



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE.
NÚCLEO DE SUCRE.
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN
DEPARTAMENTO DE CONTADURÍA.**

ANÁLISIS DE LOS PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS APLICADOS AL CONTROL DE LA CALIDAD

ASESOR ACADEMICO:

Lic. Miguel Romero

AUTORES:

Paúl, Moreno Zenteno

C.I.: 24.129.964

Martina, Rodríguez

C.I.: 12.658.917

**Trabajo de Curso Especiales de Grado presentado como requisito parcial
para optar al título de LIC. EN ADMINISTRACIÓN y CONTADURIA
PÚBLICA.**

Cumaná, Noviembre de 2008



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE.
NÚCLEO DE SUCRE.
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN
DEPARTAMENTO DE CONTADURÍA.**

ANÁLISIS DE LOS PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS APLICADOS AL CONTROL DE CALIDAD

ASESOR ACADÉMICO:

Lic. Miguel Romero

AUTORES:

Paúl, Moreno Zenteno

C.I.: 24.129.964

Martina, Rodríguez

C.I.: 12.658.917

ACTA DE APROBACION DEL JURADO

Trabajo de Grado aprobado en nombre de la Universidad de Oriente, por el siguiente jurado calificador, en la ciudad de Cumaná, a los 07 días del mes de noviembre de 2009.

**Profesor
Lic. Miguel Romero.
Jurado Asesor.
C.I. 8.879.006**

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABLAS	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
NATURALEZA DEL PROBLEMA	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.2.1 Objetivo General	5
1.2.2 Objetivos específicos	5
1.3 JUSTIFICACIÓN	6
CAPÍTULO II	7
ASPECTOS GENERALES SOBRE EL CONTROL DE CALIDAD	7
2.1 RESEÑA HISTÓRICA.....	7
2.2 DEFINICIONES	14
2.2.1 Calidad	15
2.2.2 Control	16
2.2.3 La Estadística	16
2.2.4 Herramientas Estadísticas	17
2.3 IMPORTANCIA DEL CONTROL DE CALIDAD.....	17
2.4 OBJETIVOS DEL CONTROL DE CALIDAD	19
2.5 VENTAJAS	19
2.6 DESVENTAJAS	21
2.7 FUNCIONES DEL CONTROL DE CALIDAD	22
2.7.1 Control de recepción	22
2.7.2 Equipo	23

2.7.3 Para verificación dimensional	23
2.7.4 Control de materiales	24
2.8 USO DEL CONTROL DE CALIDAD.....	24
2.9 NORMAS DEL CONTROL DE CALIDAD EN VENEZUELA.....	25
CAPITULO III.....	26
HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS BÁSICAS Y ASPECTOS GENERALES PARA EL CONTROL DE CALIDAD.....	26
3.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA (CAUSA – EFECTO).....	26
3.1.1 Origen.....	26
3.1.2 Concepto	27
3.1.3 Usos.....	29
3.1.4 Ventajas.....	29
3.1.5 Desventajas	30
3.1.6 Como hacer un diagrama de causa y efecto.....	30
3.2 HISTOGRAMA	31
3.2.1 Origen.....	31
3.2.2 Concepto	31
3.2.3 Usos.....	32
3.2.4 Ventajas.....	32
3.2.5 Desventajas	33
3.2.6 Tipos de histograma	33
3.2.7 Pasos para realizar un histograma	34
3.2.8 Interpretación del histograma.....	35
3.3 DIAGRAMA DE PARETO	36
3.3.1 Origen.....	37
3.3.2 Concepto	37
3.3.3 Usos:.....	39
3.3.4 Ventajas.....	39
3.3.5 Desventajas	40

3.3.6 Como hacer un diagrama de Pareto	40
3.3.7 Tipos de diagrama de Pareto	42
3.4 DIAGRAMA DE FLUJOS	43
3.4.1 Concepto	43
3.4.2 Importancia	44
3.4.3 Ventajas.....	44
3.4.4 Desventajas de los Flujogramas.....	45
3.4.5 Usos.....	45
3.4.6 Características que deben poseer los Flujogramas.....	46
3.4.7 Símbolos utilizados en la elaboración de un Diagrama de Flujo	47
3.4.8 Pasos para la elaboración de un Diagrama de Flujo	49
3.4.9 Tipos de Flujograma	50
3.5 GRÁFICAS DE CORRELACIÓN	52
3.5.1 Usos.....	52
3.5.2 Ventajas.....	53
3.5.3 Desventajas	53
3.5.4 Cómo se hace un gráfico de correlación	53
3.6 GRÁFICAS DE CONTROL.....	54
3.6.1 Origen.....	55
3.6.2 Definición.....	55
3.6.3 Tipos de gráficos de control.....	56
3.6.4 Ventajas.....	57
3.6.5 Usos.....	57
3.6.6 Procedimiento para construir una gráfica de control	57
CAPITULO IV.....	60
MÉTODO DE MUESTREO DE ACEPTACIÓN Y CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO.....	60
4.1 MUESTREO DE ACEPTACIÓN	60
4.1.1 Conceptos.....	60

4.1.2 Utilidad del muestreo de aceptación (inspección por muestras).....	61
4.1.4 Desventajas	63
4.1.5 Planes de muestreo por atributo	64
4.1.6 Planes de muestren por Variable:.....	65
4.1.7 Aplicación	65
4.1.7 Ventajas.....	68
4.1.9 Cero inspecciones (aceptar o mandar el lote sin inspección).....	69
4.1.10 Formación del lote.	69
4.1.11 Selección de la muestra.....	70
4.1.12 Índices de calidad para los planes de muestreo de aceptación.....	72
4.2 CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO	74
4.2.1 Origen.....	74
4.2.2 Concepto	75
4.2.3 Aplicaciones del control estadístico del proceso	75
4.2.4 Ventajas del Control Estadístico de Procesos.	76
4.2.5 Desventajas del Control Estadístico de Proceso.	78
CAPITULO V	79
CASOS PRÁCTICOS DE LA HERRAMIENTAS APLICADAS AL CONTROL DE CALIDAD	79
5.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA (CAUSA – EFECTO).....	79
5.2 HISTOGRAMA	82
5.3 DIAGRAMA DE PARETO	85
5.4 DIAGRAMA DE FLUJOS,	89
5.5 GRÁFICAS DE CORRELACIÓN	90
5.6 GRÁFICAS DE CONTROL.....	91
5.7 GRÁFICAS DE CORRIDAS	94
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES.....	99
BIBLIOGRAFÍA	100

DEDICATORIA

El esfuerzo dado en este trabajo se lo dedico a las siguientes personas que fueron y seguirán siendo parte importante de mi vida, con todo mi amor

A:

Diosito, por apretar pero no Ahorcar.

Mi madre, Norma de Moreno, quien me enseñó que todo se logra con esfuerzo y el no dejarme vencer por las adversidades, Dios te bendiga.

Mi Papa, Wilfredo Moreno por dejarme tantos recuerdos gratos en mi vida.

Mi esposa Maiglys, por apoyarme durante estos años que fueron tan trascendentales en mi vida, Te amo.

Mi hermana Rubí, y su esposo Douglas, por apoyarme y estar pendiente de siempre de mí.

El resto de mis hermanos, Guiliano, Martín, Morella, Sandra y Willy por compartir mutuos y agradables recuerdos.

Mis sobrinitos Daniela, Paola, Martincito y Julito, por llevar alegría a la casa y a mi madre.

A mi nueva familia, Los Parrella Marchan por recibirme y darme su cariño, Juanita, Maribel, Mirna, Alexandra, Naida, Nadilin, Marito, Enrique, Sarita, Arturo, Josmary, Marcos, Chiri, Luigi, Maria, Carlitos, Carla, Junior, Albert y

Elvira Bello y Luís José Medina, por recibirme tan gratamente en su residencia donde pase mis años de universidad.

A Brando y Paulina, por demostrar que el cariño puede venir y darse de muchas formas.

A Todos ustedes que Dios me los bendiga y que les muchos años de Felicidad.

PAUL MORENO ZENTENO

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico con todo mi corazón.

A José Dolores Rodríguez, mi padre, aunque ya no se encuentre en este mundo por dejarme sus enseñanzas y consejos.

A Ambrosia C. Henríquez, mi madre por su confianza depositada y que en ningún momento dudó en que lo lograría.

A toda mi familia, que nunca perdieron las esperanzas de que alcanzara esta meta.

A mis amigos y compañeros de estudio Ana, Luís, Pedro, Mellys, Yule, Medardo, Fanny, Iván, gracias por estar en las buenas y malas y no dejarme vencer por los obstáculos que se me presentaron.

A Wilmer Mendoza por ser paciente y estar ahí dándome ánimos.

MARTINA, RODRÍGUEZ

AGRADECIMIENTOS

Queremos dar constancia de nuestro más sincero agradecimientos

A:

Dios por permitirnos cumplir nuestras metas

La Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre por habernos brindado la oportunidad de realizarnos como profesionales de este país.

Nuestros profesores de la Escuela de Administración y Contaduría, por habernos instruido en todo el transcurso de tan noble carrera.

Nuestro asesor Lic. Miguel A. Romero, por habernos asistido durante el Curso Especial de Grado, de una manera tan paciente y agradable. Gracias de todo corazón

El prof. Danny Delgado, por su apoyo incondicional para la realización de este trabajo.

Todos nuestros compañeros de la alternativa de grado, por los momentos de apoyo durante el curso.

Norma de Moreno, por toda una vida de cariño para conmigo, gracias Mamá.

Maiglys Parrella, por tenerme todo la paciencia y amor durante todo este tiempo y el que falta, gracias Amor.

El resto de mi familia por darme siempre su apoyo y esperando tanto este momento como yo, gracias a todos.

Mis amigos del CPE, aunque pasamos momentos difíciles siempre había espacio para una muestra de apoyo.

Mis trabajadoras y amigas que me ayudaban mientras estudiaba, Gianna, Roxana, Katy, Maria Cecilia, Dubraska y Evelyn.

Mi amigo Luimel, con quien siempre he contado, en este tiempo.

A todos mis amigos y amigas con quien he compartido durante toda mi carrera, han sido muchos y cada quien ha tenido una gran importancia para mi, gracias a todos.

Mis padres, José y Ambrosia, por ser motivo de esfuerzo, a ellos les debo todo, gracias, los quiero mucho.

Mis hermanos, gracias por estar conmigo siempre.

A Wilmer Mendoza, gracias por estar acompañándome en esta lucha y brindarme tu amor.

A mis amigos, Luís Rafael Eleangel, Ana, Luís, Pedro Luís, Yuliannys, Fanny, Daniel, Yuleima, en especial a Mellys Plaza, por confiar en mi y prestarme su ayuda en los momentos más difíciles

PAUL MORENO ZENTENO

MARTINA RODRIGUEZ

LISTA DE FIGURAS

Figura # 1 Diagrama Causa-Efecto.....	28
Fig. 2. Diagrama de Pareto para los costos de calidad.....	38
Figura 3. Esquema de un plan de muestreo de aceptación por atributos (N, n, c).	67
Fig. 4 Ejemplo del diagrama de causa-efecto	81
Fig.5 Grafico de frecuencia de ventas de la Panadería “El rey del Pan”	84
Fig. 7 diagrama de flujos para la fabricación de yogurt	89
Fig. 8 Diagrama de correlación visualizando el comportamiento de las variables	91
Fig. N° 9 ejemplo de grafico de control.....	94

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Datos para realizar un histograma (Fuente: los autores).....	82
Tabla N° 2 Tabla de defectos posibles (fuente: los autores)	85
Tabla N° 3. Registro de los defectos en los productos (Fuente: Los autores).....	86
Tabla N° 4 Muestras tomadas para estudiar el comportamiento de las variables.(Fuente Los autores)	90
Tabla # 5 Tabla de Datos para la Gráfica NP	92

INTRODUCCIÓN

La calidad de los artículos fabricados por el hombre, se mide por la duración que permanecen en correcto funcionamiento en el cumplimiento de sus funciones para lo cual fueron producidos. Esta duración esta en razón directa con el grado de refinamiento alcanzado o que se le dé en la terminación de los mismos. Este razonamiento esta en razón directa con la disponibilidad y calidad de los materiales que se usan en la fabricación, con la habilidad y destreza de los operarios y con la tecnología de los procesos de producción.

Conseguir una calidad competitiva constituye para la empresa un objetivo fundamental, y es aquí donde se pone en juego el control de calidad, dicho control nos va a permitir desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor.

El factor que determina el éxito o fracaso de una empresa es el control de calidad de sus productos y/o servicios, por ello toda empresa debe inspeccionar el producto antes de enviarlo al cliente, pues de esta manera puede asegurarse de satisfacer los deseos y necesidades de los consumidores.

En este sentido, es de gran importancia el estudio del control estadístico de la calidad, ya que permite analizar y controlar los procesos, mejorar la calidad, reducir los costos e incrementar la productividad, con el propósito de fabricar productos que sean competitivos con el mercado.

Estas necesidades evolucionan constantemente, cada día demandan de más precisión, exactitud y la empresa que no esté en esos movimientos continuos, corre el riesgo de desaparecer. Para ir a este ritmo es necesario contar con mejores instrumentos, maquinarias, métodos, etc.

Los métodos estadísticos son herramientas que permiten mejorar los procesos de producción a través de reducción de sus defectos; y tienen como finalidad proporcionarle a la empresa un medio eficaz para desarrollar nuevas tecnologías y controlar la calidad en los procesos de manufactura.

Al margen de todo lo antes mencionado podemos decir que el control de calidad no debe estar en manos de un grupo minoritario de trabajadores de la empresa, por lo tanto es necesario que existe una integración total en donde todos participen y promuevan dicho control de calidad, incluyendo en esto a los altos ejecutivos, así como también a todas las divisiones de la organización y a todos los empleados, con la finalidad de producir artículos que satisfagan las exigencias de los consumidores, lo cual es una meta de las organizaciones.

CAPÍTULO I

NATURALEZA DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Aunque suele considerarse la calidad como un concepto moderno debido a que se acuñó en el siglo XX, son muchos los indicios que ponen de manifiesto la preocupación continua y constante del hombre, por perfeccionar las tareas que realizaba desde sus orígenes

En la industria moderna suelen presentarse problemas de insatisfacción por parte de los clientes o consumidores que se quejan por la mala calidad de los productos o servicios, estos inconvenientes pueden resolverse o disminuirse enormemente manteniendo un sistema de control de calidad, que se hace imprescindible para las empresas. Los compradores exigen cada día más y se muestran un poco más sensibles que nunca al momento de realizar sus compras.

Esta necesidad contribuyó a controlar la calidad y que las empresas de una manera u otra buscaran establecer estructuras operativas que conduzcan a obtener la calidad de sus productos.

En Venezuela hay empresas que aplican dentro de sus procesos, técnicas de control de calidad; esta aplicación permite involucrar el establecimiento de métodos que se puedan utilizar para medir y comparar la calidad. Ésto permitirá establecer una acción correctiva si existiera un problema de producción de unidades defectuosas.

La evolución del concepto de calidad en la industria y en los servicios nos muestra que pasamos de una etapa donde la calidad solamente se refería al control final. Para separar los productos malos de los productos buenos, a una etapa de control de calidad en el proceso.

En interés a lo antes expuesto el presente trabajo de investigación estará orientado a estudiar los procedimientos estadísticos aplicados al control de la calidad; por consiguiente se analizará cada una de estas herramientas, tomando en cuenta algunas variantes tales como: aplicaciones, rentabilidad, entre otros y su uso dentro de las empresas.

En atención a estos planteamientos surgen algunas interrogantes las cuales se exponen a continuación:

- ¿Cómo aplicar de manera eficaz las herramientas de control estadístico de calidad?
- ¿Cuáles son los beneficios que ofrece el uso de las herramientas de control de calidad?
- ¿En qué fases del proceso productivo puede aplicarse los métodos estadísticos de control de calidad?

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo General

Analizar los procedimientos estadísticos aplicados al control de la calidad

1.2.2 Objetivos específicos

- Describir los aspectos fundamentales del control de calidad
- Describir los términos generales.
- Analizar el proceso de implementación del control de calidad en las organizaciones.
- Describir las herramientas básicas utilizadas para el control de la calidad
- Analizar los aspectos fundamentales de las herramientas utilizadas en el control de calidad.
- Describir los métodos de muestreo

1.3 JUSTIFICACIÓN

En las empresas el control de la calidad se torna como una estrategia para asegurar el mejoramiento continuo de la calidad. Asegurando la continua satisfacción de los clientes externos e internos mediante el desarrollo permanente de la calidad del producto y sus servicios, logrando llevar al mercado bienes de alta calidad que le permitan obtener mayor utilidad y así cumplir con los objetivos empresariales de una manera más exitosa.

En interés a lo antes expuesto se hace necesario realizar un estudio e informar a las organizaciones que existen unas series de herramientas s, que pueden llevar a cabo para evitar fallas en su producción.

Otro motivo radica en mostrarle a las organizaciones que el control de calidad debe ser algo a tener presente por la propia empresa, que no deben en estos momentos tratar de maximizar sus beneficios, sino alargar su vida en el mercado proporcionando bienes y servicios que puedan satisfacer las necesidades de los consumidores y usuarios.

El producto de esta investigación será un complemento teórico en el cual se podrá fundamentar la consideración de las técnicas de control de calidad para el logro de la continua satisfacción de los clientes externos e internos manifestada en la calidad de sus productos, servicios, desarrollo de su personal y contribución al bienestar general.

