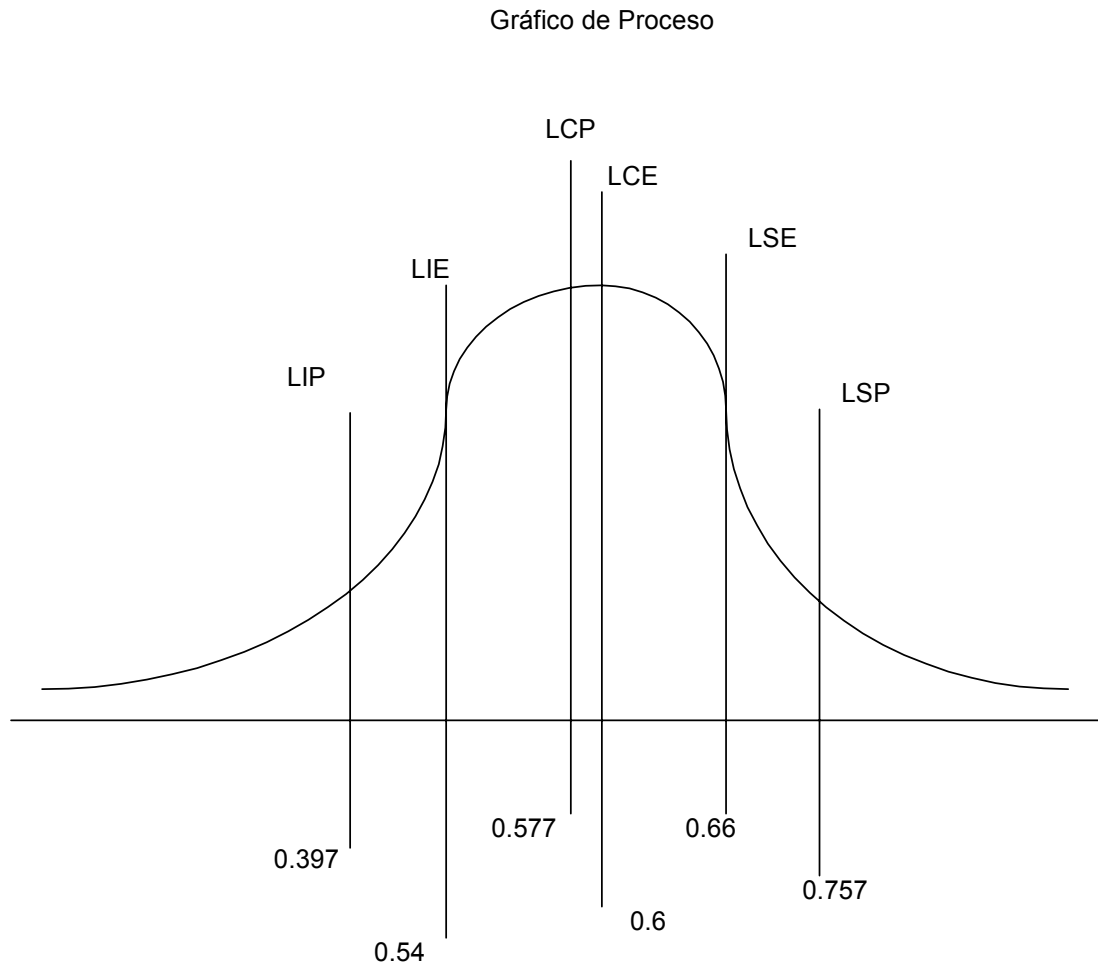
Se procede a calcular el RCP (capacidad del proceso)

$$\text{RCP} = \frac{\text{LSE} - \text{LIE}}{6\sigma} = \frac{0.66 - 0.54}{6 * 0.06024} = 0.00332$$

$$6\sigma \quad 6 * 0.06024$$

El proceso está teniendo problemas y requiere de correcciones para poder cumplir con los calibres solicitados. Ver figura 8.

Figura 8. Gráfico de proceso en extrusión (calibres)



Se ve a través del gráfico de proceso, que los límites de especificaciones se encuentran dentro de los límites de proceso, dicho de otro modo, la tolerancia de las especificaciones es menor que 6σ . Esto da margen a que en ambos extremos o colas del gráfico de proceso, se halle un área correspondiente a producto defectuoso. Para poder hallar el porcentaje de producto defectuoso, se utilizan las siguientes fórmulas:

$$Z1 = \frac{LIE - X}{\sigma} = \frac{0.54 - 0.577}{0.6} = -0.6166$$

$$\Sigma \sigma \quad \frac{\quad}{0.06}$$

$$Z2 = \frac{LSE - X}{\Sigma \sigma} = \frac{0.66 - 0.577}{0.06} = 1.3833$$

$Z2 = 1.3833$ según tabla de $z = 0.9162$ entonces $1 - 0.9162 = 0.0838$

Ahora el área bajo la curva normal para los 2 valores de Z encontrados, que puede obtenerse mediante una tabla de valores de Z , (ver apéndice). El valor de Z representa la fracción de defectuosos en el proceso. Por lo tanto:

$$\text{Área } Z1 = - 0.6166 = 27.09\%$$

$$\text{Área } Z2 = 1.3833 = 8.38\%$$

Entonces se tiene

$$\text{Porcentaje total de defectuosos} = \text{suma de dos áreas} = 35.47\%$$

Si se deseara conocer la cantidad de unidades defectuosas lo único que se tiene que realizar es multiplicar la cantidad de unidades producidas por el porcentaje que se encontró según la fórmula. Esta cantidad de unidades defectuosas ocasiona pérdida y gasto para la empresa aunque se diga que no se pierde esto es falso pues se tiene que invertir para reprocesarlo y así poder utilizarlo de nuevo, lo cual no se hace a un 100 por ciento.

Tabla II. Datos tabulados (anchos)

Muestra	Mediciones			Media	Rango
1	8.5	8.5	8.4	8.467	0.100
2	8.5	8.5	8.4	8.467	0.100
3	8.7	8.5	8.4	8.533	0.300
4	8.5	8.5	8.3	8.433	0.200
5	8.5	8.75	8.5	8.583	0.250
6	8.5	8.5	8.5	8.500	0.000
7	8.5	8.5	8.5	8.500	0.000
8	8.75	8.5	8.4	8.550	0.350
9	8.75	8.5	8.5	8.583	0.250
10	8.5	8.5	8.5	8.500	0.000
11	8.5	8.5	8.75	8.583	0.250
12	8.3	8.25	8.4	8.317	0.100
13	8.5	8.4	8.5	8.467	0.100
14	8.4	8.4	8.5	8.433	0.100
15	8.5	8.4	8.75	8.550	0.350
16	8.5	8.3	8.3	8.367	0.200
17	8.75	8.5	8.6	8.617	0.250
18	8.5	8.5	8.5	8.500	0.000
19	8.5	8.5	8.3	8.433	0.200
20	8.5	8.4	8.5	8.467	0.100
21	8.5	8.5	8.4	8.467	0.100
22	8.35	8.5	8.5	8.450	0.150
23	8.4	8.75	8.5	8.550	0.350
24	8.35	8.3	8.5	8.383	0.200
25	8.5	8.6	8.5	8.533	0.100
26	8.4	8.5	8.7	8.533	0.300
27	8.4	8.6	8.5	8.500	0.200
28	8.5	8.7	8.5	8.567	0.200
29	8.5	8.65	8.5	8.550	0.150
30	8.5	8.5	8.5	8.500	0.000

$\Sigma=254.883$ $\Sigma=4.950$

Fórmulas

Se procede de la misma forma como lo hicimos en el ejercicio anterior.

Media de medias = $254.883 / 30 = 8.496$

Rango medio = $4.95 / 30 = 0.165$

Gráfico de medias

Gráfico de rangos

$$LSC = \bar{X} + A_2 R$$

$$LCC = \bar{X}$$

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

$$LSC = D_4 * R$$

$$LCC = R$$

$$LIC = D_3 * R$$

En la tabla de factores se encuentran los valores para los factores correspondientes a un subgrupo de tamaño 3 (n):

$$A_2 = 1.023$$

$$D_3 = 0$$

$$D_4 = 2.574$$

$$d_2 = 1.693$$

Posteriormente se obtuvieron los siguientes resultados de la utilización de las fórmulas anteriormente descritas

Para el gráfico de medias:

$$LSC = 8.664$$

$$LIC = 8.327$$

Para el gráfico de rangos:

$$LSC = 0.424$$

$$LIC = 0.0$$

Con los datos obtenidos por el uso de estas fórmulas procedemos a realizar los correspondientes gráficos tanto el de rangos como el de medias.

