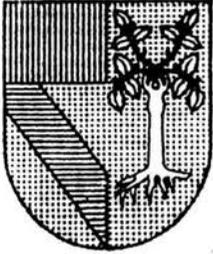


308917



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

APLICACION DE UNA METODOLOGIA DE CALIDAD PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA LINEA DE
ELABORACION DE COBERTURAS DE CHOCOLATE

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

A R E A : I N D U S T R I A L

P R E S E N T A N :

ARGELIA TERESA ANTUNEZ PALACIO

LUIS HUMBERTO REVELES CARAZA

DIRECTOR DE TESIS: ING. RODOLFO BRAVO DE LA PARRA

MEXICO, D.F.

2004.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por darme la oportunidad de vivir.

A todos y cada uno de mis Maestros que dejaron una huella especial en mi desarrollo profesional.

Al Ingeniero Jorge Cebreros Crespo, por todo el apoyo que nos brindó para la realización de este trabajo.

DEDICATORIA:

A mis Padres por tanto sacrificio y esfuerzo durante todos estos años.

A mi Padre por enseñarme el camino del trabajo duro y dedicado.

A mi Madre por todo su apoyo y consejos, pero sobre todo por tanto amor.

A mi Esposa e hijas por ser mi motor que me mueve todos los días.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL:

A mi Mamá y mis Abuelos por haberme dado la oportunidad de estudiar Ingeniería y en la Universidad Panamericana y porque creyeron en mi en todo momento. Por su apoyo incondicional pero sobretodo por el gran amor que hasta ahora me siguen dando.

DEDICATORIA A LA MAS GRANDE Y MEJOR ABUELA:

Al fin nos vamos a titular, lo que tanto quisiste y no te quedaste a verlo. Aunque no te vea ese gran día se que nos vas a acompañar.

Nani con todo mi cariño te dedico la tesis y el examen para que sigas muy orgullosa de mi.



INDICE

Capítulo 1	Antecedentes de la Empresa	
1.1.	La Empresa.....	4
1.2.	La industria de la confitería.....	5
1.2.1	La industria chocolatera.....	6
Capítulo 2	Generalidades del cacao y del chocolate	
2.1.	Historia del cacao y chocolate.....	8
2.2.	El cacao.....	16
2.2.1.	Botánica del cacao.....	17
2.2.2.	Cultivo del cacao.....	18
2.2.3.	Proceso del cacao.....	19
2.2.3.1	Fermentación.....	20
2.2.3.2.	Secado.....	21
2.2.3.3.	Tostado.....	21
2.2.3.4.	Descascarillado.....	22
2.2.3.5.	Molienda de la almendra.....	23
2.2.3.6.	Alcalinización.....	24
2.2.3.7.	Prensado.....	24
2.2.3.8.	Molienda de la cocoa.....	25
2.3.	Proceso de fabricación de coberturas de chocolate.....	26
2.3.1.	Mezclado.....	27
2.3.2.	Refinado.....	28
2.3.3.	Encochado.....	30
Capítulo 3	Calidad total	
3.1.	Administración de la calidad total.....	32
3.2.	Las 7 herramientas básicas de la calidad.....	36
3.2.1.	Introducción a la estadística.....	36
3.2.1.1.	Medidas de localización o tendencia central.....	38
3.2.1.2.	Medidas de variabilidad o dispersión.....	39



3.2.1.3.	Concepto de variación.....	40
3.2.2.	Diagrama de Pareto.....	41
3.2.2.1.	Como construir un diagrama de Pareto.....	43
3.2.2.2.	Usos del diagrama de Pareto.....	43
3.2.3.	Histograma.....	45
3.2.3.1	Propósitos para construir un histograma.....	47
3.2.4.	Diagrama de Ishikawa o diagrama de causa y efecto.....	47
3.2.5.	Diagrama de dispersión.....	49
3.2.6.	Estratificación.....	51
3.2.7.	Gráficos de control.....	52
3.2.7.1	Tipos de gráficos de control.....	54
3.2.7.2	Usos de las gráficas de control.....	56
3.2.8	Hojas de datos.....	57
3.2.8.1.	El control de calidad y las hojas de datos.....	58
3.2.8.2.	Funciones de las hojas de datos.....	59
3.2.9	Lluvia de ideas.....	60

CAPITULO 4 Metodología del proyecto de calidad

4.1	Introducción a la metodología del proyecto.....	64
4.2	Identificar el problema y escoger uno.....	66
4.3	Comprensión de la situación actual y definición clara del problema.....	68
4.4	Analizar el problema.....	70
4.5	Definir el plan de contramedidas.....	71
4.6	Implementación del plan de contramedidas.....	72
4.7	Confirmar el efecto de la mejora realizada.....	74
4.8	Mantener el efecto de la mejora.....	75
4.9	Revisar los problemas pendientes e iniciar nuevos proyectos.....	76

CAPITULO 5 Aplicación de la metodología del proyecto de calidad

5.1	Organización del equipo.....	78
5.2	Metodología de proyectos aplicada al proceso de fabricación de coberturas.....	79
5.2.1	Identificar problemas y escoger uno.....	79
5.2.2	Comprender la situación actual y describir claramente el problema.....	80
5.2.3	Analizar el problema y sus causas fundamentales.....	84
5.3.1	Definir el plan de contramedidas.....	87
5.3.2	Implementación del plan de contramedidas.....	89
5.3.3	Confirmar el efecto de la mejora realizada.....	94



5.3.4	Mantener el efecto de la mejora.....	105
5.3.5	Revisar los problemas pendientes e iniciar nuevos proyectos.....	106
	Conclusiones.....	107
	Bibliografía.....	111



CAPITULO 1 *ANTECEDENTES DE LA EMPRESA*

1.1 LA EMPRESA.

El presente trabajo se ha realizado en una empresa que se dedica a la producción de dulces y chocolates, en el departamento de producción. Dicha empresa tiene sus orígenes en la década de los sesenta, cuando el grupo al que pertenece pudo observar posibles oportunidades para la venta directa al detallista en lo que a la industria de dulces y chocolates se refiere. Comenzaron dicha idea con una modesta fábrica, con el fin de probar si dichos productos tenían posibilidades de éxito

Para la década de los ochenta se inició la distribución con agencias propias en el D.F. y sur de la República Mexicana, mientras que la manufactura de algunos procesos todavía se realizaban en forma manual.

A finales de esta década, la empresa adquirió una fábrica la cual se dedica a la fabricación de base para goma de mascar y chicles, en diferentes presentaciones y marcas. Para la década de los noventa se construye una nueva planta en la ciudad de San Luis Potosí con la estructura de una fábrica de primer mundo, de esta misma forma se ha venido fortaleciendo la planta de la ciudad de México, donde se han alcanzado avances considerables en la modernidad de las líneas de fabricación. El resultado es: la calidad de los productos a la altura de la competencia internacional.

En el área de exportaciones, se ha penetrado en el mercado mundial y la tendencia es incrementar la participación anualmente. En la actualidad sus productos son vendidos a:



Estados Unidos, Canadá, Nicaragua, Honduras, Guatemala, El Salvador, Brasil, Uruguay, Hungría, Portugal, Rusia, Eslovenia, Taiwan, Corea, Israel y Australia.

Por lo que desde sus inicios hasta la fecha, el crecimiento de la Organización ha permitido contribuir al desarrollo del país con varios miles de empleos directos.

1.2. LA INDUSTRIA DE LA CONFITERIA

La industria confitera goza de pleno crecimiento. A raíz de los tratados de libre comercio entre México y diversos países del mundo este sector tiene muchas posibilidades de crecer, ya que las golosinas mexicanas cada vez son más aceptadas en el extranjero.

Durante los últimos años las importaciones de dulces han disminuido, mientras que las exportaciones de golosinas mexicanas han mostrado un crecimiento sostenido. Durante el año de 1998, la industria confitera a nivel nacional registró un crecimiento en su producción superior al 12 por ciento, al pasar de 97 mil 199 toneladas a 110 mil 801, de acuerdo con la Asociación de Fabricantes de Chocolates, Dulces y Similares. Pero fueron las exportaciones las que registraron un mayor repunte, al pasar de 5 mil 098 toneladas a 15 mil 019, lo que representa un incremento de 194 por ciento en relación a 1998.

El mercado actual de la confitería se estima en 13 mil 814 millones de pesos, el cual está dividido en dos partes: la del azúcar, estimada en 10 mil 505 millones de pesos que constituye el 76 % del mercado y la del chocolate, estimada en 3 mil 309 millones de pesos que constituye el 24 % del mercado restante.



La empresa cuenta con el 14.92 % del mercado de la confitería; aproximadamente 1 mil 568 millones de pesos, del cual participa con el 8 % del mercado del azúcar de la confitería y con el 22 % del mercado de chocolate de la confitería.

El líder del mercado cuenta con el 16.73 % del mercado de la confitería; aproximadamente 2 mil 311 millones de pesos, del cual participa con el 22 % del mercado del azúcar de la confitería y sin participación en el mercado de chocolate de la confitería.

Otras dos empresas cuentan respectivamente con el 8.28% y el 4.07% del mercado. Siendo la primera con el 9% del mercado del azúcar de la confitería y el 6 % del mercado de chocolate de la confitería. Mientras que la segunda empresa sólo cuenta con el 17 % del mercado de chocolate de la confitería.

1.2.1 LA INDUSTRIA CHOCOLATERA.

La industria chocolatera nacional vive una de sus peores crisis de los últimos años debido a la falta de cacao en el país. La cosecha de cacao de este año no será suficiente para la demanda total del sector porque los problemas climatológicos afectaron la siembra del grano.

En promedio, anualmente la demanda de cacao por parte de la industria chocolatera asciende a 35 mil toneladas, pero en los últimos años el mercado registra una mayor demanda. Según cálculos de los fabricantes, la producción nacional de cacao este año será inferior a las 25 mil toneladas. Para abatir dicho problema, la Secofi autorizó en el 2000 cupos de importación por 10 mil toneladas de cacao. Sin embargo los productores estiman que no será suficiente.



Además, los industriales importan 15 mil toneladas de cocoa, un producto que puede ser utilizado como sustituto del cacao. La falta de autorización de permisos para la importación de cacao ha creado un freno en el crecimiento de la industria, ya que no hay materia prima disponible para trabajar al 100 por ciento de su capacidad. Los chocolateros mexicanos pagan aproximadamente el 20 por ciento en aranceles al importar materias primas del cacao, mientras que el producto terminado solamente paga el 4 por ciento del arancel. Ante esta situación los industriales del sector chocolatero piden a las autoridades que se abra el mercado de materia prima de grano de cacao, pues las actuales condiciones los ponen en desventaja para competir. Se estima que en México existen alrededor de 200 industriales del chocolate. Las principales regiones productoras son: Ciudad de México, Jalisco, Michoacán, San Luis Potosí y Nuevo León.



CAPITULO 2 *GENERALIDADES DEL CACAO Y DEL CHOCOLATE.*

2.1 HISTORIA DEL CACAO Y CHOCOLATE.

El árbol de cacao (*Theobroma cacao*), es originario de México, y en estados como Veracruz, Tabasco y Chiapas florece en climas altamente húmedos y lugares de semi-sombras.

Los mayas de Yucatán y los aztecas de Tenochtitlan, cultivaron el cacao durante mucho tiempo, antes de la introducción a Europa. Por su parte, Moctezuma, emperador de los aztecas, se dice que consumía regularmente una preparación llamada "chocolatl" hecha a base de granos tostados y molidos mezclados con agua, maíz y especias para incrementar el sabor de éste.

La riqueza de esta preparación, sin duda tiene conexión con la creencia azteca de que el árbol de cacao fue originario de divinidades; por lo que, tiempo después, el botánico suizo Linnaeus, dio el nombre "Theobroma" (al género y a todas las especies de cacao), entendiéndolo por este nombre, alimento de los dioses.

Asimismo los aztecas consideraron que la bebida tiene propiedades afrodisíacas. Ilustraciones históricas muestran tazas de chocolate siendo consumidas en las ceremonias de boda, además, en la corte de Moctezuma la bebida fue considerada, en los altos estratos, como regalo nupcial .



Cristóbal Colón llevó los granos de cacao a Europa pero, sólo como curiosidades, a diferencia de su compatriota Don Cortés que fue el primero en reconocer su valor comercial, como una nueva bebida. Por lo que, Cortés, envió recetas, granos de cacao y recipientes necesarios para la preparación de la nueva bebida.

Los españoles prefirieron su bebida endulzada, razón por la cual la bebida ganó popularidad, tan es así, que introdujeron el cacao a Trinidad, procurando guardar los secretos de cultivo y preparación.

Este secreto se dijo que prevaleció por cien años, pero eventualmente los árboles crecieron en el oeste de las islas Indias y en las Filipinas, de donde los holandeses probablemente introdujeron a Indonesia y Ceylán.

La popularidad de la bebida de chocolate se extendió a Italia, Holanda y Francia, siendo a mediados de 1600 y, a principios del siglo XVII, un florentino, Carletti, llevó el nuevo producto a Italia y lo mejoró con otros procedimientos de molienda del cacao y la adición de la canela; y en tiempo de Ana de Austria pasó a Francia.

Un francés fue el primero en fabricar pastillas de chocolate para venderlas en Londres, para el año de 1657, donde tuvieron mucha aceptación a pesar de su exorbitante precio. Un poco después, llegó a ser conocido por la aristocracia de Inglaterra, siendo mencionado en 1664, en el importante diario inglés, **Pepys' Diary**.

En aquel tiempo el chocolate costaba de 10 a 15 chelines por libra, un precio que en esos días sólo los verdaderamente acaudalados podían comprarlo. A principios del siglo XVIII



los precios bajaron y la manufactura empezó a hacerse con un sentido comercial en Bristol, donde fue fundada en 1728, la compañía J.S. Fry, con el primer chocolate hecho en Inglaterra.

Sería en esta época cuando se definiría la diferencia entre los términos cacao y cocoa.

Cacao es esencialmente el nombre botánico y se refiere al árbol, las puntas y las semillas sin fermentar.

Cocoa se refiere a la manufactura del cacao, es decir el polvo vendido para la bebida o alimento con propósitos de manufactura; cabe mencionar que en años recientes éste ha sido usado frecuentemente para describir la fermentación de los granos de cacao.

El chocolate original, preparado de granos tostados enteros o con granos tostados con cascarón removido y azúcar, era una bebida sumamente rica a causa de la gran cantidad de grasa que contenía. La grasa natural fue reducida por algunos fabricantes por la adición de sustancias faranigerosas, sin embargo, en 1828 el Holandés Furgón Van Houten introdujo unas prensas las cuales extraían parte de la manteca de cacao, lo que llevó a la fabricación del polvo de cacao, lo que actualmente conocemos como cocoa, y que en ese tiempo se llamó esencia de cacao.

Furgón Van Houten retuvo derechos únicos para este proceso durante unos diez años aproximadamente, pero eventualmente, cuando éste llegó a ser del uso general para el proceso de la cocoa, cualquier proceso que tuviera sustancias faranigerosas llegaba a ser considerada como adulterada, por lo cual comenzaron batallas legales entre firmas rivales.



Como resultado de la fabricación del polvo de cacao por prensa, cantidades de manteca de cacao fueron disponibles y esta grasa natural tiene propiedades de solidificación que permitieron moldear tabletas para preparar chocolate. Tiempo después con la invención de la crema Fondant, llegó a ser posible revestir centros con el chocolate.

El chocolate de leche se creó mucho tiempo después y el chocolate, como lo conocemos actualmente, probablemente fue un desarrollo Suizo que se realizó a principios de 1876 por Daniel Peters, de Vevey, Suiza.

Sudamérica permaneció siendo el más grande exportador de cacao, hasta 1890, sin embargo, alrededor de este período, el árbol de cacao fue introducido en la Costa Dorada (ahora Ghana) y hasta 1905 la producción de cacao tuvo un incremento considerable alrededor de las 3,000 toneladas por año.

El perfeccionamiento del proceso y sabor del chocolate continuó, y para 1912 Bainbridge & Davies desarrollaron el “verdadero sabor del chocolate” como ellos le llamaron, y consistía en tostar el cacao, con sumo cuidado para no alterar su sabor y aroma para después, destilar los granos de cacao y finalmente extraer su aroma y sabor por un proceso de extracción con hexano.

Tiempo después, dos alemanes, Schmalfuss y Bartmeyer en 1932 y tres años después en 1935, otro alemán, Steinmann, identificaron algunas propiedades más del chocolate. En 1937 Knapp notó que la manteca de cacao producida por una buena fermentación de granos, producía el sabor del chocolate, no en el tostado. Así mismo, casi siempre encontró que los precursores fueron solubles en metanol. Estos descubrimientos llevaron a la conclusión de que la manteca de cacao contribuye a ciertas características del sabor a chocolate, especialmente en la leche



con sabor a chocolate; el sabor natural de chocolate depende del método de extracción y del grado de tueste.

En 1958, Mohr aplicó una técnica de gas cromatográfica relativamente nueva y la agregó a la lista de mejoras al chocolate.

En 1964, Dietrich publicó los resultados de siete años de trabajo y al mismo tiempo 72 componentes fueron detectados, sin embargo esto no se pudo reconstruir para complementar el proceso del “verdadero aroma del chocolate”. Marian (1967), Van der Waal (1968), y Flament (1968), aplicaron la combinación de la masa espectrofotométrica con el cromatógrafo y la volatilidad, identificando 200 componentes rosas.

Para los años 70 la comunidad europea hace efectiva la ley que declara que en la producción de chocolate debe existir un límite máximo del 5% de equivalentes en la manteca de cacao, producción en las que se establecen límites posibles agregados, sin alterar el sabor y calidad de la manteca de cacao, ya que, de lo contrario ocasiona problemas y variaciones en el chocolate que después acarrea problemas en el enfriado y temperado.

Desde 1975 fueron formulados los Estándares Internacionales de Cocoa, como resultados de acuerdos entre productores y consumidores y que a su vez fue coordinado por la Organización de Comida y Agricultura y se estipularon:

a) La calidad de la cocoa, al ser procesada debe ser fermentada a través de un secado libre de granos ahumados, anormales, perfumados y libres de evidencia de adulteración.



b) Debe ser razonablemente libre de insectos.

c) Debe ser razonablemente uniforme en tamaño, que no esté roto el grano, fragmentos y piezas de su concha, y por último, debe ser virtualmente libre de algún problema.

La producción mundial de cacao crudo del año de 1971 - 78 se presenta en la tabla 2.1

El consumo de chocolate en varios países se muestra en la tabla 2.2. El precio en estas ciudades varía considerablemente y es relatado por la demanda, eficiencia en producción, costos en transporte e impuestos.

En todas las ciudades, en recientes años, el costo del chocolate ha tenido un crecimiento enorme como resultado de un gran incremento en el precio del cacao crudo.

A principios de los años setenta el precio era alrededor de \$ 20.00 U.S. por tonelada comparada con \$7,200 U.S. en 1977.



