
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA DE INGENIERIA

21²
Ejemp.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DISEÑO Y APLICACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN UNA REFACCIONARIA.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A
MARTIN RAMON LOPEZ PEREZ
GUADALAJARA, JALISCO 1987



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	Pag.
INTRODUCCION	I
ANTECEDENTES	III
CAPITULO I DISEÑO PARA OBTENER UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD	
Concepto de control de calidad.	1
Causas que hacen necesario el establecimiento de un sistema de control de calidad	6
Elementos fundamentales del C.C.	8
Análisis de las funciones del C.C.	12
Equipo necesario en un Depto. de C.C.	19
Equipo general de medición	20
CAPITULO II CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD	
Definición, División	24
Distribución de frecuencias. Cálculo de la media, desviación estándar, amplitud, La curva normal.	25
Cálculo de la media y la desviación estándar en una pieza de X fabricación	35
Gráficas de control	37
Gráficas de control por variables	40
Gráficas de control por atributos	44
Tablas de muestreos. Descripción, uso, ejemplo.	46
Métodos estadísticos empleados	48
Predicción de confiabilidad	50
Control del proyecto	52
Control de la materia prima	54
Control del producto	55

CAPITULO III APLICACIÓN PRACTICA EN UNA EMPRESA

Tipo de planta	58
Control del proyecto	59
Organización para el control del proyecto	62
Control de la materia prima	64
Control del proceso	69
Inspección final. Fallas. Acción correctiva	79
Personal requerido para el Depto.	80
Organigrama del Depto. de C. C.	82
Equipo requerido en el Depto. de C. C.	84
Local requerido para el Depto. de C.C.	86
Diseño de tablas de muestreo	92

CAPITULO IV CALCULO DE LOS COSTOS DEL DEPTO. DE CONTROL DE CALIDAD EN LA EMPRESA

Costo del local	98
Costo del equipo requerido	98
Costos adicionales	99
Evaluación económica	101
CONCLUSIONES	103
BIBLIOGRAFIA	105

INTRODUCCION

El objetivo de esta tesis es presentar un análisis de control de calidad y el método para implantar un sistema de control de calidad en una empresa. Para lograr este fin se hablará de una fábrica mediana, exponiendo el estado que guarda respecto a los métodos de control que aplica; se analizarán dichos métodos proponiendo sistemas más adecuados, para corregir los deficientes controles de calidad utilizados durante los diferentes pasos del proceso.

En los primeros capítulos se exponen los conceptos generales del control de calidad y su importancia; los pasos a seguir para lograr un sistema de control de calidad, analizando las funciones que debe desempeñar y los conocimientos técnicos que ha de tener; por último una vista general del equipo con que debe contar un departamento de control de calidad.

De igual manera se hablará del control estadístico de la calidad, presentando las varias herramientas estadísticas empleadas en las tareas de control de calidad, como son: la distribución de la frecuencia, la media, la desviación estándar, la amplitud, la curva normal, etc... además los tipos de las gráficas de control y tablas de muestreo que se pueden utilizar en el control de calidad.

En el tercer capítulo se analiza en forma teórica los pasos a seguir para establecer un sistema de control de calidad en una industria.

En este mismo capítulo se presenta una industria, tomada al azar, en todos los diferentes aspectos en que

puede influir el control de calidad, así como la forma de implantar nuevos sistemas o de corregir los empleados actualmente. Trata además de la forma de crear e implantar el departamento de control de calidad.

Al igual que estudia los pasos del proceso y la forma en que debe intervenir en el proceso el departamento de control de calidad, para obtener de los productos la calidad deseada.

Por último, el capítulo cuarto se refiere a los diferentes costos que tendrá que afrontar la empresa para la implantación de un departamento de control de calidad.

A N T E C E D E N T E S

JUNTAS Y EMPAQUETEDURAS, S.A., es una empresa fundada en el año de 1973, la cual a través de los años fue ampliando su capacidad productiva al igual que sus instalaciones.

El haber iniciado su desarrollo como una empresa familiar ocasionó una falta de preparación en algunos aspectos importantes de la empresa. Todos estos aspectos no previstos, al paso del tiempo y con los cambios sufridos en el ámbito productivo y de mercado en nuestro país, ocasionaron la necesidad de llevar a cabo mejoras y al igual que nuevas prácticas sobre los puntos esenciales que exigía el mercado actual.

Por tal motivo se llevó a cabo esta tesis de Control de Calidad, la cual su principal objetivo es la instalación de un departamento que verifique la calidad de los artículos producidos.

En primera instancia se trata de instruir a supervisores, ayudantes y aprendices de nuevo ingreso a las técnicas de control de calidad. La eficiencia de este departamento de control de calidad dependerá de las actitudes del personal para el desempeño de sus labores, es decir, de su preparación.

Confiamos en que esta tesis ayude al desarrollo del nuevo departamento de control de calidad.

C A P I T U L O I

DISEÑO PARA OBTENER UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD. CONSIDERACIONES GENERALES

CONCEPTOS DE CONTROL DE CALIDAD

a) Definición.- La palabra "control" puede definirse como la sujeción de elementos humanos o de otra naturaleza o una orden o una norma.

La calidad, refiriéndose a determinado producto, implica que el producto deberá satisfacer lo que las especificaciones indican, de acuerdo a los requerimientos del cliente, tanto en uso como en precio.

A través del tiempo, la calidad controlada en las industrias ha sufrido grandes evoluciones, hasta llegar, actualmente, a ser un problema técnico-administrativo, siendo por consiguiente la responsabilidad directa de la administración de una empresa y principalmente del personal técnico el establecer y mantener un sistema de control de calidad.

Ampliando la definición anterior de control de calidad puede decirse que es, "el conjunto de esfuerzos técnicos, analíticos y administrativos de una organización cualquiera cuyo objeto principal es garantizar el desarrollo, mantenimiento y mejoramiento de las condiciones de un producto con el fin de obtener la satisfacción completa del cliente y beneficios a la organización en sí".

Es conveniente aclarar que la "calidad" no significa lo mejor en el sentido estricto de la palabra, sino -

obtener un producto dentro de lo que las normas impongan, considerando varios factores como son: costo, necesidad - del mercado, facilidades del medio, volúmenes de producción, etc...

Como se ve, el concepto de "control de calidad" es más complejo de lo que puede parecer, puesto que implica la necesidad de enfrentarse a una multitud de problemas - tanto técnicos como administrativos, de mayor o menor complejidad.

b) Aspectos fundamentales.- Existen cuatro funciones principales de un departamento de control de calidad, a saber:

- 1.- Establecer normas de calidad
- 2.- Estudiar y reportar dichas normas
- 3.- Ejercer acción correctiva cuando los factores variables de la producción varíen dichas normas.
- 4.- Hacer proyectos para el mejoramiento de las normas establecidas.

1.- El establecer normas de calidad, consiste en hacer un estudio minucioso acerca del producto que se va a fabricar tomando en cuenta los requisitos fundamentales para obtener un producto con la calidad deseada.

Estos requisitos son:

- a) Dimensiones
- b) Materiales
- c) Pruebas de certificación

a) Dimensiones.- Este es uno de los requisitos más importantes para obtener un buen producto. Para controlar las dimensiones de una pieza, debe existir un plano en el cual se especifique lo más claramente posible, todas las dimensiones necesarias para la construcción de una pieza. Lógicamente, sería imposible obtener una precisión absoluta en todas las piezas fabricadas, además de que no sería necesario; por esta razón existen ciertos márgenes de variación permisible tanto en dimensiones mayores o menores que las especificadas; estas variaciones reciben el nombre de tolerancias y deben ser anotadas en los planos.

Las tolerancias de una pieza son, desde luego, variables, dependiendo del tipo de pieza de que se trate, por ejemplo: sería absurdo suponer que las tolerancias de un embolo son las mismas que las de una mesa.

b) Materiales.- Otro de los requisitos de mayor importancia para la obtención de la calidad de un producto es el material que se usa. Sería inútil tener una pieza perfectamente dimensional, pero con un material que no reuniera las condiciones requeridas.

Por lo tanto puede considerarse la "materia prima" como el punto de partida para obtener calidad en una pieza. Por consecuencia es indispensable que en el plano de una pieza se especifique exactamente el material del cual tiene que ser hecha.

c) Prueba de certificación.- Otra de las normas que deben ser establecidas en sistemas de control de calidad son las pruebas de certificación, las cuales consisten en someter a ciertas pruebas a las piezas fabricadas,

por ejemplo: pruebas de tensión, compresión de vida, etc.

Existen piezas que además de requerir el material adecuado para su fabricación necesitan algún tratamiento térmico o recubrimiento electrolítico. En estos casos - deben también establecerse normas aplicables para cada tipo de pieza.

En conclusión, en lo que se refiere al establecimiento de normas de calidad, podemos resumir diciendo: - que para la elaboración de cualquier pieza debe de determinarse materia prima, dimensiones, pruebas de resistencia de la pieza y en casos particulares, tratamientos térmicos y recubrimientos. Lo anterior debe aparecer en los planos de las partes, especificándolo con toda claridad.

2.- El "estudiar y reportar las normas de calidad" es el aspecto en el cual tiene su intervención más directa el departamento de control de calidad de una empresa.

Lo anterior consiste en la inspección de un producto una vez que éste ha sido elaborado y durante su elaboración, puesto que del buen control de calidad que se tenga durante la producción de una pieza, dependerán los resultados. Por lo tanto debe controlarse desde la materia prima, hasta el empaque de las piezas. Una vez que la pieza ha sido terminada, debe inspeccionarse tanto los planos como las tolerancias especificadas; no deben tener ninguna de sus dimensiones mayor o menor que los márgenes permisibles.

Debe hacerse un reporte en el cual se informe, detalladamente, acerca de los resultados obtenidos en la -

inspección; especificando todas aquellas dimensiones que se encuentren fuera de tolerancia, así como un reporte de laboratorio en el cual se especifique si los materiales - usados en el laboratorio y en la elaboración de la pieza, cubren los requerimientos.

3.- El control de calidad de una industria consiste en poder conseguir las variaciones de los productos - fabricados conforme a lo especificado en los planos.

Desde luego lo ideal en un sistema eficiente de - control de calidad, es el poder evitar cualquier falla - desde el principio de la fabricación de una pieza o del - producto.

4.- Este aspecto del control de calidad de una industria, consiste en hacer proyectos para el mejoramiento de las normas de calidad. Deben hacerse estudios periódicamente para analizar los resultados obtenidos en los - sistemas de control de calidad presentes y poder ver cuáles son los cambios convenientes que deben efectuarse para mejorar la eficiencia del departamento de control de - calidad.

Los cuatro aspectos antes mencionados constituyen las bases más sólidas en el establecimiento de un departamento de control de calidad, de una manera más adecuada.

Los principios anteriores son igualmente aplicables a cualquier industria, variando solamente la manera de aplicarlos, de acuerdo a las necesidades de cada caso.

CAUSAS QUE HACEN NECESARIO EL ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD.

La industria mundial ha adquirido un auge tan grande en la actualidad, que la producción se ha visto afectada por varios factores, en los que interviene directamente la calidad. Entre los principales factores podemos citar los siguientes:

1.- Ventas.- Las ventas constituyen uno de los factores principales que hacen necesario establecer un sistema de control de calidad.