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES SOBRE EL CONTROL DE CALIDAD

2.1 RESEÑA HISTÓRICA

Conforme el ser humano evoluciona culturalmente y se dinamiza el crecimiento de los asentamientos humanos, la técnica mejora y comienzan a darse los primeros esbozos de manufactura; se da una separación importante entre usuario o cliente y el fabricante o proveedor. La calidad se determinaba a través del contacto entre los compradores y los vendedores, las buenas relaciones mejoraban la posibilidad de hacerse de una mejor mercancía, sin embargo, no existían garantías ni especificaciones, el cliente escogía dentro de las existencias disponibles.

Conforme la técnica se perfecciona y las poblaciones se transforman poco a poco en pueblos y luego en ciudades de tamaño considerable, aparecen los talleres de artesanos dedicados a la fabricación de gran variedad de utensilios y mercancías, cada taller se dedicaba a la elaboración de un producto, eran especialistas en ello y basaban su prestigio en la alta calidad de sus hechuras, las que correspondían a las necesidades particulares de sus clientes, estas especificaciones eran transmitidas directamente por éstos, es decir, se trabajaba a la medida; en muchos sentidos se trataba de obras de arte. En esta etapa surge el comerciante, sirviendo de intermediario entre el cliente y el fabricante.

A principios del siglo XX, innumerables maestros y escuelas del mundo de la administración como Frederick Taylor, padre de la administración científica, origina un nuevo concepto en la producción, al descomponer el trabajo en tareas individuales, separando las tareas de inspección de las de producción, y el trabajo de planificación

del de ejecución. De esto deriva que en los años 20, la Western Electric Company crea un departamento de inspección independiente para respaldar a las compañías operativas de la Bell Telephone. De este departamento nacen los pioneros del aseguramiento de la calidad; Walter Shewart, Harold Dodge, y George Edward.

De los tres, Walter Shewart es sin duda el más sobresaliente, se le considera el padre de los sistemas de Gestión de la Calidad actual. Crea en 1924, las Gráficas o fichas de Control, las cuales se hacen muy populares a mediados de la Segunda Guerra Mundial, con la creación y utilización de la producción en serie. Shewart también es el creador del Ciclo PHVA, que más tarde los japoneses rebautizaron como Ciclo Deming.

El control de calidad estadístico, comenzó en 1924, ya que Walter A. Shewhart, en laboratorios de la “Bell Telephone Company” inició la técnica de marcar datos estadísticos en gráficas, que contribuyeron al control de calidad de esta manera

La Segunda guerra mundial fue el catalizador que permitió aplicar el cuadro de control a diversas industrias en los EE.UU., cuando la simple reorganización de los sistemas productivos resultó inadecuada para cumplir las exigencias del estado de guerra y semiguerra. Pero al utilizar el control de calidad, los EE.UU. pudieron producir artículos militares de bajo costo y en gran cantidad.

Inglaterra también desarrolló el control de calidad. Había sido hogar de la moderna, cuya aplicación se hizo evidente en la adopción de las Normas Británicas 600 en 1935, basadas en el trabajo estadístico de E.S. Person. Más tarde adoptó la totalidad de las normas Z-1 norteamericanas con Normas Británica 1008.

El Japón se había enterado de las primeras Normas Británicas 600 en la preguerra y las había traducido al japonés durante la misma. Algunos académicos

japoneses se dedicaron seriamente al estudio de la moderna, pero su trabajo se expresaba en un lenguaje matemático difícil de entender y la no logró una acogida popular.

Utilizaban el sistema Taylor en la administración y el control de calidad dependía enteramente de la inspección, pero ésta no era cabal para todos los productos. En aquellos días el Japón seguía compitiendo en costos y precios, pero no en calidad. Seguía siendo la época de los productos baratos y malos.

Cuando las fuerzas de ocupación norteamericana desembarcaron en el Japón, tuvieron que afrontar de inmediato un obstáculo grande: las fallas frecuentes en el servicio telefónico. El teléfono japonés no era un medio de comunicación confiable. El problema no se debía únicamente a la guerra que acababa de terminar, sino que la calidad del equipo era desigual y deficiente. Viendo estos defectos, la fuerzas norteamericana ordenaron a la industria japonesa de comunicaciones que empezara a aplicar el control de calidad moderno. Además, tomaron medidas para educar a la industria. Este fue el comienzo del control de calidad estadístico en el Japón (Mayo de 1946)

William Edwards Deming descubrió el trabajo sobre control estadístico de los procesos creado por Walter A. Shewhart, que trabajaba en los Laboratorios Telefónicos Bell (Bell Labs) de la telefónica AT&T, que fueron la base de sus ideas, ideas que pasaron desapercibidas en Estados Unidos.

En 1947, el General Mac Arthur invita al Dr. Deming a ayudar en el primer censo en Japón. En Japón estaban prestando mucha atención a las técnicas de Shewhart, cosa que no se hacía en Estados Unidos y como la parte de los esfuerzos de reconstrucción de Japón buscaron a un experto para enseñar el control estadístico. En 1950, la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros (JUSE), invitó a Deming a Tokio

a impartir charlas sobre control estadístico de procesos (un hombre que conocía Japón). Entre junio y agosto de 1950 Deming forma a cientos de ingenieros, directivos y estudiantes en el control estadístico de los procesos (SPC) y los conceptos de calidad. Sus conferencias fueron copiadas, editadas e impresas en japonés, se vendieron miles de copias. Los japoneses pretendieron pagarle los derechos de autor, sin embargo Deming rechazó la oferta proponiéndoles emplear el dinero en crear un premio para las empresas que demostraran un comportamiento ejemplar en la mejora de calidad. Las compañías japonesas añadieron fondos y hoy "El Premio Deming" se considera como el número uno entre los premios de calidad. Por dicha causa los japoneses llaman a Deming "El padre de la tercera revolución industrial". Dicho renombre es justo ya que les demostró que cuando la calidad se persigue sin descanso, se optimizan los recursos, se bajan los costos y se conquista el mercado yendo en contra de las teorías económicas clásicas según las cuales las políticas económicas adoptadas por Japón eran un error.

La mayor contribución de Deming a los procesos de calidad en Japón es el control estadístico de proceso, que es un lenguaje matemático con el cual los administradores y operadores pueden entender "lo que las máquinas dicen". Las variaciones del proceso afectan el cumplimiento de la calidad prometida.

Hoy el ciclo PDCA, se denomina "ciclo Deming" en su honor, aunque por justicia se debería llamar "ciclo Shewhart", por ser este último quien lo inventó. Posteriormente, los americanos al ver el empuje de la industria japonesa recuperan estos conceptos que les habían pasado desapercibidos en la figura del propio Deming y su más aventajado discípulo, Malcolm Baldrige.

Durante la Segunda Guerra Mundial, los militares estadounidenses comienzan a utilizar procedimientos estadísticos de muestreo, y establecer requisitos o normas estrictas a sus proveedores.

Durante la década de los años cincuenta, los japoneses hacen suyo las ideas del Control de Calidad para mejorar la tan golpeada economía nipona de postguerra.

Mientras en occidente los niveles de calidad permanecieron estacionarios hasta los años 80, en el Japón la calidad se convirtió en un asunto de estado.

En los años 80 con el auge en la globalización de la economía y la formación de grandes bloques económicos, las exigencias hechas en un principio a los proveedores militares, y luego a los proveedores de la industria nuclear y aeroespacial se le comenzaron a hacer a la industria y al comercio. En 1985 a algunos países miembros del ISO, se les encarga a través del Comité Técnico TC-176 la publicación de una serie de normas a nivel internacional sobre aseguramiento de la calidad. Para ello, se toman como modelo las normas británicas BS 5750 nacidas en 1977. En 1987 sale publicado la primera edición de la familia de la serie ISO 9000, y en 1994 su primera revisión.

La calidad en Venezuela, ha podido impactar tanto a las instituciones oficiales como a las privadas, pero en dos corrientes distintas y sobre todo en la búsqueda de objetivos diferentes como consecuencia de sus naturalezas distintas. No obstante en la historia reciente industrial del país desde el desarrollo industrial concebido por el gobierno del general Pérez Jiménez que se concreta con la zona industrial de Valencia, es precisamente el estado el que asume políticas de desarrollo y de tecnologías que ayudarán a implantar los primeros conceptos de calidad en el país. Vemos de ésta manera como el estado toma la iniciativa que le corresponde y decreta la creación de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) mediante el decreto 501 del 31 de Diciembre de 1958, el cual permite que se desarrollen políticas de normalización y de control de la calidad que hasta esa fecha no se tenían reguladas ni establecidas. Vemos cómo en el país la experiencia que se tiene proviene a través de la industria petrolera que es netamente norteamericana,

pero es la que establecía parámetros de control tanto de normas como de control de la calidad a sus proveedores.

Durante los primeros años, la COVENIN no logra su cometido de funcionar tal como estaba diseñada debido a una carencia de políticas, personal idóneo, presupuestos y locales apropiados donde poder ensayar los requisitos que se determinaban en una norma, por lo que durante el período de 1958 hasta 1965 el número de normas técnicas desarrolladas fue bajo (aproximadamente 120 normas). Durante ésta época se crean los primeros comités técnicos de trabajo de carácter privado como son: El Comité Conjunto de Concreto Armado (C.C.C.A), el comité de electricidad (CODELECTRA), con la finalidad de prestar un apoyo a la COVENIN en el desarrollo de las normas técnicas y por ende del incipiente control de la calidad.

Durante el período de 1965 hasta 1972, el avance de la normalización en el país recibe un impulso decisivo de parte del estado al crear el Ministerio de Fomento, la División de Normalización y Certificación de calidad adscrita a la Dirección de Industria y Comercio. Ésto permite que la COVENIN disponga de un ente operativo y una cobertura nacional para desarrollar sus labores en aras de mejorar el parque industrial en sus políticas de alcanzar niveles de calidad básicos para su época.

Para el año de 1972 la COVENIN otorga la primera acreditación de un laboratorio del sector metalúrgico, así como en el período detallado se logran acuerdos con Francia y con la ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial), para éste período las normas técnicas suman más de 1.000.

Durante el año de 1973 se suceden aspectos muy importantes en el país como son: se promulga el decreto 1195 “normalización y control de calidad” que da las bases jurídicas para emprender tareas en materia de normas técnicas, control y certificación de la calidad y se promulga la resolución 3939 “reglamento de

otorgamiento, supervisión y uso de la marca “NORVEN”, lo cual va a facilitar que se pueda dar la primera marca NORVEN a la empresa SIDOR en el producto barras estriadas (cabillas).

Igualmente es importante destacar que en éste año se crea el Fondo para la Normalización y Certificación de Calidad (FONDONORMA), con aportes del sector privado a fin de servir de soporte financiero para el logro de las metas trazadas por la división de normalización y certificación de la calidad.

En el período de 1974 a 1977, se experimenta un giro muy importante en Venezuela, cuando la COVENIN establece la norma 1000 que permite evaluar los sistemas de calidad de las industrias y se inicia un proceso bastante enriquecedor en el país, cuando el movimiento normalizador recae sobre la calidad de la producción industrial y de los servicios que se prestan. Este instrumento permitió desnudar una realidad oculta en nuestro país, como era que la industria local no estaba preparada para la competencia ni mucho menos para las exportaciones y cualquier tipo de apertura de mercados y/o fronteras, por cuanto los resultados de las evaluaciones así lo señalaban. En 1978 se realiza el Primer Congreso Nacional Sobre Normas Técnicas y Control De Calidad en la ciudad de Porlamar –Nueva Esparta- y en el cual la industria nacional reafirma su compromiso de desarrollar la normalización y las técnicas de control de calidad.

Durante los años de 1979 a 1983, se acelera el desarrollo de número de normas técnicas, así como del número de marcas Norven otorgadas en el país, el personal de COVENIN y FONDONORMA se forman en programas conjuntos con organismos de Francia, Alemania y Japón. Las evaluaciones al Sector industrial se incrementa con el uso de la normas 1700 “sistemas de evaluación de las buenas prácticas de fabricación de las empresas farmacéuticas”. Norma 1800 “manual para evaluar los sistemas de control de calidad de las empresas de alimentos”.

En el período de 1984 a 1990, el proceso normalizador comienza lentamente a decrecer debido a un mayor interés en los procesos de certificación, lo que permite que FONDONORMA se desarrolle más y que demande mayores recursos que la COVENIN. En el país se suscitan eventos como el viernes negro que fuerzan a la industria nacional a desarrollar productos que se importaban y esto facilitó el uso de técnicas y filosofías de la calidad que no tuvieron mayor importancia en el pasado.

En el período de 1991 a 1994 surgen las series de normas COVENIN ISO 9000, que le dan un impulso definitivo al proceso de certificación en el país. Se otorgan la primera certificación COVENIN ISO 9002 a la empresa TORCAR el día 10 de Julio de 1993. Durante este tiempo se fortalece la formación de los auditores de FONDONORMA mediante convenios con Francia, Alemania y España.

Finalmente desde 1995 hasta el presente el proceso normalizador, certificación y el desarrollo de técnicas de control de la calidad en el país han mantenido un comportamiento sostenido que se ha visto afectado por la recesión económica que ha sufrido el país, pero que no le ha restado perspectivas de mejoramiento continuo.

2.2 DEFINICIONES

Calidad es un concepto manejado con bastante frecuencia en la actualidad, pero a su vez, su significado es percibido de distintas maneras. Al hablar de bienes y/o servicios de calidad, la gente se refiere normalmente a bienes de lujo o excelentes con precios elevados. Su significado sigue siendo ambiguo y muchas veces su uso depende de lo que cada uno entiende por calidad, por lo cual es importante comenzar a unificar su definición.

2.2.1 Calidad

Del latín *qualitas*, *qualitatis*; propiedades o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permite aplicarle como igual, mejor o peor que las restantes de su especie.

“la calidad es la totalidad de aspectos y características de un producto o servicio que permite satisfacer necesidades explícitas o implícitamente formuladas. Estas últimas se definen mediante un contrato, en tanto que las primeras se definen según las condiciones que imperen en el mercado, aunque también es necesario determinarlas y definir las” (Besterfield, 1995:20)

La calidad es el juicio que los usuarios forman respecto a los bienes y servicios, la calidad la define el cliente, la calidad es sinónimo de perfección y excelencia, ella impulsa el mejoramiento de todo el proceso productivo, desde la investigación de mercados, el diseño, la fabricación, distribución y venta de bienes y servicios, más el servicio post-venta. Enfoca “el cliente y sus necesidades”.

“La calidad consiste en producir bienes o servicios que tengan aptitud para el uso” (Deming, 1989:14), esto depende de la interacción de la calidad del diseño, calidad de la conformidad con el diseño y la calidad del desempeño.

La calidad de desempeño incluye el comportamiento de las especificaciones apropiadas, dependiendo de las exigencias técnicas.

La calidad de conformidad con el diseño se relaciona en si con los requerimientos originales del diseño y el grado hasta que el producto manufacturado se adapta a las especificaciones del mismo.

El desempeño de un producto depende, tanto de la calidad del diseño como con la conformidad con el diseño. Por tanto, si cualquiera de estos elementos no cumple con las exigencias de una buena calidad, un producto ofrecerá un pobre desempeño.

2.2.2 Control

Es la comprobación, inspección e intervención, mediante la cual la gerencia se cerciora de que los resultados obtenidos se ajustan a los estándares establecidos.

Desde el punto de vista industrial se define como un proceso para delegar responsabilidades y autoridad para la actividad administrativa mientras se retiene los medios para asegurar resultados satisfactorios.

Entendiendo estos dos conceptos, tenemos que el control de calidad, se puede definir como el proceso donde incluye actividades y técnicas operacionales, tendentes al correcto mantenimiento del control de los procesos, con la finalidad de suprimir las causas que dan o pueden dar origen a un comportamiento insatisfactorio, en cualquier etapa de tales procesos, con el fin de elevar al máximo la calidad y la productividad de los procesos

2.2.3 La Estadística

Es comúnmente considerada como una colección de hechos numéricos expresados en términos de una relación sumisa, y que han sido recopilados a partir de otros datos numéricos.

"La estadística es una técnica especial apta para el estudio cuantitativo de los fenómenos de masa o colectivo, cuya mediación requiere una masa de observaciones de otros fenómenos más simples llamados individuales o particulares". (Gini, 1953).

Estadísticas se define como un valor resumido, calculado, como base en una muestra de observaciones o recolección de datos, que generalmente, aunque no por necesidad, se considera como una estimación de parámetro de determinada

2.2.4 Herramientas Estadísticas

“Las herramientas estadísticas dan objetividad y precisión a estas observaciones tomando en consideración algunas premisas como son el darle mayor importancia a los hechos que a los conceptos abstractos, no expresar los hechos en términos de sentimientos e ideas, más bien hay que utilizar otras derivadas de los resultados específicos de la observación y por último considerar que los resultados de las observaciones, acompañados como están por el error y la variación, son parte de un todo oculto. Encontrar este todo oculto es la finalidad de la observación” (Kume.1994:13)

2.3 IMPORTANCIA DEL CONTROL DE CALIDAD

La calidad de los productos es importante, porque ésta se ha convertido en el factor clave de las decisiones de compra de cualquier producto. El mercado valora el nivel de calidad que desea el consumidor, por lo tanto, la empresa que quiere incrementar sus ventas y aumentar la ganancia de su negocio, ha de prestar atención a la calidad que espera en ese mercado.

Si una empresa ha proporcionado a sus clientes buenas ventas y ha ofrecido la calidad esperada, ha fortalecido su reputación con ellos y lo más probable es que sigan en su preferencia. Lo más importante de todo es que el cliente se convierte en una fuente de publicidad para los productos de la empresa.