Tabla 2.1

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CACAO CRUDO 1971-78

EN MILES DE TONELADAS

	71/72	72/73	73/74	74/75	75/76	76/77	77/78
AFRICA							
Camerún	123	107	110	118	96	82	90
Ghana	464	418	350	377	397	320	320
Costa de Ivoiria	226	181	209	242	231	230	255
Otros	349	323	284	272	277	395	475
Total	1162	1029	953	1009	1001	849	938
AMERICA							
Brasil	167	162	246	273	258	234	249
Colombia	22	23	23	25	26	27	28
Ecuador	67	43	72	78	63	72	70
México	36	30	28	32	33	24	33
Otros.	30	49	45	33	27	29	33
Total	322	287	398	441	407	386	413
OESTE INDIA							
Rep. Dominicana	41	28	30	27	30	30	30
Otros	13	14	13	14	12	13	14
Total	54	42	43	41	42	43	44
ASIA Y OCEANIA							
Nueva Guinea	30	22	31	33	32	28	30
Otros	15	18	22	24	29	33	39
Total	45	40	53	57	61	61	69
GRAN TOTAL	1583	1398	1447	1548	1511	1339	1464



Tabla 2.2

CONSUMO DE CHOCOLATE Y AZUCAR CONFITADA

EN KG. POR PERSONA EN 1975

PAIS	Total de Cocoa, chocolate, azúcar confitada	Total de cocoa, chocolate	Total de azúcar confitada
Reino Unido	11.5	6.0	5.5
Suiza	11.3	8.9	2.5
Alemania	11.3	6.2	5.1
Irlanda	11.0	4.7	6.6
Bélgica	9.7	6.2	3.5
Suecia	9.5	4.9	4.6
Holanda	9.3	3.8	5.5
Australia	9.2	4.3	5.0
Dinamarca	8.8	4.4	---
Noruega	8.2	5.2	3.0
Estados Unidos	7.4	4.2	3.2
Canadá	7.3	3.5	3.8
Francia	7.0	3.5	3.5
Austria	7.0	4.6	2.4
Finlandia	6.0	2.4	3.6
Israel	6.0	2.0	4.1
Italia	3.4	1.2	---
Japón	2.8	1.2	1.6
Portugal	1.3	0.6	1.2



2.2 EL CACAO

2.2.1 BOTANICA DEL CACAO

Los granos de cacao comerciales son semillas de las especies de árbol *Theobroma cacao* y el original consiste en 20 especies de pequeños arbustos y árboles (Familia Sterculiaceae).

El árbol de cacao crece alrededor de los 20-30 pies y requiere algo de sombra del follaje de los árboles más grandes. El tiempo necesario para que la planta dé semillas es hasta que el árbol llega a medir de 3 a 5 pies y éste saca de 3 a 5 ramitas; sus hojas son verdes, ovaladas, largas y brillantes, teñidas de un ligero color oscuro por debajo. A los 4 años el árbol comienza a fructificar en forma creciente hasta los 12, para declinar después de 30 años. Su rendimiento es permanente. En la figura 2.1 se puede observar el árbol de cacao mostrando sus frutos en el tronco y en las ramas bajas.



figura 2.1 árbol de *Theobroma*



El fruto, que es una baya carnosa, de forma ovalada, de 14 a 20 centímetros de largo, nace directamente del tronco del árbol y de las ramas más viejas. Cada fruto contiene de 20 a 50 granos, que son la materia que se explota industrialmente. En la figura 2.2 se muestra el corte del cacao donde se pueden observar las semillas y la pulpa.



figura 2.2 fruto del cacao mostrando las semillas rodeadas de pulpa.

Las flores son alrededor de la mitad de una pulgada en diámetro y son formadas en pequeños grupos de capullos. Estas son bisexuales, tienen néctar o perfume, y el polen es algo pegajoso para ser dispersado por el viento. A lo que se sabe en años recientes, que el principal agente de polinización es extremadamente pequeño.

Las flores son producidas, sin embargo sólo unas cuantas llegan a ser polinizadas y desarrolladas dentro de la vaina. Esta vaina madura de 5 a 6 meses, período durante el cual, algunas marchitan y caen, constituyendo así, un proceso de adelgazamiento mensual.

La vaina es botánicamente un "drupe" y logra una longitud de 6 a 10 pulgadas por 3 a 4 pulgadas de diámetro. Esta contiene normalmente de 20 a 40 semillas rodeadas por una pulpa mucilaginosa cuando la vaina es madura. Este es un factor inusual que la vaina abra y esparza



las semillas, nada hace que las vainas caigan y se pudran y las semillas no fructifiquen cuando sean removidas de la vaina. En condiciones salvajes las semillas son extendidas por pequeños mamíferos como son los changos y ardillas que abren las vainas, chupan la dulce vaina y escupen la semilla.

Theobroma cacao es el único de valor comercial y esta especie es dividida dentro de dos importantes grupos, el grupo Criollo y el grupo Forastero, pero, además, existe un híbrido denominado Trinitario que es básicamente una mezcla entre Criollo y Forastero.

El Forastero es el tipo de grano comercial más importante, es el cacao ordinario, de almendra oscura con altas cantidades de pigmentos, da un cacao amargo con sabor ácido, originario del Río Amazonas en Brasil; se cultiva en Africa, Brasil y otras partes de América Latina, con una producción mundial del 70 al 80 %.

El Criollo de almendra blanca, es decir con una baja pigmentación, da un cacao aromático con sabor suave y poco ácido, originario de Soconusco (México), se cultiva en América Central, Venezuela, Colombia y algunas regiones de Asia, con una producción mundial del 4 al 6 %.

El Trinitario es una variedad con caracteres genéticos que recuerdan las dos variedades anteriores, dan un cacao de una calidad comparable al forastero desde el punto de vista de la resistencia, y del criollo en lo que concierne al sabor. Este híbrido se generó en la isla de Trinidad, con una producción mundial del 10 al 20 %.



En México se cultivaba la variedad Criollo, pero el gran cuidado que se debe tener durante su cultivo y su debilidad contra el ataque de plagas ha llevado a que solamente se cultive la variedad Forastero.

El Forastero tiene un grado de ordinario, mientras que el Criollo y Trinitario son conocidos con un grado fino. El desenvolvimiento de los buenos sabores a chocolate depende principalmente de una buena fermentación, secado y almacenaje de los granos, juntamente con un proceso controlado de manufactura.

2.2.2 CULTIVO DEL CACAO.

Las condiciones del crecimiento del árbol de cacao, son justamente exactas, oscilando sus áreas de cultivo en los 20° de latitud del Ecuador. Dentro de éstas, se requiere un rango de temperatura de 21°C a 32° C y con lluvias de 1,150 a 2,500 mm. Las condiciones de terreno pueden variar considerablemente, siempre y cuando tengan un firme agarre y una retención de humedad necesaria. Además, es tradición que el cacao crezca debajo de las sombras de los árboles, pero, aunque tales condiciones asemejan aquellas en su hábitat natural, ha sido demostrado que los más altos rendimientos se pueden obtener sin sombra, pero con suficiente humedad y los nutrientes aprovechables. El camino más económico para incrementar la existencia de la semilla es la propagación por la semilla, sin embargo, también se utilizan métodos y con éstos, dar una mayor consistencia y un método formal de reproducir árboles de particular linaje. En el oeste de Africa las semillas son muchas veces enterradas en el terreno donde el árbol es requerido pero hay otra mejor práctica para cultivar las plantas semilleras en un invernadero para plantarla afuera cuando ellas tienen de 4 a 6 años de edad.



Las plantas de semilleros o cortantes son usualmente plantados de 7 a 10 pies de distancia entre sí, y en tempranas etapas de crecimiento requieren un especial cuidado de la hierba mala, plagas y usualmente temporadas de sombra son dadas por plantas como el maíz, cassava y plantíos.

Un árbol debe empezar a dar vainas después de tres años de edad, a lo que el terreno se incrementará para el octavo o noveno año, eso considerando el tamaño del árbol. La calidad de los granos producidos por un año es bastante chico. Los terrenos cambian para un buen negocio de 300 a 400 libras por acre en el oeste de Africa y 800 a 1,000 libras en condiciones más favorables, en plantíos selectos.

2.2.3 PROCESO DEL CACAO.

El tratamiento que sufrirá el grano del cacao en el campo es la fermentación y secado. Estos dos pasos son de vital importancia, y ningún paso de manufactura subsiguiente corregirá una mala práctica durante esta etapa.

2.2.3.1 FERMENTACION.

Durante la fermentación se forman precursores de sabor que cambian durante el tostado, a un sabor verdadero de chocolate. La fermentación es necesaria para dar un buen sabor de cocoa; para que la cocoa tenga un color uniforme y para que el grano sea fracturable y fácil de romper durante el descascarillado.



El término de la fermentación se juzga generalmente por el color interior, el tiempo y el olor. Los granos con un período prolongado de fermentación cambian de color, son más quebradizos y tienen un aroma amoniacal secundario. Por el contrario, la fermentación demasiado rápida desarrolla un mal sabor en el chocolate después de su procesamiento. Un color grisáceo azulado y una estructura densa con firme adherencia indican una mala fermentación.

2.2.3.2 SECADO.

Después de la fermentación, los granos se colocan en charolas para su secado. El buen sabor en la cocoa o del chocolate, se asocia con una buena fermentación. Pero si el secado después de la fermentación se retarda, se desarrollan hongos y éstos imparten sabores desagradables, aunque la fermentación se haya efectuado adecuadamente.

Con el secado se reduce el contenido de humedad de los granos fermentados de 60% hasta 7%, lo que facilita la eliminación de la cascarilla. Por el encogimiento de tamaño, un efecto secundario es la oxidación de ciertos precursores saborizantes del chocolate, se pierden $\frac{3}{4}$ partes del ácido formado durante la fermentación, por lo cual el pH aumenta. Los granos de cacao pueden secarse básicamente mediante cuatro métodos: secado al sol, secado en charolas, almacenamiento en cuartos calientes y secado mecánicamente. El contenido óptimo de humedad después del secado, es de 6.0 a 6.5 %.

2.2.3.3 TOSTADO.



El tostado tiene como objetivo en el grano de cacao, el desarrollo de compuestos saborizantes, que mejorarán el sabor y aroma de la cocoa y cambios de textura en la cascarilla, que permitirán su fácil eliminación durante el proceso de descascarillado, desarrollo de color, eliminación del contenido de humedad del grano, eliminación de la astringencia y cambios químicos en los constituyentes del grano.

Las temperaturas más adecuadas del tostado van de 115° a 140 °C, y el tiempo requerido para el tostado depende de la temperatura pico alcanzada. Es mejor un tiempo de tostado corto a mayores temperaturas, que tostar un grano durante un mayor tiempo a una menor temperatura. Durante el tostado, se continúan ciertas reacciones que tienen efecto importante sobre el sabor y aroma del chocolate. El tostado como proceso único no es suficiente para desarrollar un sabor completo a chocolate, los granos que no han sido fermentados no desarrollarán un sabor a chocolate durante el tostado.

2.2.3.4 DESCASCARILLADO.

El propósito del descascarillado, es separar la cascarilla y el germen de la almendra. Los granos tostados pueden contener de 10% a 15 % de cascarilla, dependiendo de la fuente, y 1% de germen.

El principio del descascarillado, está en la diferencia de densidades de la cascarilla y de la almendra, que se separan por la acción combinada de mallas y corrientes de aire. Los granos primero se fracturan al pasar entre los rodillos, molinos de muelas o conos rotatorios. Se emplean tamices que van separando los fragmentos según los distintos tamaños, desde



prácticamente polvo hasta el grano casi intacto. Cada tamaño de fragmento se descarga por separado y se somete a una corriente de aire, que separa la cáscara de la almendra.

La presencia de cantidades excesivas de cascarilla en el chocolate afectará su color y sabor, reduciendo además la eficacia del refinado.

Los chocolates elaborados a partir de almendras que aún tienen germen son más amargos que los producidos con almendras desgerminadas. El descascarillado debe efectuarse lo antes posible para evitar el aumento de humedad de los granos tostados.

La cascarilla eliminada puede contener de 20% a 25 % de manteca de cacao. Si la producción de la fábrica es muy elevada, puede ser una proposición válida la recuperación por solventes de la manteca.

2.2.3.5 MOLIENDA DE LA ALMENDRA.

Se asignan dos finalidades al proceso de molienda: la primera es la de facilitar la posterior extracción de manteca de cacao, por el rompimiento de las celdas que la encierran; la segunda es para producir un tamaño de partícula lo más pequeño posible, lo cual repercute en la calidad de licor obtenido y de la cocoa en polvo que ha de producirse.

Durante el proceso de molienda se rompen las paredes celulares y el calor de fricción derrite a la manteca. Conforme continúa la molienda, se reduce el tamaño de partícula y la pasta se vuelve más y más fluida. El molido puede efectuarse entre rodillos o bien usando un molino de muelas. De cualquier modo se logra un tamaño pequeño de partícula; así mismo,



como en el interior se genera por efecto de la fricción el calor que permite fundir a la manteca, para formar la masa fluida que se conoce también como licor de chocolate.

2.2.3.6 ALCALINIZACION.

La alcalinización se usa principalmente para mejorar el color y el sabor del chocolate y de la cocoa. La alcalinización se empleó por primera vez en 1828 por Van Houten. La cocoa tratada de esta manera se describe como alcalinizada, "Cocoa Dutch" y ésta consiste en el tratamiento del grano, licor o cocoa con suspensiones álcali, generalmente en la forma de carbonato de sodio o de potasio. En muchos países el máximo permitido es generalmente de 2.5 a 3 partes de carbonato de potasio por 100 partes de almendra.

2.2.3.7 PRENSADO.

El prensado tiene como finalidad separar la manteca de cacao de la parte sólida, que constituirá a la cocoa. Esta es, en esencia, la parte medular del proceso; la manteca y la cocoa se separarán para luego mezclarse en proporciones distintas a las originales. Además de que se involucran otros ingredientes, a fin de controlar el amargor que se tiene a elevadas concentraciones de cocoa.

Las cacaos en polvo de buena calidad se obtienen con un prensado hidráulico de licor finamente molido que necesariamente debe haberse elaborado a partir de almendras de cacao de alto grado y bien descascarilladas.



La extracción se realiza, para una carga determinada, de acuerdo con el análisis del grano para no extraer más manteca de la permitida. Es aquí donde se requiere que la partícula sea muy pequeña, para permitir una buena extracción que, al mismo tiempo, sea homogénea.

Durante la extracción la manteca se drena continuamente y se pesa para luego ser almacenada en tanques provistos de chaqueta de calentamiento que la mantienen fluida.

Por otro lado, cuando se termina la extracción de manteca se sacan los sólidos de la cámara de presión. Estos habrán adquirido una forma aglomerada de la forma de la cámara. A esta piedra de cocoa se le denomina pastel o torta de cocoa.

2.2.3.8 MOLIENDA DE LA COCOA.

El objetivo de la molienda de la torta de cocoa es pulverizarla para obtener un polvo fino. La cocoa es un producto utilizado para diversos fines en la cocina, que ha sido definida y aceptada popular e industrialmente. Durante el prensado se compactan densamente las partículas de cocoa y la manteca residual. Las tortas de cocoa, particularmente si son de bajo contenido graso, pueden ser muy duras, por lo que la primera operación es someterlas a un despedazado. Esto generalmente se efectúa por unos rodillos rotatorios con dientes entretrejidos, que rompen las tortas en pequeños agregados. Los agregados más grandes deberán ser del tamaño de un chícharo. Los aglomerados se reducen de tamaño haciéndolos pasar por molinos de martillo, que trabajan en conjunto con tamices a los cuales les llega una corriente de aire. El producto de la segunda molienda es arrastrado por una corriente de aire, que lo lleva a un ciclón. Este separa los polvos de las partículas mayores. A estas últimas las recicla a la segunda molienda y a los polvos ya los manda al lugar de recolección.



Los seis principales puntos para evaluar la calidad de una cocoa son el pH; contenido de manteca; contenido de humedad; tamaño de la partícula; color; sabor de las bebidas preparadas; pureza microbiológica.

2.3. PROCESO DE FABRICACION DE COBERTURAS DE CHOCOLATE.

Las coberturas de chocolate son mezclas de grasa vegetal (cacao, algodón, etc.), azúcar, con o sin leche en polvo (descremada o entera), lecitina, saborizantes y colorantes. Las coberturas se utilizan para recubrir o envolver centros de confiterías o panadería y para moldear tablillas de chocolate.

Las coberturas contienen grasas vegetales que constituyen la fase continua y vehículo para los demás ingredientes sólidos, permitiendo la libre fluidez a elevada temperatura y solidificando a temperatura ambiente.

El desarrollo de una formulación depende del mercado al cual se dirigirá el producto; limitación sobre los costos de material; proceso, y de la calidad deseada. La cantidad de manteca en el chocolate afectará las propiedades de flujo y, por lo tanto, deberá variarse según la aplicación:

- * Chocolate moldeado de 30 a 34 % de manteca.
- * Chocolate trampado de 35 a 40 % de manteca.
- * Chocolate para helados de 50 a 55 % de manteca.



Todos estos tipos de coberturas de chocolate pueden ser del tipo clara u oscura. La cobertura clara difiere de la oscura, en que la clara contiene leche en polvo o descremada y la cobertura oscura no contiene producto lácteo en su formulación.

2.3.1 MEZCLADO.

Durante el mezclado simplemente se ajustan los ingredientes (cocoa, manteca, azúcar, leche en polvo, etc.) en las proporciones correctas, formando una mezcla homogénea que pueda usarse sin dificultad en la etapa de refinado.

El mezclado se efectúa gracias a un trabajo mecánico sobre los ingredientes. Se conocen dos equipos diferenciados en su construcción: las amasadoras y las mezcladoras tradicionales tipo Melanguer.

Las amasadoras son equipos diseñados para mezclar polvos. Normalmente la cavidad de mezclado está formado por concavidades de dos cilindros adyacentes, en los cuales gira un brazo en forma de "Z". Este imprime el movimiento mecánico a los ingredientes, incorporándolos. Este procedimiento se emplea para la producción a gran escala.

Las mezcladoras tipo Melanguer se emplean para la producción en pequeña escala. Consiste en una olla rotatoria, generalmente una cama de granito en la que giran unos rodillos que también son de granito. Estos pueden elevarse o bajarse para controlar la capa de pasta que se alimenta.



La operación de mezcla se efectúa entre los 50 °C a 60 °C y no debe de llevarse más de 20 a 25 minutos. Durante el proceso hay poco efecto sobre el tamaño de la partícula de cocoa, pero habrá un rompimiento parcial de los cristales de azúcar. Se producirá un chocolate de mayor calidad cuando el azúcar granulada se muele previamente.

2.3.2. REFINADO.

Con la operación del refinado se pretende producir el tamaño de la partícula deseado mediante el triturado, abrasión y fuerzas de corte sobre los fragmentos de cocoa y azúcar. El refinado de la pasta de chocolate produce la textura de suavidad tan deseable en los productos de chocolate.

Las máquinas refinadoras emplean rodillos múltiples. Una refinadora puede constar de cinco rodillos de acero duro. Cada rodillo trabaja a diferente velocidad para que el chocolate pueda fluir del rodillo inferior al rodillo superior. Al momento de descargarse el chocolate, viajará de 8 a 10 veces más rápidamente el rodillo de descarga que el rodillo de alimentación.

La reducción más efectiva ocurre cuando los rodillos son ligeramente cóncavos, ya que ocurre un “doblado” hacia el interior a causa de que el chocolate tiene la tendencia de fluir al centro del rodillo. Estos rodillos requieren de un sistema de enfriamiento interior en cada uno de ellos debido a la gran cantidad de calor de fricción que es progresivo conforme avanza la reducción en el tamaño de la partícula.