El número de productos nuevos que salen al mercado aumentan día a día, así como la calidad de los mismos. Lógicamente para que existan ventas de un producto, éste debe tener demanda y precisamente uno de los requisitos básicos para un artículo con demanda, es que tenga calidad adecuada, puesto que el comprador de cualquier producto tiene el derecho absoluto de exigir una calidad apropiada a las circunstancias en que va a utilizar los materiales que adquiere, principalmente cuando lo comprado es materia prima o forma parte del producto que va a fabricar con él.

Un ejemplo palpable de la influencia de la calidad en las ventas lo tenemos en el automóvil Volkswagen, el cual a pesar de los problemas que presenta en cuanto a estética se refiere, ocupa uno de los primeros lugares en ventas de automóviles del mundo.

2.- Capital.- Diariamente se pierden miles de pesos en diferentes tipos de empresas, debido a produccio-

nes defectuosas, las cuales son ocasionadas, naturalmente, por sistemas deficientes de control de calidad o a la falta de ellos. Actualmente en nuestro país se han desarrollado los sistemas de control de calidad.

Las plantas ensambladoras de automóviles en la imposibilidad de producir todas las partes del automóvil, han recurrido a diversas industrias para la fabricación de las diferentes piezas requeridas. Lógicamente se le exige determinada calidad a los proveedores para poder garantizar una calidad específica en los automóviles fabricados. Para esto se han establecido departamentos encargados de controlar la calidad de los proveedores, cuya función además de verificar que los productos que se van a adquirir satisfagan los requerimientos, es el ayudar al proveedor a desarrollar sus departamentos de control de calidad.

Durante los últimos años, la industria ha experimentado una competencia, cada vez mayor, en la calidad de sus productos. El resultado natural de esta competencia ha sido un aumento en los costos de calidad, que en algunos casos ha rebasado el costo directo de la mano de obra. Este hecho ha enfocado la atención de algunas gerencias hacia el campo del control, el cual les puede disminuir sus costos y mejorar sus ganancias.

Lo anterior sólo será posible si se establece en la compañía una política interna con una actitud agresiva en el diseño de un producto para determinar las necesidades y los gustos del público consumidor; elaborando novedosos diseños aunados a la capacidad de fabricación para crear el producto; en la planeación cuidadosa del sistema de calidad, de tal forma que el control que se lleva asegure la calidad deseada. Todo esto debe estar respaldado

por una organización consciente de la calidad desde los pies hasta la cabeza; una compañía que esté dispuesta a respaldar su producto con garantías adecuadas y servicios que aseguren una satisfacción completa al comprador.

Por consiguiente, mediante un sistema adecuado de control de calidad, la producción de una empresa se beneficia y se incrementa, puesto que los errores y fallas se pueden descubrir antes de que el producto esté terminado, trayendo consigo las ventajas ya mencionadas.

3.- Alcances.- El departamento de control de calidad de cualquier industria lejos de ser un departamento inútil, constituye un departamento decisivo en el éxito o fracaso de una empresa.

ELEMENTOS FUNDAMENTALES DEL C.C.

a) Esfera de acción.- El control de calidad constituye actualmente una función nueva en la administración industrial cuya esfera de acción es muy amplia. Así como antiguamente se decía "las piezas malas no pasarán", se procurará la prevención de defectos de tal manera que la responsabilidad de la verificación de la calidad no pese sobre la inspección sino sobre los elementos que producen las piezas tales como: maquinista, proveedores, supervisores de ensamble, etc...

Por esta razón, la producción de artículos con una calidad adecuada se halla afectada en muchos de los pasos del ciclo industrial, a saber: mercado de consumo, inge--

nería de producto, ingeniería de manufactura, compras, - supervisión de la manufactura y de los trabajos de ta- -- ller, empaque y embarque e ingeniería de planta (ver figu- ra No. 1).

1.- El mercado es el que determina el nivel de ca- lidad que exige el consumidor, por el cual está dispuesto a pagar.

2.- Existe un departamento llamado ingeniería del producto, el cual tiene por objetivo convertir los nive- les de calidad requeridos a especificaciones exactas, las cuales son tomadas en cuenta por el departamento de con- trol de calidad.

3.- El departamento de compras es el que estudia - cuáles son los vendedores más adecuados de materia prima_ ó piezas.

4.- Ingeniería de manufactura y los trabajos de -- taller constituyendo uno de los factores determinantes en la calidad obtenida del producto que se vaya a fabricar.

5.- Ingeniería de manufactura: selecciona cuáles - son las máquinas, herramientas y procesos de producción - más adecuados.

6.- La inspección al inicio, durante y al final - del proceso de elaboración de una pieza y las pruebas fun- cionales, tiene por objeto comprobar si las piezas están_ fabricadas conforme a las especificaciones establecidas.

7.- Los embarques es otro factor que debe ser toma- do en cuenta. Su objetivo principal es determinar cuál -

FIGURA No. 1

CICLO INDUSTRIAL

MERCADO DE CONSUMO

INGENIERIA DE PRODUCTO

INGENIERIA DE MANUFACTURA

COMPRAS

SUPERVISION DE LA MANUFACTURA

INSPECCION MECANICA

EMPAQUE Y EMBARQUE

INGENIERIA DE PLANTA

es el tipo de empaque más adecuado y mejor medio de transporte por el cual el producto se vaya a embarcar, de manera que se maltrate lo menor posible.

8.- Las instalaciones deben ser adecuadas para proporcionar el mejor servicio al producto.

Como se puede deducir, el concepto actual de control de calidad determina que para proporcionar una efectividad real de un producto elaborado, el control debe iniciarse utilizando una materia prima adecuada y terminar hasta que llegue a manos del consumidor y le satisfaga plenamente. Por lo mismo, al tener lugar el control de calidad durante todo el ciclo industrial, no se puede limitar a la inspección o al diseño únicamente, o al análisis estadístico o a la preparación técnica de los operadores, por más importancia que individualmente tenga cada uno de los factores antes mencionados.

Es obvia pues, la gran esfera de acción que tiene el control de calidad en la actualidad. Desde este punto de vista, el hombre dedicado al control de calidad no es considerado como un inspector sino como "un ingeniero" - de control de calidad con todos los conocimientos necesarios para poder abarcar el control total de la calidad.

ANALISIS DE LAS FUNCIONES DE CONTROL DE CALIDAD

a) Organización de control de calidad

Entre las cuatro actividades fundamentales de un departamento de control de calidad pueden citarse las siguientes: control de diseño, control de materia prima, -- control del producto y estudios especiales sobre el proceso.

La organización de un sistema de control de calidad total consiste en la administración adecuada de la totalidad de las personas o grupos de trabajo dentro de cualquiera de las cuatro actividades antes mencionadas.

De hecho, la organización debe ser de tal manera que todos los empleados de la empresa tengan una idea clara de la importancia de la calidad y crean en sus resultados. Desde luego, para lograr lo anterior es esencial la idea de la gerencia respecto a la importancia de la calidad; dependiendo también de otros factores tangibles, tales como lograr que la organización del departamento de calidad permita un mínimo de fricciones entre el personal, sin quebrantamientos de la autoridad y que se obtengan a la vez resultados altamente positivos.

Como se puede ver, la organización del control de calidad en una compañía es un asunto en el que intervienen, en gran parte, las relaciones humanas.

Al correr del tiempo ha habido diversos sistemas de organización del control de calidad. En años pasados la alta gerencia ha dividido parte de las responsabilidades de la calidad en grupos especializados, tales como: -

ingeniería, planeación, manufactura e inspección. Por otra parte la responsabilidad siempre importante de producir con calidad, se aumenta con la complejidad cada vez mayor de los productos elaborados, así como de la maquinaria utilizada.

En la actualidad, no pueden pedirse responsabilidades de calidad, efectivas a las cuatro actividades del control total de la calidad, debido a que sus elementos no se encuentran ampliamente diseminados. Es por lo tanto necesaria la existencia de un organismo que ayude a integrar e interpretar esas responsabilidades.

En las compañías muy grandes, en las cuales la gerencia no puede actuar como el organismo antes mencionado se establece un nuevo organismo que proporcione la integración y el control requerido.

Dicho organismo no quita responsabilidades a las otras personas que la compañía y tiene por objeto convertir el control total de la calidad en un todo más complejo por medio de la integración y el control de las partes individuales: ingeniería, manufactura, inspección y mercadotecnia.

Con lo anterior pueden lograrse resultados que no fueron obtenidos en los sistemas de control de calidad en el pasado.

Han existido multitud de organizaciones de control de calidad total, pero la verdadera estructuración de la organización es aquella que le dé aplicación efectiva a los puntos fundamentales de control de calidad.

Se basa en el siguiente apotegma: "En todo proceso la calidad es asunto que depende de todos".

El principio anterior nos dice que la especialización es la mejor manera de lograr el éxito en cualquier labor; es decir, el ingeniero de proyectos es el único capacitado para establecer especificaciones sobre niveles de calidad; el supervisor de taller, el mejor preparado para influir directamente en la calidad y así sucesivamente.

El segundo principio en el que debe estar basada una buena organización es: "si la calidad de un trabajo en cualquier empresa es el resorte de todos, corre el riesgo de convertirse en el negocio de nadie". El corolario anterior nos indica que la gerencia general tiene que admitir que muchas de las responsabilidades de la calidad se ejercen de una manera más efectiva, cuando están apoyadas en una función directiva perfectamente organizada; cuya especialización es la calidad del producto, el área de operación es el control de calidad en el trabajo y cuya única responsabilidad es el estar seguros que los productos son de buena calidad y tienen a la vez costos óptimos.

Las responsabilidades principales del control de calidad son: el asegurar que los productos fabricados por la empresa sean de una calidad satisfactoria y que a la vez los costos sean los más bajos.

Para lograr que las dos responsabilidades anteriores se cumplan de una manera satisfactoria, la función del control de calidad se divide en tres sub-funciones, a saber :

1.- "Ingeniería del control de proyecto", la cual tiene por objeto encargarse de planear y establecer todo el sistema de trabajo del control de calidad de la empresa.

2.- "Ingeniería del control de proceso", tiene por objeto instruir en los talleres sobre la aplicación del sistema de control, dando ayuda técnica para comprender los estándares de calidad, para asesorar en la interpretación del plan de calidad, etc.

3.- "Ingeniería de equipo informativo de la calidad", tiene por objeto diseñar y desarrollar lo necesario para efectuar mediciones y lograr un mayor control durante el proceso, así como donde puede justificarse este equipo.

El director de control de calidad abarca los tres departamentos anteriores (ver Fig. # 2) y sus funciones principales son: planeamiento, organización, integración, estimación, etc.