En vista de que cada día la calidad se ha convertido en la clave de éxito de las empresas, es por esta razón que se tiene que aplicar técnicas que mejoren y que controlen la calidad de los productos. Como es, en este caso el control de calidad, es de gran importancia en vista que está encaminado a prevenir las ocurrencias de errores y los defectos lo más tempranamente posible en el ciclo industrial y a tomar medidas preventivas o correctivas oportunamente.

Los métodos estadísticos, son herramientas eficaces para mejorar el proceso de producción y reducir sus anomalías. Con frecuencia se intentan disminuir los defectos de producción remontándose directamente a la causa de la imperfección, éste es un enfoque directo y a primera vista parece que es eficiente. Pero, en la mayoría de los casos, las causas encontradas por medio de esa orientación son las verdaderas. El primer paso para encontrar la autentica causa de ese defecto, es una observación cuidadosa del fenómeno.

En este aspecto, los métodos estadísticos cumplen un factor importante, pues proporcionan un medio eficaz para desarrollar una nueva tecnología y controlar la calidad en los procesos de manufactura y en las empresas de servicios. El conocimiento de los métodos estadísticos, se ha convertido en parte normal de la capacitación del elemento humano, pero el comprenderlos no proporciona inmediatamente la habilidad para usarlos; por eso decimos que lo importante no es sólo el entendimiento de estos métodos, sino más bien la actitud mental hacia su utilización.

2.4 OBJETIVOS DEL CONTROL DE CALIDAD

- Promover la normalización y certificación de calidad a nivel de las empresas.
- Incrementar las operaciones de desarrollo y aplicación de las normas técnicas.
- Promover el servicio de documentación sobre normas.
- Motivar la creación de nuevos organismos de normalización.
- Acrecentar nuestras relaciones con otros organismos de normalización en el extranjero, en especial con la ISO (Organización de Normas Internacionales) y COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas)
- Obtener la cooperación de los diversos institutos de investigación científica y tecnológica, así como los institutos de educación superior que funciona en el país y su incorporación a los trabajos de normalización y certificación de calidad.
- Poner de manifiesto la importancia que la normalización tiene para el país, en el sentido de que a través de ella puede asegurarse su adecuado uso de los adelantos técnicos en otros países y de esta forma ser más viable el proceso de transferencia de tecnología.
- Intentar la creación de departamentos de normas en empresas públicas que así lo exijan.

2.5 VENTAJAS

De manera general, se puede decir, que los beneficios brindado por un plan de control de calidad para cualquier empresa. Son los siguientes:

- Progreso en la calidad del producto y en el diseño del mismo.
- Cuando un programa de control de calidad es bien planeado y administrado, proporciona aumentos en la producción, si se hace en este sentido da beneficios en los diferentes campos relacionados, porque la pérdida se reducen al mínimo y casi todo los productos satisfacen las normas de calidad, los planes de producción previstos se cumplen a plenitud y se eliminan las repeticiones de operaciones, entre otros.
- El empleo adecuado de los sistemas de control de calidad creada por la mejor moral de los operarios, cuando ellos ven en sus productos no son rechazados por el departamento de control de calidad, ésta da mayor confianza, a la vez que elimina cualquier clima de tensión entre el jefe y los operarios, y entre el jefe y el inspector, en general siempre que se obtengan productos de buena calidad estará creando una óptima camaradería, un espíritu de equipo.
- Otro beneficio que aporta el buen funcionamiento del programa de control de calidad son las disminuciones de los reclamos, de los productos defectuoso, en fin, menores costos en la elaboración de un producto o de prestación de servicios.
- Como beneficios secundarios se tienen mejoría en los métodos de inspección, un establecimiento más racional de estándares de tiempos en la mano de obra, programas preventivos definidos para el mantenimiento, oportunidad de acumular datos importantes para uso en la propaganda y adquisición de bases de actualidad para el cálculo de los costos debido a desperdicios, reproceso de inspección.

2.6 DESVENTAJAS

No es posible que un departamento de control de calidad, cuyo funcionamiento es adecuado exista un estado de paz y armonía continua. Dada la naturaleza de control de calidad, dicho estado demostrarían indiferencia y descuido. No existe un producto o servicios fabricados por el hombre que sea perfecto y en consecuencia esté libre de riesgos, como desperdicios, recuperación y reproceso. El objetivo principal del control de calidad en la minimización de estos riesgos.

Probablemente, otro de los síntomas más graves del control de calidad deficiente sea el hecho de ignorar las “tarjetas rojas”. Cuando el departamento de control de calidad rechaza un proceso o un lote de productos sólo el gerente del departamento, o bien uno de sus superiores puede autorizar el uso de proceso o de productos. Una tarjeta roja debe verse como el juicio emitido por una corte. Cuando una tarjeta roja pierde su significado ésta resulta ser un síntoma de una organización muy deficiente.

Otro síntoma es que hasta cierto punto, el control de calidad es semejante a la arterioesclerosis humana, para cuando el control de calidad decide que algo anda mal, el producto o el proceso ya se puede estar utilizando, ya sea porque la información necesaria para tomar la decisión llega demasiado tarde o bien porque tomar las decisiones se retrasa mucho. Sin embargo, tampoco es deseable la tendencia opuesta a una condena prematura. Una decisión rápida, pero errónea inspira poca confianza en el departamento de control de calidad, entre éstos dos extremos está la solución adecuada. El tiempo es muy valioso para el departamento de producción y no se deben tolerar los retrasos causados por la decisión retardada o deficiente.

Cuando en el control de calidad existe la carencia de registros completos, se genera otro síntoma de un control de calidad deficiente, los registros son de suma importancia por ciertas razones. La primera consiste en contar con bases para establecer pronósticos, lo aprendido constituye el historial del producto y el pronóstico es simplemente una proyección del pasado hacia el futuro. Sin existe un registro, sólo la memoria humana (sujeta a fallas) sirve de base para establecer pronósticos. La segunda razón es un instrumento de defensa. Si se demuestra que el producto rinde un servicio defectuoso, es muy conveniente verificar que haya sido inspeccionado antes de salir al mercado. Si faltan los registros, generalmente se concluye que la inspección de dicho producto no se realizó en forma adecuada, o bien, al artículo no se le realizó el seguimiento durante el proceso productivo.

2.7 FUNCIONES DEL CONTROL DE CALIDAD

La función esencial del control de calidad es de carácter preventivo, es decir, evitar que dentro del conjunto de la producción no halla productos defectuosos.

Es importante destacar la función del control de calidad en cada una de las siguientes fases:

2.7.1 Control de recepción

Consiste en la aplicación de métodos de revisión de lotes o conjuntos elevados de artículos del que tenemos que decidir si adquirimos o rechazamos en función de la proporción de artículos defectuosos que tenga. Para ello de tomara una muestra al

conjunto de artículos que extraemos del lote y que serán los únicos que examinemos para ver si son defectuosos o aceptables.

Esta es con frecuencia la situación en el suministro de artículos manufacturados. Los artículos son suministrados en lotes, los cuales pueden ser examinados bien por el fabricante antes de su envío, o bien por el comprador antes de aceptarlos. Esta inspección consiste en examinar una muestra o conjunto de muestras de los lotes y tomar una decisión en función de la evidencia observada en la muestra.

2.7.2 Equipo

Durante el control de recepción la empresa debe procurar que los equipos con que se cuentan deben ser lo más adecuado posible. Tomando en cuenta el tipo de actividad a realizar, en este caso los instrumentos para mediciones y análisis material tienen que abarca los siguientes aspectos:

2.7.3 Para verificación dimensional

En este sentido, el equipo de inspección contará con los medios necesarios para realizar con mayor exactitud posibles las medidas dimensionales de los productos o materiales adquiridos

2.7.4 Control de materiales

Tanto la composición como las características de la calidad de los materiales que ingresan a la empresa deben controlarse con los medios más idóneos, es decir, que lo ideal sería que la empresa tenga su propio laboratorio especializado y más completo posible, en caso de no ser así, debería utilizarse los que considere más acreditado dentro del sector industrial donde opera la empresa.

2.8 USO DEL CONTROL DE CALIDAD.

El control de calidad ha sido y puede ser usados en industrias orientadas a diversos producto, que van desde electrónica para el consumidor, computadoras y generadores eléctricos a productos pasteleros, farmacéuticos y de destilación, hasta la industrias orientadas al servicio desde tiendas departamentales, transporte y agencias de correo hasta cuidado médico y administración hotelera. A pesar de que los detalles del enfoque puede ser diferente entre industrias y compañías el control de calidad tiene aplicación en cualquier campo de actividades y está relacionado con las características, exigencias y condiciones que se requieran cumplir o cubrir. En este sentido, existen control de calidad en los diversos productos, servicios, materiales, entre otras, el cual se lleva cabo con diferentes instrumentos, y demás medios que contribuyen a mantener, mejorar y lograr las condiciones aceptables de calidad.

Toda entidad productora o prestadora de servicios debe emplear el control de calidad para alcanzar metas, como disminución de costos de fabricación, asegurar mercado, contribuir a la eficiencia, entre otras. Esas metas y otras se logran con la colaboración de todo el personal de la empresa y con los medios disponibles.

2.9 NORMAS DEL CONTROL DE CALIDAD EN VENEZUELA

Según Jiménez Williams (1985, p.15): “en Venezuela se está estructurando un sistema de normas para regular y garantizar la calidad de lo producido o importado en bienes de uso o consumo, así como en los demás aspectos del trabajo”.

La normalización en Venezuela cumple una importante función social la mejorar las condiciones de vida del hombre, no importando el país, escala social, profesión u oficio donde éste se halle situado. Dentro de esa función social destaca, especialmente, el hecho de que las normas son o pueden ser efectivas guías para inducir al comprador a preferir entre varias opciones, en la que más le convenga y le reporte mayores beneficios, a menor costo, garantizando así una buena inversión en lo que adquiere.

También mejora las condiciones para el país, porque aumenta la producción, ocasiona facilidades de venta en los mercados internacionales, mejoras en la producción, calidad y regularidad. Al productor le permite reducir los rechazos y desperdicios, reducción de los costos de producción, aumentos efectivos en las ventas, reducción de los gastos de administración y permite una organización de las operaciones desde la materia prima hasta el producto terminado.

En Venezuela el organismo encargado de llevar a cabo las actividades de normalización es la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) que especifica las características y condiciones que deben reunir productos de fabricación nacional y describe los métodos de ensayo más adecuados para el logro de una buena manufactura

CAPITULO III

HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS BÁSICAS Y ASPECTOS GENERALES PARA EL CONTROL DE CALIDAD

Existen herramientas que han sido ampliamente adoptadas en las actividades de mejora de la calidad y utilizadas como soporte para el análisis y solución de problemas operativos en los más distintos contextos de una organización. Con base a esta necesidad se ha diseñado una gran cantidad de herramientas siguiendo un procedimiento sistemático y estandarizado de solución de problemas

3.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA (CAUSA – EFECTO)

El diagrama de causa-efecto sirve se puede utilizar en equipos para identificar y para arreglar las causas de un acontecimiento o un problema o un resultado, ilustrando gráficamente la relación jerárquica entre las causas según su nivel de importancia o detalle.

3.1.1 Origen

El Diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de causa-efecto, es una de las diversas herramientas surgidas a lo largo del siglo XX en ámbitos de la industria y posteriormente en el de los servicios, para facilitar el análisis de problemas y sus soluciones en esferas como es la calidad de los procesos, los productos y servicios. Fue concebido por el ingeniero japonés Dr. Kaoru Ishikawa en el año 1953, la primera vez que se usó este enfoque fue en una reunión de ingenieros de una planta

donde se discutía un problema de calidad, Ishikawa resumió la opinión de estas personas convirtiéndolas en un diagrama causa efecto

Se trataba de un diagrama, que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pescado, que consistía en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha.

Antes de la reunión anterior al grupo de trabajo del profesor Ishikawa había usado este método para organizar los factores en sus actividades de investigación. Cuando el diagrama se usó en la práctica mostró ser muy útil y pronto llegó a usarse ampliamente en muchas compañías en todo Japón, además se incluyó en la tecnología de estándares industriales japoneses (JIS).

3.1.2 Concepto

El diagrama de Ishikawa, o Diagrama Causa-Efecto, es una herramienta que ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto posibles causas, tanto de problemas específicos como de características de calidad. Ilustra gráficamente las relaciones existentes entre un resultado dado (efectos) y los factores (causas) que influyen en ese resultado.

"Son dibujos que constan de líneas y símbolos que representan determinada relación entre un efecto y su causas". (Besterfield, 1995:22)

El problema analizado puede provenir de diversos ámbitos como la salud, calidad de productos y servicios, fenómenos sociales, organización, etc. A este eje horizontal van llegando líneas oblicuas -como las espinas de un pez- que representan las causas valoradas como tales por las personas participantes en el análisis del problema. A su vez, cada una de estas líneas que representa una posible causa, recibe otras líneas perpendiculares que representan las causas secundarias. Cada grupo formado por una posible causa primaria y las causas secundarias que se le relacionan forman un grupo de causas con naturaleza común. (Ver fig. 1)

Este tipo de herramienta permite un análisis participativo mediante grupos de mejora o grupos de análisis, que mediante técnicas como por ejemplo la lluvia de ideas, sesiones de creatividad, y otras, facilita un resultado óptimo en el entendimiento de las causas que originan un problema, con lo que puede ser posible la solución del mismo

Figura # 1 Diagrama Causa-Efecto.



3.1.3 Usos

Las aplicaciones del diagrama de Ishikawa son prácticamente infinitas en las áreas de investigación como fabricación, mercadotecnia, etc. cuyas mayores ventajas es la global participación y contribución de todo lo que intervienen en el proceso de lluvia de ideas.

- Concentrar el esfuerzo del equipo en la resolución de un problema complejo.
- Identificar todas las causas y las causas raíz para cada efecto, problema, o condición específico.
- Analizar y relacionar algunas de las interacciones entre los factores que están afectando un proceso particular o efecto.
- Permite la acción correctiva.

3.1.4 Ventajas

- Permite que el grupo se concentre en el contenido del problema, no en la historia del problema ni en los distintos intereses personales de los integrantes del equipo.
- Ayuda a determinar las causas principales de un problema, o las causas de las características de calidad, utilizando para ello un enfoque estructurado.
- Estimula la participación de los miembros del grupo de trabajo, permitiendo así aprovechar mejor el conocimiento que cada uno de ellos tiene sobre el proceso.
- Incrementa el grado de conocimiento sobre un proceso.

3.1.5 Desventajas

No es particularmente útil para atender los problemas extremadamente complejos, donde se correlaciona muchas causas y muchos problemas

3.1.6 Como hacer un diagrama de causa y efecto

Para empezar, decide cual característica de calidad, salida o efecto quieres examinar y continúa con los siguientes pasos-

1. Dibuja un diagrama en blanco.
2. Describir el efecto o atributo de calidad.
3. Escribe las categorías que consideres apropiadas a tu problema: maquina, mano de obra, materiales, métodos, son los más comunes y aplican en muchos procesos.
4. Realiza una lluvia de ideas (brainstorming) de posibles causas y relacionando aquellos elementos que parezcan tener un efecto significativo sobre las características de calidad
5. Pregúntale ¿por qué? a cada causa, no más de dos o tres veces. Señalando los factores particularmente importantes que parezcan tener un efecto significativo sobre las características de calidad.
6. Empieza por enfocar tus variaciones en las causas seleccionadas como fácil de implementar y de alto impacto

3.2 HISTOGRAMA

Los histogramas permite la comparación de los resultados de un proceso mediante una representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados. Los histogramas son más frecuentes en ciencias sociales, humanas y económicas que en ciencias naturales y exactas. Y permite la comparación de los resultados de un proceso

3.2.1 Origen

El término histograma fue utilizado por primera vez por el matemático Karl Pearson (1857 - 1936) en 1895 el histograma es el más popular de los métodos utilizados para la distribución de frecuencias. Usado en conjunto con las especificaciones del producto, puede ayudarnos mucho acerca de proceso. Éste consigue su nombre del hecho que muestra información histórica.

3.2.2 Concepto

En estadística, un histograma es una representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados. En el eje vertical se representan las frecuencias, y en el eje horizontal los valores de las variables, normalmente señalando las marcas de clase, es decir, la mitad del intervalo en el que están agrupados los datos.

"El programa es definido como gráfico de barras verticales sin espacio entre ella apareciendo los límites de las clases en el eje horizontal y las frecuencias en el vertical. La frecuencia correspondiente a una clase viene representada por la altitud de un rectángulo (barra) cuya base es el intervalo de clase". (Campos, 1970:22)

Se utiliza cuando se estudia una variable continua, como franjas de edades o altura de la muestra, y, por comodidad, sus valores se agrupan en clases, es decir, valores continuos

3.2.3 Usos

El histograma se usa en el control de la calidad, por ejemplo para:

- 1.- Valorar y verificar los procesos
- 2.- Indicar la necesidad de acción correctiva
- 3.- Medir los efectos de las acciones correctivas
- 4.- Comparar el compartimiento de las maquinas
- 5.- Comparar los materiales

3.2.4 Ventajas.

- Su construcción ayudará a comprender la tendencia central, dispersión y frecuencias relativas de los distintos valores.
- Muestra grandes cantidades de datos dando una visión clara y sencilla de su distribución

3.2.5 Desventajas

- Imposibilidad de conocer el tamaño del intervalo
- Falta de leyendas informativas como la media, la desviación típica, etc.