Figura 9. Grafico de rangos en corte (ancho)

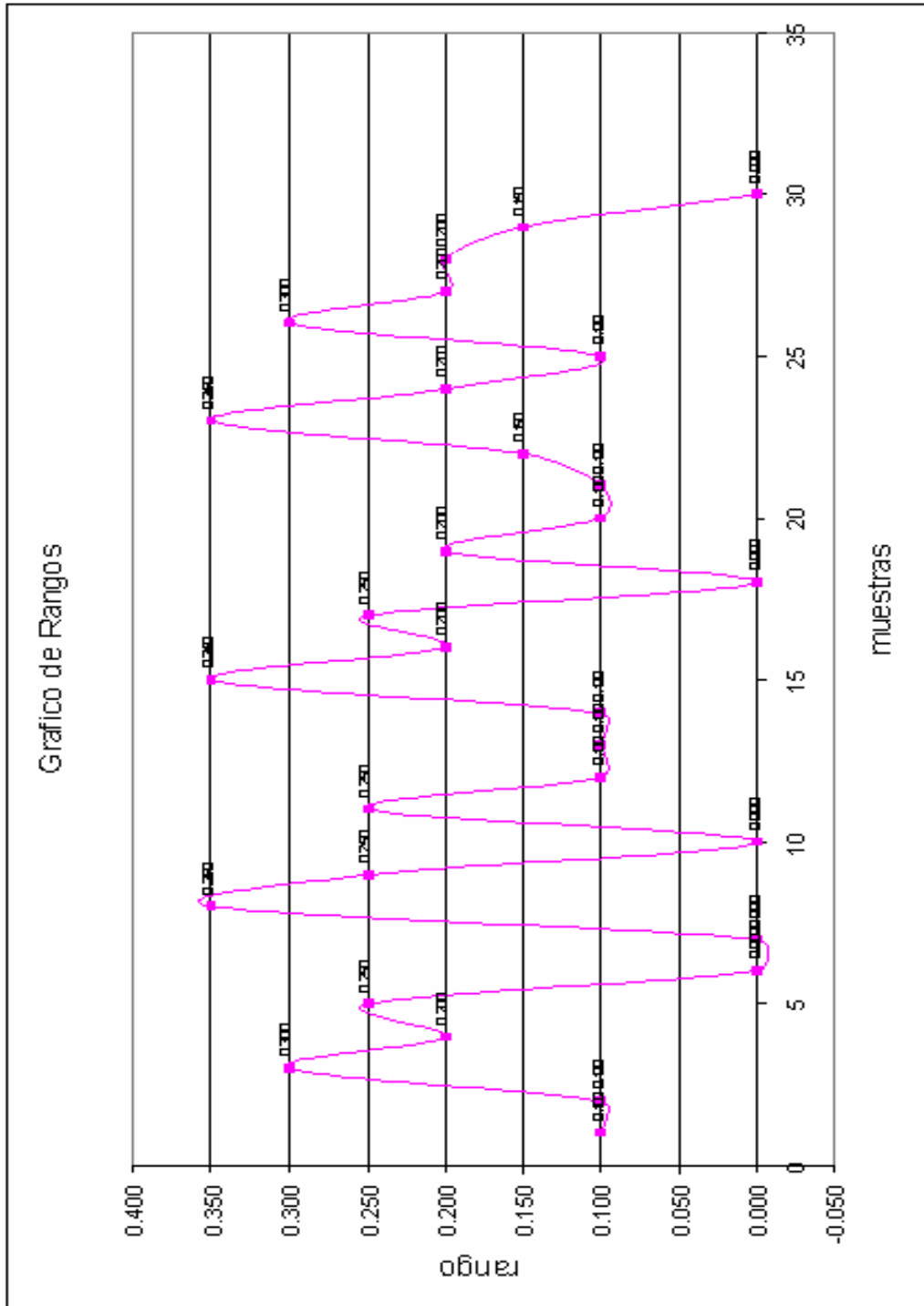


Figura 10. Gráfico de medias en corte (ancho)

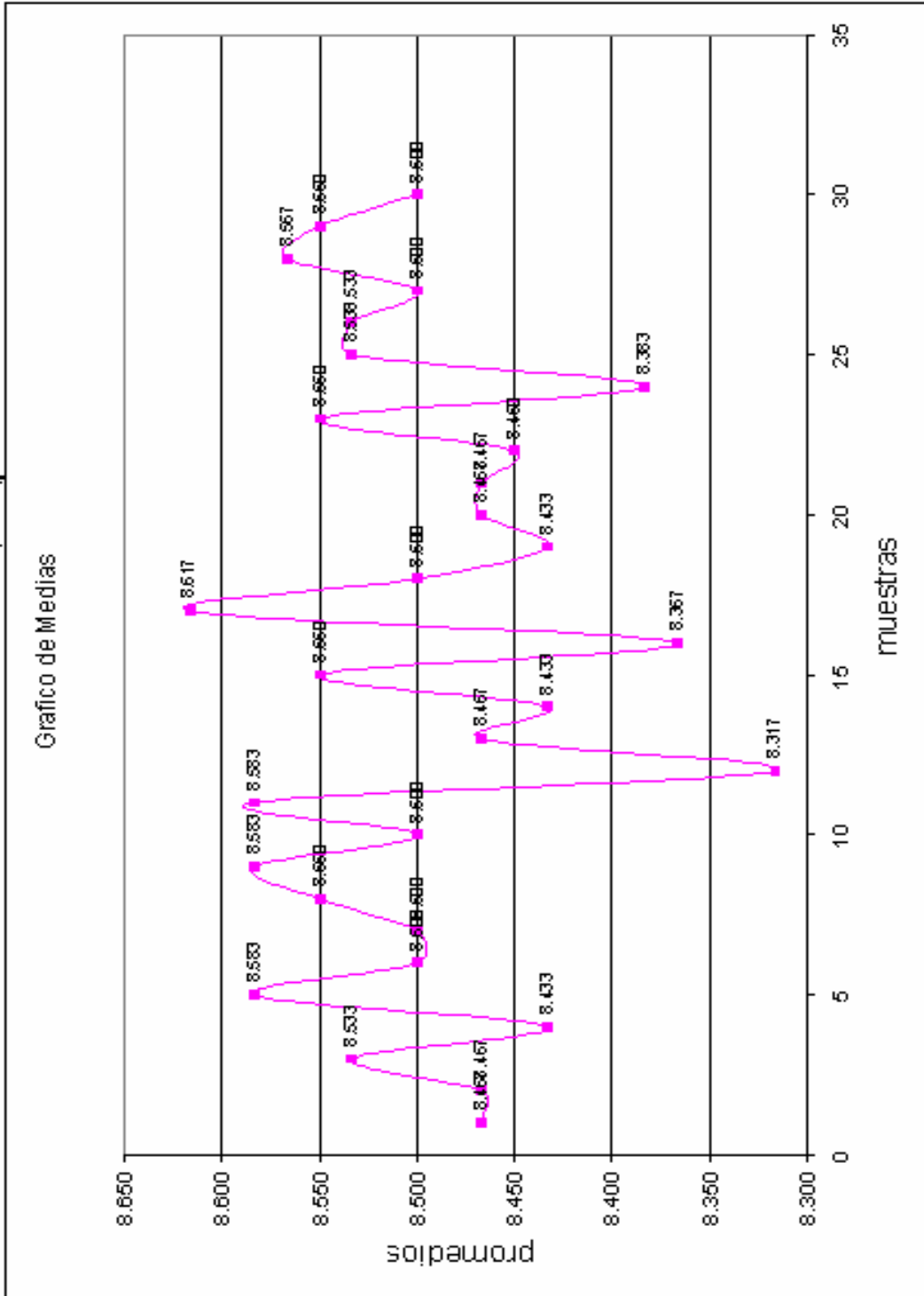


Gráfico de proceso para los anchos de la bolsa

$$\sigma = R / d2 = 0.165 / 1.693 = 0.0974$$

$$LSP = X + 3\sigma = 8.496 + 3 * 0.0974 = 8.788$$

$$LCP = X = 8.496$$

$$LIP = X - 3\sigma = 8.496 - 3 * 0.0974 = 8.2038$$

En tanto que los límites de especificación dados al inicio quedan de la siguiente forma