Es importante mantener constantes la velocidad de alimentación y la temperatura de la pasta que se está refinando, fijándose esta última en 20 a 40 °C. Si las temperaturas de refinado son muy altas, se perderá en parte el sabor del chocolate.

El mayor rendimiento se consigue con un menor ajuste de presión entre los rodillos, sin embargo, así no se logra una reducción apropiada del tamaño de la partícula. Un chocolate con menor contenido de manteca es más rápido de refinar que uno con alto contenido de manteca. Podrán aumentarse los rendimientos refinando una mezcla parcial y luego agregando el balance de manteca.

El aspecto polvoso de la pasta refinada se debe a un incremento en el área superficial de las partículas en comparación al volumen de superficie que anteriormente ocupaba la manteca. La manteca tendrá que cubrir una mayor superficie, por lo que la pasta refinada parece ser menos húmeda.

La importancia del tamaño de la partícula se debe a que el límite de detección de partículas por la lengua es de 25 micrones. El chocolate se compone generalmente de una mezcla de tamaños de partícula que pueden variar de 3 a 100 micrones. Menos del 10 % de partículas de un chocolate bien refinado estará bajo los 5 micrones. Aun una pequeña proporción de partículas grandes produce un efecto granuloso al paladar.

Exactamente lo que constituye la suavidad del chocolate es debatible, ya que, si el refinado se lleva a un extremo, con tamaños máximos de 25 micrones, la textura será "lodosa", sobre todo en el chocolate de leche o claro. Este trabajo de investigación, ha demostrado que una pequeña proporción de partículas de hasta 65 micrones, da mejores texturas para el



chocolate de leche, mientras que, un buen chocolate oscuro requiere un máximo de 35 micrones. Estas cifras son algo arbitrarias y dependen de la característica del producto de confitería.

La comparación entre chocolates con la misma formulación muestra que, entre menor sea el tamaño de la partícula, mayor será la viscosidad. Un aumento en la cantidad de refinado inevitablemente cambiará el comportamiento del chocolate, en pasos posteriores del proceso. Es solamente durante el refinado donde ocurre una disminución significativa del tamaño de la partícula. Durante el mezclado puede decrecer ligeramente el tamaño de partícula del cristal del azúcar.

2.3.3 ENCONCHADO.

El proceso de enconchado es principalmente un proceso de desarrollo de sabor, por la remoción de los ácidos volátiles indeseables, que permanecen después de la fermentación.

Durante el enconchado se presentan los siguientes efectos secundarios: remoción de humedad de la mezcla, suavizamiento de las esquinas filosas de los cristales de azúcar, cambios de color originados por la emulsificación de la grasa y por la disminución de tamaño de los glóbulos de grasa, cambios en la viscosidad de la mezcla, mezclado intensivo que, en lo particular, rompe los agregados de azúcar y cocoa, reacción de algunos aminoácidos con azúcares reductores y una elevación ligera de pH.

Las diferentes conchas desarrolladas, tienen un diseño básico que produce una acción efectiva de mezclado con una máxima exposición al aire, y que son capaces de operar durante tiempos prolongados.



Una de las conchas más antiguas y de uso común es la concha longitudinal; la cual tiene dos, cuatro o más cazos para contener el chocolate, una cama de granito, acero o hierro, y una unidad de rodillos para cada cazo. El par de rodillos acoplados a brazos robustos de acero, trabaja con un movimiento hacia adelante y hacia atrás entre los dos extremos del cazo. El chocolate se empuja hacia adelante frente al rodillo y eventualmente cae sobre la parte superior del rodillo para regresar a la masa central principal. Esta acción circular se logra gracias al pequeño esparcimiento entre los rodillos y las paredes del cazo.

Se emplean chaquetas con agua caliente o con vapor para calentar inicialmente el equipo y la mezcla. El calor generado durante la fricción es suficiente para mantener la temperatura requerida durante la operación de la concha al salpicar el chocolate, provocado por el movimiento del mismo y la incorporación de aire.

Aunque las conchas longitudinales parecen una pieza de maquinaria poco eficiente, tiene el efecto de producir el sabor final deseado del chocolate, libre de toda aspereza que aparece en el chocolate que no ha sido enconchado.

La transferencia de calor y las características de mezclado de la concha longitudinal no son muy eficientes, por lo que se prefiere el enconchado en seco con las conchas rotatorias, en las cuales el calor de fricción, provocado por el trabajo de la mezcla seca resulta en un incremento de la temperatura hasta por 55 °C.

Sistemas efectivos de ventilación remueven los componentes volátiles (ácidos) y el exceso de humedad. La mayor parte del equipo comercial está diseñado para tres etapas: seca, semi- líquida y líquida.



CAPITULO 3 *CALIDAD TOTAL*

3.1 ADMINISTRACION DE LA CALIDAD TOTAL (TQM)

La Administración de la Calidad Total, (TQM) es una expresión que se emplea con frecuencia en muchos círculos diferentes. En la industria, la TQM se comenta entre los negocios que han sufrido un severo golpe debido a la calidad de los productos fabricados en el extranjero; en especial los de Japón. En el Gobierno Federal de los Estados Unidos, la TQM es un nuevo concepto que suena importante y que se está popularizando, principalmente, en el departamento de Defensa y entre contratistas de la Defensa y que también se está filtrando a otras agencias federales. En el sector de servicios, las técnicas y metodología de la TQM que, por tradición, se utilizaban en las industrias manufactureras, se están utilizando en todas las clases de negocios de servicios, tales como bancos, hospitales y hoteles.

La información existente aclara los orígenes de la TQM, ya que, al investigar sus orígenes, necesitamos remontarnos en el tiempo hasta finales de la década de los años cuarenta y cincuenta, hasta el Japón de la postguerra. Para poder sobrevivir como nación, Japón tuvo que incrementar su capacidad de fabricar productos comerciales que pudieran venderse en los mercados mundiales. El paso inicial se tomó en 1946 durante la ocupación (después de la segunda guerra mundial) cuando W. G. Magil y H. M. Sarashon del sector de comunicaciones civiles del SCAP (comandancia de las fuerzas aliadas) se dieron a la tarea de instruir a la industria japonesa de telecomunicaciones sobre el control de calidad. Dos años después, la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses (Juse) estableció un comité de investigación de



cinco miembros, que más tarde se conoció como el Grupo de Investigación QC. La mayoría de las autoridades en control de calidad en Japón son, o fueron, miembros de este grupo; entre ellos se encuentran los profesores: Asaka, Ishikawa, Kogure, Mizuro y Moriguchi. El prestigiado Deming fue a Japón a instancias del SCAP en 1949, y de nuevo en 1950, como consultor en investigación estadística. En 1950, la unión de científicos e ingenieros japoneses invitó al Dr. W. E. Deming a impartir una conferencia sobre el control de calidad estadístico para gerentes e ingenieros. Deming impartió varias de estas conferencias en la década de los años cincuenta.

El uso de los métodos estadísticos demostró ser valioso para descubrir las causas de variación en los procesos de manufactura para aclarar la correlación entre las condiciones de manufactura y la calidad del producto, al igual que para reducir la fuerza laboral necesaria para la inspección.

De acuerdo con Ishikawa el inicio de la década de los cincuenta surgió como un período en el cual se dio demasiada importancia al control de calidad estadístico. El nos menciona las siguientes lecciones que aprendió durante ese tiempo.

1. Es cierto que los métodos estadísticos son efectivos pero les damos demasiada importancia. Como resultado, la gente sentía temor o desagrado por el control de calidad como si fuera algo muy difícil. Capacitamos de más a la gente al darles métodos complicados, mientras que, en esa etapa, habrían sido suficientes otros métodos más simples.



2.- La estandarización progresó en las áreas de productos, materia prima, normas técnicas y de trabajo, pero permaneció pro forma. Creamos especificaciones y estándares pero rara vez los usamos. Muchas personas creyeron que la estandarización significaba utilizar los reglamentos para comprometer a la gente.

3.- El control de calidad siguió siendo un movimiento entre ingenieros y trabajadores de fábricas. Los altos directivos y los mandos intermedios no mostraron mucho interés porque tenían la idea equivocada de que si una compañía iniciaba un movimiento de control de calidad le costaría mucho dinero. En aquellos días solíamos decir: “¿quién le pone el cascabel al gato gordo (altos directivos)?” Los que pertenecíamos al grupo de investigación sobre el control de calidad tratamos de persuadir a los altos directivos de que se nos unieran pero tal vez debido a nuestra relativa juventud, nuestros esfuerzos lograron muy pocos resultados visibles.

Los conceptos japoneses de la TQM o TOC fueron elaborados por los expertos japoneses en calidad mencionados con anterioridad y surgieron de las enseñanzas de Juran, Deming y otros. Sin embargo las innovaciones reales de administración de calidad total como parte clave del sistema administrativo las formularon expertos japoneses.

El galardón Deming representa hoy en día el concepto TQC japonés, ya que, desde sus inicios, los expertos en calidad japoneses lo crearon como un galardón por el uso de los métodos estadísticos.



De las experiencias personales de uno de los autores que ayudaron a la compañía, Florida Power and Light a competir y ganar el premio Deming, se advierte que mientras muchas personas creen que este premio se basa en qué también una organización pone en práctica los 14 puntos de Deming, pero en realidad no es así.

DEFINICION DE TQM En Japón las actividades de calidad se refieren como QC o actividades de control de calidad. “Las definiciones tradicionales de control de calidad incluyen lo siguiente: definición de Deming (1950). “El control de calidad estadístico es la aplicación de principios y técnicas estadísticas en todas la etapas de la producción, dirigidos hacia la fabricación más económica de un producto, con utilidad máxima y que tenga un mercado”.

Definición de Jurán (1954). “El control de calidad es la totalidad de todos los recursos mediante los cuales establecemos y cumplimos especificaciones de calidad, con control de calidad estadístico que parte de esos recursos, para establecer y cumplir las especificaciones de calidad y que se basa en las herramientas de los métodos estadísticos.

En la tercera edición de su libro Quality Control Handbook en 1974, Juran modificó su definición anterior: “El control de calidad es el proceso regulatorio mediante el cual medimos el desempeño real de la calidad, lo comparamos con los estándares y actuamos sobre la diferencia”.



3.2 LAS 7 HERRAMIENTAS BASICAS DE LA CALIDAD

Cuando una empresa se involucra en un proceso de mejora continua, se requiere tomar las decisiones correctas en el momento oportuno y solucionar los problemas en forma diligente y atinada. La mejor forma de hacerlo es pensar y actuar en función de la realidad, o más bien, en base a datos que nos reflejen esa realidad. Así, nuestras acciones serán más precisas y con mayores beneficios.

Es importante que a través del uso sistemático de las herramientas estadísticas, se vaya creando una cultura de recopilación y análisis de datos para la toma de decisiones. De esta manera se irá avanzando, hacia nuevos y mejores niveles de calidad.

3.2.1 INTRODUCCION A LA ESTADISTICA.

Estadística se define como la recolección, organización, análisis y presentación de datos. Es una poderosa herramienta para resolver problemas de calidad, ya que, para tomar buenas decisiones éstas se tienen que basar en datos. La estadística nos presenta estos datos organizados y en forma gráfica.

La obtención de datos es la base para la toma de decisiones y acciones. Hay datos que nos ayudan a entender la situación actual, para análisis del proceso, reguladores y para la aceptación o rechazo de productos.



Es vital clarificar el propósito en la recolección de datos y obtenerlos razonables para lograr ese propósito. En la recolección de datos existen dos cuestionamientos que hay que hacer.

1.- ¿Revelan los datos la realidad? Este es un problema de método de muestreo, de cómo se obtienen los datos.

2.- ¿Son cotejados, analizados y comprobados los datos, de tal forma que revelen la realidad? Este es un problema de procedimiento o método estadístico, de cómo se representan los datos para su interpretación.

La investigación, análisis y decisiones parten de observar y generar datos, éstos pueden ser:

a) Datos por conteo, o también llamados discretos, y resultan de contar ciertas características; son datos que guardan relación estricta con números enteros. Por ejemplo en una familia el número de hijos puede tomar cualquiera de los valores 0,1,2,3...pero no pueden ser 2.5 ó 4.567

b) Datos por medición o técnicamente llamados datos continuos y proceden de mediciones de volúmenes, pesos, densidades, longitudinales, espesores, etc. ; por ejemplo, el peso de una persona puede ser 47.50kg. ó 57.97kg.

Población.- Se usa esta palabra para designar una conjunta bastante grande de personas, cosas, productos, datos numéricos, o bien de ciertas propiedades o características observables que nos interesen de dichas personas, cosas, productos o datos numéricos. Por ejemplo, el número de vehículos que circulan en periférico; la cantidad de cierto producto de una empresa vendido en un año, etc.



Una población está constituida por todas las posibles observaciones (medidas o descripciones según se trate de variable o atributo) que se pueden hacer en los elementos que se desean estudiar.

Las medidas que se emplean para describir las características de una población se conocen con el nombre de parámetros y siempre que es posible se emplean letras griegas para designarlas.

Muestras.- Podemos definir las diciendo que es una porción del universo, accesible para fines de investigación y cálculo, correspondiente a una población determinada y que debe ser genuinamente representativa de dicha población; esto es, que las propiedades de esta porción sean en todo comparables a las correspondientes a la población a la cual proceden.

Las medidas que se usan para describir las características inherentes a las muestras, se conocen como estadística y se designan con letras romanas. Si al tomar una muestra, se observan situaciones tales como mucha o poca variación en los datos, una gran cantidad de datos está fuera o dentro de las especificaciones; los datos se encuentran alrededor de un valor determinado. Podemos suponer que estas situaciones aparecen en toda la población. Cuando se hacen estas suposiciones, se dirá que se están haciendo inferencias o generalizaciones de la muestra a la población.

3.2.1.1 MEDIDAS DE LOCALIZACION O TENDENCIA CENTRAL.

Media.- Se define como la suma de todas las observaciones de la muestra, dividida entre el número total de las mismas.



La media de una muestra se representa por alguna de las últimas letras del alfabeto (x, y, z), con una raya, testa o barra colocada sobre la letra, \bar{X} para la media de todos los valores

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Su fórmula es:

Mediana.- Se define como el centro de un conjunto de observaciones una vez que éstas han sido ordenadas en forma creciente o decreciente respecto a sus valores numéricos: Es el valor que se obtiene al dividir la distribución exactamente a la mitad.

Moda.- Se define como el valor que se representa con mayor frecuencia.

3.2.1.2 MEDIDAS DE VARIABILIDAD O DISPERSION

Las medidas de dispersión indican qué tan dispersas están las observaciones individuales del valor promedio de las mismas. Las medidas más comúnmente usadas para describir la dispersión o variación son las siguientes:

Rango.- Se define como la diferencia entre el valor mayor y el menor de un conjunto de datos.

$$R = X \text{ máx.} - X \text{ mín}$$

Otro nombre con que se conoce el rango es horquilla, amplitud, intervalo.



Varianza.- Se define como el promedio de las desviaciones al cuadrado de los datos a partir de su media desviación: diferencia entre un valor individual (X_i) y la media (\bar{X}).

$$V = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1} = \frac{\text{La suma de las desviaciones con respecto a la media elevadas al cuadrado}}{\text{Número de valores considerados menos 1}}$$

Desviación estándar.- Se define como la raíz cuadrada de la varianza.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

3.2.1.3 CONCEPTO DE VARIACION.

Variación.- Son las diferencias detectables al efectuarse la observación de un conjunto de elementos que se suponen homogéneos. El concepto de variación implica que nunca habrá dos cosas perfectamente idénticas, aun cuando se tenga cuidado en hacerlas idénticas en algún aspecto. La variación es un hecho de la naturaleza y un hecho de la vida industrial.

Principios fundamentales de la variación.

- 1.- No existen dos cosas exactamente iguales, pero es deseable que las variaciones se conserven tan pequeñas como sea posible.
- 2.- En un producto o proceso se puede medir la variación.
- 3.- Los resultados individuales no son predecibles.
- 4.- Grupos de cosas forman modelos con características definidas.
- 5.- Fuentes de variación.



La variación se atribuye a dos fuentes diferentes. Una llamada azar o aleatoria, que resulta de cambios inherentes a un proceso, como la variación del material en bruto, el cambio en las condiciones atmosféricas, las vibraciones del cuarto, y su repercusión en el equipo.

La otra, llamada corregible o asignable, que está formada por errores sujetos a la corrección. Estos pueden ser cambios básicos en los materiales, temperatura del proceso, o velocidad incorrecta de las herramientas, errores del operador, o daños en el equipo. En un proceso de fabricación existe un número infinito de fuentes de variación sujeta a corrección.

Se acepta como inevitable la variación de una pieza a otra, pero el control de ésta tiene como base el estudio del modelo de variación. Los métodos estadísticos son técnicas para evaluar las variaciones de un proceso determinado si las fuentes son debidas al azar o susceptibles de corrección.

3.2.2. DIAGRAMA DE PARETO

Es una gráfica que muestra en forma ordenada la frecuencia, de mayor a menor, de los factores o causas que afectan a un problema y que serán sujetos de estudio.

Su propósito es ordenar y dar prioridad a la recolección de datos.

- Traducir el análisis de los datos a números y porcentajes.
- Presentar de forma gráfica los “pocos vitales” y “muchos triviales” dentro de las causas que originan el problema que se está analizando.
- Indica el orden para resolver problemas, para eliminar el defecto y mejorar las operaciones.

La importancia del diagrama de Pareto es debido a que existen muchos factores en el trabajo que deben ser mejorados, como por ejemplo: demoras, fallas, tiempos de operación



etc.; en realidad cada problema consiste en muchos pequeños problemas, por lo que resulta difícil saber por cuál empezar y qué hacer para resolverlo.

El objetivo del Diagrama de Pareto es identificar las causas principales y, en función de ello, establecer un orden de importancia permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos. El Diagrama de Pareto nos indica cuál es el problema que debemos resolver primero, ya que representa el orden decreciente en impacto (\$) en el que van ocurriendo dichos problemas o áreas de oportunidad en general, lo que hace de esta herramienta, generalmente, el primer paso para la realización de mejoras. En la figura 3.1 podemos ver un ejemplo de un diagrama de Pareto.

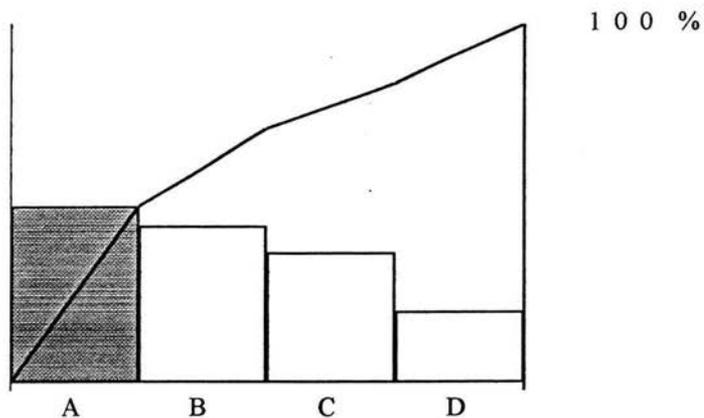


Figura 3.1



3.2.2.1 COMO CONSTRUIR UN DIAGRAMA DE PARETO

1. Se clasifican los factores o problemas a analizar de acuerdo a su tipo. Debe ser de acuerdo a las hojas de datos.
2. De acuerdo a lo recabado en la hoja de datos, se ordenan los distintos tipos de causas del problema conforme a su ocurrencia, de mayor a menor.
3. Se obtiene una sumatoria de cada factor, y el total representa el 100%; así mismo los porcentajes que se obtengan de cada factor se acomodan en orden decreciente.
4. Tanto los ejes horizontal como vertical se trazan, se escoge un intervalo en el cual se va a representar cada uno de los factores o problemas escribiendo cuáles son.
5. Después se trazan las barras correspondientes para cada factor o problema de acuerdo a su total.
6. Finalmente se traza una curva de ocurrencia acumulada, comenzando con el vértice superior derecho del primer rectángulo y continuando con el valor acumulado del segundo rectángulo y que coincida con el vértice superior derecho del mismo, se repite hasta el último factor.