3.2.6 Tipos de histograma

Diagramas de barras simples:

Representa la frecuencia simple (absoluta o relativa) mediante la altura de la barra la cual es proporcional a la frecuencia simple de la categoría que re presenta.

Diagramas de barras compuestas:

Se usa para representar la información de una tabla de doble entrada o sea a partir de dos variables, las cuales se representan así; la altura de la barra representa la frecuencia simple de las modalidades o categorías de la variable y esta altura es proporcional a la frecuencia simple de cada modalidad.

Diagramas de barras agrupadas:

Se usa para representar la información de una tabla de doble entrada o sea a partir de dos variables, el cual es representado mediante un conjunto de barras como se clasifican respecto a las diferentes modalidades.

Polígono de frecuencias:

Es un gráfico de líneas que se usa para presentar las frecuencias absolutas de los valores de una distribución en el cual la altura del punto asociado a un valor de las variables es proporcional a la frecuencia de dicho valor.

Ojiva porcentual

Es un gráfico acumulativo, el cual es muy útil cuando se quiere representar el rango porcentual de cada valor en una distribución de frecuencias.

3.2.7 Pasos para realizar un histograma

Paso 1:

Sobre una obra de papel cuadriculado, marcan el libre horizontal con escala. La escala no debe ser con base en el intervalo de clase, es mejor que sea con base en la unidad de medición de los datos, por ejemplo, 10 gramos correspondería a 10 milímetros.

Ésto hace fácil la comparación con muchos histogramas que escriben factores similares así como las especificaciones (estándares). Dejar un espacio aproximadamente igual al intervalo de clase en el eje horizontal a cada lado de la primera y última clase.

Paso 2

Marcar el vertical de la izquierda con una escala de frecuencia y, si es necesario, dibuje el eje de la derecha y márkuelo con una escala de frecuencia relativa. La

altura de la clase con la frecuencia máxima debe ser entre 0,5 y 2,0 veces la distancia entre los valores máximos y mínimos en el eje horizontal.

Paso 3

Marcar la escala horizontal con los límites de los valores de clase.

Paso 4

Utilizando los intervalos de clase como línea de base, dibujar un rectángulo cuya altura corresponda a la frecuencia en esa clase.

Paso 5

Dibujar una línea sobre el programa para representar la media, y dibujar también una línea para representar el límite de especificación si lo hay

Paso 6

Dar un espacio en blanco del histograma, anotar la historia de los datos (el periodo de tiempo durante cual se recogieron los datos, etc.) el número de datos (n), la media (\bar{x}) y la desviación estándar (S).

3.2.8 Interpretación del histograma.

Lo que se aprecia en el histograma como tendencia central, variabilidad y comportamientos especiales será una información valiosa. Observándolo se pueden contestar varias preguntas tales como:

¿Hay un comportamiento simétrico?, ¿Hay Sesgo?, ¿Hacia qué lado? Para esto basta que se observe la forma del histograma; cuando es resultado de una muestra grande, hay un sesgo significativo, puede ser que haya algún problema, como calentamiento de los equipos o instrumentos de medición descalibrados.

¿Está centrado el proceso? Con un tamaño de muestra grande es muy fácil ver mediante un histograma si un proceso está centrado o no, ya que basta observar la posición del cuerpo del histograma respecto a la calidad óptima y a las especificaciones, si no está centrada la calidad que se produce no es adecuada.

¿Hay acantilados? Las posibles causas que motivan la presencia de acantilados están: un lote de artículo previamente inspeccionados al 100% donde se excluyó a los artículos que no cumplen con alguna medida mínima o que exceden una medida máxima, problemas con el equipo de medición y errores en la inspección. Un acantilado es anormal y debe buscarse la causa del mismo.

Estratificación. Cuando se obtienen datos que proceden de diferentes máquinas, proveedores u operadores, se hace un histograma por cada fuente y así se podrá encontrar la máquina o proveedor más problemático.

3.3 DIAGRAMA DE PARETO

El diagrama de Pareto parte como una buena herramienta de trabajo que facilita el estudio comparativo de los numerosos procesos que se elaboran en industrias, así como fenómenos naturales que precisen de esta utilidad. Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso el cual

podamos denominar lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originadas el 80% de los efectos.

3.3.1 Origen

El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Joseph Juran en honor del economista italiano Wilfredo Pareto (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza. Con ésto estableció la llamada "Ley de Pareto" según la cual la desigualdad económica es inevitable en cualquier sociedad.

El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20.

3.3.2 Concepto

El Diagrama de Pareto consiste en un gráfico de barras similar al histograma que se conjuga con una ojiva o curva de tipo creciente y que representa en forma decreciente el grado de importancia o peso que tienen los diferentes factores que afectan a un proceso, operación o resultado. (Ver fig.2)

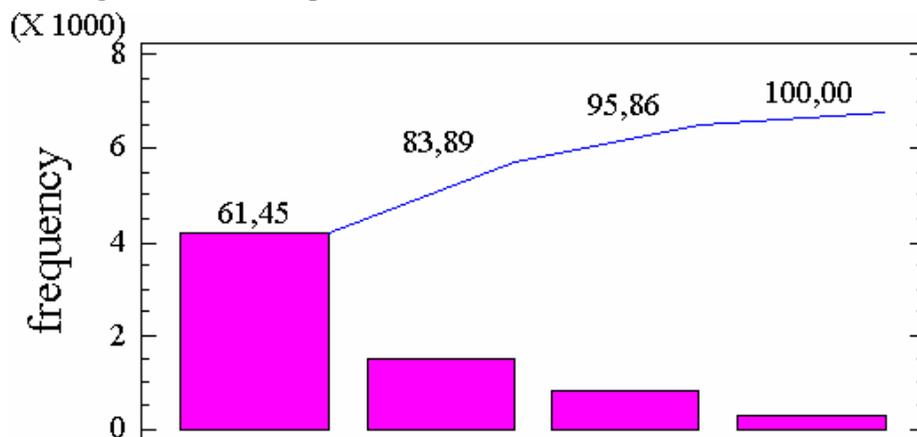
“es una representación de los datos que permiten detectar los elementos con mayor incidencia en el proceso” (Besterfield, 1995:22)

Usando el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves

Algunos ejemplos de tales minorías vitales serían:

- La minoría de devoluciones que representa la mayoría de quejas de la clientela.
- La minoría de compradores que representen la mayoría de las ventas.
- La minoría de productos, procesos, o características de la calidad causantes del grueso de desperdicio o de los costos de reproceso.
- La minoría de vendedores que está vinculada a la mayoría de partes impugnadas.
- La minoría de problemas causantes del grueso del retraso de un proceso.
- La minoría de productos ó servicios que representan la mayoría de las ganancias obtenidas.
- La minoría de elementos que representan al grueso del costo de un inventario.

Fig. 2. Diagrama de Pareto para los costos de calidad



3.3.3 Usos:

- Determinar cuál es la causa clave de un problema, separándola de otras presentes pero menos importantes.
- Contrastar la efectividad de las mejoras obtenidas, comparando sucesivos diagramas obtenidos en momentos diferentes.
- Pueden ser asimismo utilizados tanto para investigar efectos como causas.
- Comunicar fácilmente a otros miembros de la organización las conclusiones sobre causas, efectos y costos de los errores.

3.3.4 Ventajas

- Permite que el grupo se concentre en el contenido del problema, no en la historia del problema ni en los distintos intereses personales de los integrantes del equipo.
- Ayuda a determinar las causas principales de un problema, o las causas de las características de calidad, utilizando para ello un enfoque estructurado.
- Estimula la participación de los miembros del grupo de trabajo, permitiendo así aprovechar mejor el conocimiento que cada uno de ellos tiene sobre el proceso.
- Incrementa el grado de conocimiento sobre un proceso

3.3.5 Desventajas

Este tipo de diagrama puede dejar de ser beneficioso cuando se emplean métodos de clasificación para determinar los ítems de manera inadecuada, lo cual no permitiría poder captar la esencia de un problema observándolo desde varios ángulos.

Otras de las desventajas que presenta este método se deriva de lo anterior, ya que como consecuencia de una mala clasificación, el renglón de ítems “otros” puede llegar a representar un porcentaje de los más altos y esto no es conveniente, porque no facilita la identificación del problema, por tal razón deben aplicarse buenos métodos de clasificación para evitar este tipo de obstáculo.

3.3.6 Como hacer un diagrama de Pareto

Paso 1

1. Decidir qué problemas se van a investigar y cómo recoger los datos. Ej.: objeto defectuoso, pérdidas en términos monetarios, ocurrencia de accidentes
2. Decidir qué datos se van a necesitar y cómo clasificarlos. Ej.: por tipo de defecto, localización, proceso, máquinas, trabajador, métodos.
3. Definir el periodo de duración de la recolección los datos.

Paso 2

Diseñar una tabla para conteo de datos con espacio suficiente para registrar los totales

Paso 3

Llenar la tabla de conteo y calcular los totales

Paso 4

Elaborar una tabla de datos para el diagrama de Pareto con la lista de ítems, los totales acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados.

Paso 5

Organizar los ítems por orden de cantidad, y llenar la tabla de datos. El ítem “otros” debe ubicarse en el último renglón independientemente su magnitud. Ésto se debe a que está compuesto de un grupo de ítems, cada uno de los cuales es más pequeño que el menor de los ítems citados individualmente en el cuadro.

Paso 6

Dibujar dos ejes verticales y un eje horizontal.

Paso 7

Construir un diagrama de barras en el dibujo anterior

Paso 8

Dibujar la curva acumulada (curva de Pareto) correspondiente en el gráfico anterior. Para ello debe marcar los valores acumulados (total acumulado o porcentaje acumulado), en la parte superior al lado derecho de los intervalos de cada ítem, y conectar los puntos, con una línea continua.

Paso 9

Escribir en el diagrama cualquier información necesaria

1. información sobre el diagrama: título, cifras significativas, unidades, nombre del dibujante.
2. Información sobre los datos: periodo de tiempo, tema y lugar de la investigación, número total de datos.

3.3.7 Tipos de diagrama de Pareto

Se dice que existen dos tipos los cuales mencionaremos a continuación:

Diagrama de Pareto de Fenómeno

Este es un diagrama, en el cual se relaciona los resultados indispensables y se utilizan para averiguar el principal problema.

- **Calidad:** Defectos, fallas, fracasos, quejas, ítems, devueltos, reparaciones, etc.
- **Costos:** Magnitud de la pérdidas, gastos, etc.
- **Entrega:** Escasez de inventarios, demora en los pagos, demora en la entrega, etc.
- **Seguridad:** Accidente, errores, interrupciones, etc.

Diagrama De Pareto Causa

Este es un diagrama en el cual se relacionan los resultados indeseables y se utilizan para averiguar cuál es el principal problema.

- **Operario:** Turno, grupo, edad, experiencia, destreza, etc.
- **Maquinaria:** Maquinaria, equipos, herramientas, organizaciones, modelos, instrumentos.
- **Materia Prima:** Productor, planta, lote, clase, etc.
- **Método Operacional:** Condiciones, órdenes, disposiciones, etc.

3.4 DIAGRAMA DE FLUJOS

Un diagrama de flujo es una forma más tradicional de especificar los detalles algorítmicos de un proceso y constituye la representación gráfica de un proceso multifactorial. Se utiliza principalmente en programación, economía y procesos industriales, pasando también a partir de estas disciplinas a formar parte fundamental de otras, como la psicología cognitiva; estos diagramas utilizan una serie de símbolos con significados especiales. Son la representación gráfica de los pasos de un proceso, que se realiza para entenderlo mejor. Son modelos tecnológicos utilizados para comprender los rudimentos de la programación lineal

3.4.1 Concepto

El Flujograma o Diagrama de Flujo, consiste en representar gráficamente hechos, situaciones, movimientos o relaciones de todo tipo, por medio de símbolos

“El Flujograma o Diagrama de Flujo, es una gráfica que representa el flujo o la secuencia de rutinas simples. Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución” (Chiavenato 1993:22)

3.4.2 Importancia

Es importante ya que ayuda a designar cualquier representación gráfica de un procedimiento o parte de este, El Flujograma de conocimiento o diagrama de flujo, como su nombre lo indica, representa el flujo de información de un procedimiento.

En la actualidad los Flujograma son considerados en las mayorías de las empresas o departamentos de sistemas como uno de los principales instrumentos en la realización de cualquier método y sistemas.

3.4.3 Ventajas

- Es una representación gráfica de las secuencias de un proceso, presenta información clara, ordenada y concisa.
- Permite visualizar las frecuencias y relaciones entre las etapas indicadas.
- Se pueden detectar problemas, desconexiones, pasos de escaso valor añadido etc.
- Compara y contrasta el flujo actual del proceso contra el flujo ideal, para identificar oportunidades de mejora.
- Identifica los lugares y posiciones donde los datos adicionales pueden ser recopilados e investigados.
- Ayuda a entender el proceso completo.
- Permite comprender de forma rápida y amena los procesos

3.4.4 Desventajas de los Flujogramas

- Diagramas complejos y detallados suelen ser laboriosos en su planteamiento y diseño.
- Acciones a seguir tras la salida de un símbolo de decisión, pueden ser difíciles de seguir si existen diferentes caminos.
- No existen normas fijas para la elaboración de los diagramas de flujo que permitan incluir todos los detalles que el usuario desee introducir.

3.4.5 Usos

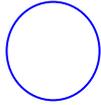
- Los diagramas de flujo son una herramienta valiosa para la mejora de los procesos, permiten detectar las actividades que agregan valor y aquellas que son redundantes o innecesarias.
- Desarrollar la documentación de los Sistemas de Gestión, pues proveen una descripción de los procesos y un detalle de las operaciones mucho más amigable que los procedimientos e instructivos basados en texto.
- Resolver uno de los principales problemas, que es la resistencia del personal a emplear los documentos como referentes para el desempeño de las tareas. Una copia ampliada del diagrama de flujo al alcance de los operadores del proceso facilita la consulta y promueve la creatividad

3.4.6 Características que deben poseer los Flujogramas

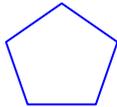
- Sintética: La representación que se haga de un sistema o un proceso deberá quedar resumido en pocas hojas, de preferencia en una sola. Los diagramas extensivos dificultan su comprensión y asimilación, por tanto dejan de ser prácticos.
- Simbolizada: La aplicación de la simbología adecuada a los diagramas de sistemas y procedimientos evita a los analistas anotaciones excesivas, repetitivas y confusas en su interpretación.

De forma visible a un sistema o un proceso: Los diagramas nos permiten observar todos los pasos de un sistema o proceso sin necesidad de leer notas extensas. Un diagrama es comparable, en cierta forma, con una fotografía aérea que contiene los rasgos principales de una región, y que a su vez permite observar estos rasgos o detalles principales.

3.4.7 Símbolos utilizados en la elaboración de un Diagrama de Flujo



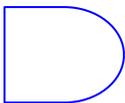
Operación: Algunas veces un flujo grama pueden requerir que se efectúen saltos en la secuencia de los pasos, pero dentro de la misma página, por lo que tal acción se representa a través de un conector interno o operación.



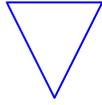
Transporte: Tiene un lugar cuando un objeto es movido de un lugar a otro, excepto cuando tales movimiento son parte de una operación o son causados por el operario en el puesto de trabajo durante una operación o una inspección.



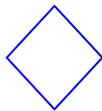
Inspección: Representa un proceso, en algunos caso manuales y en otro mecanizados. Su contenido debe comenzar con un verbo en infinitivo.



Espera: Representa la demora, retraso, interrupción o almacenamiento temporal.



Almacenamiento: Se utiliza para mostrar un archivo, ya sea en forma permanente o temporal, depende de que sea uno u otro, llevará internamente ó **T-temporal**.



Decisión: Este símbolo es utilizado cuando dentro del flujo de proceso, existen cursos alternativos de acciones.



Flujo de Información: Representa el flujo de la información desde/ hacia, se usa obligatoriamente para reflejar el orden que debe seguir la lectura del flujo grama y muestra igualmente como fluye la información a lo largo del proceso.



Inicio/Fin del proceso: Es como una formalidad, este símbolo se utiliza para iniciar un procedimiento y para indicar su terminación. En algunos casos, se puede omitir en presentar el final de un proceso en razón a que éste continúe en otros procedimientos.



Documento: Es utilizado cuando se refiere a diagramar algún documento que es generado o transferido a lo largo del procedimiento.

3.4.8 Pasos para la elaboración de un Diagrama de Flujo

Una vez definido los símbolos utilizan el proceso estudiado, se debe proceder a realizar los siguientes pasos:

Paso 1:

Discutir la utilización del diagrama de flujo.

Paso 2:

Decidir sobre el resultado de la sesión.

Paso 3:

Definir los límites de proceso, identificando el primer y el último paso necesario.

Paso 4:

Documentar cada paso secuencialmente.

Paso 5:

En puntos de decisión o bifurcación escoger una rama.

Paso 6:

Hace seguimiento del proceso desconocido, tomar nota y continuar.

Paso 7:

Repetir pasos 4, 5 y 6 hasta alcanzar el último paso del proceso.

Paso 8: Retroceder y tratar el diagrama de las otras ramas siguiendo el mismo proceso.

Paso 9:

Hacer una revisión completa sin omitir pequeños bucles o casos especiales.

Paso 10:

Decidir cómo rellenar aquella parte del proceso que no es bien conocida.

Paso 11: analizar el diagrama una vez seguro de que el diagrama esté completo.

3.4.9 Tipos de Flujograma

Por su presentación:

De bloque: Se representan en términos generales con el objeto de destacar determinados aspectos.