$$LSE = 9.35$$

$$LCE = 8.5$$

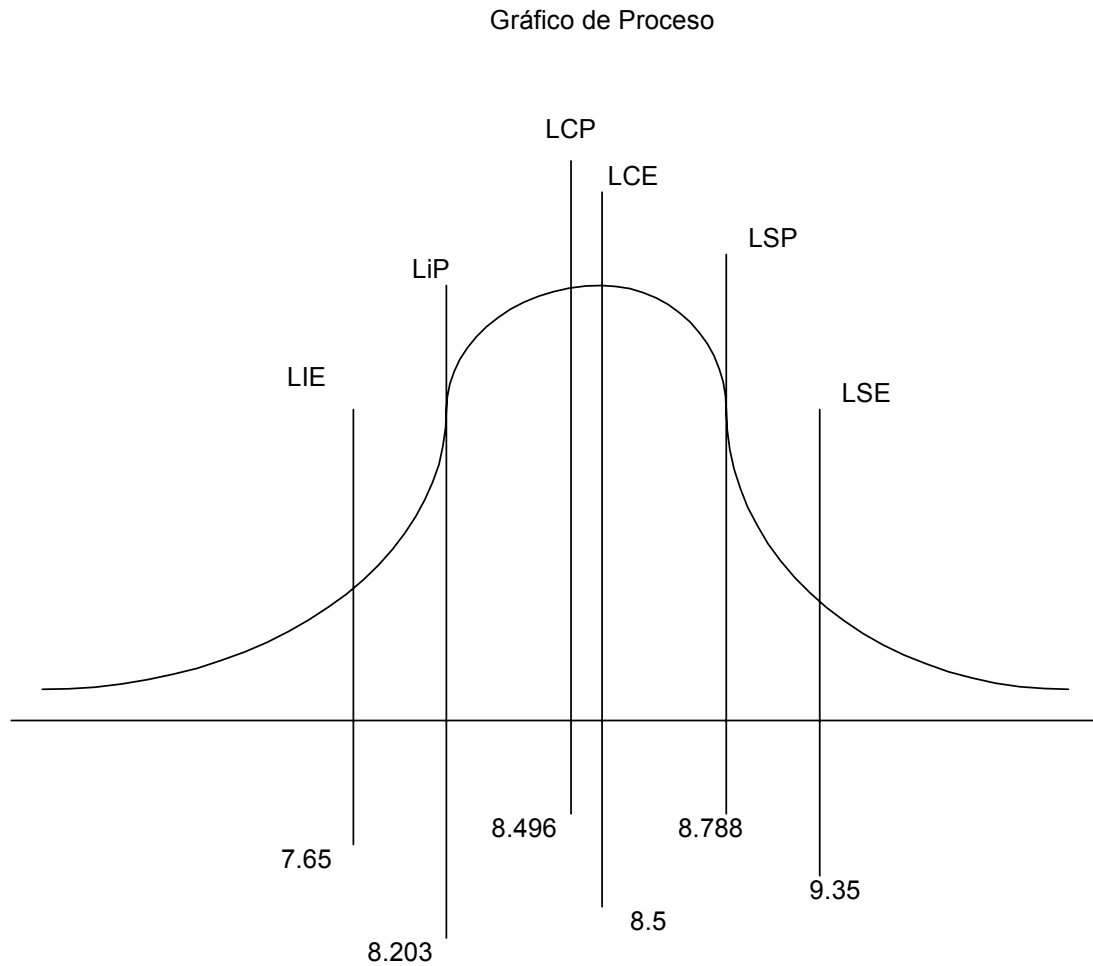
$$LIE = 7.65$$

Se calcula el RCP de la siguiente forma, para determinar la relación capacidad proceso.

$$RCP = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} = \frac{9.35 - 7.65}{6 * 0.0974} = 2.9089$$

Lo cual indica que el proceso sí está en capacidad de cumplir con las especificaciones solicitadas por los clientes.

Figura 11. Gráfico de proceso en corte (anchos)



Como se puede observar a través del gráfico de proceso, los límites del proceso se encuentran dentro de los límites de especificación. Esto indica que el proceso si es capaz de cumplir con las especificaciones solicitadas, pero se tiene que poner atención especial ya que esto se debe principalmente a las medidas que toma la empresa para protegerse.

Tabla III. Datos tabulados (largos)

Muestra	Mediciones			Media	Rango
1	13	13.25	13.25	13.167	0.250
2	13.25	13.5	13.5	13.417	0.250
3	13	13.3	13.75	13.350	0.450
4	13	13.5	13.5	13.333	0.500
5	13	13.25	13.5	13.250	0.500
6	13	13.4	13.5	13.300	0.500
7	13	13.5	13.6	13.367	0.600
8	13	13.3	13.6	13.300	0.600
9	13.25	13.5	13.5	13.417	0.250
10	13	13.5	13.5	13.333	0.500
11	13	13.5	13.25	13.250	0.500
12	13.25	13.25	13.5	13.333	0.250
13	13.1	13.5	13.3	13.300	0.400
14	13.25	13.75	13.5	13.500	0.500
15	13	13.5	13.25	13.250	0.500
16	13	13.5	13.4	13.300	0.500
17	13	13.5	13.5	13.333	0.500
18	13.9	13.6	13.3	13.600	0.600
19	13	13.6	13.5	13.367	0.600
20	13	13.5	13	13.167	0.500
21	13.25	13.5	13.25	13.333	0.250
22	13	13.25	13	13.083	0.250
23	13.1	13.25	13.25	13.200	0.150
24	13.25	13	13	13.083	0.250
25	13	13.5	13	13.167	0.500
26	13.1	13.45	13	13.183	0.450
27	13	13.4	13	13.133	0.400
28	13.25	13.6	13	13.283	0.600
29	13	13.3	13	13.100	0.300
30	13	13.5	13.25	13.250	0.500

$\Sigma=398.450$ $\Sigma=12.900$

Media de medias = $398.45 / 30 = 13.281$

Rango medio = $12.9 / 30 = 0.43$

Gráfico de medias

$$LSC = \bar{X} + A_2 \bar{R}$$

$$LCC = \bar{X}$$

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

Gráfico de rangos

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

$$LCC = \bar{R}$$

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

En la tabla de factores se encuentran los valores para los factores correspondientes a un subgrupo de tamaño 3 (n):

$$A_2 = 1.023$$

$$D_3 = 0$$

$$D_4 = 2.574$$

$$d_2 = 1.693$$

Posteriormente se obtuvieron los siguientes resultados utilizando las fórmulas anteriormente descritas:

Para el gráfico de medias:

$$LSC = 13.720$$

$$LIC = 12.841$$

Para el gráfico de rangos:

$$LSC = 1.106$$

$$LIC = 0.0$$

Con los datos obtenidos por el uso de estas fórmulas se procede a realizar los correspondientes gráficos tanto el de rangos como el de medias.