FIGURA No. 2

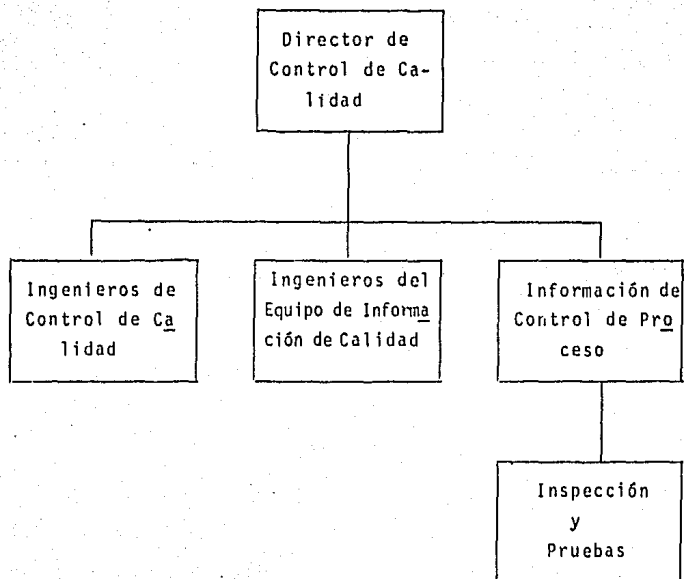
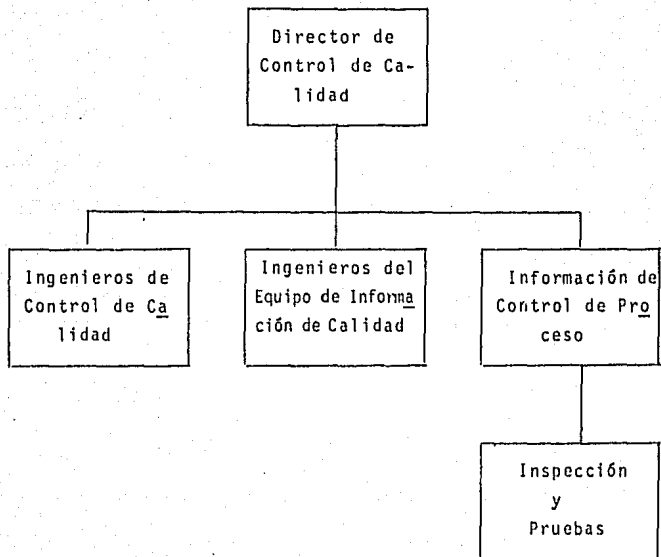


FIGURA No. 2



Desde luego, la tabla de organización mencionada - está sujeta a muchas variaciones dependiendo de cada uno de los casos particulares.

Generalizando podemos decir que para organizar el sistema de control de calidad de una empresa, deben tomarse en consideración los siguientes pasos:

1.- Deben quedar perfectamente definidos cuáles - son los problemas a los que se enfrenta la compañía y para los cuales precisamente, va a crearse la organización.

2.- Establecer los objetivos que se persiguen y si los problemas se han de resolver con regularidad.

3.- Determinar cuáles son los elementos de trabajo básico que deben llevarse a cabo para lograr los objetivos de la organización. Desde luego, estos elementos de trabajo deben clasificarse adecuadamente para las funciones que vaya a desempeñar, de manera que haya repartición adecuada de trabajo que se ha de desarrollar. Es muy importante para la distribución anterior el determinar las responsabilidades de cada quien.

4.- Consolidar las tareas en grupos o componentes propios a las necesidades particulares de la compañía.

5.- Colocar los grupos anteriores en el lugar más adecuado de manera que puedan desarrollar sus tareas con más eficiencia económica y menor fricción.

A grandes rasgos, se han mencionado los principios fundamentales para llevar a cabo una organización adecua-

da de un departamento de control de calidad. Es muy conveniente aclarar que lo anterior sería una simple utopía, si no existe una colaboración por parte de la gerencia de la empresa.

CONOCIMIENTOS TECNICOS EN EL CONTROL DE CALIDAD

a) Conocimientos técnicos indispensables y su aplicación.

Los conocimientos requeridos para lograr un sistema de control de calidad total, abarca una vasta extensión en el campo técnico, en virtud de la diversidad de funciones desempeñadas; a saber:

- 1.- Control de la materia prima
- 2.- Análisis del proceso
- 3.- Control durante el proceso
- 4.- Control de producto terminado
- 5.- Implementación del plan de calidad
- 6.- Auditoría sobre la efectividad de la calidad

Como se ve, las funciones anteriores para poder ser aplicadas de una manera correcta requieren un conjunto de amplios conocimientos técnicos.

Por consiguiente, los conocimientos técnicos del ingeniero encargado del departamento de control y calidad no se limitan a saber manejar instrumentos de medición, o a controlar la materia prima, o a controlar el proceso, o a valorar el sistema de control de calidad, o a efectuar un estudio estadístico de la calidad. Deben ser suficientes para analizar todo lo anterior; se requiere una perso

na con conocimientos técnicos suficientes para poder efectuar de una manera correcta, las funciones requeridas en control de calidad.

EQUIPO NECESARIO EN UN DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

Fundamentalmente, un buen departamento de control de calidad requiere todos los instrumentos de medición necesarios para comprobar si el producto elaborado satisface los requerimientos de calidad, así como el equipo de prueba adecuado. Desde luego, eventualmente se requerirán los servicios de un laboratorio para ejecutar las pruebas que necesitan un equipo especial y costoso, que sería incosteable para una empresa comprarlo.

Como ya fue mencionado, la inspección dimensional constituye un aspecto muy importante en el control de calidad. Para esto se utilizan los instrumentos de medición cuya clasificación se verá posteriormente.

Las normas de medidas fundamentales son el metro y la pulgada; que corresponden al sistema métrico decimal y al sistema inglés respectivamente. En nuestro país se adoptó el sistema métrico decimal; sin embargo, frecuentemente se trabaja con el sistema inglés, por lo cual es conveniente estar familiarizado con ambos.

El equipo de control de calidad puede subdividirse en tres partes, a saber:

- 1.- Equipo normal de medición
- 2.- Equipo especial de medición
- 3.- Equipo de pruebas

El equipo normal de medición comprende todos aquellos instrumentos de uso común, que dan resultados numéricos de las mediciones efectuadas.

El equipo especial comprende el método de inspección pasa no pasa; es decir, son todos aquellos dispositivos que nos permiten saber, si una pieza sirve o no. - (Verificaciones pasa- no-pasa).

El equipo de pruebas comprende todos aquellos aparatos que sirven para efectuar ensayos; por ejemplo: análisis químicos de un material, pruebas de vida, etc.... En general la mayor parte de las industrias carecen de -- este tipo de equipo y para efectuar las pruebas antes mencionadas y muchas otras, utilizan los servicios de algún laboratorio, aunque las grandes empresas cuentan con laboratorio propio.

EQUIPO GENERAL DE MEDICION

El equipo normal de medición comprende todos los aparatos necesarios para efectuar mediciones lineales, -- angulares y de superficies planas.

Los principales instrumentos para efectuar mediciones lineales son:

1.- La regla y la cinta métrica, cuya descripción no es necesaria.- Este tipo de instrumentos son utilizados en aquellas mediciones que no requieren de gran exactitud. Teniendo habilidad, pueden obtenerse lecturas con

aproximaciones notables.

2.- Escuadras y juegos combinados.- Este tipo de instrumentos son muy utilizados al efectuar trazos necesarios para verificar ciertas dimensiones. Los juegos combinados constan de una regla y transportadores de nivel.

3.- El micrómetro puede ya considerarse como un aparato de precisión, puesto que con él pueden obtenerse lecturas con aproximaciones de una milésima de pulgada.

La base de su funcionamiento consiste en tener una cuerda de tornillo de una exactitud muy grande, el cual tiene un mango. Al girar dicho mango avanza 0.025 pulg. por cada revolución. El tornillo está incorporado al cuerpo del micrómetro, el cual tiene una forma de semi-círculo. Para efectuar las lecturas hay dos escalas graduadas perpendiculares. Existen micrómetros especiales para efectuar mediciones con aproximaciones hasta de una diez-milésima de pulgada.

Los micrómetros pueden ser para mediciones de cero a una pulgada, de una a dos y así sucesivamente. El micrómetro es uno de los instrumentos básicos de medición que no deben faltar en ningún taller. Fundamentalmente, se usa para medir espesores, aunque desde luego tiene muchas aplicaciones más.

4.- Compás.- Este instrumento se usa para efectuar algunas mediciones aproximadas ya sea internas o externas; se toman las medidas sobre una escala graduada y se transportan. Fundamentalmente los compases pueden ser para medidas interiores, exteriores, mixtas y de puntas.

5.- Calibradores de profundidad.- Consiste en una escala graduada perpendicularmente a una base, de tal manera que la escala pueda correrse hacia abajo o arriba, efectuando mediciones de profundidad. Las escalas pueden ser de varios tipos, habiendo algunas con una aproximación de una milésima de pulgada.

6.- Calibrador vernier.- Puede usarse para hacer mediciones, tanto interiores como exteriores, en un amplio margen de medidas. El de sistema métrico consiste en una escala principal graduada en centímetros y una escala auxiliar que tiene 25 divisiones. Cada centímetro de la escala principal está dividido en décimos y cada décimo en dos divisiones de manera que existan 20 divisiones por centímetro. Las 10 divisiones de la escala auxiliar o cursor corresponden a la longitud de 9 divisiones de la escala principal y son iguales a $9/20$ de un centímetro. Una división será igual a $1/10$ de $9/20$ ó $9/200$ cm. o sea $1/200$ de cm. menor que una división en la escala principal. Asimismo, si las escalas se encuentran en lectura cero, las primeras dos líneas serían 0.005 cm. de distancia, las décimas a 0.05 cm. de distancia y así sucesivamente.

En uso real, las lecturas de la escala principal se leen primero y se convierten en centésimos, y a este número se agregan las lecturas del vernier. La lectura del vernier se obtiene observando qué línea coincide con una línea de escala principal. Si es la cuarta línea, se agregan 0.4 cm. a la escala principal.

Las mediciones externas se toman con la pieza entre las quijadas; las internas con las piezas cubriendo -

los extremos de las dos quijadas. Este método de medición no es tan rápido como el del micrómetro, pero tiene la ventaja de un campo mayor de aplicación con la misma exactitud.

7.- Calibrador de alturas.- Este es otro de los instrumentos de precisión muy utilizados en la industria, sobre todo donde se fabrican piezas estampadas.

El principio de su funcionamiento es igual al del calibrador vernier; consta también de dos escalas en las que se obtienen lecturas con aproximaciones de milésimas de pulgada. La única diferencia es que estas escalas están montadas perpendicularmente a una base horizontal. Sobre las escalas se desliza verticalmente hacia arriba o abajo un brazo. Para efectuar una lectura basta colocar el brazo a la altura que se desea hacer la medición y leer ésta.

8.- Transportador.- Este instrumento efectúa mediciones directas en grados; los transportadores leen normalmente con aproximaciones de cinco minutos o un décimo de grado, aunque existen algunos con escalas vernier para mediciones más precisas.

9.- Comparador óptico.- Este aparato es de más precisión que los anteriores puesto que se obtienen lecturas con aproximaciones de hasta una diezmilésima de pulgada. Se utiliza, principalmente, para medir piezas muy pequeñas, de precisión, que sería imposible medirlas de otra manera. Por ejemplo: dientes de engranes, pistones, válvulas y en general todas las piezas que exijan precisión.

C A P I T U L O I I

CONTROL ESTADISTICO DE LA CALIDAD

DEFINICION

El control estadístico de la calidad, tal como se aplica a procesos industriales, significa: "Que por medio del estudio y análisis de los datos recolectados (estadística), se pueden establecer las características de un proceso (calidad) a fin de lograr que resulte en la forma - como se desea o se necesite para su utilización (control).

DIVISION

El control estadístico de la calidad, lejos de ser ignorado ha constituido en los últimos tiempos un complemento indispensable para establecer un sistema de control de calidad total; de tal manera, que en la actualidad, no se concibe industria grande o pequeña que no se sirva de ella para progresar en una época de competencia actuante o latente.

Su necesidad se deriva lógicamente, de las técnicas nuevas, grandes producciones y la gran industrialización cada vez mayor.

La aplicación total del control estadístico ha tenido ciertos problemas debido a la relativa complejidad que encierra; sin embargo, su aceptación es cada vez mayor y por consiguiente su implantación y uso.