De detalle: Plasman las actividades en su más detallada expresión.

Por su formato:

De formato vertical: En el que el flujo de las operaciones va de arriba hacia abajo y de derecha a izquierda

De formato horizontal: En el que la secuencia de las operaciones va de izquierda a derecha en forma descendente

De formato tabular: También conocido como de formato columnar o panorámico, en el que se presenta en una sola carta el flujo total de las operaciones, correspondiendo a cada puesto o unidad una columna

De formato arquitectónico: Muestra el movimiento o flujo de personas, formas, materiales, o bien la secuencia de las operaciones a través del espacio donde se realizan

Por su propósito:

De forma: El cual se ocupa fundamentalmente de documentos con poca o ninguna descripción de operaciones con poca o ninguna descripción de operaciones.

De labores: Indica el flujo o secuencia de las operaciones, así como quién o en donde se realiza y en qué consiste ésta.

De método: Muestra la secuencia de operaciones, la persona que las realiza y la manera de hacerlas.

Analítico: Describe no sólo el procedimiento quién lo hace, y cómo hacer cada operación, sino para qué sirven.

De espacio: Indica el espacio por el que se desplaza una forma o una persona.

Combinados: Emplean dos o más diagramas en forma integrada.

De ilustraciones y texto: Ilustra el manejo de la información con textos y dibujos.

Asistido por computadora: El flujo de información se hace con recursos de software

3.5 GRÁFICAS DE CORRELACIÓN

Un Diagrama de correlación o Dispersión es la forma más sencilla de definir si existe o no una relación causa efecto entre dos variables y que tan firme es esta relación, como estatura y peso. Una aumenta al mismo tiempo con la otra.

“Éste tipo de gráfico es quizás la técnica más sencilla de las herramientas estadísticas y se puede definir como el conjunto de datos que se representan en forma gráfica a través de un periodo de tiempo con el objeto de buscar tendencia” (Walton, 1992:117)

El Diagrama de Dispersión es de gran utilidad para la solución de problemas de la calidad en un proceso y producto, ya que nos sirve para comprobar que causas (factores) están influyendo o perturbando la dispersión de una característica de calidad o variable del proceso a controlar.

3.5.1 Usos

Los motivos más comunes de este tipo de diagrama son analizar:

- La relación entre una causa y un efecto.
- La relación entre una causa y otra.
- La relación entre una causa y otras dos causas.
- Un efecto y otro efecto.

3.5.2 Ventajas

- Se trata de una herramienta especialmente útil para estudiar e identificar las posibles relaciones entre los cambios observados en dos conjuntos diferentes de variables.
- Suministra los datos para confirmar hipótesis acerca de si dos variables están relacionadas.
- Proporciona un medio visual para probar la fuerza de una posible relación.

3.5.3 Desventajas

A pesar de que esta técnica permite determinar la relación existente entre dos variables, tiene como desventaja que no puede probar que variable causa la otra. Las gráficas de correlación también presentan desventajas en cuanto a errores comunes, como es el no saber limitar el rango de los datos y el campo de operación del proceso, lo que hace que se pierda la visión gráfica al sintetizar todos los datos en resúmenes

3.5.4 Cómo se hace un gráfico de correlación

Paso 1:

Reunir pares de datos ("X" y "Y"), cuyas relaciones se van a estudiar, y organizar esa información en una tabla. Es deseable tener al menos 30 pares de datos.

Paso 2:

Encontrar los valores mínimos y máximos para “X” y “Y”. Decidir las escalas que va usar en los ejes horizontal y vertical de manera que ambas longitudes sean aproximadamente iguales, lo cual hará que el diagrama sea más fácil de leer. Tratar de mantener el número de divisiones en cada eje entre 3 y 10 y use números redondos para facilitar la lectura.

Paso 3:

Registrar los datos del gráfico.

Paso 4:

Registrar todos los aspectos que puedan ser de utilidad como por ejemplo:

1. título del diagrama.
2. Periodo de tiempo.
3. Número de pares de datos.
4. Título y unidades de cada eje.
5. Nombre (etc.) de la persona que hizo el diagrama.

3.6 GRÁFICAS DE CONTROL

La idea tradicional de inspeccionar el producto final y eliminar las unidades que no cumplen con las especificaciones una vez terminado el proceso, se reemplaza por una estrategia más económica de prevención antes y durante del proceso industrial con el fin de lograr que precisamente estos productos lleguen al consumidor sin defectos.

Así las variaciones de calidad producidas antes y durante el proceso pueden ser detectadas y corregidas gracias al empleo masivo de Gráficas de Control. Según este nuevo enfoque, existen dos tipos de variabilidad. El primer tipo es una variabilidad aleatoria debido a "causas al azar" o también conocida como "causas comunes". El segundo tipo de variabilidad, en cambio, representa un cambio real en el proceso atribuible a "causas especiales", las cuales, por lo menos teóricamente, pueden ser identificadas y eliminadas.

Los gráficos de control ayudan en la detección de modelos no naturales de variación en los datos que resultan de procesos repetitivos y dan criterios para detectar una falta de control estadístico. Un proceso se encuentra bajo control estadístico cuando la variabilidad se debe sólo a "causas comunes".

3.6.1 Origen

Los gráficos de control fueron ideados por Shewhart durante el desarrollo del control estadístico de la calidad. Han tenido una gran difusión siendo ampliamente utilizados en el control de procesos industriales. Sin embargo, con la reformulación del concepto de Calidad y su extensión a las empresas de servicios y a las unidades administrativas y auxiliares, se han convertido en métodos de control aplicables a procesos llevados a cabo en estos ámbitos.

3.6.2 Definición

Es una herramienta que se utiliza para saber si la variabilidad de un proceso se debe a causas comunes o a causas especiales.

Un gráfico de control es una herramienta estadística utilizada para evaluar la estabilidad de un proceso. Permite distinguir entre las causas de variación.

Todo proceso tendrá variaciones, pudiendo estas agruparse en:

- Causas aleatorias de variación. Son causas desconocidas y con poca significación, debidas al azar y presentes en todo proceso.
- Causas específicas (imputables o asignables). Normalmente no deben estar presentes en el proceso. Provocan variaciones significativas.
- Las causas aleatorias son de difícil identificación y eliminación. Las causas específicas sí pueden ser descubiertas y eliminadas, para alcanzar el objetivo de estabilizar el proceso.

3.6.3 Tipos de gráficos de control

De datos por variables.

Que a su vez pueden ser de media y rango, mediana y rango, y valores medidos individuales.

Normalmente, una gráfica de control para variables se basa en una medida de tendencia central y en una medida de dispersión.

De datos por atributos. Del estilo aceptable / inaceptable, sí / no, etc.

Los datos de atributos solo asumen dos valores: buenos o malos, pasa o no pasa, etc. Con frecuencia, los atributos no se pueden medir, pero se pueden contar, y son

útiles en muchos casos prácticos. Normalmente, los datos de atributos son fáciles de recopilar, con frecuencia mediante inspección visual.

3.6.4 Ventajas

- Permite distinguir entre causas aleatorias y específicas de variación de los procesos, como guía de actuación de la dirección.
- Los gráficos de control son útiles para vigilar la variación de un proceso en el tiempo, probar la efectividad de las acciones de mejora emprendidas, así como para estimar la capacidad del proceso.

3.6.5 Usos

- Ayudan a la mejora de procesos, de forma que se comporten de manera uniforme y previsible para una mayor calidad, menores costos y mayor eficacia.
- Proporcionan un lenguaje común para el análisis del rendimiento del proceso

3.6.6 Procedimiento para construir una gráfica de control

Paso 1: la base de muestreo

Se recoge las muestras tan homogéneas como sea posible para que cada una de ellas refleje las causas comunes del sistema, o las causas asignables que puedan

estar presentes en esos momentos. Es decir, si hay causas asignadas, debe ser alta la probabilidad de observar diferencias entre muestras, mientras que debe ser baja la probabilidad de observar diferencias dentro de una muestra. A la jueza que satisface esos criterios se le llaman subgrupos racionales.

Paso 2: tamaño de la muestra

Es recomendable tener un tamaño de muestra pequeño para que no haya mucha oportunidad de variación dentro de la muestra, debido a las causas especiales. Ésto es de mucha importancia ya que cada muestra representaría el estado de control en determinado momento. Además el costo de muestreo se mantiene bajo. Las muestras grandes, también, permite descubrir menores cambios en la característica del proceso, con mayor probabilidad.

Paso 3: frecuencia de muestreo

Tener muestras grandes y frecuentes, obviamente, no es económico, no existen reglas establecidas ni invariables para la frecuencia de muestreo. Las muestras deben ser suficientemente cercanas entre sí para que haya una oportunidad de detectar cambios en la característica del proceso, para evitar en lo posible, una gran cantidad de productos que no cumplan con las especificaciones. Sin embargo, las muestras no se deben tomar tan cercas entre sí, tanto que el costo de muestreo supere los beneficios que se pueda obtener. Esta decisión depende de la aplicación individual y del volumen de producción.

Paso 4 Ubicación de los límites de control

La ubicación de los límites de control se relaciona estrechamente con el riesgo implícito en hacer una evaluación correcta del estado de control. Se presenta un error tipo I, cuando se llega a la conclusión incorrecta en que se tiene una causa especial, cuando, en realidad, no existe. Se presenta un error tipo II, cuando existen causas especiales, pero no se descubren en la gráfica de control, porque: quedan dentro de los límites de control, por casualidad.

CAPITULO IV

MÉTODO DE MUESTREO DE ACEPTACIÓN Y CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO

4.1 MUESTREO DE ACEPTACIÓN

En la actividad de control de calidad en ocasiones es necesario inspeccionar lotes de materia prima, partes o productos terminados para asegurar que cumplen ciertos niveles de calidad con un buen grado de confianza.

El muestreo de aceptación es el proceso de inspección de una muestra de unidades extraídas de un lote con el propósito de aceptar o rechazar todo el lote. En este capítulo veremos los conceptos y técnicas de este tipo de muestreo.

Es la manera de evaluar una parte de los productos que forman un lote con el propósito de aceptar o rechazar el lote completo. Su uso es recomendado cuando el costo de inspección es alto o la inspección es monótona y causa errores de inspección o cuando se requieren pruebas destructivas

4.1.1 Conceptos

Procedimiento mediante el cual se puede decidir si aceptar o rechazar un lote de productos, de acuerdo a ciertas especificaciones de calidad

Es un método estadístico utilizado por los peritos o estadísticos, para determinar el grado de aceptación o de rechazo que presente un lote de acuerdo al número de elementos defectivos encontrados en la muestra. Permite al estadístico, definir los riesgos con respecto a la aceptación de un producto.

La inspección con fines de aceptación se lleva a cabo en muchos momentos durante la fabricación. Puede haber inspección de materiales y piezas, inspección en curso de fabricación, inspección de producto acabado por el propio fabricante y, por último, inspección del producto acabado por uno o más compradores.

Gran parte de esta inspección de aceptación se basa necesariamente en el muestreo. Todas las pruebas de aceptación del artículo que sean destructivas deben inevitablemente hacerse por muestreo. En muchos otros casos se utiliza la inspección de muestras, porque resulta prohibitivo el costo de inspección al 100%. Cuando hay muchos artículos semejantes a inspeccionar, probablemente es mejor hacerla sobre muestras que al 100%, debido a la influencia de la fatiga de inspección en este último caso. Una ventaja importante de los sistemas modernos de aceptación por muestreo es que ejercen una presión más efectiva para la mejora de la calidad que la que es posible por una inspección al 100 %.

4.1.2 Utilidad del muestreo de aceptación (inspección por muestras)

Esta opción es útil cuando se tiene una o varias muestras de las siguientes situaciones:

- Cuando la inspección se hace con pruebas destructivas (como pruebas de tensión y resistencia), es indispensable la inspección por muestras, de lo contrario todos los productos serían destruidos con las pruebas.

- Cuando el costo de la inspección al 100% es demasiado alto comparado con el costo de pasar unidades defectuosas.
- En los casos en los que la inspección al 100% no es técnicamente posible o se requiere mucho tiempo para llevarlo a cabo.
- Cuando el lote lo forman gran cantidad de artículos que habría que inspeccionar y la probabilidad de error en la inspección es suficientemente alta, de manera que la inspección al 100% podría dejar pasar más unidades defectuosas que un plan de muestreo.
- En situaciones donde históricamente el vendedor ha tenido excelentes niveles de calidad y se desea una reducción en la cantidad de inspección, pero la capacidad del proceso no es suficientemente buena como para no inspeccionar.
- Cuando es necesario asegurar la confiabilidad del producto, aunque la capacidad del proceso fabricante del lote sea satisfactoria.

4.1.3 Ventajas

- Tiene menor costo porque se inspecciona menos, a pesar de algunos costos adicionales generados por la planificación y administración de los planes de muestreo.
- Requiere de menos personal en las actividades de inspección, simplificando con ello el trabajo de coordinación y reduciendo los costos.
- El producto sufre menos daño al haber menos manipulación.
- Es aplicable en pruebas destructivas.
- A menudo reduce el error de inspección y la monotonía.

- El rechazo de lotes completos por la existencia de artículos defectuosos proporciona una motivación al fabricante del lote para que mejore su calidad.

4.1.4 Desventajas

El muestreo de aceptación presenta algunas desventajas, como las siguientes:

- Hay cierto riesgo de aceptar lotes malos y rechazar buenos, aunque en un plan de muestreo de aceptación están previstos y cuantificados estos riesgos.
- Proporciona menos información acerca del nivel de calidad del producto o de su proceso de fabricación. Aunque bien utilizada, la información obtenida puede ser suficiente.
- Se requiere más tiempo y conocimiento para planificar y documentar el muestreo, mientras la inspección al 100% no. Ésto tal vez no sea una desventaja, ya que la planificación genera otros efectos positivos, como mayor conciencia de los niveles de calidad exigidos por el cliente.

Las ventajas que tiene el muestreo de aceptación sobre la inspección al 100%, lo hacen una herramienta importante ahí donde haya condiciones para aplicarlo. En este sentido, muchas empresas, sobre todo pequeñas y medianas, aplican inspección al 100%, más por tradición y desconocimiento que por una razón fundamentada. Por lo que un paso importante sería lograr que se aplicara muestreo de aceptación en aquellos casos que así lo ameriten.

Por otro lado, no es raro escuchar de algunos expertos en calidad que el muestreo de aceptación ya no debe usarse, que es obsoleto, ya que no es un concepto válido. Al respecto nuestra posición es que: se debe hacer énfasis en mejorar la

calidad y corregir de fondo las causas de la mala calidad y la baja competitividad aplicando herramientas estadísticas, diseño de experimentos, proyectos Seis Sigma, etcétera; pero mientras tanto no se tengan niveles óptimos de calidad, seguirá siendo necesario aplicar estrategias de contención como lo es el muestreo de aceptación. De aquí que en muchas empresas donde los niveles de calidad no son satisfactorios, el muestreo de aceptación debe verse como una herramienta temporal y útil.

4.1.5 Planes de muestreo por atributo

Muestreo Sencillo Simple:

Es cuando se extrae una muestra única de la población para la toma de decisiones y que debe ser lo suficientemente grande para que sea representativa.

Muestreo Doble:

Este tipo de muestreo le permite al investigador tomar en la primera muestra un tamaño mucho más pequeño que el utilizado en el muestreo simple, por lo que se ahorra tiempo y dinero. Cuando el resultado del estudio de la primera muestra no evidencia en forma determinante la tendencia que sigue, una segunda muestra es extraída de la misma población. Luego las dos muestras se combinan para analizar los resultados y tomar una decisión al respecto. En caso de que en la primera muestra se obtenga un resultado definitivo, la segunda muestra no será necesaria extraerla.

Muestreo Múltiple:

Consiste en decidir sobre la aceptación o rechazo de un lote de producto, mediante la extracción de más de dos muestras. En este caso el tamaño de la muestra

es más pequeño que en el muestreo doble, por lo que se seleccionan muestras sucesivas para poder llegar a una decisión.

4.1.6 Planes de muestren por Variable:

El muestreo por variable se desarrolla en varias formas:

- a) Aplicación de la distribución de frecuencia de la muestra, cuyo tamaño muestral puede ser 50 o más unidades, seleccionado de cada lote que será inspeccionado.
- b) Otra forma utilizada es la gráfica de control por variable que permite dividir una serie de lotes de inspección consecutivos formando grandes lotes y aplicar el criterio de aceptación a cada gran lote.
- c) Los planes de muestreo por variable son generalmente dos:
 - c.1. - Planes de sigma - conocida.
 - c.2. - Planes de sigma - desconocida.

4.1.7 Aplicación

El muestreo de aceptación se puede aplicar en cualquier relación cliente-proveedor, ya sea en el interior de una empresa o entre diferentes empresas y se puede ver como una medida defensiva para protegerse de la amenaza del posible deterioro de la calidad.

Una situación típica del muestreo de aceptación es la siguiente: una compañía recibe un lote de algún producto de cierto proveedor; este producto puede ser materia prima o cualquier otro componente que se utiliza en la compañía. Se selecciona una

muestra de lote y se inspeccionan algún(as) característica(s) de calidad a todos los productos seleccionados. Con base en la información obtenida con la inspección se tomará una decisión: aceptar o rechazar todo el lote. Si los lotes son aceptados pasan directamente a ser utilizados, pero si el lote es rechazado, entonces es devuelto al proveedor o podría estar sujeto a alguna otra disposición (por ejemplo inspección de todos los productos del lote -inspección 100%- pagada por el proveedor).