Figura 12. Grafico de rangos en corte (largo)

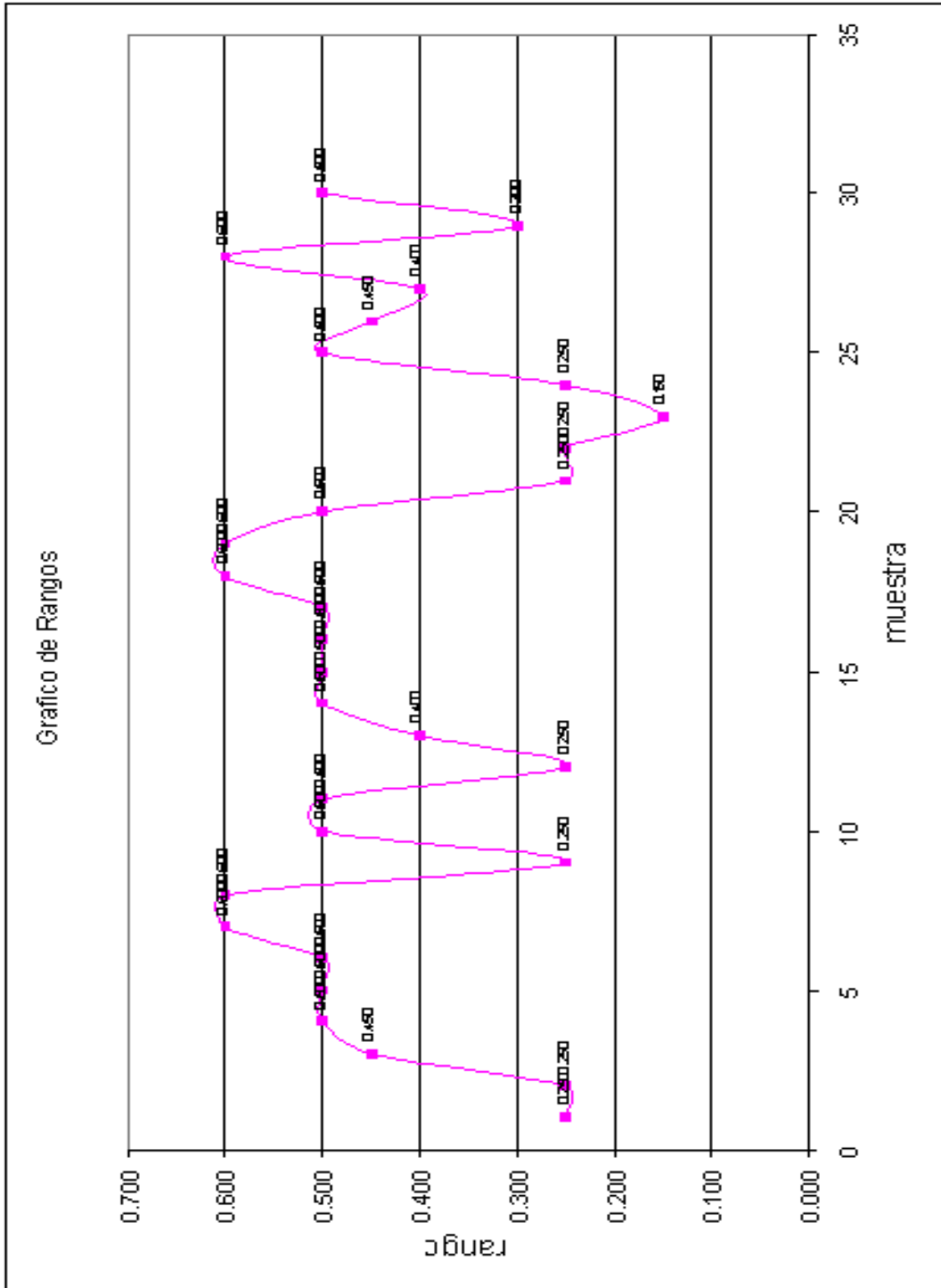
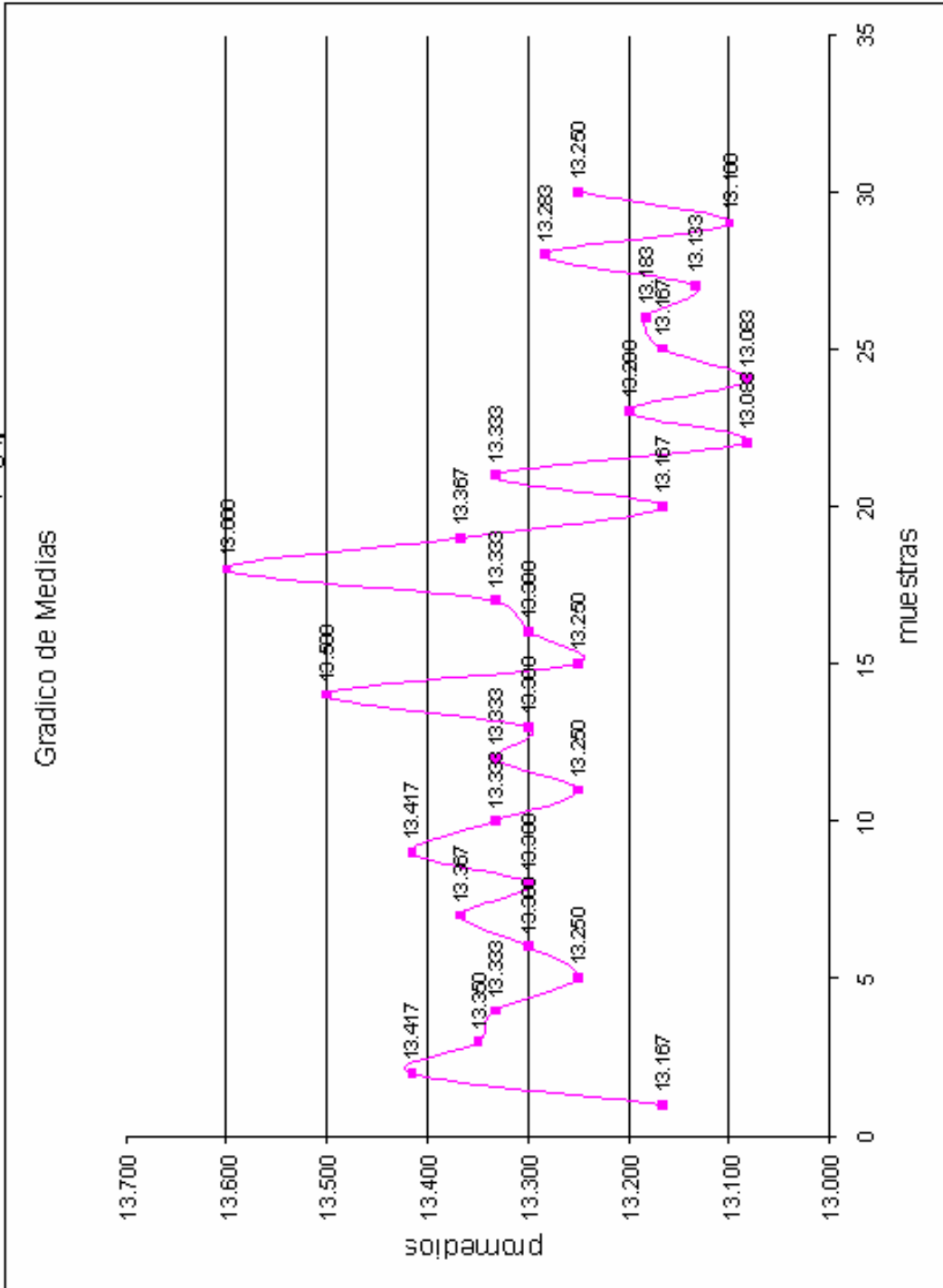


Figura 13. Gráfico de medias en corte (largo)



Los gráficos de rango y de medias indican que el proceso si se encuentra bajo control.

Gráfico de proceso para los largos de la bolsa

$$\sigma = R / d_2 = 0.43 / 1.693 = 0.253$$

$$LSP = X + 3\sigma = 13.281 + 3 * 0.253 = 14.04$$

$$LCP = X = 13.281$$

$$LIP = X - 3\sigma = 13.281 - 3 * 0.253 = 12.522$$

En tanto que los límites de especificación dados al inicio quedan de la siguiente forma:

$$LSE = 15.125$$

$$LCE = 13.75$$

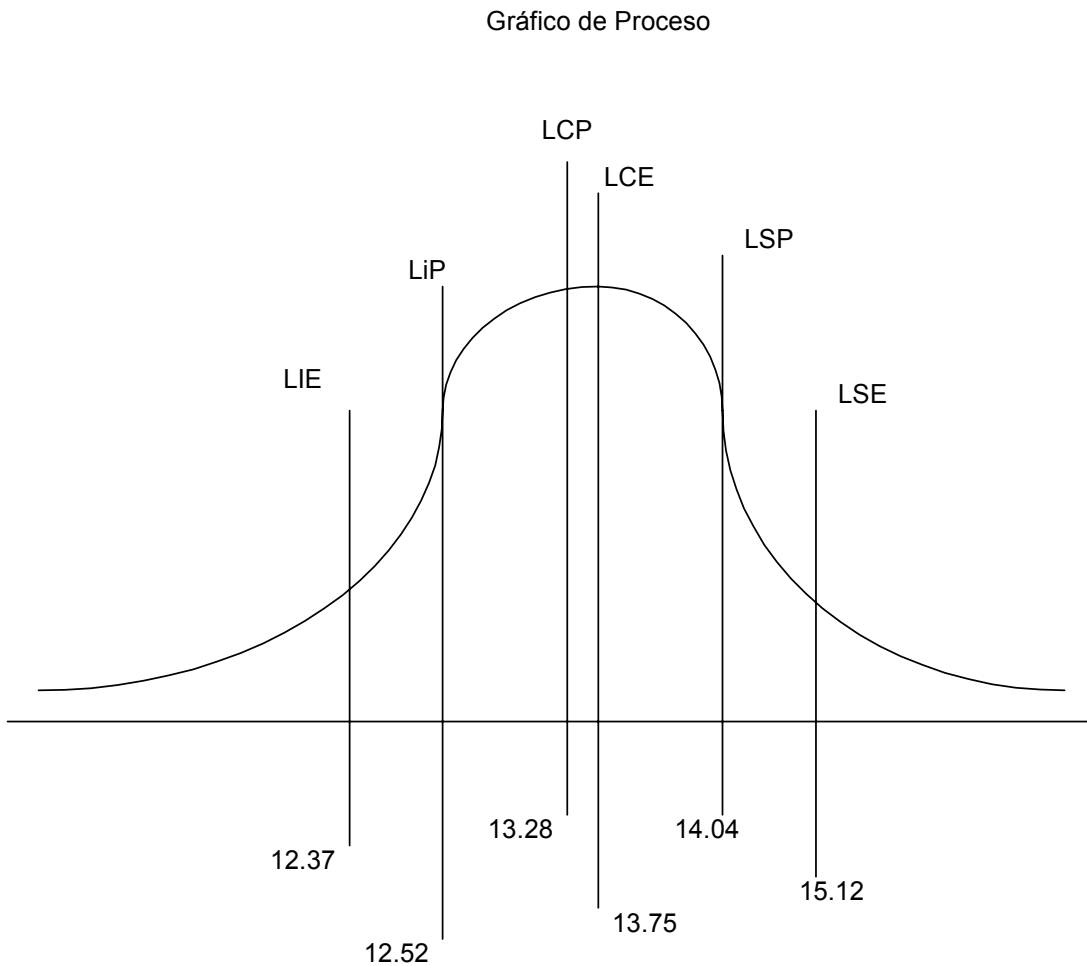
$$LIE = 12.375$$

Se calcula el RCP de la siguiente forma, para determinar la relación capacidad proceso.

$$RCP = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} = \frac{15.125 - 12.375}{6 * 0.253} = 1.811$$

Lo cual indica que el proceso si está en capacidad de cumplir con las especificaciones solicitadas por los clientes. Ver figura 14.

Figura 14. Gráfico de proceso en corte (largo)



Se puede observar a través del gráfico de proceso, que los límites del proceso se encuentran dentro de los límites de especificación. Esto indica que el proceso si es capaz de cumplir con las especificaciones solicitadas, pero se tiene que poner atención especial ya que esto se debe principalmente a las medidas que toma la empresa para protegerse.

4.2 Análisis y discusión de resultados en el proceso de la elaboración de bolsas plásticas

4.2.1 Gráficos de control en extrusión

Del gráfico de medias de calibres se puede observar que los puntos se encuentran dentro de control a excepción de un punto que se encuentra por debajo del límite inferior de control. La existencia de este punto da la pauta a pensar que existe un cambio en el nivel del proceso, pero no siempre es así que un punto se encuentre fuera y genere un cambio, en ocasiones estos puntos no son significativos para tomarse en cuenta. Se puede determinar que aunque el gráfico se encuentra dentro de los límites existe la posibilidad de que se esté dando producto defectuoso en el proceso. Esta variación que se está dando en el gráfico puede ser causa de los cambios de temperatura en el ambiente, algún tipo de material que pudo haber causado la variación, o algún imprevisto no muy grande en la maquinaria.

Otro aspecto importante es que el gráfico de medias de calibres no presenta ninguna tendencia en el proceso, esto quiere decir que el proceso se encuentra estadísticamente bajo control. Esto es bueno pues da la pauta a seguir trabajando como se ha estado haciendo, pero hay que considerar que no siempre el proceso se encuentre bajo control estadístico, no hay que hacer revisiones para ver si este se mantiene o existe un cambio aunque sea leve.

Del gráfico de rangos de calibres, el cual permite ver la variabilidad de proceso, se puede decir que el proceso no presenta una variabilidad preocupante, se encuentra bajo control, y no presenta ninguna anomalía en el proceso.

Antes de comenzar a hacer un análisis del gráfico del proceso hay que hacerse dos preguntas fundamentales sobre este: ¿Está en control estadístico el proceso?, ¿Es capaz de cumplir con las especificaciones? Dependiendo del tipo de respuesta que se obtenga de estas preguntas será el tipo de proceso que se tenga y por ende el tipo de mejora a realizar.

Para la primera pregunta se obtuvo la respuesta por medio del gráfico de medias y de rangos, y se llegó a la conclusión que el proceso si está bajo control estadístico.

Para contestar a la siguiente pregunta se recurrió a hacer un análisis del gráfico de proceso, de este se puede observar que los límites de especificación se encuentran dentro de los límites de proceso, esto nos dice que existe producto defectuoso que se está produciendo, aunque el límite central de proceso se encuentra muy cercano al límite central de especificación, existe una gran variación respecto a los límites inferior y superior de especificación con los del proceso. Por lo que se determina que el proceso no es capaz de producir con cero defectos. Además, el resultado que se obtuvo del RCP indica que en realidad el proceso no puede cumplir con las especificaciones solicitadas.

Se determina que el proceso está produciendo un 35.47% de producto defectuoso lo cual es una cantidad significativa y por ende se concluye que aunque el proceso sea estable, no tiene capacidad y se seguirá produciendo con este porcentaje de defectos y puede llegar a que esta cantidad se incremente y se pierda la estabilidad del proceso.

4.2.2 Gráficos de control en corte

Ya que se ha analizado la parte del calibre veremos a continuación a las otras dos características importantes en la producción de bolsas plásticas, el ancho y el largo. Al igual que con el calibre se realizarán gráficos de medias y de rangos.

Sobre el ancho de las bolsas determinamos que el proceso si está trabajando bien a excepción de dos puntos que se salen de los parámetros indicados, el gráfico no muestra alguna tendencia alguna y la mayoría de los puntos se encuentran fuera del límite central. Con lo que respecta a los rangos de los anchos si existe una diferencia grande entre estos pero ningún punto alcanza pasar el límite superior y el inferior.

Del gráfico de medias de los largos de las bolsas, se determina que después del calibre es la parte que más problema pueda causar. El gráfico de medias de los largos indica que sí existe una variación grande en el proceso tanto así que las muestras nunca llegaron cerca de la especificación solicitada, al contrario siempre el largo fue menor en todas las mediciones. Es preocupante cuando se está trabajando de una forma errónea y se cree que es la forma correcta.

Del gráfico de proceso se determinó que el proceso sí es capaz de laborar dentro de las especificaciones solicitadas. Pero se debe recordar que del gráfico de medias demuestra lo contrario. Además, el proceso si está cumpliendo ya que las normas que tiene la empresa la protegen y hacen dar la falsa imagen que se está laborando en una forma adecuada.

Como se ha podido determinar las empresas juegan muchas veces con las especificaciones que solicitan y los márgenes que dan para que el proceso se encuentre dentro de control y a la vez éste sea capaz de cumplir. En este caso se ha podido ver que un gráfico indica que el proceso es capaz pero en el otro gráfico demuestra lo contrario.

4.3 Adiestrar y concienciar al personal sobre la calidad

Cada industria debe de tener sus propios planes acerca del adiestramiento del personal que interviene en la calidad. El propósito de estos planes es enseñar al personal las diferentes etapas del proceso en la elaboración de algún producto.

En el momento que se está adiestrando al personal acerca de la calidad debe de buscarse que éste entienda el concepto y que no lo asimile de una forma errónea como sucede muchas veces, a la hora de adiestrar se busca que el individuo vaya formando una conciencia acerca de lo que es la calidad y que se le está enseñando para que el lo haga de una forma en la que pueda razonar y decir que si la calidad no mejora ocasionará muchos daños a la empresa.