En la industria de México es poco conocida y se --

aplica sólo parcialmente; sin embargo, su uso se está incrementando poco a poco, sobre todo en las grandes industrias.

El control estadístico de la calidad no es un punto sencillo. Su análisis y descripción son sumamente extensos; sin embargo, se tratará de exponer los puntos -- principales para adquirir una idea general de sus principales funciones.

Son cinco las principales funciones del control -- estadístico de la calidad, a saber:

- 1.- Distribución de frecuencias
- 2.- Gráficas de control
- 3.- Tablas de muestreo
- 4.- Los métodos estadísticos especiales
- 5.- La predicción de confiabilidad.

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS, CALCULOS DE LA MEDIA, DESVIACION ESTANDAR, AMPLITUD, LA CURVA NORMAL.

El concepto de distribución de frecuencias puede explicarse diciendo que es el número de veces registrado de una cierta medida al estar analizando la muestra de un producto; tal como su nombre lo indica nos da una relación de la frecuencia con que se obtiene cierta medida. Con lo anterior, se puede obtener la "curva de frecuencias" tabulando las lecturas de las mediciones obtenidas, y la frecuencia con que se presentan dichas mediciones.

Por medio de la distribución de frecuencias puede obtenerse el valor medio aproximado, la amplitud de la -- dispersión de los valores y la relación que guardan los -

valores obtenidos contra las especificaciones y tolerancias de los planos, pudiendo con esto tener una guía para el tipo de acción correctiva en el caso que se requiera.

Desde luego, por medio de la distribución de frecuencias puede emitirse una opinión acerca del material y su calidad. Además de la siguiente información:

1.- Nos ayuda a determinar el principio de que -- "Siempre" habrá variaciones en la fabricación de cualquier pieza. Estas variaciones podrán ser muy pequeñas y muy grandes, dependiendo del tipo de proceso que se tenga.

2.- Nos ayuda, por medio de la curva de frecuencias, a establecer la naturaleza de las variaciones, demostrando si las variaciones están dentro de las tolerancias establecidas o se salen de ellas.

Por medio de la distribución de las frecuencias -- puede obtenerse el valor medio aproximado, o sea el valor más representativo. En las medidas algebraicas de las -- distribuciones de frecuencias, lo anterior se conoce con el nombre de media y mediana.

MEDIA.- Constituye la medida más representativa -- de una serie de lecturas de medición efectuadas. Puede -- obtenerse sumando el número de valores obtenidos y divi-- diéndolos entre la suma de las lecturas efectuadas, es de cir:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

En donde:

\bar{X} = La medida o el valor medio de la serie

X_1, X_2, \dots, X_n = El valor de cada una de las lecturas

n = El número de lecturas efectuadas.

La "Mediana" corresponde a aquel valor que divide una serie en igual número de lecturas a cada lado de esta mediana. Por ejemplo, en las lecturas 2, 3, 4, 5, 6, la mediana es 4 y en el caso de tener como lecturas 7, 8, 8, 9, 10, 10, 11, 11, 12, 12, 12, 14, la mediana será 10.5.

También se mencionó anteriormente la obtención de la amplitud por medio de la distribución de frecuencias. Posteriormente se expresará la forma de calcularla.

Las dos medidas de dispersión de mayor utilidad -- son: la desviación estándar y la amplitud.

DESVIACION ESTANDAR: Se emplea como una medida de la dispersión. Para calcular la desviación estándar se utilizan las siguientes operaciones:

$$\sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + (X_3 - \bar{X})^2 \dots (X_n - \bar{X})^2}{n}}$$

En donde:

$\sqrt{\quad}$ = Desviación estándar

X_1, X_2, \dots, X_n = Valor de cada una de las lecturas

\bar{X} = Valor medio de la serie

n = Número de lecturas

Cuando una serie consta de un número de lecturas -

muy grande se puede facilitar el cálculo de la media agrupando primero las lecturas en celdas convenientes y haciendo luego la recopilación en cada celda. Con esto la media se puede obtener con la siguiente fórmula:

$$\bar{X} = \frac{fX}{n}$$

En la cual:

n = Número de lecturas dentro de cada valor de celdas.

fX = Suma de los productos del número de lecturas en cada celda por el valor correspondiente de la celda.

Al igual que para obtener la media cuando hay un número grande de lecturas, la fórmula para calcular la desviación estándar se modifica de la siguiente manera:

$$= \sqrt{\frac{\sum fX^2}{n} - \bar{X}^2}$$

En la actualidad existen calculadoras mecánicas y electrónicas para obtener el cálculo de la desviación estándar y otros valores de la distribución de frecuencias.

LA AMPLITUD: Puede definirse como la diferencia que existe entre el mayor y el menor valor obtenidos en una serie de lecturas.

La amplitud se representa por la letra R y es igual a:

$$R = X_{\max} - X_{\min}.$$

En donde:

R = Amplitud o rango

$X_{max.}$ = Lectura de mayor valor en la serie

$X_{min.}$ = Lectura de menor valor en la serie.

La amplitud media se define como el valor medio de una serie de amplitudes y se representa por \bar{R} .

Comparando la desviación estándar con la amplitud podemos decir que esta última es más fácil de calcular - que la desviación estándar; pero menos exacta. Su exactitud va disminuyendo entre mayor es la cantidad de lecturas, por lo cual es conveniente usarla únicamente en muestras pequeños.

LA CURVA NORMAL: El empleo analítico de las medidas algebraicas enunciadas anteriormente, se derivan de - un tipo particular de distribución de frecuencias llamada "la curva normal". (Fig. No. 3)

En la figura puede observarse que la curva normal tiene forma de campana o de un sombrero de hongo.

La curva dibujada corresponde a la curva de distribución de frecuencias que se obtienen cuando únicamente - intervienen factores debido al azar, por ejemplo, cuando se tiene el caso de un gran número de tiradas con dados.

En la industria se presentan curvas que no coinciden con la forma de campana de una curva normal. Estas - formas se presentan según el tipo de proceso que se analiza, detectando diferentes factores que afectan al pro-

ducto durante o después de su fabricación.

Las formas más comunes de distribución son cinco:

- 1.- Curvas asimétricas
- 2.- Curvas en forma de J
- 3.- Curvas bimodales
- 4.- Curvas de elementos que han sido inspeccionados 100 por ciento.
- 5.- Curvas de elementos inspeccionados 100%, pero que están sujetos a variaciones después de la inspección.

CURVAS ASIMÉTRICAS: El número de lecturas decrece hacia cero más rápidamente de un lado de la cresta de la curva, que hacia el otro. Puede haber asimetría tanto hacia la derecha como hacia la izquierda. Esta asimetría puede estar ocasionada por uno o varios factores vigorosos y por lo general se encuentra dentro de los límites de especificaciones. (Fig. No. 4)

CURVAS EN J Y BIMODALES: Las curvas en J son demasiado asimétricas; se tiene un límite con una cantidad grande de lecturas y el otro en cero.

Las curvas bimodales tienen dos modos y se debe a que se han incluido datos de dos o más orígenes diferentes.

CURVAS RESULTANTES DESPUÉS DE UNA INSPECCION 100%:

Se efectúa cuando la variación del producto es ma

yor que las especificaciones establecidas y origina una curva como la presentada en la Fig. No. 4.

Algunas condiciones, como el transporte, climatológicos, etc... pueden ocasionar variación en el producto, que el vendedor expide con una certeza del 100%, y el consumidor reporta la existencia de muchos defectivos.

Hay una relación muy importante entre la desviación estándar y la curva normal.

Cuando se calcula la desviación estándar de una desviación normal de frecuencia, el 68.27% de todas las lecturas de las distribuciones se encuentran dentro de la zona de \pm una desviación estándar a partir de la media; es decir, $X \pm 1$ es decir, el 95.45% de todas las lecturas de la distribución quedan dentro de una zona de \pm dos veces la desviación estándar a partir de la media, es decir: $X \pm 2$; el 99.73% de todas las lecturas de la distribución quedan comprendidas entre \pm tres veces la desviación estándar a partir de la media. (Fig. No. 5)

Mediante la relación enunciada anteriormente entre la curva normal y la desviación estándar, pueden obtenerse dos propiedades adicionales, a saber: el porcentaje de los valores comprendidos entre dos lecturas diferentes y el total de la variación que para usos prácticos se puede esperar de esa distribución.

Los cálculos para determinar el porcentaje de las lecturas que quedan comprendidas entre dos dimensiones dadas, (tolerancia max. y min.) se simplifica bastante con la tabla que se expondrá a continuación en la cual se

dan las fracciones decimales del área de la curva normal, correspondiendo a la variación de las distancias a partir de la media \bar{X} . El valor X/σ indicado en la tabla No. 6 equivale a $(X-\bar{X})/\sigma$ siendo X una lectura individual dada.

Como la curva normal es simétrica, la mayor parte de las curvas normales están calculadas solamente para un lado.

Como se puede deducir, "la curva normal de frecuencias" es de gran utilidad en el control estadístico de la calidad debido a los valiosos datos que se pueden obtener a partir de ella.

TABLA # 6

Distancia de la me dia dividida entre la desviación es-- tándar.	AREA	Distancia de la me dia dividida entre la desviación es-- tándar	AREA
X/σ		X/σ	
0.0	0.00000	2.0	0.47725
0.1	0.03983	2.1	0.48214
0.2	0.07926	2.2	0.48610
0.3	0.11791	2.3	0.48928
0.4	0.15542	2.4	0.48180
0.5	0.19146	2.5	0.49370
0.6	0.22575	2.575	0.49500
0.7	0.25804	2.6	0.49534
0.8	0.28814	2.7	0.49653
0.9	0.31594	2.8	0.49744
1.0	0.34134	2.9	0.49813
1.1	0.36433	3.0	0.49865
1.2	0.38493	3.1	0.49903
1.3	0.40320	3.2	0.49931
1.4	0.41924	3.3	0.49952
1.5	0.43319	3.4	0.49966
1.6	0.44520	3.5	0.49984
1.7	0.45543	3.7	0.49989
1.8	0.46407	3.8	0.49993
1.9	0.47128	3.9	0.49995
1.96	0.47500	4.0	0.49998

TAMANO DE LA MUESTRA PARA EFECTUAR CALCULOS EN DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS.

Existen dos factores muy importantes para determinar lo anterior, que son: el aspecto económico y la exactitud estadística que se requiera; desde luego, para obtener una buena precisión en los resultados, se requieren muestreos bastante grandes que por otra parte son anti-económicos; por lo tanto dependerá del tipo de industria, la experiencia que se tenga y el sentido común, para determinar la cantidad requerida para el muestreo. Un muestreo de 50 piezas puede considerarse bastante representativo; sin embargo, no podrá ser aplicado en todos los casos. Más adelante se hablará acerca de las tablas de muestreo.

Las aplicaciones de la distribución de frecuencias son múltiples; se puede controlar el proyecto, el material adquirido, el producto terminado, la capacidad de proceso de una máquina-herramienta o de otro equipo de proceso, comparar los resultados de inspección entre dos fábricas similares, analizar en una máquina-herramienta el efecto de desgaste de la herramienta durante el período largo de producción en masa, etc...

**CALCULO DE LA MEDIA Y DE LA DESVIACION ESTANDAR
DE UNA PIEZA.**

Una pieza troquelada que se fabrica en "X" compañía, una de las dimensiones mas importantes de la pieza es la localización de los barrenos.