3.2.2.2 USOS DEL DIAGRAMA DE PARETO

- 1.- Los diagramas de Pareto pueden ser aplicadas a todo tipo de mejoras en sistemas o procesos así como para enseñar los resultados de éstas.



- 2.- Los diagramas de Pareto pueden utilizarse para hacer mejoras en todos aspectos en una planta, mientras no se relacionen exclusivamente con la calidad de los productos, los procesos o el trabajo sino también aspectos tales como:

Eficiencia

Ahorro en costos

Seguridad

Conservación de materiales y energía.

En la figura 3.2 podemos observar cómo se puede observar con dos diagramas de Pareto cómo el principal problema, después de una mejora, deja de ser el principal problema para que otro lo sea.

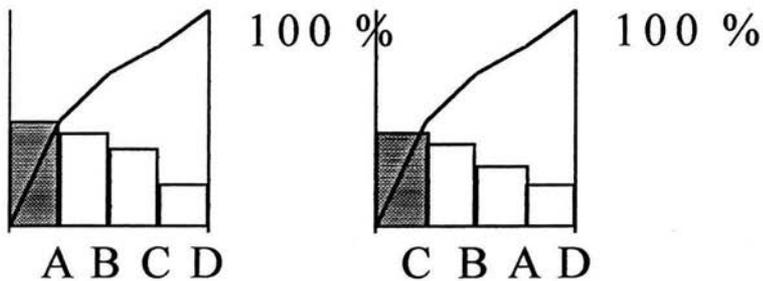


Figura 3.2

- 3.- Muestran los resultados o efectos de las mejoras realizadas y sirve para confirmar su impacto, como se puede observar en la figura 3.3.

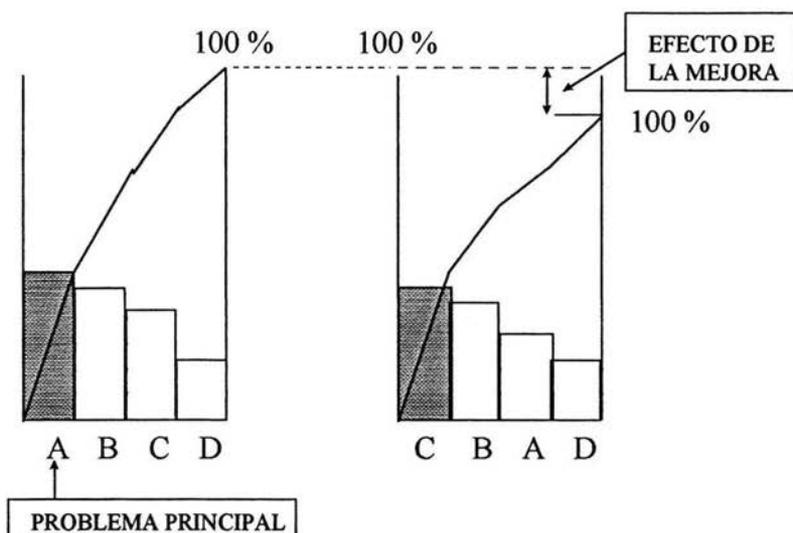


Figura 3.3.

3.2.3. HISTOGRAMA.

Es una ilustración a posteriori en la que se describe una situación que ya ha ocurrido. La elaboración de un histograma tiene por objeto: mostrar el modelo de variación general y presentar datos de forma ordenada, de tal manera, que se capten las variaciones claramente, sin embargo hay que tener precaución, ya que puede llegar a ocultar más de lo que revela si no se ejerce un control adecuado.

Nos ayuda a:

⇒ Determinar el número de veces en que hay variaciones en los datos.



⇒ Determinar la distribución de frecuencias de la característica que se quiere con ayuda de una gráfica de barras.

⇒ Qué tanto se conoce del control de calidad de la operación.

Revela, sin tener que hacer elaborados análisis, una cantidad bastante grande de información sobre el proceso o producto; se puede utilizar para:

- * Valorar la resistencia de los materiales.
- * En procesos de evaluación.
- * Indicar la necesidad de efectuar una acción correctiva.
- * Medir los efectos de la acción correctiva.
- * Determinar la capacidad de las máquinas.

En la figura 3.4 se muestra un ejemplo de un histograma :

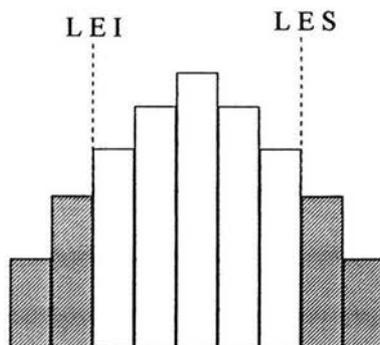


Figura 3.4



3.2.3.1. PROPOSITOS PARA CONSTRUIR UN HISTOGRAMA

1.- Obtener el conocimiento acerca de la distribución de la población (proceso de la distribución):

- a) Forma de la distribución.
- b) Localización de la distribución . . . media.
- c) Dispersión de la distribución . . . desviación estándar.

2.- Conocer la relación entre los límites de especificación o de tolerancia y la distribución de la población:

- a. Si existe sesgo entre la media de la distribución de la población y el valor medio de los límites de especificación o de tolerancia.
- b. El número o radio de defectos.

3.- Confirmar efectos de mejoras realizadas en el proceso.

3.2.4. DIAGRAMA DE ISHIKAWA O DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

Este diagrama contribuye a la solución de problemas para la realización de mejoras en el trabajo de manera importante. El diagrama de Ishikawa es una técnica de análisis que nos enseña las causas y su relación que afecta a cierto problema, de ahí el nombre de Diagrama Causa y Efecto. Por su forma recibe el nombre de “Espina de Pescado”, ya que, si suponemos que la espina central constituye el camino que lleva a la cabeza donde se sitúa el problema que



se va a analizar, y las espinas (o flechas) que la rodean indican las causas o subcausas que contribuyen a éste, como se observa en la figura 3.5.

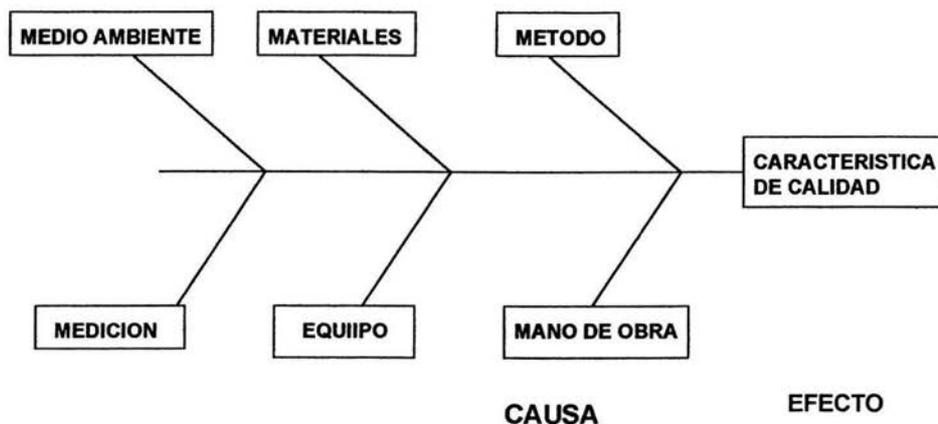
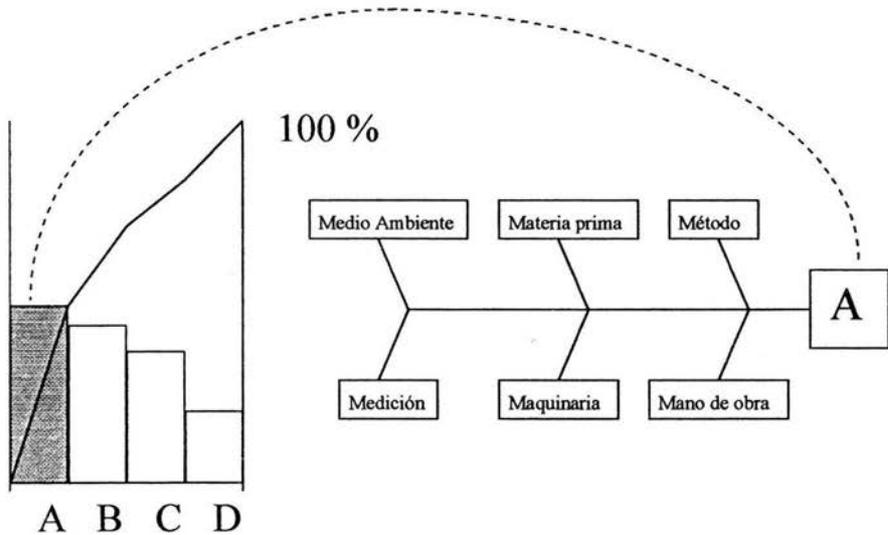


Figura 3.5

El uso de este diagrama facilita en forma notable el entendimiento y comprensión del proceso, así como al mismo tiempo elimina la dificultad del control de la calidad en el mismo, aun en caso de relaciones demasiado complicadas. Pero todo esto tiene una relación con el Diagrama de Pareto, debido a que lo utilizaremos para la identificación y selección de las causas del problema, lo cual explicaremos a continuación. En el diagrama de Pareto, se obtienen una serie de barras, de las cuales tomaremos la más alta (lo que simboliza esta barra) y será colocada, ahora en extremo derecho al final de la flecha, es decir, será la cabeza del diagrama de pescado, que sirve de base al Diagrama de Causa y Efecto como lo muestra la figura 3.6.



IDENTIFICACION Y SELECCION DE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA

Figura 3.6.

3.2.5. DIAGRAMA DE DISPERSION

Al elaborar un Diagrama de Causa y Efecto podemos tener una visión general de los factores que están incidiendo en cierta característica de calidad del producto. Esta visión de las variables que están influyendo en el efecto en estudio estará incompleta si no existe la posibilidad de analizar las relaciones que existen entre las diversas características de calidad del proceso y entre las variables que figuran en las distintas etapas del producto. Este estudio facilita el análisis y prevención de los problemas y la identificación y solución de los ya existentes, con el consiguiente efecto positivo en la calidad.



El Diagrama de Dispersión muestra la relación entre los datos que son graficados en un par de ejes, como se puede apreciar en la Figura 3.7.

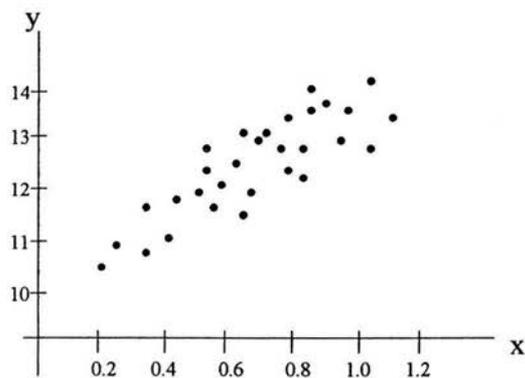


Figura 3.7.

Asimismo este diagrama se relaciona con el diagrama de causa y efecto como lo muestra la figura 3.8.

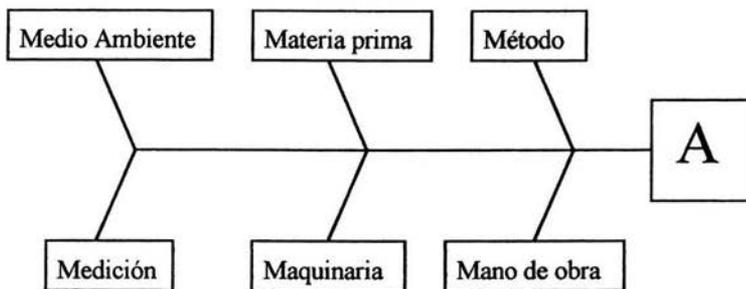


Figura 3.8.



3.2.6 ESTRATIFICACION.

Estratificar significa: Formar estratos o poner por estratos o capas.

Cuando se analiza un problema es importante desmenuzarlo, agrupando los datos en función de su origen.

Si por ejemplo, se tiene un producto defectuoso, se tiene que buscar en qué planta se hizo; en qué turno, y en qué línea.

CARACTERISTICAS	ESTRATIFICACION
◆ Por operario	Experiencia, edad, turno
◆ Por tiempo de producción	Día, semana, mes, estación
◆ Por maquinaria o equipo	Máquina, modelo, tipo, vida, herramienta, etc.
◆ Por proceso	Procedimiento de operación, temperatura, velocidad, etc.
◆ Por material	Proveedor, composición, etc.
◆ Por inspección o medición	Pruebas de máquina, instrumento, inspector operario.

Un ejemplo de una estratificación se puede observar en la figura 3.9.

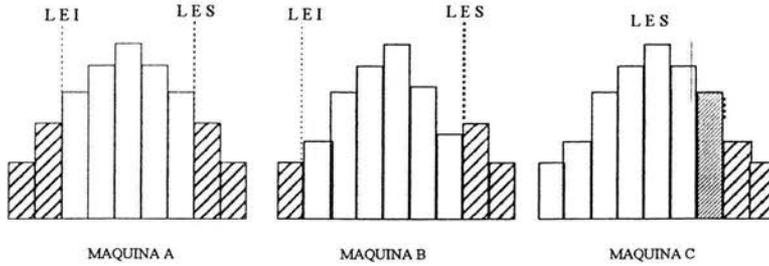


Figura 3.9.

3.2.7. GRAFICAS DE CONTROL

El propósito de una gráfica es transmitir rápida y eficientemente información importante en forma estructurada. Una gráfica dice más que mil palabras. Hay diferentes tipos de gráficas, como la que se muestran en la figura 3.10.

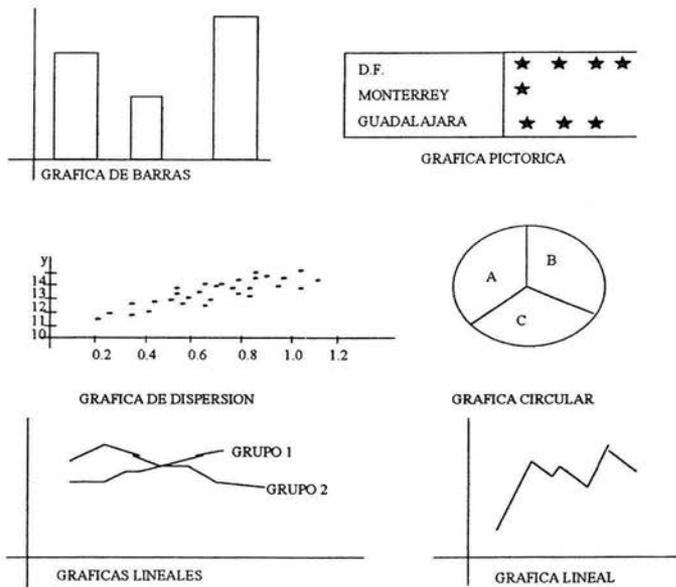


Figura 3.10.



Las gráficas (excepto las circulares) están compuestas por un eje horizontal y un eje vertical. Hay que tener en cuenta los dos elementos al interpretar la gráfica y asegurarnos de entender lo que ambos representan, además de la relación que guardan entre sí.

Una gráfica de barras muestra en forma muy clara las cantidades y las relaciones que existen entre ellas. Asegurándonos de saber lo que representan los ejes vertical y horizontal y qué unidad de medida se ha adoptado.

Las gráficas de líneas son útiles para mostrar cambios en las cantidades que pueden observarse siguiendo la dirección de la línea. Algunas gráficas incluyen dos o más líneas diferentes, con el objeto de comparar los cambios producidos, como en el caso de las gráficas de control \bar{x} - R. Lo más importante de este tipo de gráficas es la relación entre las dos líneas.

Las tablas y las gráficas indican diversos valores numéricos relacionados con tamaños, cambios, etc. Para que sea fácil su lectura los valores se expresan en cifras aproximadas y se omiten informaciones innecesarias.

La gráfica de control es una herramienta estadística que detecta la variabilidad de un proceso a través del tiempo. En ella se marcan los resultados de la variable a observar en un esquema previamente determinado, formado por una línea central o media (\bar{x}) y una línea arriba y otra abajo que son los límites de control, como lo muestra la figura 3.11.

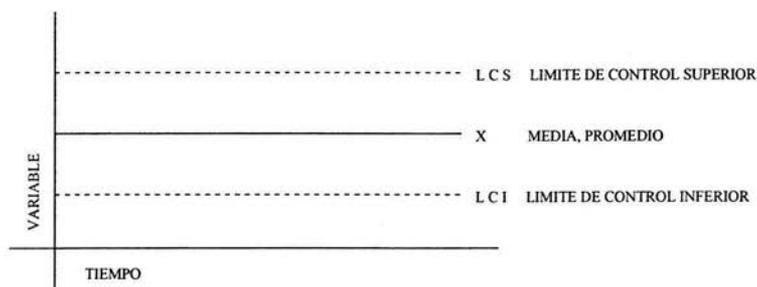


Figura 3.11.

El propósito de establecer los límites de control con el propósito de obtener un juicio respecto al comportamiento del proceso, esto es, determinar si es estable o no, si está bajo control o fuera de él. Cualquier punto que se encuentre fuera de los límites se considera fuera de control. Los límites de control son los límites naturales del proceso.

3.2.7.1. TIPOS DE GRAFICAS DE CONTROL

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

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

Variable: El lenguaje técnico y estadístico se utiliza cuando se registra la medida real de una característica de calidad, como una dimensión expresada en gramos, milímetros, etc.



es aceptado y se considera como “bajas”) por ejemplo, un punto de soldadura forma o no, una protuberancia en las láminas, si es así, se saca y se da de baja.

GRAFICAS DE CONTROL POR VARIABLES (dimensiones medibles, datos continuos)

GRAFICA \bar{x} - R Sirve para el control y análisis del promedio (media) de una característica y su dispersión expresada mediante el rango.

(Gráfica de promedios y rangos).

GRAFICA \bar{x} - σ Sirve para el control y análisis del promedio de una característica; su dispersión es expresada mediante la desviación estándar (gráfica de promedios y desviación estándar).

GRAFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS (Dimensiones no medibles, datos discretos).

GRAFICA P Sirve para controlar y analizar la fracción de unidades defectuosas en muestras de tamaño variable.

GRAFICA np Sirve para controlar y analizar la fracción de unidades defectuosas en muestras de tamaño variable.

GRAFICA c Sirve para controlar y analizar el número de defectos por unidad en muestras de tamaño variable.



3.2.7.2. USOS DE LAS GRAFICAS DE CONTROL

Las gráficas de control se utilizan entre otras cosas:

- Para verificar que los datos obtenidos tengan condiciones semejantes.
- Para observar el proceso a fin de poder investigar las causas de un comportamiento anormal.
- Para descubrir si cierta operación en la planta está bajo control o no.
- Para decidir cuándo hay que dejar continuar o no el proceso.