En el momento del adiestramiento inicial se debe de buscar a las personas más cercanas a la empresa emocionalmente pues éstas captarán de una forma más rápida y después estas mismas personas deben de transmitir a los demás la misma forma de pensar acerca de la calidad.

Uno de los principales objetivos del adiestramiento en la calidad es tener un control amplio y adecuado del proceso y para esto se debe saber qué medir, cuándo medir y cómo medir y así mismo con que instrumento medir.

En nuestro caso se sugiere que el adiestramiento que se le dé al personal se realice por etapas y en intervalos de tiempo en los cuales no se afecte a la producción y al personal. Como se mencionó anteriormente se aconseja que los primeros en recibir este adiestramiento sea el personal más antiguo y que esté emocionalmente más vinculado con la empresa. No se debe de realizar el mismo adiestramiento para todos los puestos se debe de iniciar en un departamento e ir gradualmente hasta concluirlo, para luego pasar al siguiente departamento.

Aunque muchos creen que el adiestramiento para el personal es un gasto innecesario y que no sirve de nada, se ha demostrado que este pensamiento es erróneo. Ya que al adiestrar al personal y concienciarlo de la situación y de lo que éste debe de realizar, se está motivando psicológicamente al mismo en el sentido que se le demuestra que es parte importante de la empresa y que que su trabajo sea más fructífero. El personal llega a involucrarse más con lo que se le esta solicitando y después juega un papel importante dentro de la empresa. Una de las razones es que estos explican al personal de nuevo ingreso como es la empresa y que es lo que se necesita que le den a la misma.

5 MEJORA CONTINUA

Con la mejora continua se pretende que la búsqueda y la permanencia de la calidad esté siempre presente en todo proceso y por esta razón se agrega este capítulo al trabajo.

5.1 Auditorías de calidad

Auditoría de calidad es un examen sistemático e independiente para determinar si las actividades de calidad y sus resultados cumplen con las disposiciones preestablecidas y si éstas son implantadas eficazmente y son adecuadas para alcanzar los objetivos.

Las auditorías de calidad se aplican para verificar que todas las actividades que afectan la calidad se están llevando a cabo bajo los procedimientos o controles para ellas. También se aplican directamente a los productos para verificar la calidad que se está alcanzando en ellos.

5.1.1 Auditorías internas

Las auditorías internas de calidad son una herramienta esencial y fundamental en el diseño, implementación y verificación de sistemas de calidad, bajo el esquema ISO 9000. A través de su desarrollo se puede observar el comportamiento.

Los objetivos de una auditoría de calidad se pueden catalogar en

- Detectar la eficacia para cumplir los objetivos específicos del sistema de calidad.
- Verificar la implementación de acciones correctivas.
- Detectar desviaciones y/o deficiencias
- Dar retroalimentación a la gerencia.
- Determinar si la organización auditada cumple con lo establecido en su manual y procedimientos.
- Comprobar si el sistema implementado corresponde con el modelo de sistema de calidad escogido (Norma ISO 9001, 9002, 9003).

Un aspecto importante debe ser que la auditoría no es sinónimo de inspección, o de supervisión, las cuales se llevan a cabo con el único propósito de controlar un proceso o verificar la conformidad de un producto.

La auditoría solo reporta los resultados del elemento detectado como insatisfactorio.

La auditoría está dirigida a la alta dirección para su evaluación y la toma de acciones correctivas.

Las auditorías y acciones subsiguientes serán desarrolladas de acuerdo con procedimientos documentados.

Las actividades de auditorías deben ser asignadas a personal calificado y/o certificado que no sea responsable del área a auditar. La ejecución de la auditoría de calidad debe ser efectuada de acuerdo con listas de verificación las cuales establezcan las características esenciales.

Los resultados de las auditorías deben documentarse y transmitirse al responsable del área auditada.

El personal responsable del área auditada debe tomar, en el momento oportuno, las acciones correctivas necesarias para subsanar las deficiencias puestas de manifiesto por las auditorías.

5.2 Acciones correctivas y registro de información

El hecho de establecer nuevos sistemas en el control de calidad y seguir estos sistemas al pie de la letra no garantiza que en un futuro, no surjan problemas con los mismos. Por tal razón, es necesario establecer acciones correctivas y llevar un buen registro de la información, esto es contar con un historial dentro de la planta con el propósito de tener información, del porqué de los problemas, porqué sólo se disminuyen y no desaparecen o porqué vuelven a aparecer después de un tiempo.

En esta parte es necesario tener mucho cuidado pues no se debe atacar el problema si no que encontrar la raíz del mismo y destruirlo. Ya que si sólo se interesa por el problema y su solución se realizará un ataque superficial, lo cual mas adelante traerá consigo mayores problemas o las consecuencias serán más grandes.

Las acciones correctivas no se realizaran, por el hecho que hay que hacerlas, si no que tendrán una justificación adecuada. Otro factor muy importante es hacer que el personal registre todo lo sucedido durante el proceso, ya que dichos registros formarán el historial de referencia y con base en estos se podrán estudiar los problemas y así resolverse desde la raíz como se mencionó anteriormente.

Las acciones correctivas que se sugieren dentro de la planta son utilizar de una forma más eficiente las hojas de verificación ya que estas hojas al estar llenas contienen toda la información necesaria para poder realizar cambios, seguir tendencias y realizar análisis.

Las mejoras en las condiciones ambientales dentro de la empresa son necesarias pues como se expuso en capítulos anteriores, de esto depende mucho la calidad de la producción de las bolsas plásticas.

Motivar al personal no sólo hace que alcancen los objetivos trazados por la empresa sino que les llena de satisfacción el ser recompensados por el trabajo que realizan.

Otra de las acciones correctivas es definir la función de las personas que están controlando la calidad, pues como se ha dicho ellos son los principales responsables de ésta.

5.3 Relaciones con los clientes

El consumidor es el único motivo por lo que se fabrica un producto y se hace este producto con las cualidades y requisitos que exija el consumidor.

Por esta razón las empresas deben mantenerse informadas de qué es lo que el consumidor busca o quiere en los productos.

La información requerida muchas veces llega por el departamento de ventas y se depende de ella para que en producción se puedan tomar decisiones.

Algunas empresas no ponen interés en esta parte, sin el consumidor no se fabrica nada así es que hay que cumplir con sus deseos. Puesto que ellos son los que mantienen a la empresa dentro del mercado.

Otro factor importante es que hay que tomar en serio los reclamos y quejas que presentan los consumidores. Para esto hay que tener buena comunicación con ellos y poder explicar de una forma satisfactoria el porqué de las fallas y lo que se realizará para que no se repita el suceso. Para los reclamos de los clientes es necesario llevar registro también pues con esto se llevará un mejor control.

CONCLUSIONES

1. El acelerado avance en los negocios y el mercado global al igual que clientes mas exigentes han motivado a las empresas productoras de bolsas plásticas a crear sistemas de control de calidad, pero lastimosamente estos controles no han sido lo suficientemente amplios para cubrir todas la áreas en las cuales se padece, tal es el caso de la empresa que se tomó como ejemplo.
2. Las empresas crearon sistemas de control de calidad, y los diseñaron de una forma correcta, tan correcta que se omiten ciertas normas o lineamientos y se cae en una burocracia absurda que en lugar de ayudar más bien perjudica el avance de las empresas en este sector, y los parámetros que en realidad se deben de seguir no son seguidos por nadie.
3. Durante el proceso de elaboración de bolsas plásticas se pudieron detectar los puntos críticos del proceso los cuales son: extrusión y corte, por lo que es importante tenerlos controlados. Estos puntos se calificaron así por la sencilla razón de que si una bolsa no tiene el calibre, ancho y largo especificado además de un buen sello no puede satisfacer las necesidades del cliente.
4. La forma más efectiva para mejorar la calidad dentro de la empresa es por medio del desarrollo del recurso humano que labora dentro de la misma, si no se capacita al personal y se le hace conciencia en la calidad éste no pondrá interés en su trabajo, problema del cual se padece en la actualidad.

5. El control de calidad no es un gasto, que no se paga, como piensan la mayoría de las empresas, por el contrario de el depende la existencia de la empresa y de sus productos en el mercado.
6. Las empresas tienen que tener un entorno de trabajo saludable y agradable esto con el sólo propósito de alcanzar una calida deseada y satisfactoria. Además, un buen entorno reduce la rotación de personal.
7. El personal no está involucrado totalmente a ayudar en el control de calidad del proceso entero, por lo que se necesita que se le dé mayor importancia a esta parte, pues si el personal no está motivado y no quiere formar parte del cambio nada sucederá.