En particular, si las características de calidad son variables de atributos, entonces un plan simple de muestreo de aceptación está definido por un tamaño de lote, “N”, un tamaño de muestra, “n”, y el número de aceptación, “c”. Por ejemplo el plan de muestreo:

$$N = 6.000, n = 200, \text{ y } c = 2;$$

Significa que de un lote de 6000 unidades se seleccionan e inspeccionan 200; y si entre éstas se encuentra 2 o menos piezas defectuosas, entonces el lote completo es aceptado.

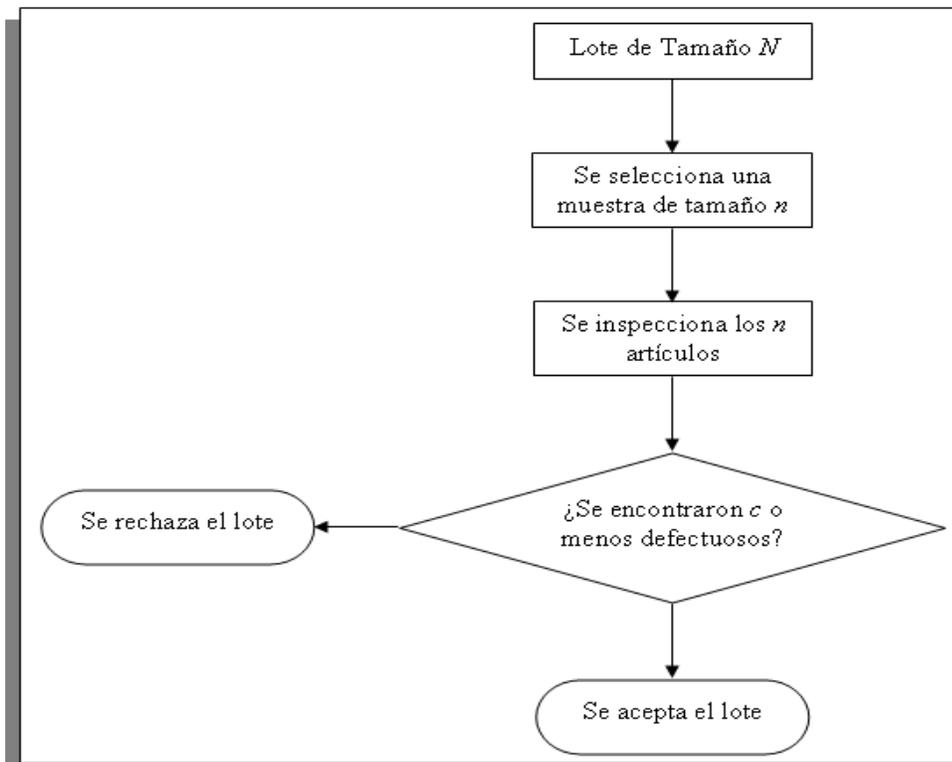
Pero si se encuentran 3 o más piezas defectuosas el lote es rechazado. Lo anterior se muestra en el esquema de la figura 3.

Debemos tener claro que al ser el muestreo de aceptación una forma particular de inspección, entonces este muestreo simplemente acepta y rechaza lotes; pero no mejora la calidad. Es decir, el muestreo de aceptación no es una estrategia de mejora de la calidad, es más bien una estrategia de contención y de garantía con cierto nivel de seguridad de que se cumplan ciertas especificaciones de calidad que han sido definidas.

Tampoco este tipo de muestreo proporciona buenas estimaciones de la calidad de lote. De esta manera, en toda relación cliente-proveedor se debe buscar mejorar los procesos y corregir de fondo las causas de la deficiencia en la calidad. El muestreo de aceptación debe verse como un esfuerzo complementario de alcance limitado pero que bajo ciertas condiciones específicas es la decisión más viable como estrategia defensiva ante el posible deterioro de la calidad.

En este sentido, cuando se pretende enjuiciar un lote se tienen tres alternativas: inspección al 100%, cero inspección, o muestreo de aceptación. Esta última es una decisión intermedia entre las otras dos alternativas opuestas, y a veces resulta ser la más económica globalmente.

Figura 3. Esquema de un plan de muestreo de aceptación por atributos (N , n , c).



Significa, la separación de piezas malas, de las buenas. Este procedimiento es sólo una comprobación de lo que ha pasado, y puede servir de precedente preventivo para el establecimiento de un control total de la calidad.

4.1.7 Ventajas

- Sirve para revisar todas las piezas.
- Se realiza un escrupuloso examen para seleccionar sólo el material sano.
- Se puede tener la completa seguridad de que todas las piezas o materiales defectivos, se han eliminado del lote.
- Sirve de precedente preventivo para el establecimiento de un control total de la calidad.
- No es un procedimiento de rutina.

4.1.8 Desventajas

- Es demasiado costosa.
 - Puede dar lugar a una falsa seguridad sobre la perfección del trabajo de inspección.
 - Se trata sólo de una separación.
 - Puede dar lugar a la aceptación de material defectivo.
 - Se puede rechazar material satisfactorio.

- Puede ser impracticable.
- La fatiga de los inspectores a causa de operaciones repetitivas puede constituir un serio obstáculo para obtener un control al 100% bueno.

4.1.9 Cero inspecciones (aceptar o mandar el lote sin inspección).

Esta alternativa es adecuada cuando el proceso que fabricó el lote ha demostrado cumplir holgadamente los niveles de calidad acordados entre el cliente y el proveedor (que sería el caso de procesos estables o procesos en los que se han hecho inspección previa). También se aplica cero inspección cuando la pérdida global causada por las unidades defectuosas es pequeña con el costo del muestreo.

4.1.10 Formación del lote.

La formación de un lote puede influir en la eficacia del plan de muestreo de aceptación. A continuación se enuncia tres recomendaciones para formar los lotes, aunque una de ellas se debe ver como reserva.

- a.- Los lotes deben ser homogéneos. Es decir, las unidades que forman un lote en particular deben haber sido fabricadas bajo condiciones similares en cuanto a máquinas, operadores, materia prima, tiempo (fechas), etcétera. Cuando el lote se forma mezclando unidades de diferentes fuentes, el muestreo de aceptación no es tan efectivo como se debe. Además la existencia de lotes no homogéneos hace más difícil tomar acciones correctivas que eliminan la causa de los productos defectuosos. De esa manera, cuando se forme un pedido o embarque

es mejor inspeccionar cada lote individual y evitar aplicar la inspección a todo el pedido después de que se han mezclado lotes.

- b.- Los lotes deben ser formados de manera que no compliquen el manejo de materiales del proveedor y del cliente. Todos los artículos de los lotes deben ser empaquetados y embarcados con un mínimo de riesgo y de forma que la selección de unidades de la muestra sea relativamente fácil.
- c.- Con las reservas del caso, otra recomendación tradicional es: los lotes deben ser tan grandes como sea posible. Ésto debido al menor costo y mayor eficiencia de la inspección, ya que en los lotes grandes es necesario inspeccionar menos proporcionalmente que con los lotes pequeños, y además los planes resultantes a partir de tamaños de lote grande tienen mayor poder de detectar los lotes de mala calidad.

En empresas con sistema de mejora de calidad esta recomendación se debe ver con mucha reserva, ya que ésto que es deseable para el muestreo de aceptación no es recomendable para los inventarios en procesos y en producto terminado. Con lotes muy grandes se aumenta el costo de inventarios, el tiempo de ciclo y disminuye la capacidad de detectar con oportunidad las anomalías en calidad. De aquí que tal recomendación se debe aplicar en la medida que no se afecte sensiblemente los aspectos comentados.

4.1.11 Selección de la muestra

Todos los planes de muestreo de aceptación basan su funcionamiento en que las unidades seleccionadas para la inspección son representativas de todo el lote. De aquí que la selección de las unidades que forman la muestra debe hacerse aplicando un

método de muestreo aleatorio. La técnica de muestreo es muy importante y la que a menudo se sugiere es el muestreo aleatorio simple, en la que se asigna un número a cada artículo del lote. Entonces, entre 1 y el número máximo de unidades en el lote se seleccionan aleatoriamente “n” números. Esta sucesión de números aleatorios determina cuáles artículos del lote constituyen la muestra.

Si los productos están seriados o tienen un código de números, éstos pueden ser utilizados para desarrollar el muestreo aleatorio. Otra opción es usar un número aleatorio de tres dígitos. Por ejemplo, el número 482 puede ser la representación de la unidad localizada sobre un cuarto nivel, octava fila y segunda columna.

En circunstancias donde no se puede asignar un número a cada unidad, es posible emplear alguno de los otros métodos de muestreo que aseguren que el muestreo es aleatorio o representativo. Por ejemplo el inspector podría estratificar el lote, dividiéndolo en estratos o capas y cada estrato en cubos. Las unidades son tomadas dentro de cada cubo. Entre más formal sea esta división o estratificación, mayor representatividad tendrá la muestra.

Si por alguna razón esta división no es posible, entonces dentro de los males, el menor es que la estratificación se realice de manera imaginaria por el inspector, con lo que no necesariamente se obtendrá muestras aleatorias, pero al menos se tiene la seguridad de que las unidades son tomadas desde diferentes zonas del lote.

Si se utilizan métodos arbitrarios para seleccionar una muestra, las bases teóricas del muestreo de aceptación no se cumplen y por tanto las decisiones sobre el lote no tendrán un respaldo estadístico.

4.1.12 Índices de calidad para los planes de muestreo de aceptación

En una relación cliente-proveedor en la que hay un plan de muestreo de aceptación de por medio, hay dos intereses: por un lado, el proveedor quiere que todos los lotes que cumplen con un nivel de calidad aceptable sean aceptados, y por el otro, el cliente desea que todos los lotes que no tienen un nivel de calidad aceptable sean rechazados.

Desafortunadamente ambos intereses no pueden ser satisfechos de manera simultánea por un plan de muestreo de aceptación y explicamos la razón de ello cuando vimos la curva ideal. Ante esta situación lo que se hace para atender parcialmente ambos intereses es diseñar planes de muestreo de aceptación que tenga alta probabilidad de aceptar lotes buenos, y una baja probabilidad de aceptar lotes malos. El punto de partida para diseñar planes de muestreo que logren lo anterior es definir índices de calidad para los planes de muestreo que establezcan en una relación cliente-proveedor específica, lo que se considerará como calidad aceptable, intermedia y no aceptable con sus correspondientes probabilidades de aceptación.

En este sentido, los principales índices de calidad con los que se diseñan y caracterizan los planes de muestreo, son los siguientes.

Nivel de calidad aceptable, NCA o AQL (acceptancing quality level). El NCA se define como el porcentaje máximo de unidades que no cumplen con la calidad especificada, que para propósitos de inspección por muestreo se puede considerar como satisfactorio o aceptable como un promedio para el proceso. El NCA también se lo conoce como nivel de calidad del productor y se expresa en porcentajes de unidades que no cumplen con la calidad especificada. Al ser el NCA el nivel de calidad que se considera satisfactorio, entonces la probabilidad de aceptar un lote que

tenga esa calidad debe ser alta (0.95) (ver figura 9). A la probabilidad de aceptar lotes que tengan un nivel de calidad aceptable (NCA), se lo designa con $1 - \alpha$, donde α es por lo general un número pequeño (0.05, 0.10). Nótese que la probabilidad de aceptar lotes de calidad aceptable no es igual a 1 y por tanto hay un riesgo de no aceptar este tipo de lotes. A este riesgo que tiene probabilidad igual a α se le conoce como riesgo del productor.

Debido a este riesgo, el NCA debe ser un nivel de calidad de referencia para el proceso de producción del productor y de ninguna manera un valor objetivo.

Más aún, el productor debe trabajar para que su proceso opere con un nivel mejor que el NCA.

Nivel de calidad límite, NCL o LQL (limiting quality level). Es el nivel de calidad que se considera como no satisfactorio y que los lotes que tengan este tipo de calidad deben ser rechazados casi siempre. El NCL, en algunos planes específicos (por ejemplo los “Planes de muestreo Dodge-Romig”) se conoce como porcentaje defectivo tolerado del lote, PDTL o LTPD (lot tolerance percent defective). Al ser el NCL un nivel de calidad no satisfactorio, entonces la probabilidad de aceptarlo debe ser muy baja (generalmente de 0.05, 0.10); es usual que esta probabilidad se le designe con la letra β (véase figura 9). Nótese que la probabilidad de aceptar lotes de calidad no satisfactoria (NCL) no es cero y por tanto hay un riesgo de no rechazar este tipo de lotes. A este riesgo que tiene probabilidad igual a β se lo conoce como riesgo del consumidor.

4.2 CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO

4.2.1 Origen

En los años 1920s Walter A. Shewhart fue el primero en utilizar el Control Estadístico de Procesos. Después, W. Edwards Deming aplicó los métodos del SPC en los Estados Unidos durante La Segunda Guerra Mundial, mejorando con éxito la calidad en la producción de municiones y otros productos de importancia estratégica. Deming ha contribuido decisivamente a introducir los métodos del SPC en la industria japonesa después de la guerra.

Shewart creó la base para el gráfico de control y el concepto del control estadístico durante experimentos diseñados cuidadosamente. Mientras Dr. Shewhart se inspiraba en teorías matemáticas y estadísticas puras, descubrió que datos derivados de procesos físicos raramente producen una "curva de distribución normal" (una distribución gaussiana, también llamada "curva en campana"). Descubrió que las variaciones en los datos de producción no se comportan siempre de la misma manera que en la naturaleza (Movimiento browniano de partículas). El Dr. Shewhart concluyó que mientras cada proceso muestra una variación, algunos procesos muestran variaciones controladas naturales dentro del proceso (causas comunes de variación), mientras otros muestran variaciones descontroladas que no están siempre presentes en el proceso causal (causas especiales de variación).

4.2.2 Concepto

El método general es prescriptivo y descriptivo, no es analítico. Al controlar estadísticamente los procesos no se trata de moldear la distribución de datos reunidos en un proceso dado. Lo que se trata es de controlar el proceso con ayuda de reglas de decisión que localicen discrepancias apreciables entre los datos observados y las normas del proceso que se controla.

Se dice que un proceso está bajo control estadístico cuando sólo se producen variaciones debidas a causas comunes. En otras palabras el objetivo y razón de ser control Estadístico de Procesos es ayudar a identificar las causas especiales que producen variaciones en el proceso y suministrar información para tomar decisiones.

4.2.3 Aplicaciones del control estadístico del proceso

Se utiliza el control estadístico de procesos para medir el funcionamiento de un proceso. Se dice que un proceso está funcionando bajo control estadístico cuando las únicas causas de variación son causas comunes (naturales). El proceso, en primer lugar, debe controlarse estadísticamente, detectando y eliminando las causas especiales (imputables) de variación. Posteriormente se puede predecir su funcionamiento y determinar su capacidad para satisfacer las expectativas de los consumidores. El objetivo de un sistema de control de procesos es el de proporcionar una señal estadística cuando aparezcan causas de variación imputables. Una señal de este tipo puede adelantar la toma de una medida adecuada para eliminar estas causas imputables.

Se aplica a todo: a las cosas, a las personas y a los actos. Determina y analiza rápidamente las causas que pueden originar desviaciones para que no vuelvan a presentarse en el futuro.

Existen cuatro factores que deben ser considerados al aplicar el proceso de control: Cantidad, Tiempo, Costo y Calidad.

Su aplicación incide directamente en la racionalización de la administración y consecuentemente, en el logro de la productividad de todos los recursos de la empresa.

Este control estadístico se puede aplicar en todos los tipos de empresas donde se tiene un conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos.

4.2.4 Ventajas del Control Estadístico de Procesos.

- Localiza los sectores responsables de la administración, desde el momento en que se establecen medidas correctivas.
- Proporciona información acerca de la situación de la ejecución de los planes, sirviendo como fundamento al reiniciarse el proceso de la planeación.
- Reduce costos y ahorra tiempo al evitar errores.
- Determina las causas asignables a este comportamiento y atacarlas y de esta manera mantener el proceso en control.

- Identifica en la muestra inicial del proceso las observaciones atípicas, a fin de excluirlas una vez detectadas las causas asignables y no tomarlas en consideración para estimar los parámetros del proceso.
- Detecta a tiempo anomalías en el proceso, tanto por corrimientos de la media, como incrementos en la desviación por encima de sus límites naturales, para impedir la producción de piezas fuera de especificación.
- Economía en la realización de la investigación y la rapidez en la obtención de resultados.
- La desviación puede ser identificable y posible de eliminar.
- Adopción de decisiones a corto y largo plazo. Las decisiones a corto plazo se dan cuando se inicia una labor de investigación como resultado de un síntoma de anomalía indicado por el control estadístico. Las decisiones a largo plazo son consecuencia de una decisión de incluir o excluir ciertos datos en el estándar y los límites de control futuro.
- Proporciona evidencias para investigar la causa de malos resultados.
- La mayor ventaja es el de detectar un deterioro no deseado del proceso. El deterioro puede obedecer a múltiples causas. Es fácil detectar y ajustar el tipo de deterioro que pasa a uno de otro nivel.
- La desviación que es una variación aleatoria es calculada y esperada a que ocurra k veces de cada mil.

4.2.5 Desventajas del Control Estadístico de Proceso.

Si no se utilizan o interpretan adecuadamente los gráficos de control o se toman datos erróneos se puede tener una gran ineficiencia en el control estadístico de proceso.

Si se toma un muestreo del proceso existe un cierto porcentaje de error y de confiabilidad en todos esos elementos de muestra.