En la tabla 3.1 se muestra un comparativo entre las diferentes gráficas de control.

Tabla 3.1

COMPARATIVO DE GRAFICAS DE CONTROL

Tipo de gráfica de control	Promedio y Rango (x y r)	% de Defectos (p, np)	Número de veces en que ocurre (c, c)
Tipo de información requerida	Medición	Atributo	Contable
Aplicación	Control de características individuales	Control general de fracciones defectuosas de un proceso.	Control general de número de defectos por unidad.
Ventajas significativas	1.-Promocionan máxima utilización de la información disponible como resultado de los datos. 2.-Proporcionan información detallada s/ el promedio del proceso y variación para control de dimensiones individuales.	1.-Los datos requeridos a menudo están disponibles en los registros de inspección. 2.-Fácil comprensión por parte de todo el personal. 3.- Proporcionan una visión general de la calidad.	1.- Los datos requeridos a menudo están disponibles en los registros de inspección. 2.- Fácil comprensión por parte de todo el personal. 3.- Proporcionan una visión general de la calidad o del comportamiento.
Desventajas significativas	1.- No se comprenden a menos que se proporcione entrenamiento. 2.- No pueden ser usadas con datos del tipo adelante/no adelante.	1.- No proporcionan información detallada para el control de características individuales. 2.- No reconocen diferentes grados de defectos en unidades de productos.	1.- No proporcionan información detallada para el control de características individuales.
Tamaño de la muestra por	Generalmente 3 a 5	Uso de datos existentes, o muestras de 25 a 100.	Cualquier unidad conveniente de producto como: -por turno



subgrupo.			-por unidad	-por metro cuadrado.
-----------	--	--	-------------	-------------------------

3.2.8. HOJAS DE DATOS

Para la realización de cualquier trabajo es necesario un método, pero sólo será válido si se hace una evaluación adecuada de nuestra realidad; y para que la evaluación sea adecuada, los datos recogidos en el lugar de trabajo son esenciales, puesto que servirán de base para adoptar medidas y decisiones. Los datos que se deban recoger dependerán del procedimiento industrial de que se trate.

Por el propósito al que se refiere, los datos se clasifican en 5 divisiones:

a) Datos para ayudar a comprender la situación real.

Son aquellos que mueven a un grupo de personas a constituirse en un equipo de trabajo de acción correctiva. Estos datos se recogen para conocer el promedio, la variación, la dispersión, etc., en el número, tamaño, peso y/o porcentajes de piezas o productos adecuados y defectuosos.

b) Datos para análisis.

Son aquellos que obtenemos para saber la dispersión; se reúnen como consecuencia de examinar resultados previos y ante la necesidad de obtener nuevas pruebas.

c) Datos para el control del proceso.

Son los que nos determinan si el proceso es "normal" o no. Estos se usan casi siempre en gráficas de control. Otra característica es que sirven de base para adoptar medidas.



d) Datos para regular una operación.

Son datos muy específicos que sirven para tomar medidas inmediatas, por ejemplo: para aumentar o disminuir la temperatura en un cuarto de secado, horno, etc., así cada dato nos dice qué acción es necesario tomar.

e) Datos para aceptación o rechazo.

Son datos no específicos generados en una inspección, son del tipo *pasa no pasa*.

Otra forma de clasificar los datos es por su procedencia o manera de recolectarlos.

Aquí hay tres clasificaciones:

e.1) Datos por conteos o Datos Discretos.

Estos provienen de contar ciertas características, por ejemplo, los defectos, es decir, cantidades o números enteros.

e.2) Datos por mediciones o Datos continuos.

Provienen de mediciones de longitudes, pesos, tiempo, densidades, volúmenes, espesores, etc.

e.3) Datos por Cualidades

Son los que provienen del deseo de expresar cuantitativamente las cualidades de un bien o servicio.

3.2.8.1. EL CONTROL DE CALIDAD Y LAS HOJAS DE DATOS.

Podríamos afirmar que la base del Control Estadístico de Calidad es la utilización cabal de cada técnica y de los datos obtenidos mediante esas técnicas. La recolección de datos debe



efectuarse de manera cuidadosa y exacta. Asimismo, debe tenerse perfectamente, en claro, el propósito de reunir los datos. Lo esencial en materia de datos, es tener claro el objetivo y que los datos reflejen la realidad. Luego, el próximo problema consiste en facilitar la obtención y empleo de los datos.

La recolección, análisis y comparación de los datos, nos deben mostrar claramente la situación existente, pero nos encontramos con dos obstáculos:

- 1.- Problemas de muestreo o de cómo se obtienen los datos.
- 2.- Problemas al presentar y ordenar los datos para su debida interpretación.

Para enfrentar estos obstáculos son las siete herramientas, con un conocimiento adecuado de estadística básica.

3.2.8.2. FUNCIONES DE LAS HOJAS DE DATOS

Las hojas de datos nos ayudan a:

1. - Ver cómo se distribuye un proceso.
2. - Saber cuántos productos son defectuosos.
3. - Ubicar dónde están localizados los defectos.
4. - Encontrar las causas de los productos defectuosos.
5. - Verificar o inspeccionar un proceso.



3.2.9. LLUVIA DE IDEAS.

La Lluvia de Ideas es una herramienta muy versátil; en su más simple término, es un grupo de personas que usa el poder de su pensamiento para crear ideas. Esto generalmente es más efectivo, que cada persona pensando por sí sola.

Propósito: Generar una cantidad de ideas creativas para encontrar y resolver problemas, o aprovechar áreas de oportunidad en poco tiempo y en un ambiente de libertad de expresión.

Reglas a observar en la sesión.

- a) Todos debemos participar.
- b) No permitir críticas durante la sesión de lluvia de ideas, específicamente de juicios negativos.
- c) Insistir con tener cantidad de ideas. Una mayor cantidad de ideas asegurará que emerjan ideas de calidad.
- d) No intentar evaluar ideas durante la sesión. Esto debe hacerse después.
- e) Animar a establecer ideas libremente, no importa que sean descabelladas.
- f) No buscar culpables cuando se sugieran ideas de causa de problemas.

La participación de las personas es la que construye durante una sesión la Lluvia de Ideas; si los participantes sienten por sí mismos ánimo y libertad se generarán más y mejores ideas, dando lugar a una sesión más afectiva. Ideas extrañas, o al menos que parezcan extrañas, pueden ser clave para las ideas de otras personas.



Atributo: Cuando sólo se anota el número de artículos “que son o no aceptadas” por tener ciertas condiciones específicas; se dice que el control es llamado o no, (si no es el deseado, no

Etapas a seguir para realizar una sesión de Lluvia de Ideas.

1. - Seleccionar el tema o problema a discutir.

Debe tomarse en cuenta que se está en busca de muchas ideas. Una regla importante es utilizar una hoja de papel grande (rotafolio o pizarrón) para que todos puedan leer lo que se vaya sugiriendo. Es conveniente que se anoten todas las ideas.

2.-Sugerir ideas en turnos respecto al tema seleccionado.

Al empezar a sugerir ideas respecto al tema o problema seleccionado, es conveniente que se tomen turnos, o sea que cada persona aporte una idea, si alguna no pudiese sugerir algo en su turno, puede decir simplemente “paso”.

La imaginación es la mejor fuerza de ideas, por ejemplo, imaginar cómo debería ser tal o cual situación. Lo que piense, que puede ser una idea disparatada, puede impulsar ideas en otros. Si se siente que empieza a no tener ideas, recuerde seis palabras claves: ¿qué?, ¿cuándo?, ¿dónde?, ¿por qué?, ¿quién? y ¿cómo? La generación de ideas termina cuando todos los miembros participantes dicen “paso” y el grupo se siente satisfecho con los resultados obtenidos.



4. - Algunos criterios convenientes de aplicar para obtener mejores resultados en las sesiones Lluvia de Ideas.

- a) Pensar en términos de modificar
- b) De sustituir
- c) De re-arreglar

Situaciones a preveer por el coordinador

- * La persona que anota las ideas en el pizarrón es demasiado lenta y omite comentarios de importancia.
- * Algunos participantes se inhiben ante el público.
- * Los miembros tienden a seguir la tradición y analizan cada idea tal como ésta se sugiere, en vez de que se presente la etapa adecuada.
- * Las ideas sugeridas se desvían del tema propuesto.
- * Los miembros sacan conclusiones precipitadamente y piensan haber encontrado la solución antes de comprender el problema en todos sus detalles.
- * Un miembro tiende a dominar a los demás.
- * El coordinador es incapaz de mantener el orden y lograr que cada uno hable cuando le corresponda.

En la tabla 3.2 se muestran los principales usos de las siete herramientas de la Calidad Total.



Tabla 3.2

PRINCIPALES USOS DE LAS HERRAMIENTAS BASICAS

	HERRAMIENTA:	USO PRINCIPAL
1.	Hojas de datos	Facilitar la obtención de datos
2.	Histogramas	Conocer la forma de distribución de la característica de calidad en estudio, o el comportamiento de cierta variable en la operación o proceso.
3.	Diagrama de Pareto	Reducir el área total de problemas e identificar los vitales y decidir por cuál empezar.
4.	Diagrama de causa y efecto.	Identificar, relacionar y seleccionar las causas de los problemas o factores que afectar a cierto objetivo o característica de calidad.
5.	Estratificación	Confirmar o verificar los efectos de las causas seleccionados, utilizando datos discretos (conteos).
6.	Diagrama de dispersión	Confirmar o verificar efectos de las causas seleccionadas, utilizando datos continuos (mediciones).
7.	Gráficas de control y gráficas generales.	Conocer cambios dinámicos en la operación o proceso y confirmarlos, observando los estándares para identificar situaciones anormales.



CAPITULO 4 *METODOLOGIA DEL PROYECTO DE CALIDAD*

4.1. INTRODUCCION A LA METODOLOGIA DEL PROYECTO.

Cuando hablamos de Calidad Total, nos referimos al mejoramiento continuo de los procesos, productos, servicios, personal. Para ello, es importante desarrollar proyectos trabajando en equipo. El llevar un proyecto de manera profesional y eficaz constituye una parte fundamental del proceso de Calidad Total. Sin embargo, aprender a hacerlo ha costado mucho esfuerzo, ya que, por lo general, se tiende a confiar demasiado en la experiencia e intuición y a buscar soluciones sin analizar suficientemente los problemas.

Es necesario ser disciplinados al atacar los problemas; se deben de conocer las reglas básicas de una buena solución de problemas y que se aplique con tenacidad. En este capítulo se presenta una metodología de ocho pasos para proyectos que debe de utilizar en los proyectos de calidad para llegar a soluciones eficaces y duraderas. Esta metodología es de sentido común, no se trata de algo complejo o rebuscado, es más bien, una forma de organizar los datos y las acciones que el proyecto de calidad decida manejar, para tener éxito en sus proyectos de solución de problemas.

- No podemos aprender a nadar, sin echarnos al agua.
- “ Sin metodología no hay proyectos de calidad”.

Una vez que el equipo directivo de calidad de la fábrica ha planeado y decidido en qué área se va a trabajar, con proyectos encaminados a hacer los procesos consistentes y/o



aceptables y tomando en cuenta los criterios de selección, el proyecto debe seguir esta metodología.

Cada paso de la metodología que se vaya realizando, debe ser documentado, y debe evaluarse el desempeño del proyecto dentro de las juntas, de acuerdo a los criterios de trabajo en equipo, así como los avances que se vayan teniendo en la solución del problema o proyecto en el que se está trabajando.

Esta metodología es para usarse en equipo; los procesos se controlan y mejoran en equipo. Es importante que cuando un problema no puede ser resuelto por un individuo, es necesario formar un equipo. Este equipo, que llamaremos Proyecto de Calidad, se ocupará de la investigación y solución del problema.

Un equipo es un grupo de personas comprometidas a lograr un objetivo en común, que se reúnen regularmente para identificar y resolver problemas, trabajando e interactuando abierta y efectivamente, y que obtienen resultados, tanto económicos para la empresa, como personales.

Para lograr que un equipo sea efectivo, éste debe tener las siguientes características de funcionamiento:

- * Unidad de propósito.
- * Comunicación abierta y clima de confianza.



- * Claridad de funciones y responsabilidades.
- * Participación total y compromiso.
- * Consenso en las decisiones.
- * Actitud positiva de los miembros del equipo.

Dentro de los procedimientos de operación se deben de asignar roles a miembros, es decir, facilitador, tomador del acta, y cronometrista, así como sus responsabilidades. Las funciones más importantes de los integrantes del proyecto de calidad son:

- * Solución de problemas específicos.
- * Análisis de datos y hechos.
- * Implementación de acciones de mejora.
- * Evaluación de resultados.
- * Estandarización.
- Facilitación del proceso.

4.2. IDENTIFICAR EL PROBLEMA Y ESCOGER UNO.

Una vez que se sabe quién es el personal que va a participar en la solución del problema, se deben de utilizar los procedimientos de trabajo en equipo. Lo primero que hay que hacer es elaborar un listado de los problemas del departamento o área de trabajo, utilizando la técnica de lluvia de ideas. Luego se procederá a escoger de esa lista aquel problema que más nos afecte, el que sea más grave, o bien, el que esté al alcance del proyecto de calidad para resolver.



Suele suceder que el proyecto de calidad se forma para resolver un problema, ya escogido, por su importancia o gravedad, por lo que este paso queda ya cumplido.

Para escoger el problema que se enfrentará, se tienen que tomar aspectos como:

- * Beneficios en costo al resolverlo.
- * Beneficios a nuestros clientes internos y externos.
- * Grado de sencillez o complejidad del problema.
- * Esfuerzo requerido para resolverlo.
- * Valor agregado de la solución del problema.

Parte del proceso de solución de problemas es identificar la causa real de un problema y entender el porqué se dio. Sólo entonces puede elegirse e implementarse una solución permanente para asegurarse de que el problema no surgirá otra vez. La causa real es la razón por la que existe el problema y una vez corregida o retirada del sistema, el problema desaparecerá.

Los errores comunes en la selección de problemas son:

- * Seleccionar un problema que no interese.
- * Seleccionar una solución en lugar de un problema.
- * Seleccionar un problema transitorio o un sistema en lugar de un problema real.

Las técnicas y herramientas más utilizadas en este punto son:

- * Técnica de lluvia de ideas.
- * Gráficas lineales.



- * Diagrama de Pareto.

- * Histograma.

Este paso queda cubierto cuando tenemos definido un problema específico al cual atacar.

4.3. COMPRESION DE LA SITUACION ACTUAL Y DEFINICION CLARA DEL PROBLEMA.

Una vez escogido el problema, hay que definir su magnitud. Para poder resolverlo, hay que conocer su gravedad y su impacto. Incluso para poder observar posteriormente la mejora.

Las siguientes preguntas pueden ayudar a comprender la situación:

- * ¿De qué magnitud es el problema?
- * ¿Cada cuándo se presenta?
- * ¿Cuánto cuesta?
- * ¿Qué molestias ocasiona a nuestros clientes?
- * ¿Dónde es más grave?

Este paso es muy útil porque nos sitúa ante la realidad que tendremos que enfrentar. Además con las herramientas estadísticas de este paso, podemos probar la necesidad de hacer algo importante para resolver el problema. ¿Quién querrá hacer algo para resolver un problema sin saber de qué tamaño es?



La definición del problema es la base para la solución del problema. Se utiliza durante sesiones de tormenta de ideas para identificar causas potenciales. Las causas potenciales son aquellas causas posibles que aparentan ser la fuente del problema. Una causa potencial puede ser la causa real si ésta puede apoyarse con evidencia.

Es importante describir el problema, en términos que tengan el mismo significado para todos. Una definición de problema puede lograrse más eficazmente utilizando enfoques que organicen los hechos para obtener un análisis comparativo. Estos enfoques se logran preguntando lo que “es” contra lo que “no es”. Luego se efectúan distinciones de esta comparación, probándola contra la definición del problema y formando una declaración o descripción del problema que debe ser resuelto.

Las herramientas estadísticas más utilizadas en este paso son:

- * Diagrama de Pareto.
- * Histograma.
- * Gráficos de control.
- * Hojas de control.

En este paso, el equipo del proyecto de calidad deberá concertar con el equipo de trabajo superior, para definir claramente lo siguiente:

a) Cualquier restricción que puede afectar las recomendaciones de la mejora, como son:

- Cantidad de personas.
- Dinero que el equipo pueda gastar, bajo su propia autoridad.
- Tipo de equipo o tecnología.



- Acuerdos actuales con el sindicato.
 - Reglamentos de trabajo interno.
 - Reglamentos del medio ambiente.
 - Comportamiento actual del producto.
 - Cuándo se puede reunir el equipo.
 - Factibilidad o seguridad de resultados.
- b) La autoridad del proyecto de calidad, para solicitar información y consultoría de expertos.
- c) ¿Qué hacer si se requiere un cambio al proceso?
- d) Los resultados esperados al concluir un proyecto.
- e) El tiempo límite para complementar el proyecto.

Este paso queda cubierto cuando:

Tenemos datos suficientes y bien organizados para explicar la magnitud del problema y está perfectamente definido.

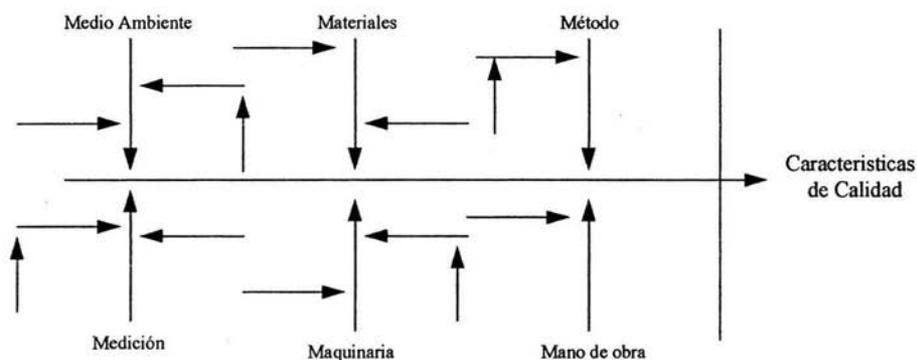
4.4. ANALIZAR EL PROBLEMA.

Una vez definida la magnitud del problema, hemos de pasar a analizarlo. Este análisis consiste en encontrar las posibles causas del problema y seleccionar las que más afectan. Para ello, lo más recomendable es utilizar el diagrama de causa y efecto o diagrama de Ishikawa, el cual nos permite ilustrar todas las posibles causas, clasificándolas para su mejor comprensión.



Después de construir el diagrama podemos pasar a seleccionar las causas más importantes o las que creemos que más afectan o producen el problema. Por lo general dos o tres causas suelen ser las más relevantes.

Ahora bien, el hecho de escoger estas causas principales no significa que necesariamente sean las verdaderas. Primero tendremos que confirmarlas.



El análisis es completo sólo cuando se confirman cuáles son las causas reales del problema. Este paso queda cubierto cuando:

- * Definimos todas las posibles causas del problema (construir un diagrama de Ishikawa).
- * Seleccionamos las causas más importantes (probables).
- * Confirmamos y/o validamos las causas del problema.

4.5. DEFINIR EL PLAN DE CONTRAMEDIDAS.



Al elaborar el plan para cada causa confirmada, se deben de plantear y analizar algunas alternativas de solución (ideas de contramedida). Es recomendable que se realice una sesión de lluvia de ideas para encontrar la mejor alternativa de solución de cada causa confirmada.