RECOMENDACIONES

1. Es necesaria la capacitación de personal, en las empresas de fabricación de bolsas, en nuevos procesos y técnicas en estos días para poder ser una empresa competitiva a nivel global. Además, hay que recordar que el recurso humano es factor clave en toda empresa.
2. Se debe recordar que no sólo con la capacitación el personal de calidad puede resolver un problema, es necesario que la dirección a cargo los apoye y les brinde el equipo necesario. La búsqueda de la calidad total necesita del respaldo del más alto nivel ejecutivo y cambios en la cultura y organización.
3. No se deben descuidar extrusión y corte, esto no quiere decir que no se deba de poner atención en otras partes del mismo, lo único es que se debe de dar prioridad a estas dos partes del proceso.
4. Eliminar muchos protocolos innecesarios para el control de la calidad en el proceso. Pero esta eliminación no quiere decir que se dejen de realizar actividades que sí son necesarios y que se deben de realizar siempre y documentar.
5. Mejorar las condiciones ambientales de trabajo para toda empresa que se dedica a la producción de bolsas plásticas. Es necesario porque aunque se cuente con el mejor personal y se le dé la mejor capacitación no servirá de nada si el personal no se siente seguro y cómodo dentro de la empresa.

6. Mantener una buena unidad por departamentos y entre ellos es necesario ya que en muchas ocasiones el personal de un departamento no hace bien su parte del proceso, con la esperanza de que el siguiente departamento repare el daño hecho por el anterior.

7. Crear un archivo en el cual se registre y se lleve un historial de todos los productos, con el fin de que se puedan hacer cambios basados en este registro para hacer mejoras al proceso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Deming, W. E. **Calidad, productividad y competitividad**. Madrid: Díaz de Santos. 1989.
2. Douglas C. Montgomery. **Control estadístico de la calidad**. Mexico, D.F. Grupo editorial Iberoamericana. 1991. 650 pp
3. Gutiérrez Pulido, Humberto. **Calidad total y productividad**. Edición revisada. México: Editorial McGraw-Hill, 2001. 401pp.
4. Montgomery, Douglas & Runger, George. **Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería**. México: McGraw-Hill Interamericana de México. 1996. 644 pp.
5. Murga Gunther, Franklin Roberto. Desarrollo de un método funcional de control de calidad en la industria a nivel centroamericano. Tesis Ing. Químico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1971. 102 pp.
6. Niebel, Benjamín. **Ingeniería industrial, métodos, tiempos y movimientos**. 9na Edición. México: Alfa y Omega grupo editor, S.A. de C.V. 1996. 1130 pp.
7. Pocasangre Barquero, Jaime Antonio. Técnicas para mejorar la calidad en una empresa. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1984. 126 pp.
8. Schroeder, Roger G. **Administración de operaciones**. 3era. edición. México: Editorial McGraw-Hill, 1999. 855 pp.

ANEXOS

Figura 15. Características de la distribución normal en procesos

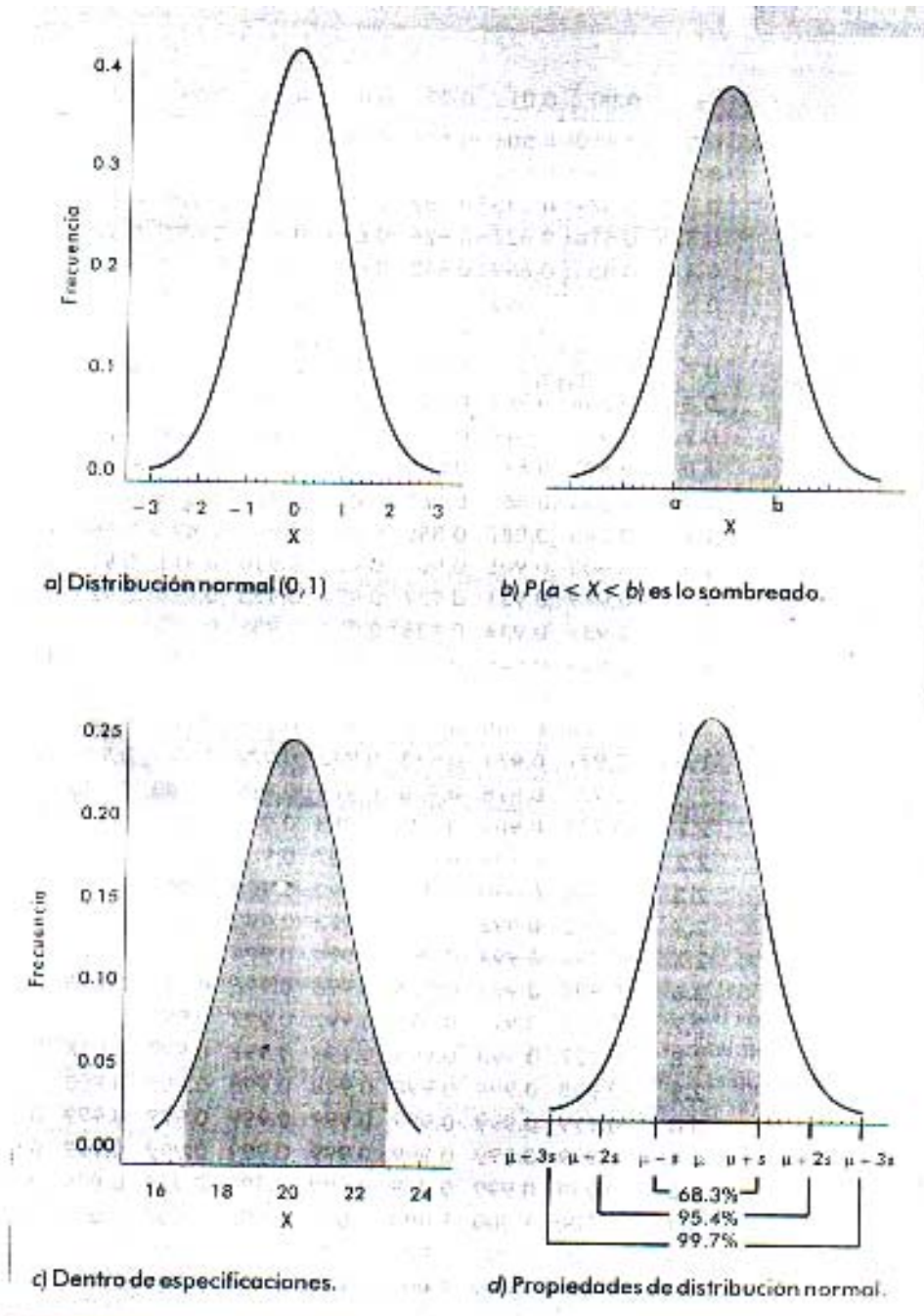


Tabla IV. Factores para la construcción de cartas de control

Factores para la construcción de las cartas de control.				
Tamaño de la muestra, n	Carta X	Carta R		Estimación de σ
	A_2	D_3	D_4	d_2
2	1.880	0	3.267	1.128
3	1.023	0	2.575	1.693
4	0.729	0	2.282	2.059
5	0.577	0	2.115	2.326
6	0.483	0	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
11	0.285	0.256	1.744	3.173
12	0.266	0.283	1.717	3.258
13	0.249	0.307	1.693	3.336
14	0.235	0.328	1.672	3.407
15	0.223	0.347	1.653	3.472
16	0.212	0.363	1.637	3.532
17	0.203	0.378	1.622	3.588
18	0.194	0.391	1.608	3.640
19	0.187	0.403	1.597	3.689
20	0.180	0.415	1.585	3.735
25	0.153	0.459	1.541	3.931