Se corrieron varias producciones de la pieza mencionada y se analizó la dimensión 1.22, encontrándose que de 292 piezas tomadas de las diferentes producciones, se obtuvieron los siguientes valores:

Lecturas Obtenidas	No. de Piezas
1.220	10
1.221	12
1.222	11
1.223	49
1.224	70
1.225	58
1.226	12
1.227	0
1.228	8
1.229	17
1.230	12
1.232	15
1.234	18

Una vez obtenidos los valores de las lecturas se calculó la media y la desviación estándar.

FX	FX ²
12.200	15.884
14.652	17.890
13.442	16.426
59.927	73.290
85.680	104.871
71.050	87.000
14.712	18.036
9.824	12.063
20.893	25.670
14.760	18.154
18.480	22.755
<u>22.212</u>	<u>27.396</u>
357.232	439.435

$$\text{La media ser\aa: } X = \frac{fX}{n} = \frac{357.323}{292}$$

$$X = 1.22339$$

$$\begin{aligned} \text{La desviaci3n est\aaandar:} &= \frac{439.435}{292} - 1.22339^2 \\ &= 0.096 \end{aligned}$$

Podr\aaan calcularse los l\aaimites de control, pero en este caso ya est\aaan especificados en el plan de pieza y - deben ser diezmil\aaesimas de pulgada, con lo cual la dimensi3n 1.220 podr\aaa ser de 1.210 a 1.230.

En nuestro c\aaalculo de 292 piezas que se tomaron para el muestreo se encontraron 33 fuera de especificaciones, lo que representa un 11% aproximadamente. Las varia

ciones serán discutidas posteriormente.

De los resultados anteriores se podría obtener una gráfica como la siguiente. (Fig. No. 9)

GRAFICAS DE CONTROL

Las gráficas de control constituyen en la actualidad la manera más adecuada del control estadístico de calidad para controlar un producto. Las gráficas de control se utilizan desde hace muchos años en la industria y pueden haber desde las más sencillas hasta las más complicadas.

Las gráficas de control pueden definirse como la comparación gráfica cronológica actual de la calidad del producto, con las tolerancias o límites que dan las posibilidades de la manufactura, de acuerdo con las experiencias anteriores que se han obtenido en la fabricación del producto.

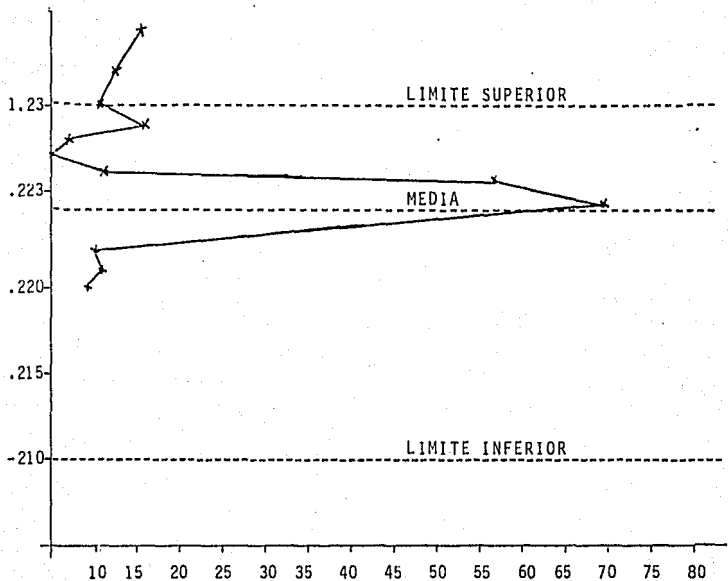
Generalmente la comparación anterior se hace conforme a un muestreo previamente seleccionado.

Las fallas que existen en la fabricación de un producto se pueden clasificar en dos tipos: variaciones normales y variaciones anormales o accidentales.

Las variaciones normales son aquellas cuyo valor no rebasa los límites establecidos por las tolerancias.

Las variaciones anormales o accidentales son aquellas cuyo valor está fuera de los límites establecidos -

FIGURA No. 9
LIMITES DE CONTROL



No. DE PIEZAS

previamente por las tolerancias. Las gráficas de control están basadas, precisamente, en el análisis de dichas variaciones.

Fundamentalmente, existen dos tipos de gráficas de control: las gráficas para mediciones, es decir aquellas en las que se registran los valores numéricos obtenidos - de las mediciones efectuadas sobre un muestreo, y las gráficas en las que se registran datos por medio de verificaciones pasa-no pasa.

Determinadas cuáles son las características de la calidad más convenientes fijadas por el departamento de ingeniería del producto, los pasos para elaborar las gráficas de control son los siguientes:

a) Obtener los datos tomados de un muestreo previamente seleccionado.

b) Establecer cuáles son los límites de control de acuerdo a los datos obtenidos en el muestreo antes mencionado.

c) Analizar estos límites de control para ver si son satisfactorios, es decir, si son muy amplios o estrechos.

d) Trazar los límites de control en una hoja de papel cuadriculado.

e) Cuando se haya encontrado que el resultado de la inspección efectuada indica que el muestreo está afuera de los límites de control, ejercer la acción correctiva necesaria.

GRAFICAS DE CONTROL POR VARIABLES

La forma de obtener las gráficas de control por variables es simple, una aplicación de la distribución de frecuencias.

Los pasos a seguir en un sistema de gráficas de control por variables son:

1) Hacer varios análisis de distribución de frecuencias a fin de obtener el valor más representativo.

2) Para efectuar el cálculo antes mencionado, se debe efectuar un muestreo que sea adecuado en cantidad como en diversidad.

3) Efectuar una comparación entre los límites del proceso y cada una de las gráficas de distribución de frecuencias.

4) Efectuar la acción que sea necesaria.

Las fórmulas para el cálculo de los límites de control se basan lo mismo que en la distribución de frecuencias, en los límites 3. Los datos que se emplean son las medidas de tendencia normal y de la dispersión. Se puede calcular los límites de control empleando los valores de la amplitud o de la desviación estándar como medida de dispersión.

Cuando se emplea el valor de la amplitud (R) se tiene:

Medias:	Límite de control superior	=	$\bar{\bar{X}} + 3\sqrt{\sigma_x}$
	Línea central	=	$\bar{\bar{X}}$
	Límite de control inferior	=	$\bar{\bar{X}} - 3\sqrt{\sigma_x}$
Amplitudes:	Límite de control inferior	=	$\bar{\bar{R}} - 3\sqrt{\sigma_R}$
	Línea central	=	$\bar{\bar{R}}$
	Límite de control superior	=	$\bar{\bar{R}} + 3\sqrt{\sigma_R}$

Utilizando el valor de la desviación estándar como medida de dispersión:

Medias:	Límite inferior de control	=	$\bar{\bar{X}} - 3\sqrt{\sigma_x}$
	Línea central	=	$\bar{\bar{X}}$
	Línea superior de control	=	$\bar{\bar{X}} + 3\sqrt{\sigma_x}$

Desviación estándar:

Límite inferior de control	=	$- 3\sqrt{\sigma}$
Línea central	=	
Límite superior de control	=	$+ 3\sqrt{\sigma}$

- Siendo:
- \bar{X} = La gran media
 - σ = La desviación estándar de las medias de muestras.
 - R = La amplitud media
 - σ_R = La desviación estándar de la amplitud de muestras.
 - $\sqrt{\sigma}$ = Desviación estándar, de las desviaciones estándares de las muestras.

Resulta muy laborioso hacer los cálculos para una serie de muestras y luego determinar los límites de control. Por este motivo se recurre a una tabla de constantes -A1, A2, B3, D3, D4, - que han sido calculadas para insertarse en las fórmulas. (Fig. No. 10).

Usando la amplitud:

$$\begin{aligned} \text{Medias:} \quad \text{Límite de control inferior} &= \bar{X} - A2\bar{R} \\ \text{Línea central} &= \bar{X} \\ \text{Límite de control superior} &= \bar{X} + A2\bar{R} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Amplitudes:} \quad \text{Límite de control inferior} &= D3R \\ \text{Línea central} &= R \\ \text{Límite de control superior} &= D4R \end{aligned}$$

Usando la desviación estándar:

$$\begin{aligned} \text{Medias:} \quad \text{Límite inferior de control} &= \bar{X} - A1 \\ \text{Línea central} &= \bar{X} \\ \text{Límite superior de control} &= \bar{X} + A1 \end{aligned}$$

Desviación estándar:

$$\begin{aligned} \text{Límite inferior de control} &= B3 \\ \text{Línea central} &= \bar{\sigma} \\ \text{Límite superior de control} &= B4 \end{aligned}$$

FACTORES PARA EL CALCULO DE LIMITES DE CONTROL							
Número de Observaciones en la Muestra	Gráficas para Medias		Gráficas para Desv. Estándar		Gráficas para Amplitudes		Número de Observaciones en la Muestra
	Factores para Límites de Contr.		Factores para Límites Contr.		Factores para Límites Contr.		
n	A1	A2	B3	B4	D3	D4	n
2	3.759	1.880	0	3.658	0	3.268	2
3	2.394	1.023	0	2.692	0	2.574	3
4	1.880	.729	0	2.330	0	2.282	4
5	1.596	.577	0	2.128	0	2.114	5
6	1.410	.483	.003	1.997	0	2.004	6
7	1.277	.419	.097	1.903	.076	1.924	7
8	1.175	.373	.169	1.831	.136	1.864	8
9	1.094	.337	.227	1.774	.184	1.816	9
10	1.028	.308	.273	1.727	.223	1.777	10
11	.973	.285	.312	1.688	.256	1.744	11
12	.925	.266	.346	1.654	.284	1.717	12
13	.884	.249	.375	1.625	.308	1.692	13
14	.848	.235	.400	1.599	.329	1.671	14
15	.817	.223	.423	1.577	.348	1.652	15

GRAFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS

El sistema de gráficas de control por atributos, - está basado en mediciones efectuadas con verificadores -- pasa-no pasa; en este sistema no se obtienen resultados - numéricos de las medidas efectuadas, sino simplemente las piezas se encuentran dentro o fuera de especificaciones.

En este sistema se puede encontrar fácilmente el - porcentaje fuera de tolerancias, dividiendo el número de piezas defectuosas entre el número de piezas medidas, por ejemplo: si encontramos 14 piezas defectuosas en una inspección de 150, el porcentaje defectivo será:

$$\% \text{ DEFECTIVO} = 14/150 \times 100 = 9.33\%$$

La medida de cualquier porcentaje defectivo se re- presenta por la letra "p" y se calcula mediante la si- -- guiente fórmula:

$$P = \frac{\sum c}{\sum n} \times 100$$

En donde: c = número de defectos
 n = número de muestras

La desviación estándar se calcula de la siguiente manera:

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\bar{p} (100 - \bar{p})}{n}}$$

en el cual:

\bar{p} = Desviación estándar

\bar{p} = Valor medio del porcentaje defectivo

n = Número de muestras

Los límites de control son:

$$L.C. = \bar{p} \pm 3\sqrt{\bar{p}}$$

Es decir:

$$\text{Límites de control} = \bar{p} \pm 3 \sqrt{\frac{\bar{p} (100 - \bar{p})}{n}}$$

TIPOS DE GRAFICAS EN EL CONTROL POR ATRIBUTOS

En el control por atributos se tienen cuatro tipos de gráficas diferentes que se pueden dividir en dos categorías:

- Categoría A. a) Gráficas por Fracción defectiva (P)
 b) Gráficas por Número de defectivos (Pn)
- Categoría B. c) Gráficas de DEFECTOS POR MUESTRA
 d) Gráficas de DEFECTOS POR UNIDAD

En las gráficas de la categoría A conviene analizar toda la producción de un período determinado, ya que en algunos casos es necesario efectuar una inspección - - 100%.