Hay que hacer que el equipo dé soluciones en la lluvia de ideas y a menudo se identificarán varias soluciones. Una alternativa podría ser rediseñar parte o todo el proceso. Este enfoque eliminaría la recurrencia del problema.

Este paso queda cubierto cuando:

- Se han analizado las ideas de contramedida, tomando en cuenta el tiempo de implementación, su factibilidad, inversión e impacto en el problema estudiado.
- Se ha llevado a cabo una prueba y se han revisado los resultados.
- Se ha seleccionado la mejor idea de contramedida y se ha probado su eficacia.

Este paso “de acción” requiere de la profunda involucración de los interesados. Recordando que se quiere eliminar las causas del problema para siempre, no deseamos un paliativo o solución pasajera.

4.6. IMPLEMENTACION DEL PLAN DE CONTRAMEDIDAS.

Una vez elaborado el plan de contramedidas en el que seleccionamos la mejor alternativa, hay que proceder a tomar acciones correctivas necesarias. Este es tal vez el punto más importante, ya que se trata de llevar a la realidad, a la práctica, todo el trabajo en equipo que se realizó anteriormente. Aquí es donde tenemos que hacer que las cosas sucedan.



Hay que recordar que toda meta debe tener una fecha de cumplimiento, el número y porcentaje de entrega. Este paso se cumple cuando todos saben qué van hacer, cómo y cuándo deben de entregar resultados.

Es importante en este paso tomar en cuenta que:

- Un buen plan especifica los siguientes puntos:

- ¿Qué? Establecer metas claras a alcanzar, basadas en un análisis de nuestras posibilidades y en un conocimiento completo de todos los factores en juego.
- ¿Quién? Indica en detalle los pasos a seguir por cada uno de los departamentos, secciones o personas implicadas en el plan.
- ¿Cómo? Todos estos pasos se integran entre sí en un esquema básico para la acción, definido en términos de un programa preciso.
- ¿Cuándo? Fecha en que se van a realizar los eventos.
- ¿Dónde? Deben estar especificados en el programa.
- Control Incluye su revisión periódica y los medios para modificarlos, si nuevas circunstancias así lo exigen.

Se pueden precisar los obstáculos o factores clave que se consideren, puedan entorpecer o impedir la realización del plan, con el objeto de poner máxima atención sobre ellos. Este paso queda cubierto cuando:

* Definimos un plan.



* Lo llevamos a cabo al pie de la letra (todos saben qué van a hacer, cómo y cuándo entregar sus resultados).

4.7. CONFIRMAR EL EFECTO DE LA MEJORA REALIZADA.

Este paso consiste en verificar los avances obtenidos. Una vez que el equipo implementó las soluciones (contramedidas) adecuadas, el problema debe de haber desaparecido o disminuido en su magnitud.

Para hacer evidente la mejora, es necesario utilizar las mismas herramientas estadísticas utilizadas en el paso 2 y compararlas con la situación mejorada. Este paso nos ayudará a ver claramente los logros que hemos obtenido y así poder validar el tiempo, recursos y esfuerzos que hemos empleado en el proyecto. Además sirve como retroalimentación al propio equipo para reconocer sus éxitos o revisar sus áreas de oportunidad.

Este paso queda cubierto cuando:

Comparamos los datos a través de las herramientas estadísticas y podemos cuantificar los beneficios obtenidos.



4.8. MANTENER EL EFECTO DE LA MEJORA.

Para conseguir mantener el efecto de la mejora es necesario mantener en control la nueva situación; esto se logra estandarizando el nuevo método de operación o la nueva manera de hacer las cosas.

Debemos asegurarnos de que esto sea así, es decir, hay que estar muy atentos para verificar que los cambios sugeridos se estén siguiendo poco a poco; el nuevo procedimiento requerirá atención hasta que se convierta ya en la manera normal de hacer las cosas.

Las herramientas que nos pueden ayudar para ejercer el control son:

- Hoja de verificación.
- Gráfica de control.
- Círculo de control de Deming.
- Diagrama de flujo.

Este paso queda cubierto cuando:

Estamos seguros que la nueva forma de hacer las cosas se cumple normalmente y queda estandarizada.



4.9. REVISAR LOS PROBLEMAS PENDIENTES E INICIAR NUEVOS PROYECTOS.

Debe hacerse una revisión de la metodología de proyectos y de la solución del problema, para saber cuáles son los problemas remanentes y tomar esto como base para la iniciación de nuevos proyectos.

Esta revisión debe hacerse en cada uno de los pasos de la metodología; de esta manera , cuando se realicen proyectos futuros, se tendrán bases de dónde partir y ver hacia dónde nos dirigimos de acuerdo a la experiencia adquirida.

Nos vamos a dar cuenta además, de las contramedidas que nos pudieron ser probadas y que probablemente las podamos utilizar en algún otro proyecto.

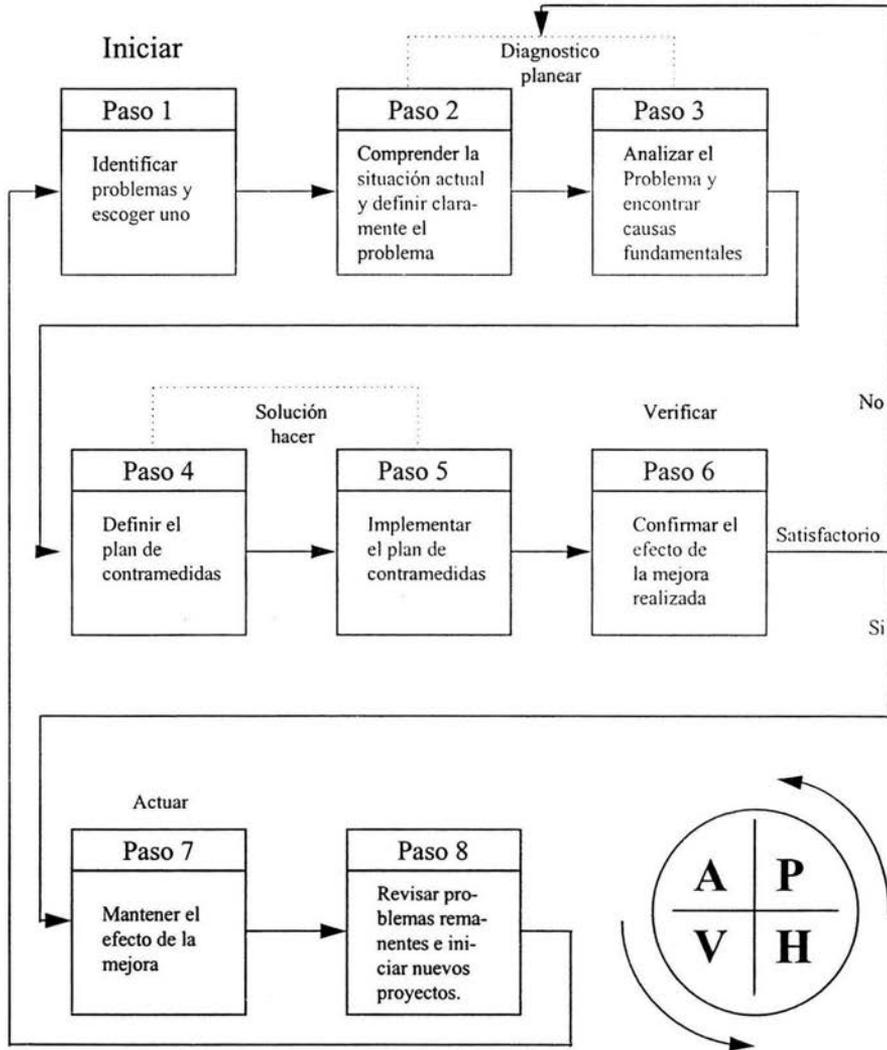
Este paso queda cubierto cuando:

Se han revisado todas las actividades de mejora realizadas en cada uno de los pasos de la metodología. Se hayan definido posibles problemas relacionados con la iniciación de nuevos proyectos.

A continuación se muestra el diagrama de flujo de la metodología del proyecto de calidad.



Metodología de proyectos de Calidad





CAPITULO 5 *APLICACION DE LA METODOLOGIA DEL PROYECTO DE CALIDAD, A UN PROCESO DE ELABORACION DE COBERTURAS DE CHOCOLATE.*

5.1 ORGANIZACION DEL EQUIPO

Debido a los problemas que se presentan en el área de producción de una fábrica productora de dulces y chocolates, se decidió formar un equipo de mejora, el cual tiene como objetivo hacer que los procesos que se realizan en la fábrica sean consistentes y aceptables, además de entregar eficientemente y puntualmente los pedidos que esta empresa tiene.

En este equipo de mejora se integraron las siguientes áreas:

Gerencia de producción

Departamento técnico

Supervisores de producción de la línea de chocolate (uno por turno).

Coordinador de capacitación

Aseguramiento de la calidad

Departamento de mantenimiento

Personal sindicalizado del departamento de producción de la línea de chocolate (maestro y operadores).

Se definió las actividades de cada uno de los integrantes y sus puestos:

Líder

Proporciona los medios necesarios y autoriza modificaciones a los equipos. Orienta sobre los resultados que se va obteniendo, el cual fue ocupado por el gerente de producción.

**Facilitador**

Lleva el control de las juntas, estructura los avances, reúne información, realiza las presentaciones del proyecto, orienta, coordina las operaciones a realizar y delega responsabilidades, el cual fue ocupado por el coordinador de capacitación.

Tomador de actas

Lleva la minuta de las juntas (comentarios, soluciones, problemas y opiniones), el cual fue ocupado por el supervisor de producción de la línea de chocolate del primer turno.

Cronometrador

Se encarga de la duración de las juntas, el cual fue ocupado por el supervisor de producción de la línea de chocolate del segundo turno.

Miembro

Participa en todas las actividades de campo (pruebas, chequeos, verificaciones). Las juntas se realizaban semanalmente y duraban aproximadamente 1.5 horas.

5.2. METODOLOGIA DE PROYECTOS APLICADA AL PROCESO DE FABRICACION DE COBERTURAS

5.2.1. IDENTIFICAR PROBLEMAS Y ESCOGER UNO.

Al tener una baja eficiencia la línea de chocolate por varios reprocesos e inclusive rechazos por parte de Control de Calidad. Ya que las coberturas de chocolate no cumplían con las características de calidad (granulometría, porcentaje de grasa, viscosidad). La gerencia de producción decidió iniciar el proyecto con esta línea.



5.2.2. COMPRENDER LA SITUACION ACTUAL Y DESCRIBIR CLARAMENTE EL PROBLEMA

Para poder entender el problema y la magnitud del mismo se empezó a llevar a cabo una recopilación de datos por medio de unas “tablas de datos”. En estas tablas se presentó el total de los distintos tipos de cobertura que se elaboraron durante el mes de noviembre, el número de rechazos que hubo en cada tipo de cobertura, así como el número de rechazos y el porcentaje que representa dicho rechazo. (ver tabla 5.1)

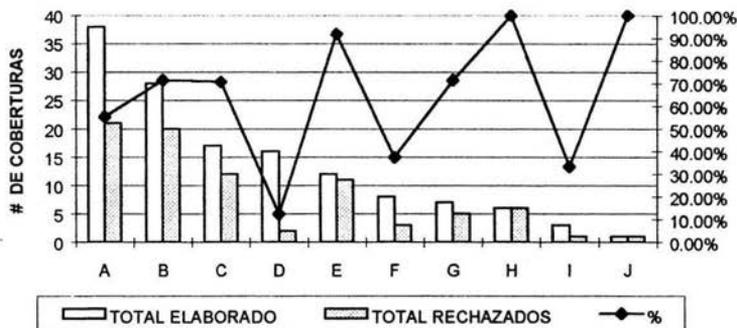
Tabla 5.1
NOVIEMBRE

COBERTURA	TOTAL ELABORADO	TOTAL RECHAZADOS	%
A	38	21	55.26%
B	28	20	71.43%
C	17	12	70.59%
D	16	2	12.50%
E	12	11	91.67%
F	8	3	37.50%
G	7	5	71.43%
H	6	6	100.00%
I	3	1	33.33%
J	1	1	100.00%
TOTAL	136	82	60.29%

De la “tabla de datos”, se obtuvo una gráfica, en la que se representa el total de coberturas elaboradas durante el mes de noviembre y su porcentaje de rechazos del 60.29%. (ver gráfica 5.1)



RECHAZOS POR COBERTURA MES DE NOVIEMBRE



Gráfica 5.1

En esta gráfica se observa que el porcentaje de rechazos en la mayoría de cada tipo de cobertura, es mayor del 50%, existiendo dos tipos de coberturas (J y H) donde toda la producción de coberturas fueron rechazadas, motivo por el cual se realizó otra tabla para determinar el motivo del rechazo, ya sea por alta viscosidad o baja viscosidad. (ver tabla 5.2)

Tabla 5.2
RECHAZOS DEL MES DE NOVIEMBRE

COBERTURA	BAJA VISCOSIDAD	ALTA VISCOSIDAD	TOTAL
A	3	18	21
B	5	15	20
C	2	10	12
D	0	2	2
E	3	8	11
F	3	0	3
G	1	4	5
H	0	6	6
I	1	0	1
J	0	1	1
TOTAL	18	64	82

En la tabla 5.2 se muestra que los rechazos por cobertura se deben principalmente por



presentar alta viscosidad. El 78.04% del total de las coberturas eran rechazadas por alta viscosidad.

Con los datos obtenidos, se elaboró una gráfica P, para ir observando el comportamiento de los rechazos durante todo el mes. (ver gráfica 5.2)

HOJA DE DATOS PARA LA GRAFICA P

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	NUMERO DE DEFECTIVOS (np)	SUBGRUPO N° FECHA	PORCENTAJE DEFECTIVO p(%)	(%) LC	(%) LCS	(%) LCI
30	18	Sem 1	60.00	60.29	87.09	33.49
30	20	Sem 2	66.67	60.29	87.09	33.49
29	20	Sem 3	68.97	60.29	87.55	33.04
30	16	Sem 4	53.33	60.29	87.09	33.49
17	8	Sem 5	47.06	60.29	95.90	24.69

136

82

Línea central: 0.602941176

$$\text{LINEA CENTRAL} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

$$\text{LIMITE DE CONTROL SUPERIOR} = \bar{p} + 3/\sqrt{n} * (\sqrt{\bar{p} * (1 - \bar{p})})$$

$$\text{LIMITE DE CONTROL INFERIOR} = \bar{p} - 3/\sqrt{n} * (\sqrt{\bar{p} * (1 - \bar{p})})$$

HOJA DE DATOS PARA LA GRAFICA P

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	NUMERO DE DEFECTIVOS (np)	SUBGRUPO N° FECHA	PORCENTAJE DEFECTIVO p(%)	(%) LC	(%) LCS
30	18	Sem 1	60.00	60.29	87.09
30	20	Sem 2	66.67	60.29	87.09
29	20	Sem 3	68.97	60.29	87.55
30	16	Sem 4	53.33	60.29	87.09
17	8	Sem 5	47.06	60.29	95.90

136

82

Línea central: 0.602941176

$$\text{LIMITE DE CONTROL SUPERIOR} = \bar{p} + 3/\sqrt{n} * (\sqrt{\bar{p} * (1 - \bar{p})})$$

Gráfica 5.2



Para comprender el impacto económico que representaba las fallas que se tenían, se hizo una valoración de los costos de calidad por falla interna, para lo cual se hicieron las siguientes definiciones:

Tiempo de reproceso: Es todo el tiempo de reproceso que se le da a una cobertura para que quede liberada por Control de Calidad desde el tiempo en que ésta fue rechazada por Control de Calidad.

Costo de reproceso: Es el costo que tiene el tiempo de reproceso, donde se incluyen los costos indirectos de producción en ese tiempo y los costos de mano de obra en el mismo tiempo, y se obtiene de sumar el costo de reproceso por mano de obra más el costo de reproceso por indirectos de producción. El costo de reproceso por mano de obra se obtiene de multiplicar el tiempo muerto en minutos por la producción en kilos por minuto por el costo de mano por minuto de la cobertura que se está elaborando. El costo de reproceso por indirectos de producción se obtiene de multiplicar el tiempo muerto en minutos por la producción en kilos por minuto por el costo indirecto de producción por kilo de la cobertura que se está elaborando.

Costo de oportunidad: Es el costo que se obtiene calculando la cantidad que se hubiera ganado si en el tiempo de paro hubiéramos elaborado una cobertura y ésta se hubiera vendido.

En este estudio de costos por reprocesos, se obtuvo que durante el mes de noviembre hubo una pérdida de tiempo de 401 horas de reproceso, cuyo costo representa un 6.17% respecto a las utilidades por venta de coberturas y un costo de oportunidad que representa el



29.94% respecto a las utilidades por venta de coberturas; esto se determina por medio de tablas de costos de los obreros, luz, agua, etc... (ver tabla 5.3)

Tabla 5.3
CALCULO DE LOS COSTOS DE CALIDAD
 NOVIEMBRE

COB.	T. M. M.	P.K x m	C.M.O. x K	C.I.P.	C.C.M.O.	C.C.I.P.	COSTO REP.	UTI.	CTO. x OPOR
A	3600	12.5	0.0111	0.1368	\$500	\$6,154	\$6,653	0.76	\$34,200
B	3000	12.5	0.0111	0.1368	\$416	\$5,128	\$5,544	0.65	\$24,375
C	8300	6.25	0.0075	0.1368	\$389	\$7,094	\$7,482	0.57	\$29,569
D	650	6.25	0.0103	0.1368	\$42	\$556	\$597	0.76	\$3,088
E	6000	12.5	0.0088	0.1368	\$656	\$10,256	\$10,913	0.57	\$42,750
F	1500	12.5	0.0220	0.1368	\$412	\$2,564	\$2,976	0.57	\$10,688
G	300	6.25	0.0220	0.1368	\$41	\$256	\$298	0.81	\$1,519
H	200	6.25	0.0111	0.1368	\$14	\$171	\$185	0.81	\$1,013
I	261	12.5	0.0074	0.1368	\$24	\$446	\$470	0.62	\$2,023
J	250	12.5	0.0074	0.1368	\$23	\$427	\$450	0.57	\$1,781

TOTAL	24,061	12.5		0.1368	\$2,516	\$33,052	\$35,569		\$151,004
--------------	---------------	-------------	--	---------------	----------------	-----------------	-----------------	--	------------------

T.M.M = Tiempo muerto en minutos.

C.I.P. = Costo indirecto de producción

P.K x m = Producción en kg. por minuto

C.C.M.O. = Costo de mano de obra por kg.

C.M.O x K = Costo de mano de obra por kg

C.C.I.P. = Costo de calidad por indirectos de producción por kg.