Fuente: Gutierrez Pulido, **Calidad Total y Productividad**, pagina 387

Figura 16. Algunos procesos típicos

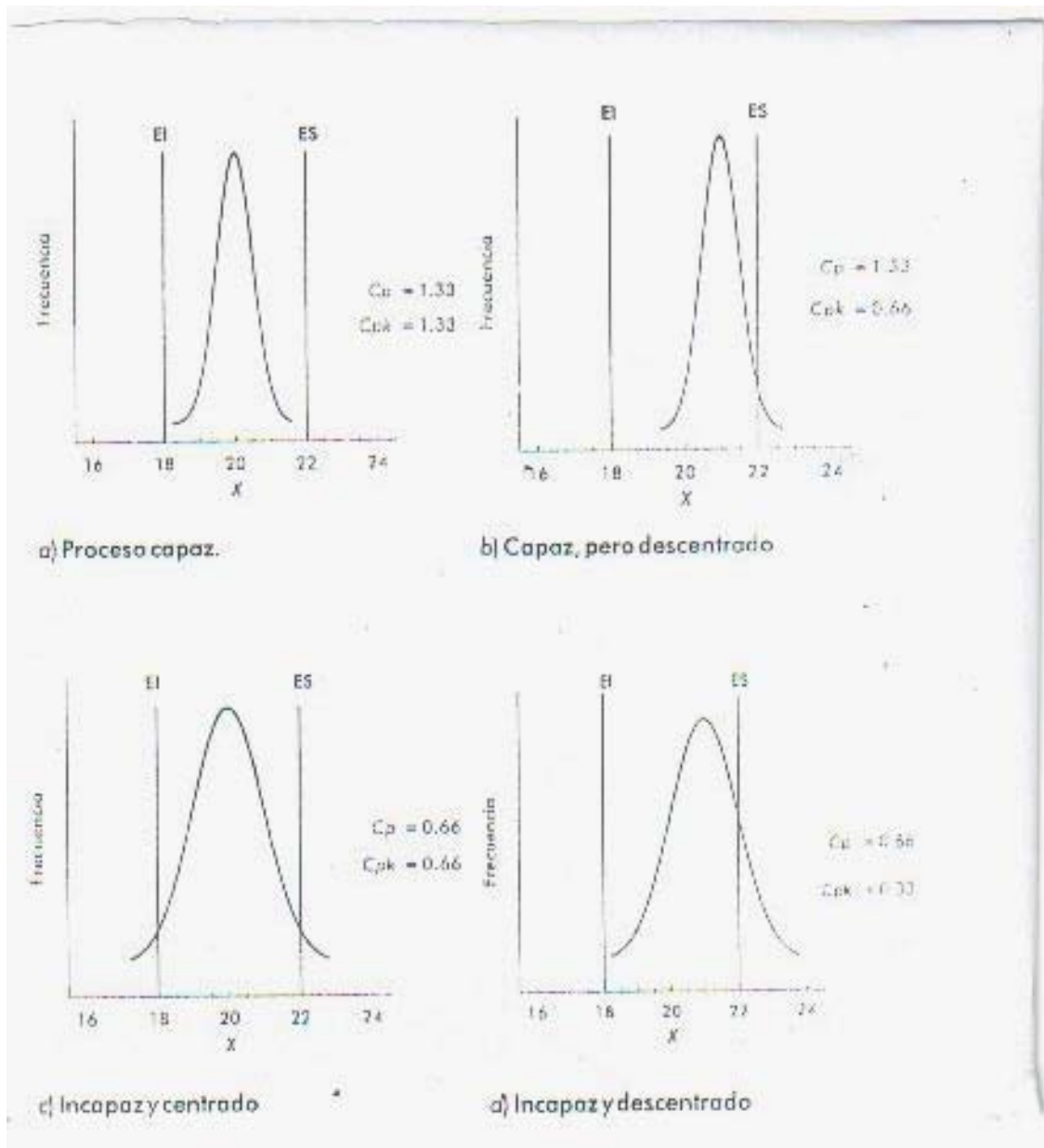


Figura 17. Administración de la calidad total

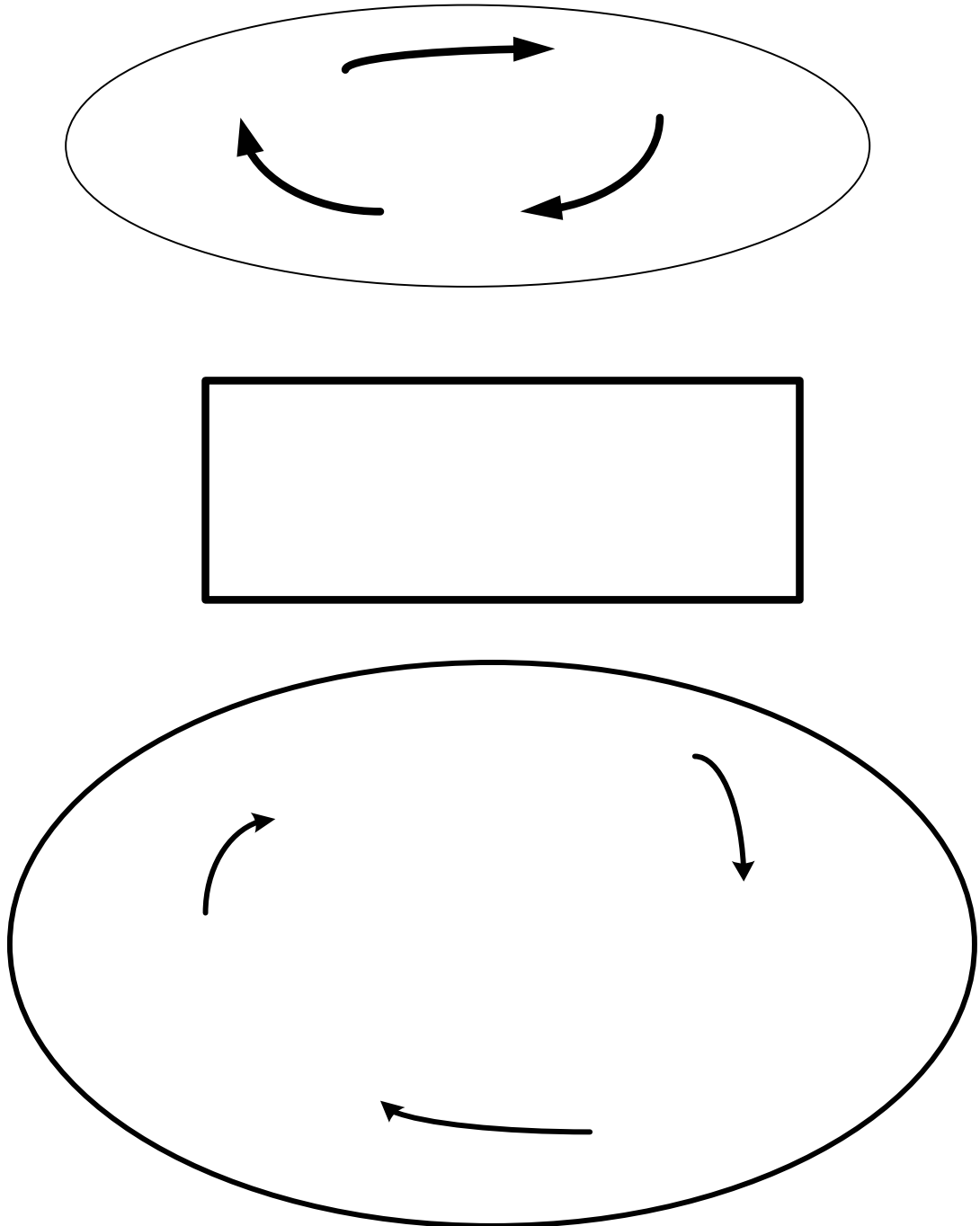
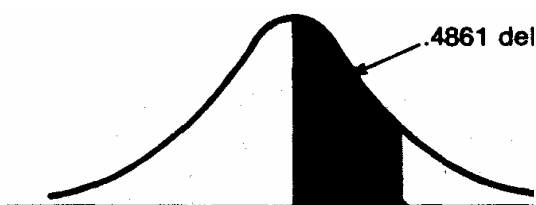


Tabla V. Áreas bajo la distribución normal estándar de probabilidad entre la media y los valores positivos de z*



EJEMPLO: para calcular el área bajo la curva entre la media y un punto a 2.2 desviaciones estándar a la derecha de la media, se busca el valor opuesto 2.2 en la Tabla; .4861 del área bajo la curva se encuentra entre la media y un valor Z de 2.2.

Z.	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990

* Según Sobert D. Mason, *Essentials of Statistics*, © 1976, p. 307. Reimpreso con autorización de Prentice-Hall, inc., Englewood Cliffs, N. J.