Las gráficas de la categoría B se utilizan cuando se puedan presentar varios defectos diferentes y que se necesite controlar el número de defectos por muestra o -- unidad.

GRAFICAS POR FRACCION DEFECTIVA

Estas gráficas se utilizan cuando por lo regular - la cantidad de piezas por lote es de distinto tamaño y --

los puntos de gráfica corresponden a los defectivos en todos los lotes analizados.

GRAFICAS DE DEFECTIVOS

Estas gráficas son similares a las anteriores, con la salvedad que los puntos corresponden al número de defectivos de cada lote. Se recomienda esta gráfica para lotes de igual tamaño.

GRAFICAS DE DEFECTO POR MUESTRA

Esta gráfica se aplica cuando se trate de determinar la uniformidad de la calidad en diferentes aspectos como son: longitudes, áreas, volúmenes, etc...

GRAFICAS DE DEFECTOS POR UNIDAD

Conviene este tipo de gráfica cuando un producto, consta de varias unidades normales y para las cuales la inspección cubre más de una característica.

TABLAS DE MUESTREO, DESCRIPCION, USO, EJEMPLO.

Toda industria tiene necesidad de adquirir algunos componentes o materias primas de otras industrias; la comprobación de la calidad satisfactoria de estas compras es todo un problema para estas factorías. Algunas industrias con el fin de obtener una seguridad han recurrido a la inspección 100% de los materiales recibidos; este sistema resulta muy costoso e impracticable en algunos casos.

Otra tendencia para la solución de este problema , ha sido desarrollado en las dos últimas décadas y es la utilización de tablas de muestreo estadístico. Estas tablas tienen también gran aplicación en las inspecciones del proceso y finales para garantizar a los consumidores un producto con la calidad deseada.

Como su nombre lo indica su objeto no es efectuar una inspección 100% del lote, sino tomar una parte del mismo que sea una cantidad suficiente para darnos una evidencia de la calidad de todo el lote.

Las modernas tablas estadísticas de muestreo, se pueden definir como: "Una serie de planes para representar la correspondencia entre la calidad probable de todo un lote, a la de la muestra seleccionada con propiedad de ese mismo lote".

La muestra que se tome debe ser variada, o sea, si el producto que se va a inspeccionar está en 10 cajas se debensacar muestras de cada una de las 10 cajas.

Existen diferentes tipos de muestreos: de inspección reducida, normal y rígida.

En la actualidad existen tablas de muestreo en las cuales se han determinado, de una manera estadística, cuáles son las cantidades que se deben tomar para inspeccionar un lote de piezas. A continuación se expone una tabla de muestreo de la que se puede adquirir una idea acerca de cuáles son las cantidades más indicadas para efectuar un muestreo. (Fig. No. 11)

FIGURA No. 11

TABLA DE MUESTREO PARA INSPECCION DE LOTES FORD MOTOR Co.					
Lote o Magnitud	MUESTREOS MINIMOS PERMISIBLES				Piezas Defectuosas
	Tabla A	Tabla B	Tabla C	Tabla D	
1 a 149	15	30	75	100	0
150 a 499	30	50	115	150	0
500 a 7,999	50	150	300	300	0
8,000 a más	115	300	500	500	0

REQUERIMIENTOS MINIMOS

Inspección Reducida..... Tabla A
 Inspección Normal Tabla B
 Inspección muy Ajustada Tabla C
 Características Críticas Tabla D

MEIODOS ESTADISTICOS ESPECIALES

Durante todo el proceso existen variaciones y cada fábrica es un caso especial que requiere un estudio especial. Esto sucede con el control estadístico de calidad; existiendo dos métodos especiales, a saber:

1.- Métodos gráficos: Son el conjunto de técnicas representativas que por medio de tabulaciones y gráficas, nos dan, de una manera sencilla y accesible, una idea - - acerca de la calidad. Existen diferentes tipos de gráficas especiales.

2.- Métodos analíticos: Son el conjunto de técnicas que se refieren al análisis matemático de las condiciones de la calidad. Contrario a los métodos gráficos, ésta es una técnica relativamente nueva que, sin embargo, se ha desarrollado bastante en la actualidad.

LA PREDICCIÓN DE LA CONFIABILIDAD

La confiabilidad de un producto se refiere a la -- probabilidad de que el producto que se fabrica desempeñe -- correctamente las funciones para las que ha sido diseña-- do, durante el tiempo que ha sido previsto y bajo diferen -- tes condiciones. Pongamos por ejemplo: el caso de un au-- tomóvil; éste no debe ser fabricado para durar solamente -- un mes; esto desde luego, va a depender de las condicio-- nes de calidad que se tengan.

La confiabilidad de un producto está afectada por los siguientes factores:

- 1.- Probabilidad
- 2.- Rendimiento
- 3.- Tiempo
- 4.- Condiciones de operación

Cada uno de los elementos anteriores deben ser considerados y estudiados a fondo para tener confiabilidad - en un producto.

Como se ha visto, el control estadístico tiene una gran importancia en la actualidad; debe inculcarse su necesidad y aplicarse.

PASOS NECESARIOS PARA ESTABLECER UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN UNA INDUSTRIA

Para el establecimiento de un sistema de control de calidad debe iniciarse analizando lo que es ingeniería del producto.

Ingeniería del producto se define como: el departamento encargado de diseñar el producto, determinando las especificaciones y tolerancias, analiza y selecciona la materia prima, y fija las características de operación.

Estas diferentes funciones que desempeña ingeniería del producto reciben los siguientes nombres: control del proyecto, control de materia prima y control del producto.

CONTROL DEL PROYECTO

El control del proyecto comprende todas aquellas operaciones que se efectúan antes de empezar la fabricación de una pieza.

El control del proyecto puede definirse diciendo que es:

el estudio que se efectúa antes de fabricar una pieza, analizando el costo de calidad para un producto, con el objeto de evitar problemas una vez iniciada la producción.

La necesidad de tener un buen control del proyecto se deriva de varios factores como: La correcta determinación de las tolerancias para lograr un producto que satis

faga al cliente y no ocasione aumentos innecesarios en -- los costos de fabricación, el establecimiento de la verdadera confiabilidad de los productos, etc...

En cuanto a la organización del control del proyecto, debe ser hecha de tal manera que establezca una rutina perfectamente definida y que se mantenga dentro del -- plan general del control de calidad total de la compañía.

El personal de control de calidad deberá encargarse de la organización del control del proyecto, estando -- debidamente auxiliado por ingeniería.

Como se mencionó, el control del proyecto debe ser una cosa de rutina y sólo en casos muy especiales se hará un nuevo plan de control del proyecto.

Entre los principales factores que deben tomarse -- en cuenta en el control del proyecto se encuentran:

1.- Planear el proyecto dentro de las normas de -- calidad requeridas, pero lo más económico posible.

2.- Estudio de los proveedores que se tengan y -- selección de los más confiables en orden descendente.

3.- Estudiar la capacidad de procesos con que se -- cuenta en la planta.

4.- Estudiar cuáles han sido los resultados obte-- nidos en producciones anteriores.

5.- Establecer las tolerancias.

6.- Hacer dibujos detallados en todos los pasos --
del proyecto.

7.- Fabricar muestras e inspeccionarlas.

CONTROL DE LA MATERIA PRIMA

El control de la materia prima o productos comprenden de dos aspectos principales que son:

1.- El control del material adquirido en plantas - totalmente ajenas a la empresa, es decir, con diferentes proveedores.

2.- El control de materia prima procesada en otras plantas de la misma empresa.

Este es el caso de las plantas armadoras de automóviles, las que adquieren un gran porcentaje de las piezas del automóvil en diferentes empresas. Por esta razón, - han establecido un departamento de control de calidad exclusivo para controlar todas las piezas que se adquieren fuera de la planta.

Este departamento se dedica no sólo a controlar el material adquirido, sino a proporcionar ayuda técnica a - los proveedores en el caso de que así se requiera.

Con lo anterior, tendremos la solución para el control de artículos adquiridos en diferentes empresas; es - decir, la mejor solución consiste en tener contacto el -- comprador con el proveedor, para planear los posibles problemas que se presenten y encontrar la solución que mejor cubra los requisitos del comprador.

En el caso de artículos adquiridos en plantas de - la misma empresa, obviamente el control se simplifica bastante.

La necesidad del control de la materia prima es -- lógica puesto que al fabricar una pieza se tenga un buen proyecto y un buen control de producción; si la materia prima no satisface las condiciones requeridas, no podrán obtenerse buenos resultados.

Un comprador tiene siempre el problema de elegir -- cuál es el mejor proveedor; en el capítulo siguiente se -- verá cuál es la manera de seleccionar la materia prima -- ideal para ser adquirida.

A continuación se mencionan algunos de los principios fundamentales para un buen control de la materia prima:

1.- Establecer, durante el cálculo del proyecto, -- cuál es la materia prima requerida.

2.- Hacer un estudio de cuáles son los proveedores más convenientes y dar a ellos el pedido.

3.- Mantener la comunicación con el proveedor para tratar de solucionar, conjuntamente, cualquier problema -- que se presente.

4.- Inspeccionar rigurosamente los embarques.

5.- Conservar registros de las inspecciones.

CONTROL DEL PRODUCTO

Un programa de control de calidad tiene su punto -- crítico durante la manufactura efectiva del producto. Por esto la importancia de un buen control del producto.

Esta necesidad se refleja al ver los elevados costos de inspección de piezas o materiales manufacturados ; el aumento de los costos estimados de producción debido a las fallas en el proceso; las grandes pérdidas ocasionadas por los desperdicios o retrabajos; problemas con las reclamaciones de los consumidores por material defectuoso. Todo esto origina pérdidas financieras y desprestigio, que presagian una grave declinación de la posición comercial de la empresa.

El control del producto abarca todas las operaciones para controlar un producto que incluyen el control - desde el momento en que se recibió la materia prima, y se aprobó, hasta que el producto abandona la planta para ir hacia los consumidores.

PROCEDIMIENTOS USADOS PARA EL CONTROL DEL PRODUCTO

Cada pieza que se fabrique puede tener una manera diferente de ser controlada; sin embargo, el control efectuado se puede incluir dentro de dos grupos:

- 1.- Control de todos los sub-ensambles o piezas -- componentes.
- 2.- Control de armado y de empaque.

Para lograr lo anterior se deben seguir una serie de pasos a saber:

- 1.- Establecimiento de normas.- Este es el primer paso del control durante la producción y comprende los siguientes puntos:

a) Ver qué requisitos debe tener el producto que se va a fabricar.

b) Estudiar cuáles son las operaciones que se deben efectuar y con qué herramientas o dispositivos se va a trabajar.

c) Analizar cuáles son las dimensiones más críticas.

2.- Control de la manufactura. Debe considerarse lo siguiente:

a) Qué clase de proceso de manufactura se tiene.

b) Cantidades que van a ser fabricadas

c) Capacidad del personal del taller

d) Clase de producción

e) Aceptación del control del producto

Cada uno de los factores antes mencionados debe ser estudiado cuidadosamente y ser considerado, para tener un buen control del producto.

Los estudios especiales del proceso se usan fundamentalmente, cuando se está obteniendo un producto defectuoso sin causa aparente y consisten en hacer un minucioso estudio para determinar cuáles son las causas del problema.