5.2.3. ANALIZAR EL PROBLEMA Y SUS CAUSAS FUNDAMENTALES

En este paso se realizó una lluvia de ideas por los integrantes del equipo para detectar las causas que se suponían generaban el problema. Estas causas fueron clasificadas por medio del Diagrama de Causa y Efecto. (ver figura 5.1)

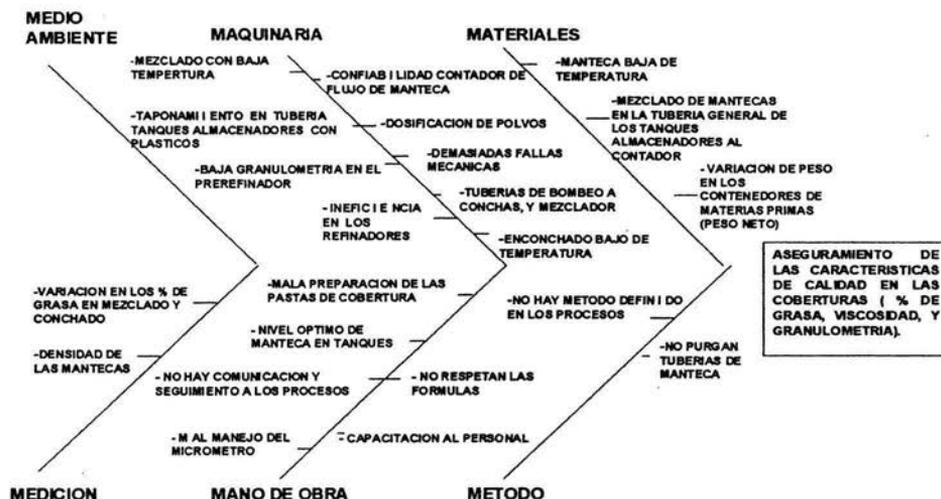


Figura 5.1

Una vez que se escogieron las causas se tuvieron que confirmar, para saber cuáles eran las causas reales del problema (ver tabla 5.4)

Tabla 5.4

No.	CAUSA	METODO DE CONFIRMACION	¿SE CONFIRMO ?
1	Variación de % de grasa en mezclado y conchado	Auditoría de proceso	Sí
2	Confiabilidad del contador de flujo de mantecas	Chequeo y toma de datos	Sí
3	Densidad de las mantecas	Verificación y toma de datos	Sí
4	Mantecas bajas de temperatura	Toma de datos	Sí



5	Taponamiento en tuberías de tanques almacenadores con plásticos	Observación	Sí
6	Mala preparación de pastas de cobertura	Auditoría de proceso	Sí
7	Dosificación de polvos	Verificación	Sí
8	No respetan fórmulas	Auditoría de proceso	Sí
9	Mezclador con baja temperatura	Chequeo y toma de datos	Sí
10	Tuberías de bombeo a conchas y mezclador	Auditoría de proceso	Sí
11	Mezclado de mantecas en la tubería general de los tanques almacenadores de manteca	Auditoría de proceso	No
12	Variación de peso en los contenedores de la materia prima (peso neto)	Chequeo y toma de datos	Sí
13	No hay método definido en los procesos	Auditoría y estandarización de procesos	Sí
14	No purgan tuberías de manteca	Chequeo y toma de datos	Sí
15	Demasiadas fallas mecánicas	Chequeo y toma de datos	Sí
16	Variación de granulometría en el prerefinador	Auditoría de proceso	Sí
17	Nivel óptimo de manteca en tanques	Toma de datos	Sí
18	Ineficiencia en los refinadores	Auditoría y toma de datos	Sí



19	Capacitación al personal	Auditoría de proceso	Sí
20	No hay comunicación y seguimiento a los procesos	Verificación	Sí
21	Conchado bajo de temperatura	Auditoría de proceso	Sí

5.3.4. DEFINIR EL PLAN DE CONTRAMEDIDAS

Una vez detectadas y confirmadas las causas, se propusieron por medio de una lluvia de ideas soluciones (contramedidas), de las cuales se escogió la mejor y se verificó que ésta resolviera dichas causas.

El plan de contramedidas para las causas se expresa en la tabla No. 5.5

Una vez elaborado este plan de contramedidas, y después de haber verificado su eficacia, se procedió a tomar las acciones correctivas necesarias.

Tabla 5.5

CAUSA CONFIRMADA	IDEA DE CONTRAMEDIDA	¿RESUELVE ?
Variación de los % de grasa en mezclado y conchado	Verificación del sistema de dosificado de mantecas y colocación de tanques de aseguramiento.	Sí
Confiabilidad del contador de flujo de mantecas	Calibración del contador de la bomba de manteca y limpieza del filtro.	Sí.
Densidad de las mantecas	Determinar la relación densidad – temperatura	Sí
Mantecas bajas de temperatura	Determinar la temperatura ideal de las mantecas	Sí



Taponamiento en tuberías de tanques almacenador con plásticos	Método de fundido de mantecas	Sí
Mala preparación de pastas de cobertura	Determinar procesos, documentar y entrenamiento de operadores	Sí
Dosificación de polvos	Estandarización del proceso.	Sí
No respetan fórmulas	Tener todas las fórmulas documentadas en el área de trabajo	Sí
Mezclado con baja temperatura	Ajuste ideal de la temperatura del enchaquetado del mezclador	Sí
Tuberías de bombeo a conchas y mezclador	Rediseño y colocación de válvulas y tuberías	No
Variación de peso en los contenedores de la materia prima	Comprobar pesos netos	No
No hay método definido en los procesos	Estandarización y documentación de los procesos	Sí
No purgan tuberías de manteca	Establecer sistemas de purga	Sí
Demasiadas fallas mecánicas	Implementación del mantenimiento preventivo	Sí
Variación de granulometría en el prerefinador	Diseñar hoja de control de operación	Sí
Nivel óptimo de manteca en los tanques	Determinar nivel mínimo y máximo	Sí
Ineficiencia en los refinadores	Diseñar hoja de control de operación	Sí
Capacitación al personal	Comunicar y entrenar al personal	Sí
No hay comunicación y seguimiento a los procesos	Información y uso de bitácora	Sí



Conchado bajo de temperatura	Aseguramiento de temperatura de operación	Sí
------------------------------	---	----

5.3.5. IMPLEMENTACION DEL PLAN DE CONTRAMEDIDAS

Se aplicaron las contramedidas para la solución de las causas, delegando responsabilidades a cada uno de los integrantes del equipo; asimismo se fue revisando semanalmente los avances del proyecto. Las acciones correctivas que se llevaron a cabo en cada una de las causas se explican a continuación.

1.- Elaboración de tablas de calibración. Contador bomba de manteca, considerando que el contador marca litros y no kilogramos como se suponía, según su densidad y temperatura, tanto para el mezclado, precarga y conchado.

2.- Calibración del contador de flujo de manteca y verificación.

3.- Toma de datos, teniendo las mantecas a 60° C de temperatura, conociendo la densidad para la elaboración de las tablas de calibración.

4.- Se determinaron las temperaturas de manteca en tanques almacenadores, las cuales fueron de 55 - 60° C

5.-Colocación de filtros en la parte anterior a la bomba de manteca, además de utilizar un colador para extraer del tanque los pedazos de plástico que cayeran dentro de él.



6.- Elaboración de la tabla de calibración de manteca a mezclador, para determinar con esto el tiempo de mezclado para las coberturas: (15 minutos en las coberturas de leche y 10 minutos en el resto de las coberturas).

7.- Se modificaron las fórmulas en la etapa de dosificación de polvos, que consistía en incluir en la fórmula el número de bultos que representa la cantidad en kilogramos. Se añadió una columna (de bultos) equivalente al gramaje mencionado en la fórmula. Además se ajustaron fórmulas en cuanto al porcentaje de grasa, lecitina y palsgard.

8.- Se integraron al proyecto los maestros y operadores del proceso de coberturas, con el objeto de obtener una participación proactiva.

9.- Se determinó que la temperatura en el proceso de mezclado debería de ser de 50 - 55 °C. Esto con el fin de ir estandarizando el proceso.

10.- Modificaciones a las tuberías de bombeo, que van del tanque de manteca hacia las conchas y mezclador, así como al tanque de precarga a las conchas Frisse, Mola y Clover, (en los cuales se asegura el peso de la manteca a dosificar y la mezcla homogénea que se va a formar, con la lecitina o palssgard), además se colocaron válvulas electroneumáticas a tuberías de alimentación de manteca a conchas. También se instituyó purgar la tubería después de cada dosificación.

11.- Se colocó una válvula a la tubería general de los tanques almacenadores de manteca, para poder purgar dicha tubería.



- 12.- Chequeo del gramage de las materias primas, en las diferentes presentaciones, en el cuál no se encontraron variaciones significativas.
- 13.- Elaboración de los estándares de operación en las diferentes etapas del proceso.
- 14.- Sistema de purga en la red de tuberías a conchas y mezclador.
- 15.- Desarrollo de mantenimiento preventivo a los equipos más críticos de la línea de chocolate.
- 16.- Determinación cuál debería de ser la granulometría final, en el prerefinador, quedando ésta de 100 - 150 micras.
- 17.- Verificación del nivel de manteca de los tanques, la cual no afecta el sistema de bombeo.
- 18.- Se ajustó la granulometría de la pasta en el prerefinador, para que los refinadores no se forzen demasiado y los rodillos arrastren más pasta, además con el tiempo de mezclado y la temperatura de éste.
- 19.- Se dieron pláticas sobre viscosidad, manejo de micrometro, mantecas, emulsificantes, colores y su función. Aplicación de los estándares de operación en la fase que le corresponde.
- 20.- Utilización de una bitacora para asegurar la información a cada uno de los turnos.
- 21.- Determinación de la temperatura de conchado de 55 - 60 °C.



Cada uno de los integrantes del proyecto participaba en la contramedida que le correspondía según su área de trabajo. Y en cada junta se iba revisando el avance de cada contramedida lo cual generaban contramedidas adicionales que se comentan a continuación:

1. Se revisaron los procesos de conchado y se elaboraron hojas de control del mismo para cada cobertura, como parte del control de operación para asegurar la calidad.

2.- Mantenimiento realizó modificaciones a la maquinaria para las necesidades del área las cuales fueron:

- * Colocación de controles de temperatura a los tanques almacenadores de manteca para asegurar temperaturas constantes entre 55 - 60 °C.

- Suministro de agua de torre al prerrefinador y refinadores a una temperatura de 20–25 °C.

- * Instalación de un sistema automático de conchado a la concha Clover.

- * Se reparó el funcionamiento automático del prerrefinador.

- * Se cambiaron los manómetros de alimentación al mezclador II

- * Se inclinaron las tuberías de manteca para garantizar la llegada de la totalidad de manteca a las conchas.

3.- Determinación del tiempo de conchado el cual es de 5 horas para coberturas de chocolate y de 24 horas para chocolate.

4.- Determinación del proceso de gotitas de chocolate.

5.- Se elaboró una tabla de reprocesos de coberturas con un 5% máximo de bajas.



- 6.- Se capacitó a los operadores de los refinadores y suplentes.
- 7.- Se repararon los termómetros de la concha Mola.
- 8.- Control de inspección en los compresores Kriopack, que abastecen de agua fría al equipo de chocolate.
- 9.- Capacitación por parte de aseguramiento de la calidad a los maestros para la obtención de la viscosidad y el porcentaje de grasa en las coberturas.
- 10.- Modificaciones al equipo de dosificación de polvos para hacerlo más eficiente.
- 11.- Se capacitó a los maestros en el manejo del montacargas.
- 12.- Se elaboró una hoja de análisis comparativo de los rendimientos de los refinadores respecto a la temperatura de los rodillos uno y dos para incrementar el rendimiento.
- 13.- Capacitación por parte de mantenimiento a los supervisores maestros y operadores en el ajuste de rodillos a los refinadores.
- 14.- Instalación de una marmita para el fundido de palsgaard 611, Emulsificante y Emulsificante, con la finalidad de agilizar el proceso.
- 15.- Se revisó la formulación del polvo para chocoreta con el fin de ajustarla a las necesidades de la línea de bombos confitado.



16.- Con la participación del personal operario, mejoró la actitud de setos reflejándose en su forma de ver, ser y pensar.

5.3.6. CONFIRMAR EL EFECTO DE LA MEJORA REALIZADA

A continuación se muestran los avances que se obtuvieron mensualmente:

a) Noviembre: Como se comentó anteriormente la situación de coberturas era crítica, por lo que era urgente un control del proceso y monitorear frecuentemente el mismo. Además de poner todo el esfuerzo en aquellas en las que su porcentaje de rechazo era alto como el caso de las coberturas C, H, J.

Al elaborar las coberturas, la mayoría de éstas eran rechazadas, causando grandes pérdidas de dinero, por el tiempo muerto de máquina ocasionado por el reproceso que tenía que dárseles para que éstas fueran aceptadas. Los resultados de este mes fueron de un total de 136 coberturas elaboradas; 82 coberturas rechazadas para obtener un porcentaje de rechazo del 60.29%.

b) Diciembre: A un solo mes de haber iniciado el proyecto de calidad el porcentaje de rechazos disminuyó de 60.29% a un 55.63%. Aunque realmente en estas fechas se estaba iniciando con el paso No. 4 definir el plan de contramedidas .

Los resultados de este mes fueron de un total de 142 coberturas elaboradas; 79 coberturas rechazadas para obtener un porcentaje de rechazo del 55.63%.



c) Enero: A dos meses de iniciado el proyecto el porcentaje de rechazos disminuyó de 60.29% a un 30.57%. Pero a pesar de esta gran mejora los rechazos continuaban siendo por tener una viscosidad alta, lo cual indicaba llevar a cabo las contramedidas que se relacionaran más a la causa de alta viscosidad.

Los resultados de este mes fueron de un total de 157 coberturas elaboradas; 48 coberturas rechazadas para obtener un porcentaje de rechazo del 30.57%.

d) Febrero: A tres meses de iniciado el proyecto aumentó casi un 8% el porcentaje de rechazos a comparación del mes de enero, pero esto se debió a que durante este mes se inició la producción de 3 nuevas coberturas, lo cual al no tener todavía un procedimiento desarrollado para estas nuevas coberturas ocasionó que éstas fueran rechazadas por baja viscosidad.

Los resultados de este mes fueron de un total de 196 coberturas elaboradas; 73 coberturas rechazadas para obtener un porcentaje de rechazo del 37.24%.

e) Marzo: En este mes se logró reducir de 60.29% de rechazos del mes de noviembre a un 34.95 %, lo cual implicaba una mejora con respecto al mes anterior de febrero, pero no así para el mes de enero el cual representaba el mes de mejores resultados.

Los resultados de este mes fueron de un total de 186 coberturas elaboradas; 65 coberturas rechazadas para obtener un porcentaje de rechazo del 34.95%.



f) Abril: Este fue el mes con mayor producción de coberturas con un total de 222. También se logró mejorar el porcentaje de rechazos con el mes de enero, que era el mejor de un 30.57% a un 27.03%, lo cual demostraba el resultado de implementar el plan de contramedidas.

Los resultados de este mes fueron de un total de 222 coberturas elaboradas; 60 coberturas rechazadas para obtener un porcentaje de rechazo del 27.03%.

g) Mayo: En este mes ya se logró disminuir hasta 18.65% las coberturas rechazadas, lo cual comprobaba que ya se estaba controlando el proceso de las nuevas coberturas que iniciaron a producirse en el mes de marzo.

Los resultados de este mes fueron de un total de 193 coberturas elaboradas; 36 coberturas rechazadas para obtener un porcentaje de rechazo del 18.65%.

h) Junio: Este mes se volvió a ver afectado por el inicio de 2 coberturas nuevas, lo cual implicó que el porcentaje de rechazos aumentará de 18.65% del mes de mayo a 25.85%.

Los resultados de este mes fueron de un total de 147 coberturas elaboradas; 38 coberturas rechazadas para obtener un porcentaje de rechazo del 25.85%.

i) Julio: Se logra mejorar el porcentaje de rechazos en comparación al mes pasado. Su principal causa de rechazos fue por alta viscosidad de 20 rechazos, pero no hay mucha diferencia en comparación a la baja viscosidad, la cual fue de 19 rechazos.



Los resultados de este mes fueron de un total de 192 coberturas elaboradas; 39 coberturas rechazadas para obtener un porcentaje de rechazo del 20.31%.

j) Agosto: En este mes aumenta la producción un 8.73 % en comparación al mes anterior, pero aumenta el porcentaje de rechazos en comparación al mes de julio de 20.31% a 25.45%.

Los resultados de este mes fueron de un total de 220 coberturas elaboradas; 56 coberturas rechazadas para obtener un porcentaje de rechazo del 25.45 %.

k) Septiembre: En este mes se logró tener 2 coberturas totalmente controladas, pero al mismo tiempo el porcentaje de rechazos aumentó 26.34%. Debido principalmente a que se elaboraron coberturas que desde noviembre no se elaboraban, lo cual implicaba poner toda la atención sobre las coberturas poco elaboradas y las nuevas coberturas.

Los resultados de este mes fueron de un total de 186 coberturas elaboradas; 49 coberturas rechazadas para obtener un porcentaje de rechazo del 26.34 %.

l) Octubre: En este mes se determina terminar el proyecto, el cual tuvo una duración de once meses. Los resultados de este mes fueron de un total de 156 coberturas elaboradas; 26 coberturas rechazadas para obtener un porcentaje de rechazo del 16.67 %. Para evaluar la mejora final del proyecto, como dice la metodología, se hace un comparativo con el paso número dos por lo cual se presentan las mismas tablas y gráficas que se utilizaron en el paso número dos. En la tabla 5.6 se puede comparar el total de los distintos tipos de cobertura que



se elaboraron durante el mes de octubre, así como el número de rechazos que hubo en cada tipo de cobertura, con su correspondiente porcentaje de rechazo.

Tabla 5.6

OCTUBRE

COBERTURA	TOTAL ELABORADO	TOTAL RECHAZADOS	%
F	27	2	7.41%
O	26	5	19.23%
B	23	5	21.74%
C	23	5	21.74%
A	18	0	0.00%
P	13	4	30.77%
Q	11	0	0.00%
L	8	2	25.00%
G	3	1	33.33%
H	2	1	50.00%
I	1	1	100.00%
R	1	0	0.00%
TOTAL	156	26	16.67%

En ésta podemos observar a grandes rasgos que el porcentaje de rechazos disminuyó de un 60.29 %, que se tenía en noviembre, a un 16.67 %, que se tiene en octubre (ver gráfica 5.3).



Gráfica 5.3



En la tabla 5.7 nos damos cuenta que a diferencia del mes de noviembre la causa de rechazo más frecuente en el mes de octubre es baja viscosidad, en lugar de alta viscosidad, como era en el mes de noviembre, lo cual implica tener que agregar más cocoa a la cobertura para lograr ajustar la viscosidad.

Tabla 5.7

RECHAZOS DEL MES DE OCTUBRE

COBERTURA	BAJA VISCOSIDAD	ALTA VISCOSIDAD	TOTAL
F	2	0	2
O	4	1	5
B	5	0	5
C	3	2	5
A	0	0	0
P	3	1	4
Q	0	0	0
L	2	0	2
G	1	0	1
H	0	1	1
I	0	1	1
R	0	0	0
TOTAL	20	6	26

A continuación en la gráfica 5.4 se puede observar cómo en la estadística de la gráfica p se puede ver cómo el proceso se comporta más estable y con el porcentaje promedio de 16.67 % de rechazos.