CAPITULO V

CASOS PRÁCTICOS DE LA HERRAMIENTAS APLICADAS AL CONTROL DE CALIDAD

5.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA (CAUSA – EFECTO)

Aplicación del Diagrama Causa-Efecto Ishikawa a la resolución de un problema surgido en el diseño del producto.

La empresa Plumrose En el diseño de un nuevo producto, **jamón cocido con calcio**, puede surgir un problema en la etapa de inyección del calcio, puesto que éste no es un elemento propio del jamón y además no se tiene experiencia en el proceso (se supone que es diferente del proceso de añadido de conservantes).

Tras la presentación del problema, hemos extraído las siguientes variables que creemos pueden tomarse como posibles causas:

- Desconocimiento del nuevo ingrediente (calcio).
- Desconocimiento de la cantidad de calcio que hay que inyectar.
- Falta de información (tablas,...) de cantidades recomendadas de calcio.
- Inexperiencia en el campo.
- Maquinaria no adaptada al nuevo producto.
- Personal no familiarizado con la técnica.
- Envases no compatibles con el nuevo producto (es posible que se necesiten envases que preserven mejor las cualidades del nuevo producto).

- Falta de recursos para introducir un nuevo producto.
- Obsolescencia de las medidas de higiene ante el nuevo elemento añadido.
- Ausencia de un control de calidad específico.

Una vez listadas las variables que intervienen en el problema, las hemos clasificado jerárquicamente:

- Inexperiencia en el nuevo campo.
 - Desconocimiento de la cantidad de calcio que hay que inyectar.
 - Falta de información (tablas).
 - Desconocimiento del nuevo ingrediente (calcio).
- Personal no familiarizado con la técnica.
 - Ausencia de cursos de reciclaje.
- Falta de recursos para introducir un nuevo producto.
 - Envases no compatibles con el nuevo producto.
 - Maquinaria no adaptada al nuevo producto.
- Obsolescencia de las medidas de higiene.
 - Ausencia de un control de calidad específico.

De este modo, el diagrama causa – efecto queda de la siguiente manera:

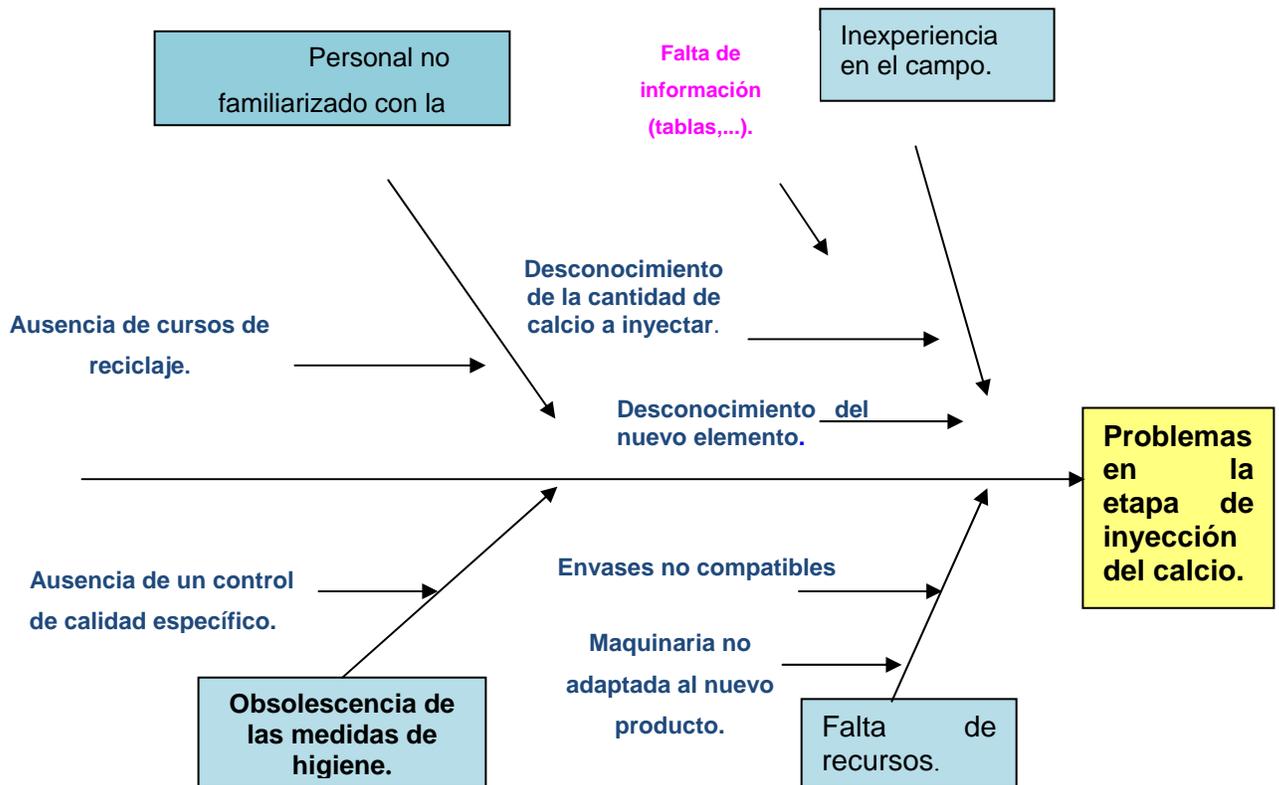


Fig. 4 Ejemplo del diagrama de causa-efecto.

El problema podría solucionarse actuando sobre las causas origen: proporcionando cursos de reciclaje para el personal, adaptando la maquinaria conforme se van introduciendo nuevos métodos de producción y adquiriendo nuevos envases que preserven mejor las cualidades del producto. Con respecto a la inexperiencia en el nuevo campo de trabajo, se podrían dedicar más recursos a investigación y hacer estudios sobre los productos que se vayan obteniendo para ir mejorándolos poco a poco. Y para terminar, se podría crear una etapa de control de calidad que contemple los nuevos pasos a seguir en la elaboración del nuevo producto con el fin de garantizar una higiene total en su elaboración.

5.2 HISTOGRAMA

La Panadería “El Rey del Pan” se quiere preparar para la época Navideña en la que espera vender pan de jamón, debido a la escasez de harina de trigo de este año, prevé hacer una solicitud al distribuidor, por ello revisa la cantidad de Kg. de harina usados por día en el mes de diciembre pasado y así poder comprar lo suficiente y no quedar mal con sus clientes:

Cantidad de Kg. de harina usados por día, mes de diciembre año pasado.

54.6	74.6	81.6	75.4	69.8	68.4
74.5	85.9	65.8	63.5	95.7	69.4
77.0	103.7	57.8	69.9	74.5	74.3
70.7	77.9	74.5	63.7	77.0	63.2
79.4	76.4	59.0	72.1	70.7	68.4

Tabla 1. Datos para realizar un histograma (Fuente: los autores)

Así como están los datos es muy difícil sacar conclusiones acerca de ellos. Entonces, lo primero que hace el dueño es agrupar los datos en intervalos contando cuantos resultados de mediciones de cantidad hay dentro de cada intervalo (Esta es la frecuencia). Por ejemplo, ¿Cuántos días se utilizo entre 60 y 65 kilos de harina? ¿Cuántos días se utilizaron entre 65 y 70 kilos?:

Intervalos Kg	Días
<50	0
50,1-55	1
55,1-60	2
60,1-65	3
65,1-70	6
70,1-75	8
75,1-80	6
80,1-85	1
85,1-90	1
90,1-95	0
95,1-100	1
>100,1	1

Ahora se pueden representar las frecuencias en un gráfico como el siguiente:

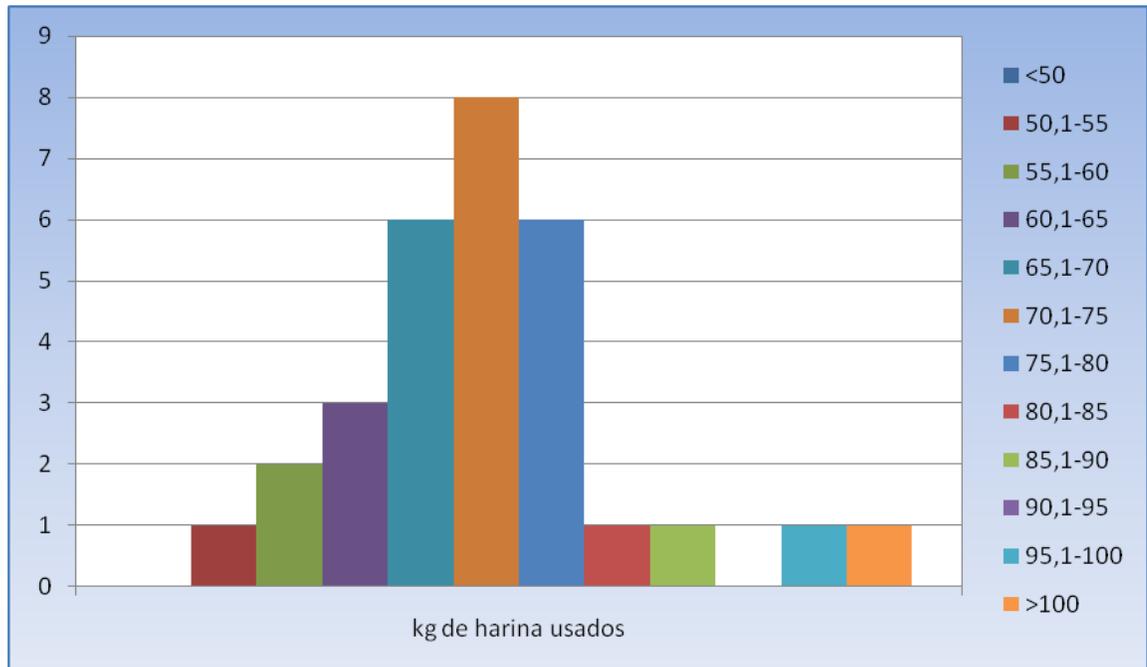


Fig.5 Grafico de frecuencia de ventas de la Panadería “El rey del Pan”

¿Qué utilidad nos presta el histograma? Permite visualizar rápidamente información que estaba oculta en la tabla original de datos. Por ejemplo, nos permite apreciar que la cantidad q más se uso por día fue de 70-75 kilos de harina Esta es la *Tendencia Central* de las mediciones. Además podemos observar que las cantidades de harina usada en la panadería en el mes de diciembre pasado están en un rango desde 55 a 100 kilogramos. Esta es la *Dispersión* de las mediciones. Ahora el panadero puede extraer toda la información relevante de las mediciones que realizó y puede utilizarlas para hacer su pedido al distribuidor.

5.3 DIAGRAMA DE PARETO

Un fabricante de accesorios plásticos para celulares desea analizar cuáles son los defectos más frecuentes que aparecen en las unidades al salir de la línea de producción. Para éstos, empezó por clasificar todos los defectos posibles en sus diversos tipos:

Tipo de Defecto	Detalle del Problema
Mal color	El color no se ajusta a lo requerido por el cliente
Fuera de medida	Un poco mayor a la admitida
Mal acabado	Aparición de ralladuras
Rotura	El accesorio se agrieta durante la instalación
Desbalanceo	El accesorio no encaja correctamente
Deformación	El accesorio se deforma durante la instalación
Incompleto	Falta alguno de los insertos metálico
Otros	Otros defectos

Tabla N° 2 Tabla de defectos posibles (fuente: los autores)

Posteriormente, un inspector revisa cada accesorio a medida que sale de producción registrando sus defectos de acuerdo con dichos tipos. Al finalizar la jornada, se obtuvo una tabla como esta:

Tipo de defecto	Detalle del problema	Frec.	Frec.%	Acumul. %
Deformación	El accesorio se deforma durante la instalación	40	47.9 %	42.6 %
Rotura	El accesorio se agrieta durante la instalación	35	34,5 %	79.8 %
Fuera de medida	Un poco mayor a la admitida	8	8.8 %	88.3 %
Mal color	El color no se ajusta a lo requerido por el cliente	3	3.3 %	91.5 %
Mal acabado	Aparición de ralladuras	2	2.2 %	96.8 %
Incompleto	Falta alguno de los insertos metálicos	2	2.2 %	98.9 %
Desbalanceo	El accesorio no encaja correctamente	1	1.1 %	100 %
Otros	Otros defectos	0	0 %	100 %
TOTAL		91	100 %	

Tabla N° 3. Registro de los defectos en los productos (Fuente: Los autores)

La tercera columna muestra el número de accesorios que presentaban cada tipo de defecto, es decir, la frecuencia con que se presenta cada defecto. En lugar de la frecuencia numérica podemos utilizar la frecuencia porcentual, es decir, el porcentaje de accesorios en cada tipo de defecto, lo cual se indica en la cuarta columna. En la última columna vamos acumulando los porcentajes

Para hacer más evidente los defectos que aparecen con mayor frecuencia hemos ordenado los datos de la tabla en orden decreciente de frecuencia.

Vemos que la categoría "otros" siempre debe ir al final, sin importar su valor. De esta manera, si hubiese tenido un valor más alto, igual debería haberse ubicado en la última fila.

Podemos ahora representar los datos en un histograma como el siguiente:

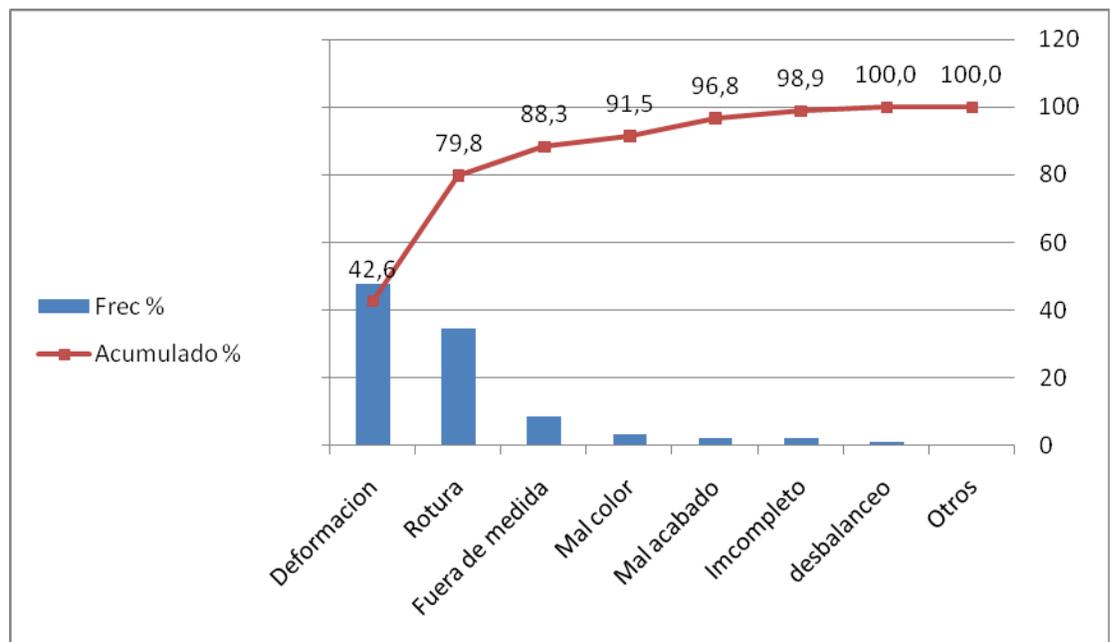


Fig.6 Histograma de representación de datos

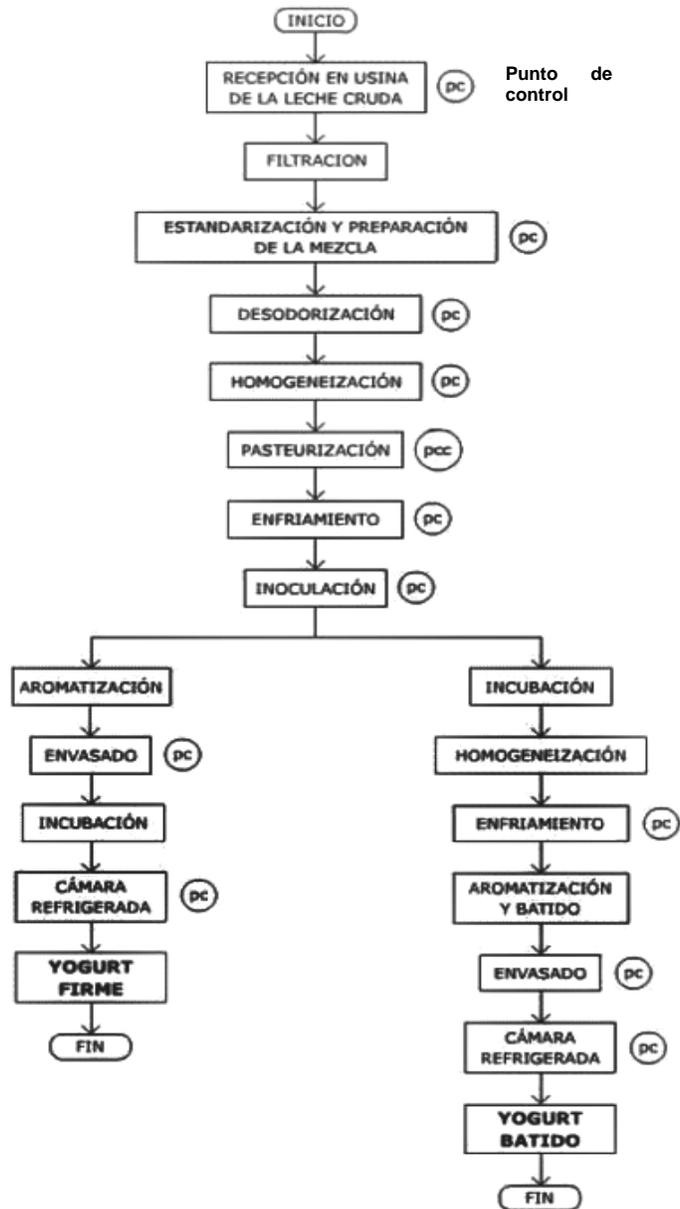
Ahora resulta evidente cuales son los tipos de defectos más frecuentes. Podemos observar que los 2 primeros tipos de defectos se presentan en el 79,8 % de los accesorios con fallas. Por el Principio de Pareto, concluimos que: La mayor parte de los defectos encontrados en el lote pertenece sólo a 2 tipos de defectos (los "pocos vitales"), de manera que si se eliminan las causas que los provocan desaparecería la mayor parte de los defectos.