C A P I T U L O I I I

A P L I C A C I O N P R A C T I C A E N U N A E M P R E S A

En los capítulos anteriores se ha visto, de una manera general, cuáles son los principios fundamentales que se deben regir en un sistema de control de calidad; en -- éste se hará una aplicación práctica de lo anterior, efectuando un estudio de las condiciones del departamento de control de calidad de una fábrica determinada.

T I P O D E P L A N T A

Se escogió para el caso una fábrica al azar, que - como muchas otras de México, se empiezan a enfrentar a - los problemas que implica fabricar un buen producto. Por lo tanto este ejemplo se puede considerar representativo_ del estado que guarda la industria mediana en México, en cuanto a calidad se refiere.

La industria que tomamos como ejemplo es una fábri- ca de juntas para motor que llamaremos "JUNTAS Y EMPAQUE- TADURAS, S. A."

JESA es una fábrica relativamente nueva, pues tie- ne pocos años de estar trabajando. En un principio, su - producción era pequeña y se reducía a fabricar piezas muy sencillas; posteriormente empezó a producir partes para - automóvil. A raíz de la integración nacional del 60% de las partes para automóvil, JESA se convirtió en provee- dor de las principales plantas ensambladoras de automóvi- les en México.

Debido a lo anterior, la fábrica tuvo que aumentar súbitamente su producción en cantidades considerables, -- con el problema inherente, fundamentalmente, en cuanto a la calidad de las piezas fabricadas se refiere.

JESA es una planta de regular tamaño que cuenta - actualmente con 70 obreros; se tiene suficiente espacio - (1200 mt.²); el equipo de que dispone es el siguiente:

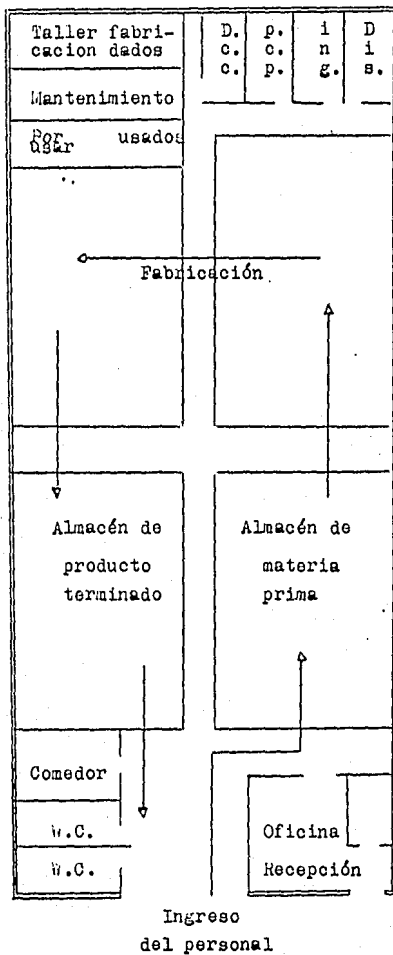
- 2 Tornos universales
- 2 Taladros
- 1 Fresadora universal
- 1 Rectificadora
- 1 Sierra cinta
- 3 Esmeriles
- 10 Prensas
- 2 Compresores de aire
- 3 Equipos de soldadura
- 2 Calderas

CONTROL DEL PROYECTO

Toda industria necesita hacer estudios previos a la fabricación de un producto nuevo. Dichos estudios -- tienden a determinar al tipo de producto que se va a elaborar, fijar las especificaciones, analizar el diseño, -- proveer y corregir, por medio de pruebas experimentales, - las posibles dificultades que se pueden presentar una vez iniciada la fabricación.

Se dan casos, por no haber tenido el adecuado control del proyecto, en los que una vez lanzado el producto

FIGURA No. 12



DISTRIBUCION DE LA PLANTA

al mercado, se reciben reclamaciones y rechazos, debidos a las piezas que no se pueden ensamblar en el lugar correspondiente o no cumplen adecuadamente la función para las que fueron fabricadas. Se tiene también por el mismo motivo, gran cantidad de piezas defectuosas y continuos problemas durante el proceso.

En JESA se produce una cantidad muy grande de -- piezas distintas, que se pueden agrupar de acuerdo a los materiales de que están hechas, en cuatro grupos principales, a saber: juntas de papel, corcho, asbesto ahulado y metaloplásticas.

Atendiendo al tipo de herramienta con que se procesan, se tienen dos grupos: piezas cortadas con suaje y -- cortadas con troquel macho-hembra.

Las principales fallas que se presentan durante el proceso debido al mal control del proyecto son:

1.- Errores dimensionales en las piezas, ocasionados por la falta de planos en qué basar las herramientas.

2.- Especificaciones de materiales y tolerancias -- que no cubren las funciones que van a desempeñar, una vez instaladas las piezas.

3.- En el reemplazo de las herramientas, cuando se trata de suajes, existen variaciones respecto a la herramienta anterior. Al reparar los troqueles se presentan -- problemas por no hacerse el diseño del herramental y no contar con planos que determinen las medidas de las piezas que se van a reponer.

4.- En las piezas que llevan varios componentes, - es muy común encontrar que las partes no ensamblan correctamente.

5.- Reclamaciones y devoluciones de piezas por - - parte de los clientes.

Lo expuesto nos da una idea de la situación actual de la empresa y la urgencia que se tiene de instalar un - departamento de control de calidad que guíe y organice - el control del proyecto.

ORGANIZACION PARA EL CONTROL DEL PROYECTO

Vistos algunos de los problemas que tiene JESA - por la falta de un buen control del proyecto, se analizarán las formas de organizarlo.

Para que el desempeño del control del proyecto sea efectivo, se debe establecer una rutina definida y mantenerla dentro del cuadro general del plan del sistema de - control de calidad. Los pasos para lograr esto se expresan a continuación:

1.- Establecer las normas de calidad del producto.

Comprende el estudio que se hace para determinar - las especificaciones, que estén de conformidad con los requisitos que debe cumplir la pieza y con el costo de calidad. Incluye esta parte de la estimación de la producción y de las pruebas del producto.

2.- Diseño de un producto que satisfaga estas normas

A esta etapa corresponde elaborar los dibujos detallados del producto y preparar las instrucciones técnicas.

3.- Proyecto para asegurar el mantenimiento de la calidad requerida.

Aquí se verá el desarrollo de los detalles que corresponden al control de la materia prima adquirida, el mantenimiento de la calidad durante el proceso y de las garantías de calidad durante la aplicación y servicio de la pieza.

4.- Revisión final de pre-producción del proyecto y facilidades de manufactura.

Esto incluye la revisión de lo planeado, análisis del diseño del producto para asegurar la capacidad del proceso, efectuar pruebas para comprobar que el producto dé el servicio para lo que el consumidor lo adquiere.

5.- Efectuar su producción activa.

Dar luz verde para que el departamento de producción inicie formalmente la producción de la fabricación de la pieza.

Con la aplicación de estos puntos se logrará evitar los problemas que afectan tanto a la producción como a las ventas del producto.

CONTROL DE LA MATERIA PRIMA

No existe ninguna industria que sea totalmente autosuficiente y que no tenga que recurrir a alguna otra para poder fabricar sus productos.

En la mayoría de los casos lo que se adquiere es la materia prima, aunque muy a menudo pueden ser sub-ensambles de las piezas fabricadas.

Lógicamente, aunque se tenga un buen control durante el proceso y durante la fabricación de la pieza, no se puede lograr ningún resultado positivo si no se tiene la materia prima adecuada. Por lo tanto, el control de la materia prima adecuada constituye uno de los grandes aspectos principales para fabricar productos de calidad especificada.

JESA, como toda fábrica, tiene también que abastecerse de diversos proveedores, fundamentalmente de materia prima.

Los principales proveedores de la empresa son:

- 1.- Hojalata y Lámina, S. A.
- 2.- Polímeros y Derivados, S. A.
- 3.- Química FELGAR, S. A.
- 4.- NEGROMEX
- 5.- Avíos de acero
- 6.- Cartonajes Estrella
- 7.- Papelera San Rafael, S. A.

El control de calidad de la materia prima de JESA

está prácticamente en las manos del almacenista, quien - decide si el material recibido satisface o no los requisitos de calidad que se piden.

La inspección la efectúa revisando visualmente el material y comprobando el espesor de las láminas. Una -- vez que el almacenista ha dado su aprobación, se inicia - la producción utilizando la materia prima adquirida.

FALLAS EN EL CONTROL DE LA MATERIA PRIMA

En la práctica existen dos tipos de empresa: aquellas que nunca revisan la materia prima y por consiguiente confían plenamente en la honestidad de sus proveedores y otras que siempre efectúan una inspección de 100% del - material adquirido.

JESA pertenece al primero de los dos tipos de empresas mencionadas, puesto que la inspección que se efectúa es muy poco confiable; hecho que se comprueba al observar el porcentaje tan grande de desperdicios que tiene la fábrica debido a la materia prima defectuosa.

Otra de las grandes fallas de la empresa consiste_ en que su política para elegir proveedor es la de pre- -- cios, en lugar de precios-calidad.

CALCULO Y SELECCION DE LA MATERIA PRIMA

Aunque a primera vista pudiera pensarse que el seleccionar un proveedor de materia prima es una cosa muy - sencilla, en realidad implica una serie de problemas que

deben ser atendidas por el bien de la misma empresa.

Este problema existe actualmente en México y se ha hecho palpable con la integración de la industria automotriz, en donde se han tenido que seleccionar proveedores que fabriquen algunos de los componentes del automóvil. Desde luego para seleccionar un proveedor de materia prima o de componentes de la pieza que se va a fabricar, debe llevarse a cabo el procedimiento siguiente:

1.- Una vez efectuados los planos de fabricación se analizan los materiales que se van a comprar.

2.- Se desarrollan y expiden los dibujos y las especificaciones.

3.- Se hace el cálculo de la materia prima ideal o sea, se selecciona el proveedor. Para seleccionar el proveedor debe tomarse en cuenta tres factores a saber: calidad, precio y servicio. A cada uno de los tres factores antes mencionados se le asigna determinada cantidad de puntos (según su importancia) y la suma de los puntos debe ser 100 considerando que el proveedor que suma 100 puntos será el proveedor ideal.

Existen varios criterios acerca de cuántos puntos se le debe asignar a la calidad, al precio y al servicio; pero un plan bastante común usado es el siguiente:

CALIDAD.....	40 puntos
PRECIO.....	35 puntos
SERVICIOS.....	25 puntos
PROVEEDOR IDEAL	100 puntos

Supongamos que JESA quiere adquirir una lámina de cualquiera de sus proveedores; para esto toma uno de ellos y hace el siguiente estudio:

a) CALCULO DE LA CALIDAD.- El proveedor que se va a investigar le ha enviado anteriormente 72 embarques, de los cuales 23 le ha causado problemas. Por lo tanto el porcentaje será:

$$23/72 \times 100 = 31.94\%$$

Por consiguiente el porcentaje correcto es:

$$100 - 31.94 = 68.06\%$$

Y la clasificación del factor de calidad será el porcentaje de lotes correctos multiplicados por el factor máximo de calidad:

$$0.6806 \times 40 = 27.224$$

Por lo tanto tendremos:

CALIDAD..... 27.224 puntos

b) CALCULO DEL PRECIO.- Supongamos que la lámina X se compra a \$4.00/Kg. y es el precio más bajo a lo que se puede conseguir; por lo tanto tendríamos el precio óptimo.