HOJA DE DATOS PARA LA GRAFICA P

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	NUMERO DE DEFECTIVOS (np)	SUBGRUPO N° FECHA	PORCENTAJE DEFECTIVO p(%)	(%) LC	(%) LCS	(%) LCI
35	7	Sem 1	20.00	16.67	35.56	-2.23
30	4	Sem 2	13.33	16.67	37.08	-3.75
32	6	Sem 3	18.75	16.67	36.43	-3.10
30	5	Sem 4	16.67	16.67	37.08	-3.75
29	4	Sem 5	13.79	16.67	37.43	-4.09

156

26

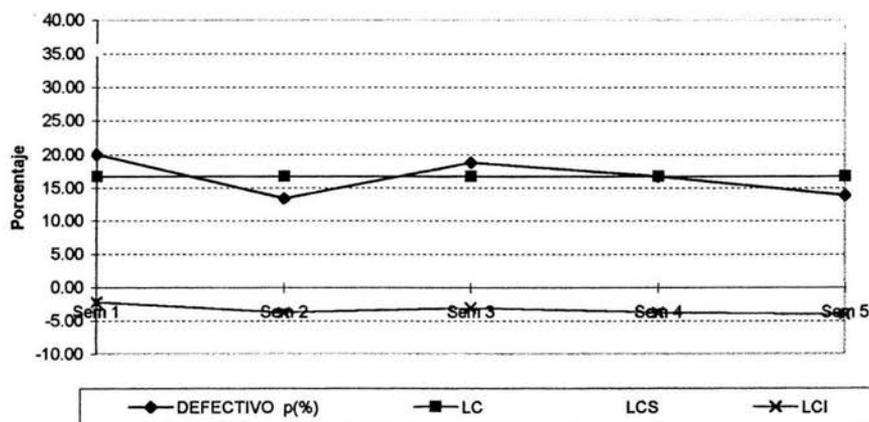
Linea central: 0.16666667

$$\text{LINEA CENTRAL} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

$$\text{LIMITE DE CONTROL SUPERIOR} = LC + 3 / \sqrt{n} * (\sqrt{LC * (1 - LC)})$$

$$\text{LIMITE DE CONTROL INFERIOR} = LC - 3 / \sqrt{n} * (\sqrt{LC * (1 - LC)})$$

Porcentaje de rechazos en coberturas



Gráfica 5.4

En la tabla 5.8 se muestran el cálculo de los costos de calidad, lo cual comprueba la disminución de tiempo de reproceso de 401 hrs. que se tenía en el mes de noviembre, a 71 hrs. , que se obtuvo en el mes de octubre. El costo de reproceso se disminuyó de \$32,132 pesos en el mes de noviembre, a \$5,873 pesos para el mes de octubre. Y por último el costo de



oportunidad se disminuyó de \$152,517 pesos del mes de noviembre, a \$25,823 pesos para el mes de octubre.

Tabla 5.8
CALCULO DE LOS COSTOS DE CALIDAD
OCTUBRE

COB:	T. M. M.	P.K. x m.	C.M.O. x K	C.I.P.	C.C.M.O.	C.C.I.P.	COSTO REP.	UTI.	CTO. x OPOR
F	378	12.5	0.0220	0.1368	\$104	\$646	\$750	0.57	\$2,693
O	665	6.25	0.0111	0.1368	\$46	\$568	\$615	0.76	\$3,159
B	975	12.5	0.0111	0.1368	\$135	\$1,667	\$1,802	0.65	\$7,922
C	320	6.25	0.0075	0.1368	\$15	\$274	\$289	0.57	\$1,140
P	1056	6.25	0.0111	0.1368	\$73	\$903	\$976	0.76	\$5,016
L	378	12.5	0.0220	0.1368	\$104	\$646	\$750	0.57	\$2,693
G	89	6.25	0.0220	0.1368	\$12	\$76	\$88	0.81	\$451
H	139	6.25	0.0111	0.1368	\$10	\$119	\$128	0.81	\$704
I	264	12.5	0.0074	0.1368	\$24	\$451	\$476	0.62	\$2,046
TOTAL	4,264	12.5		0.1368	\$524	\$5,349	\$5,873		\$25,823

T.M.M. = Tiempo muerto en minutos.

C.I.P. = Costo indirecto de producción

P.K.x m. = Producción en kg. por minuto

C.C.M.O. = Costo de mano de obra por kg.

C.M.O. x K = Costo de mano de obra por kg

C.C.I.P. = Costo de calidad por indirectos de producción por kg.

En lo que respresenta las utilidades por venta de coberturas, el costo de reproceso absorbía el 6.17%, reduciéndose al 1.48%. El costo de oportunidad representaba el 29.29% de las utilidades por venta de cobertura, disminuyendo al 6.80%. Se logró aumentar el rendimiento de los refinadores de 2,500 kg/hr. a 3,300 kg/hr, siendo éste un aumento del 32% en la eficiencia de este equipo.

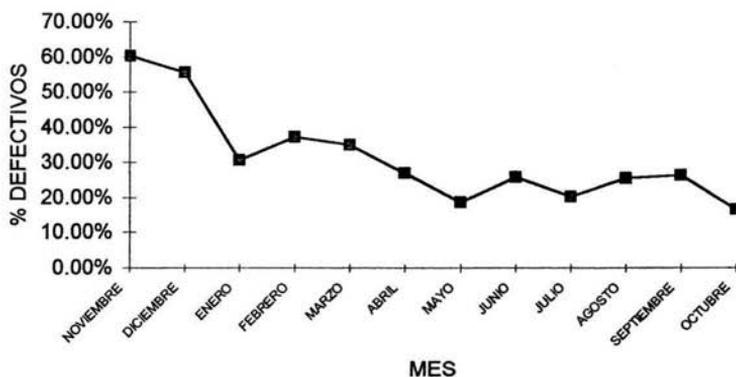
A continuación se muestra mes por mes cómo se comportó el porcentaje de rechazos tabla 5.9 y gráfica 5.5. En la tabla 5.10 se puede observar por mes el tiempo de reproceso, costo de reproceso y costo de oportunidad así como graficamente en las gráficas 5.6, 5.7, 5.8



Tabla 5.9

MES	TOTAL DE DEFECTIVOS	TOTAL DE COBERTURAS	%
NOVIEMBRE	82	136	60.29%
DICIEMBRE	79	142	55.63%
ENERO	48	157	30.57%
FEBRERO	73	196	37.24%
MARZO	65	186	34.95%
ABRIL	60	222	27.03%
MAYO	36	193	18.65%
JUNIO	38	147	25.85%
JULIO	39	192	20.31%
AGOSTO	56	220	25.45%
SEPTIEMBRE	49	186	26.34%
OCTUBRE	26	156	16.67%

PORCENTAJE DEFECTIVOS MENSUAL



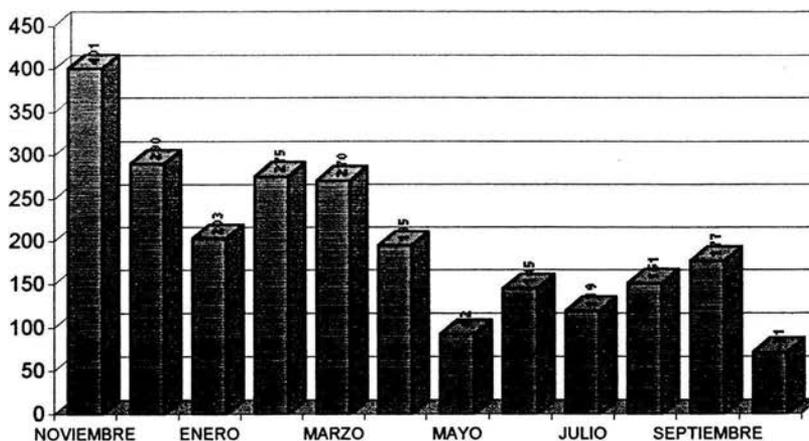
Gráfica 5.5



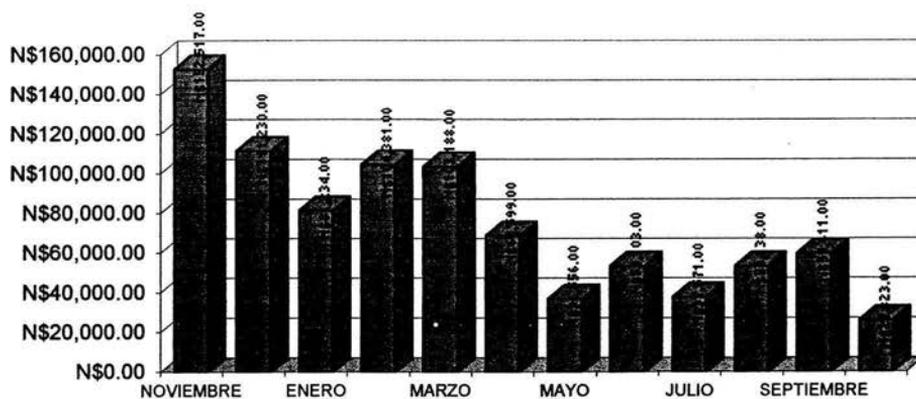
Tabla 5.10

MES:	COSTO DE REPROCESO	COSTO DE OPORTUNIDAD	TIEMPO DE REPROCESO
NOVIEMBRE	N\$32,132.00	N\$152,517.00	401
DICIEMBRE	N\$25,150.00	N\$111,230.00	290
ENERO	N\$17,403.00	N\$81,234.00	203
FEBRERO	N\$23,676.00	N\$104,381.00	275
MARZO	N\$23,594.00	N\$103,188.00	270
ABRIL	N\$16,191.00	N\$68,599.00	195
MAYO	N\$8,591.00	N\$36,556.00	92
JUNIO	N\$12,806.00	N\$53,103.00	145
JULIO	N\$8,831.00	N\$37,571.00	119
AGOSTO	N\$11,987.00	N\$53,138.00	151
SEPTIEMBRE	N\$13,935.00	N\$59,611.00	177
OCTUBRE	N\$5,873.00	N\$25,823.00	71

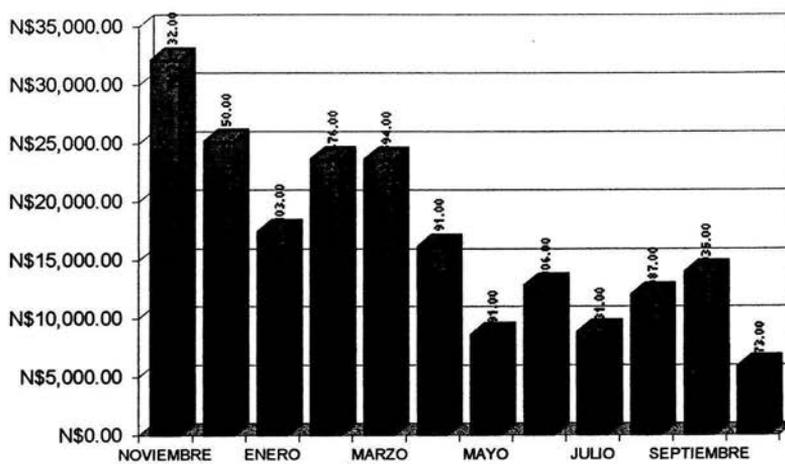
TIEMPO DE REPROCESO POR MES



Gráfica 5.6

**COSTO DE OPORTUNIDAD POR MES**

Gráfica 5.7

COSTO DE REPROCESO POR MES

Gráfica 5.8



5.3.7. MANTENER EL EFECTO DE LA MEJORA.

Una vez que la mayoría de los problemas se tiene bajo control, se estandarizó todo el proceso.

Se le entregó a los operadores los procedimientos y hojas de control a seguir durante la dosificación de mantecas y polvos, mezclado, prerrefinado, refinado y conchado. En estas hojas está detalladamente los pasos a seguir, desde el inicio hasta la terminación del proceso así como los datos y los rangos de cada uno de los parámetros de las distintas máquinas.

Los maestros de esta área se encargaban de llenar las hojas de control de cada etapa de proceso. En estas hojas, el maestro anotaba las condiciones con que se había llevado la producción de la cobertura: temperaturas; tiempo de proceso; cantidad de materia prima pesada; cantidad de precarga; de complementos; de pasta obtenida. También anotaba temperaturas de los rodillos, presiones de esto con su correspondiente granulometría.

Dentro de estas hojas se le colocaron las condiciones ideales para que el proceso diera un rendimiento máximo y asegurara las características de calidad. De esta manera el maestro trataba de apegarse a estas condiciones.

Se adaptó una hoja distinta para cada tipo de cobertura, ya que, como cada una tienen distinta viscosidad, granulometría y porcentaje de grasa, su actuación durante el proceso era distinto. Se aseguró, por medio de inspecciones, que se estuvieran siguiendo adecuadamente los estándares de cada etapa del proceso, así como el llenado correcto y verídico de las hojas de control.



Por razones de seguridad para la empresa no se muestran ni los procedimientos ni las hojas de control de proceso.

5.3.8. REVISAR LOS PROBLEMAS PENDIENTES E INICIAR NUEVOS PROYECTOS.

Se revisaron todos los pasos del proyecto, para ver si todos los problemas fueron resultados, y si en verdad sus contramedidas fueron la mejor solución. Se realizó un estudio de las mejoras que se obtuvieron. Se realizó un diagrama de pareto para ver que área de la fábrica tenía mayor problema y se decidió iniciar otro proyecto igual.



CONCLUSION

En la realización de este trabajo pudimos observar que cuando no se tenía un control de calidad adecuado durante el proceso, los defectos se descubrían ya cuando el proceso estaba muy avanzado, o bien había finalizado ocasionando con esto costosos trabajos de reproceso, e incluso, en ocasiones, la eliminación de la producción defectuosa, con las inevitables demoras en la programación.

Al poner en práctica la metodología, no sólo se observó una buena calidad en el producto terminado sino se entendió que “calidad” implicó todas las actividades relacionadas con el producto, desde su inicio hasta su terminación.

También se comprendió que la calidad y confiabilidad de un producto y proceso, exige el involucramiento de cada una de las partes que intervienen en él, por lo que definitivamente hasta el más alto ejecutivo es responsable por la calidad y debe de estar involucrado en el aseguramiento de la calidad.

El problema de la calidad siempre ha sido la falta de comprensión de la gerencia en cuanto a la responsabilidad de producir una cultura de prevención en su compañía; y esto es precisamente lo que debe de hacer el control de calidad.

El aseguramiento de la calidad debe de ser una filosofía que abarque a toda la compañía; cada departamento debe organizarse en forma tal que el trabajo producido no sólo sea bueno sino, aún más importante, correcto desde la primera ocasión.



Un producto que se hace bien a la primera, no ocurre en deshechos, reprocesos, quejas del consumidor, devoluciones y descuentos, dando como consecuencia el ahorro en costos, debido a materiales no desperdiciados y trabajo empleado únicamente en el necesario, ya que el tiempo de trabajo para reproceso, es tiempo improductivo.

Los gastos por fallas internas son generados por desperdicio en el taller, atribuibles a malos trabajos o errores; aquí se consideran materiales y mano de obra, tanto de reproceso como de desechos. Costo de fallas internas es igual a costo de material más mano de obra, más tiempo muerto de máquina. Como se pudo ver antes de la aplicación de la metodología, estos costos disminuyen considerablemente.

Otra clave para asegurar las características de calidad de las coberturas fue involucrar a los trabajadores en el reproceso. Los trabajadores quieren que los involucren en las decisiones que se toman dentro de un proceso. Ellos se desarrollan con un gran orgullo, entusiasmo y además se vuelven más eficientes.

Definitivamente con la aplicación de la metodología hubo un cambio de actitud en la forma de ver, ser y actuar del personal que forma parte del área de chocolate. En este proyecto se logró mejorar considerablemente en todos los aspectos, tanto los técnicos como son: capacitación adecuada de los trabajadores, mantenimiento, de máquinas y estandarización del proceso; así como en los aspectos administrativos que son: organización, mejor comunicación entre obreros-supervisores-departamento de calidad, dando con esto una disminución en: porcentaje de rechazos, horas de reproceso, costo de oportunidad, costo de reproceso, rendimiento de los refinadores, lo que conduce a ser mejor cada día y poder ofrecer una excelente calidad a la primera.



Un porcentaje de rechazos de 16.67% no es lo ideal, pero se logró disminuir un gran porcentaje; más adelante lo que quedará es lograr que el proceso tenga el menor porcentaje de rechazos posibles.

En cuanto a las gráficas, aunque las características de calidad (viscosidad y grasa), son características medibles, se tuvieron que utilizar las gráficas "P", debido a que en la fábrica se elaboran distintos tipos de cobertura y cada una tiene su propia viscosidad y porcentaje de grasa, por lo que difiere de una cobertura a otra; estas gráficas no miden las características de calidad sino sólo ve, si está dentro del rango, lo acepta, si no, se rechazan las coberturas de acuerdo con las especificaciones de cada una.

Cuando se inició el proyecto se analizaron los rechazos y se observó que algunas coberturas elaboradas, el 100% de éstas eran rechazadas; éste era un grave problema, ya que no es posible que una cobertura siempre se rechace. Como podemos ver en las gráficas, con las dos coberturas que se iniciaron con 100% de rechazos, estas mismas al final del proyecto seguían siendo rechazadas en su totalidad. Analizando más detalladamente este problema vimos que eran dos coberturas que casi no se elaboraron durante el proyecto y que si se hacían, sería sólo una vez, por lo que no es representativo este 100% de rechazos si sólo se hace una.

Por medio de este proyecto se aumentaron las ganancias en forma radical, ya que los costos que implican trabajar con calidad son menores si se consideran las pérdidas en desperdicios y repeticiones de trabajo.

Se pueden aumentar considerablemente los ingresos eliminando las causas que dan origen al desperdicio y repetición de trabajo, sin necesidad de aumentar las ventas.



Uno de los principales problemas encontrados, fue la falta de control de procesos.

Hacer mal las cosas siempre cuesta dinero, por lo tanto el control de calidad sólo se aplica en la producción en línea y no en la oficina administrativa.

La calidad se inicia con la gente y no con las cosas; a través de este proyecto el personal tomó conciencia de lo importante que es la adecuada realización de su trabajo desde un principio, poniendo toda su atención hacia la prevención de los problemas más que a su resolución.

Al finalizar este trabajo, podemos decir que el objetivo que nos planteamos, se cumplió, ya que la aplicación de esta metodología fue exitosa para la resolución de problemas por falta de calidad.



BIBLIOGRAFIA

1. Alikonis, Justin J., Candy Technology, Avl publishing Company, Westport, Connecticut, 1979.
2. 2.- Amsden Rober, Howard E. Buttler, Control estadístico de Procesos Simplificados, Ed. Panorama México D.F. 1993.
3. 3. Arrona H Felipe de J, Calidad el secreto de la productividad, 4ª ed., Ed. Técnica S.A., México D.F. 1987.
4. Beckett, Industrial Chocolate Manufacture an Use, Ed. Blackie and Son Limited, London, 1988.
5. Buhler, Información Técnica de Prerfinador Buher, Uzwill Switzarland, 1990.
6. Candy Magazine of Managment an Technology, Mexican confectiones face uphill Struggle, February, 19894.
7. Carle and Montanari, Información Técnica de Prerfinado y Refinado de chocolate,, Milán Italia 1983.
8. Dr. Juran Josph, Manual de Control de Calidad, Ed. Reverté, Barcelona 1985.
9. Dr. Juran Josph, Planeación y Análisis de Calidad, , Ed. Reverté, Barcelona 1977
10. Ducelandi, Industrias Alimenticias, En la peor crisis de mercado, los dulces mexicanos, Año 54, Num. 651, Noviembre 1994.
11. Dulces Elaborados con Azúcar y Chocolate, Ed. Acribia, Aragoza, España, 1981.