Otro análisis complementario y sumamente útil e interesante, es calcular los costos de cada problema, con lo cual podríamos construir un diagrama similar a partir de ordenar las causas por sus costos.

5.4 DIAGRAMA DE FLUJOS,

Una cooperativa desea dedicarse a la fabricación y venta de yogurt para ello realiza un diagrama sobre el procedimiento:

Fig. 7 diagrama de flujos para la fabricación de yogurt



5.5 GRÁFICAS DE CORRELACIÓN

En un departamento de fabricación de piezas de metal, está presentando problemas al pintar las piezas, puesto que la pintura en algunas piezas salen con un mal acabado, el equipo técnico sospecha que puede ser la variación de presión usada en la boquilla de la válvula atomizadora, se decidió estudiar las variables en 20 muestras, para ello se desarrollo un diagrama de dispersión.

Muestra	Presión de aire (bar)	% de error
1	8,5	0,889
2	8,1	0,886
3	8,3	0,885
4	9,4	0,892
5	8,4	0,880
6	8,3	0,879
7	7,9	0,875
8	8,1	0,878
9	8,7	0,882
10	9,2	0,895
11	8,6	0,890
12	8,5	0,889
13	8,9	0,891
14	9,0	0,892
15	9,4	0,897
16	8,4	0,887
17	7,8	0,878
18	8,9	0,890
19	9,0	0,896
20	9,2	0,899

Tabla N° 4 Muestras tomadas para estudiar el comportamiento de las variables.(Fuente Los autores)

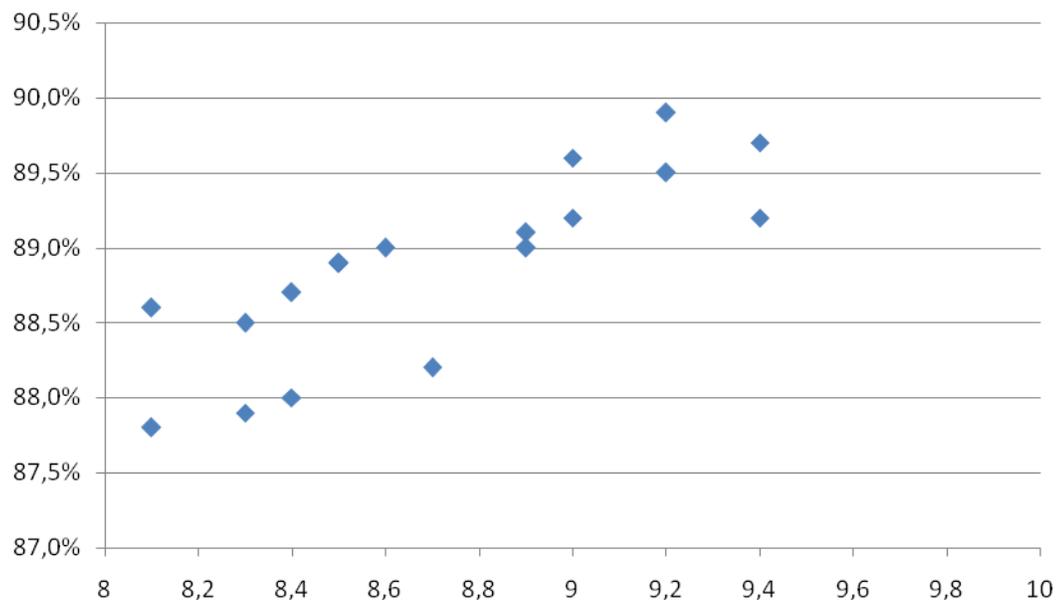


Fig. 8 Diagrama de correlación visualizando el comportamiento de las variables

Conclusión: se puede asumir que existe cierta correlación positiva ya que ambas variables están relacionadas y cuando “Y” crece “X” también, es decir, las piezas metálicas están saliendo con mal acabado debido a la presión de aire de la boquilla de la válvula de pintura.

5.6 GRÁFICAS DE CONTROL

Una empresa ensambladora de computadoras portátiles, ha estado obteniendo quejas por el mal funcionamiento de las baterías, produciendo un recalentamiento excesivo en la máquina. Para realizar el análisis del problema realizaremos una gráfica np puesto que el tamaño de la muestra es constante, la hoja de datos recopilada para desarrollar la gráfica fue la siguiente:

Tabla # 5 Tabla de Datos para la Gráfica NP

N° Subgrupo	N° Muestra	N° Defect.	Unid.
1	100	5	
2	100	3	
3	100	0	
4	100	4	
5	100	2	
6	100	6	
7	100	2	
8	100	4	
9	100	1	
10	100	3	
11	100	0	
12	100	1	
13	100	7	
14	100	5	
15	100	3	
16	100	6	
17	100	5	
18	100	1	
19	100	4	
20	100	3	
	2000		NP 65

$$\Sigma n = 2000$$

$$\Sigma np = 65$$

$$p = \frac{\Sigma np}{K \times n}$$

$$p = \frac{65}{20 \times 100} = 0,0325$$

Límite central

$$LC = np \quad LC = 0,0325 \times 100 = 3,25$$

Límite de control superior

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

$$LC_s = 3,25 + 3\sqrt{3,25 \times (1 - 0,0325)} = 6,39$$

Límite de control inferior

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

$$LC_i = 3,25 - 3\sqrt{3,25 \times (1 - 0,0325)} = -2,07$$

$LC_i =$ no se tiene en cuenta cuando su valor es negativo.

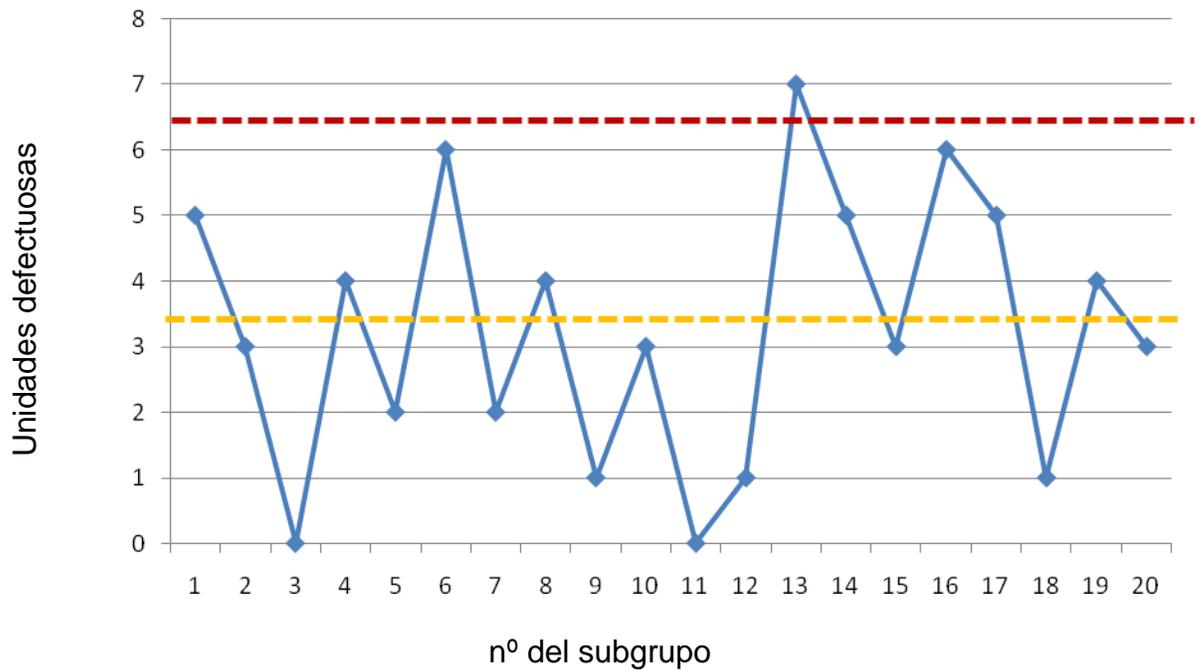


Fig. N° 9 ejemplo de grafico de control

- Límite de control superior - - - -
- Límite de control central - - - -
- Defectos —◆—

Conclusión: se pudo conocer que el proceso se encuentra con descontrol ya que algunos de los datos graficados están fuera de los límites de control, por lo cual deben tomarse medidas para solucionarlos.

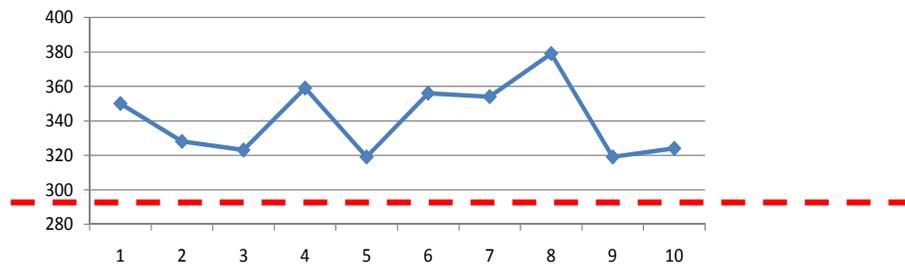
5.7 GRÁFICAS DE CORRIDAS

Por un lapso de 10 días el número promedio de producción de carcazas plásticas para celulares de una pequeña empresa es la siguiente:

Día	Nº de piezas
1	350
2	328
3	323
4	359
5	319
6	356
7	354
8	379
9	319
10	324
Total	3411

$x = \quad = 341$

Producción de carcazas en un lapso de 10 días



Conclusión: se pudo concluir que la producción se puede mantener con un promedio de 341 por día.

CONCLUSIONES

Analizando los aspectos más importantes relacionados con las Herramientas Estadísticas Aplicados en el control de calidad, se exponen las conclusiones originadas:

- La evolución de la calidad en la industria y en los servicios nos muestra que pasamos de una etapa donde la calidad solamente se refería al control final. Para separar los productos malos de los productos buenos, a una etapa de Control de Calidad en el proceso,
- El Diagrama de Causa-Efecto ayuda a pensar sobre todas las causas reales y potenciales de un suceso o problema, y no solamente en las más obvias o simples. Además, son idóneos para motivar el análisis y la discusión grupal, de manera que cada equipo de trabajo pueda ampliar su comprensión del problema, visualizar las razones, motivos o factores principales y secundarios, identificar posibles soluciones, tomar decisiones y, organizar planes de acción
- Un histograma es un gráfico o diagrama que muestra el número de veces que se repiten cada uno de los resultados cuando se realizan mediciones sucesivas. Esto permite ver alrededor de que valor se agrupan las mediciones (Tendencia central) y cual es la dispersión alrededor de ese valor central.
- Usando el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos

triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves.

- La gráfica es útil al permitir identificar visualmente en una sola revisión tales minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción correctiva sin malgastar esfuerzos.
- Los flujogramas o diagramas de flujo son importantes para el diseñador porque le ayudan en la definición formulación, análisis y solución del problema. El diagrama de flujo ayuda al analista a comprender el sistema de información de acuerdo con las operaciones de procedimientos incluidas, le ayudará a analizar esas etapas, con el fin tanto de mejorarlas como de incrementar la existencia de sistemas de información para la administración.
- El Diagrama de Dispersión es de gran utilidad para la solución de problemas de la calidad en un proceso y producto, ya que nos sirve para comprobar que causas (factores) están influyendo o perturbando la dispersión de una característica de calidad o variable del proceso a controlar
- La gráfica de control se usa como una forma de observar, detectar y prevenir el comportamiento del proceso a través de sus pasos vitales.
- Así mismo nos muestra datos en una forma estática, tienen por supuesto sus aplicaciones, y es necesario saber sobre los cambios en los procesos de producción, la naturaleza de estos cambios en determinado período de tiempo y

en forma dinámica, es por esto que las gráficas de control son ampliamente probadas en la práctica.

- El muestreo de aceptación es el proceso de inspección de una muestra de unidades extraídas de un lote con el propósito de aceptar o rechazar todo el lote.

- El Control Estadístico de Proceso es una herramienta estadística que se utiliza en el puesto de trabajo para conseguir el producto adecuado y a la primera. Los gráficos de control constituyen el procedimiento básico del C.E.P. Con dicho procedimiento se pretende cubrir 3 objetivos
 - Seguimiento y vigilancia del proceso

 - Reducción de la variación

 - Menos costo por unidad

RECOMENDACIONES

Como investigadores de este trabajo, queremos manifestarle algunas ideas que pueden tomarse en cuenta en la organización al momento de producir algunos bienes o servicios y pueden ser aplicados al control de calidad, con el fin de lograr los objetivos planteados en beneficio de la empresa:

- Obtener toda la información posible de la empresa, para así identificar el problema existente.
- Tratar de conocer las causas del problema y las razones del por que.
- Enfrentar el problema desde varios puntos de vista para comprender la situación en todos sus aspectos, si esto no se realiza, no se podrá encontrar y resolver el problema.
- Las supervisiones tienen que hacerse periódicamente para que el problema no se presente nuevamente.
- Aplicar las herramientas que sea necesaria para solventar el problema.
- Hacer una planificación de los posibles problemas que puedan ocurrir ir aprendiendo de estos.

BIBLIOGRAFÍA

FETTER, R. (1971) Sistemas de Control de Calidad. Editorial Florida. Buenos Aires.

KAUMANF, B. (1980) El control de Calidad. Editorial Índex. Madrid

VAUGHN, (1993) Control de Calidad. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. México.

Citas de Internet

http://www.-Monografias_com.mht

<http://html.rincondelvago.com/control-de-calidad-estadistico.html>

<http://www.ongconcalidad.org/sistinfcal.pdf>

http://www.control de Calidad - Monografias_com.mht

<http://www.monografias.com/trabajos15/estadistica/estadistica.shtm>

Hoja de Metadatos

Título	ANÁLISIS DE LOS PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS APLICADOS AL CONTROL DE CALIDAD
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Moreno Z, Paul	CVLAC	V-24.129.964
	e-mail	One_7even@hotmail.com
	e-mail	
Rodriguez, Martina	CVLAC	V-12.272.046
	e-mail	Rodriguez- marlina75@hotmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

- Control - Herramientas estadísticas - Muestreo - Calidad

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias administrativas	Administración
	Estadística
Mercadeo	Control de calidad

Resumen (abstract):

En las empresas el control de la calidad se torna como una estrategia para asegurar el mejoramiento continuo de la calidad. Asegurando la continua satisfacción de los clientes externos e internos mediante el desarrollo permanente de la calidad del producto y sus servicios, logrando llevar al mercado bienes de alta calidad que le permitan obtener mayor utilidad y así cumplir con los objetivos empresariales de una manera más exitosa.

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Lic. Miguel Romero	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	C.I.V.- 8.879.006
	e-mail	mtreves@hotmail.com
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2008	11	7

Lenguaje: SPA

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
TESIS-CEG-control de calidad.doc	Documento Word
Metadatos.doc	Documento Word

Alcance:

Espacial: _____
(Opcional)

Temporal: _____
(Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Licenciado en Contaduría Publica y Licenciada en Administración

Nivel Asociado con el Trabajo:

Licenciatura

Área de Estudio:

Administración

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente

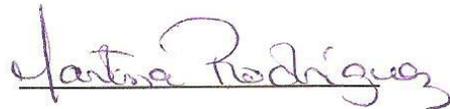
Derechos:

Nosotros, Moreno Paúl y Rodríguez Martina, autores de esta investigación, garantizamos de forma permanente a la Universidad de Oriente el derecho de archivar y difundir por cualquier medio el contenido de este trabajo. Esta difusión será con fines científicos y educativos.

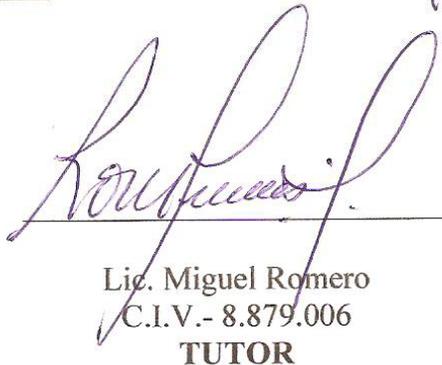
Asimismo, nos reservamos los derechos de propiedad intelectual, así como todos los derechos que pudieran derivarse de la patente de Industria y Comercio.



Moreno Z, Paul
C.I.V.- 24.129.964
AUTOR



Rodríguez, Martina
C.I.V.- 12.658.917
AUTOR



Lic. Miguel Romero
C.I.V.- 8.879.006
TUTOR

**POR LA SUBCOMISION DE TRABAJO DE GRADO
ADMINISTRACION**