PRECIO..... 35 puntos

Al precio más bajo corresponde siempre 35 puntos. Cuando hay desviación se utiliza el mismo procedimiento - de a).

c) CALCULO DEL SERVICIO.- El servicio se valoriza en cuanto a la confiabilidad que se le puede tener a un proveedor, a la puntualidad de sus entregas, trato, etc... Supongamos que el proveedor que se está analizando cumple en un 78% según experiencias anteriores. El servicio será:

$$0.78 \times 25 = 19.5$$

SERVICIO..... 19.5 puntos

Por lo tanto, la materia prima que ofrece este proveedor tendrá los siguientes puntos:

CALIDAD..... 27.224

PRECIO..... 35.000

SERVICIO..... 19.500

PROVEEDOR..... 81.724

Para determinar el proveedor ideal, habría que hacer estudios similares a todos ellos y hacer un análisis comparativo; seleccionando al que se acercara más a los 100 puntos.

4.- Se mantiene contacto con el proveedor o proveedores mientras que su material esté en proceso o se esté adquiriendo.

5.- Al recibirse el material en la planta, se debe "inspeccionar" cuidadosamente y etiquetar.

6.- Se debe conservar registros de la inspección efectuada y registros del porcentaje del material defec--

tuoso que se reciba.

En conclusión se debe llevar a cabo los puntos antes mencionados para lograr un buen control de calidad de la materia prima. En especial en JESA se tiene alrededor de un 15% de la producción defectuosa debido a materia prima inadecuada. Esto puede solucionarse haciendo una selección correcta de los proveedores, e inspeccionar debidamente el material para evitar que se empiece a trabajar con materiales defectuosos.

CONTROL DEL PROCESO EN JESA, DIAGRAMA DE FLUJO

El control del proceso constituye prácticamente el factor determinante en la calidad de un producto; si durante los diferentes pasos que se siguen en la fabricación de un artículo, no se tiene un control absoluto, dará por resultado que aunque los últimos pasos del proceso estén correctos, se obtenga un mal producto.

En la empresa se tiene un control de calidad muy deficiente durante el proceso; se podría decir que no existe ningún control de calidad en las diferentes operaciones.

A continuación se muestra un "diagrama de flujo". El diagrama de flujo representa esquemáticamente las diferentes operaciones que se efectúan para elaborar una pieza. (Fig. No. 13)

JESA, debido a la falta de control durante las operaciones, tiene por resultado un 40% de producción defectuosa.

Entre las principales fallas, respecto al control del proceso se pueden mencionar las siguientes:

1.- Se carece de inspectores.

2.- Faltan "escantillones" para poder verificar cada una de las operaciones durante el proceso.

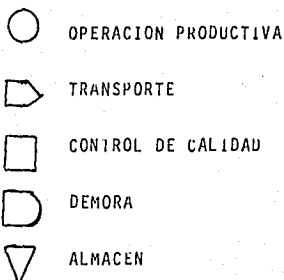
Sumando lo anterior, y como consecuencia de las -- faltas de control, se mencionan los siguientes factores - que son causa de la fabricación de piezas defectuosas.

- a) Resorte mal calculado
- b) Materia prima defectuosa
- c) Holgura entre matriz y punzón
- d) Temple inadecuado de las matrices
- e) Estado de la máquina, defectuosa o mal servicio de mantenimiento.

FIGURA No. 13

DIAGRAMA GENERAL DE FLUJO EN JESA.

- 1.- Almacén de recibo.
- 2.- Inspección de la materia prima.
- 3.- Almacén de materia prima.
- 4.- Cizalla de preparación de materiales.
- 5.- Troqueladoras para corte de piezas.
- 6.- Corte de Subproductos.
- 7.- Demora.
- 8.- Operación de acoplar piezas con subproductos.
- 9.- Cerrar piezas.
- 10.- Inspección de la pieza.



Durante todos los pasos del proceso se tienen continuas patrullas en cada uno de los pasos.



11.- Demora.

12.- Pintado.

13.- Inspección final de la
pieza.

14.- Almacén de producto termina-
do.

f) Errores humanos (mal diseño, mal uso del material, mala colocación de las piezas, falta de cálculos, - cálculos incorrectos, etc.).

Para solucionar el problema de la falta de control durante la producción se debe ejercer la siguiente acción correctiva:

1.- Establecer gráficas de control para todos los productos y determinar los límites de control, considerando las especificaciones y tolerancias del producto, sin afectar los costos de la producción.

2.- Se tendrán "escantillones" para verificar rápidamente cada operación, como por ejemplo: localización de barrenos, dobleces, espesores, etc.

3.- Los obreros deberán verificar cada una de las operaciones que efectúen en determinado número de piezas (número que le será indicado por el jefe de control de calidad y que variará de acuerdo al tipo de operación que se efectúe).

4.- Habrá inspectores de patrulla, que recorran constantemente el proceso, verificando cada una de las operaciones.

5.- Se dará mantenimiento oportuno y constante a las máquinas para conservarlas siempre en buen estado.

6.- Llevar récord de la vida útil de las herramientas, anotando la cantidad de piezas elaboradas, su duración, y compararlas con tiempos previos de vida útil.

7.- Contar con un buen departamento técnico para el diseño correcto de troqueles y de su fabricación.

8.- Se hará cuidadosa selección de los proveedores de materia prima y se ejercerá un estricto control de recibido, para evitar que se utilice materia prima defectuosa durante la producción.

Debe considerarse que las gráficas de control no sirven sólo para aceptar o rechazar un lote de piezas; su función es más amplia, ya que pueden emplearse para detectar las posibles causas que originan los defectos.

En seguida se expone un ejemplo de gráfica de control, calculando los límites de control.

La pieza que se analiza recibe el número 40013; el diagrama de flujo se presenta en la Fig. No. 14. El ancho de la pieza es el punto crítico. La producción es de cerca de 200 piezas por hora. Se hará una revisión de 5 piezas por hora a fin de poder establecer los límites de control.

Un inspector tomará 25 grupos de muestras, los revisará y registrará los datos, según los vaya obteniendo, como se muestra en la tabla No. 15.

FIGURA No. 14

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PIEZA

40013



- 1.- Almacén de materia prima.
- 2.- Inspección de materia prima.
- 3.- Preparación del material según medidas.
- 4.- Troquelar largo de la pieza.
- 5.- Demora.
- 6.- Inspección del largo de la - pieza.
- 7.- Troquelado, formar dobléz en pieza.
- 8.- Inspección final de la pieza.
- 9.- Almacén de producto terminado.

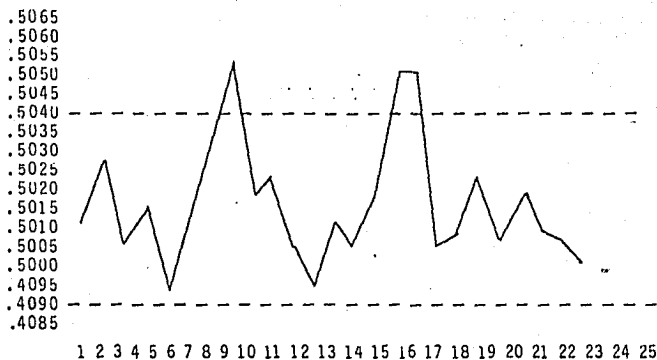
TABLA No. 15 REGISTRO DE DATOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	.495	.504	.506	.497	.493	.503	.503	.505	.502	.504	.503	.501	.504	.501	.497	.504	.500	.497	.501	.505	.504	.501	.502	.501	.499
2	.501	.502	.497	.503	.499	.502	.505	.506	.502	.502	.493	.501	.502	.502	.502	.503	.504	.500	.502	.502	.502	.502	.502	.501	.502
3	.504	.505	.501	.502	.503	.503	.502	.505	.504	.501	.501	.499	.502	.501	.504	.505	.502	.502	.502	.501	.499	.504	.501	.502	.501
4	.502	.503	.502	.503	.497	.501	.504	.502	.502	.503	.501	.492	.499	.503	.503	.507	.503	.501	.501	.501	.499	.501	.497	.502	.502
5	.502	.503	.504	.502	.502	.501	.502	.505	.501	.503	.502	.501	.493	.501	.504	.505	.505	.501	.501	.502	.502	.502	.501	.501	.502
TOTALES:	2.505	2.514	2.506	2.509	2.497	2.507	2.517	2.525	2.512	2.492	2.508	2.497	2.517	2.504	2.511	2.520	2.493	2.502	2.502	2.504	2.507	2.504	2.505	2.502	2.503
X	.5014	.5023	.5012	.5013	.4992	.5014	.5024	.5021	.5022	.5022	.5010	.4992	.5014	.5012	.5012	.5045	.5045	.5014	.5012	.5012	.5012	.5012	.5012	.5012	.5014
R	.005	.005	.005	.004	.005	.002	.002	.004	.004	.003	.005	.003	.003	.002	.007	.002	.007	.002	.002	.002	.005	.004	.001	.001	.002

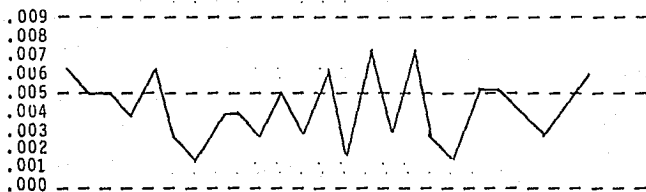
$$\bar{X} = \frac{\sum \bar{X}}{n} = \frac{12.545}{25} = .5018$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{n} = \frac{.167}{25} = .00668$$

FIGURA No. 16



GRAFICA DE MEDIA



GRAFICA DE AMPLITUD

El cálculo de los límites de control es el siguiente:

MEDIAS:

$$\begin{aligned} \text{Límite inferior} &= X - A_2R = .5018 - .577 (.00428) = \\ &= .4993 \end{aligned}$$

$$\text{Línea central} = X$$

$$\begin{aligned} \text{Límite superior} &= X + A_2R = .5018 + .577 (.00428) = \\ &= .5043 \end{aligned}$$

AMPLITUDES:

$$\text{Límite inferior} = D_3R = 0$$

$$\text{Línea central} = R = .00428$$

$$\text{Límite superior} = D_4R = 2.114 (.00428) = .009$$

$$A_2 = .577$$

$$D_3 = 0$$

$$D_4 = 2.114$$

El resultado de las gráficas indica que en los grupos 8,16,21, sale de control la pieza.

Se analizó el primer día el motivo de las fallas - en el grupo 8 y no se encontró causa aparente. Al revisar las gráficas el segundo día se observa que el grupo 16 se sale de control; se inspeccionó la herramienta, la máquina y el material, encontrándose todo en condiciones adecuadas; se recurrió a hablar con el operario y se llegó a la conclusión de que la fatiga ocasionaba descuidos en el trabajador y en consecuencia afectaba la calidad -

ESTE TRABAJO NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

de la producción.

En el horario que lleva el personal se tiene media hora de descanso en la cuarta hora; se determinó darles - 10 minutos más en la séptima hora.

El grupo 21 también denotó anomalía; la causa fue encontrada al revisar el troquel, ya que tenía el tope - flojo, lo que ocasionaba que hiciera juego y el material_ al apoyarse en el tope fuera cortado con una dimensión ma_ yor.

Se hace notar que el grupo 24 quedó dentro de control y por lo tanto la medida aplicada fue correcta.

INSPECCION FINAL. FALLAS. ACCION CORRECTIVA

Prácticamente no existe inspección final en JESA,- puesto que ésta se limita a comprobar cinco piezas con el jefe de producción, inspección que resulta poco menos que inútil dadas las fallas que se tienen durante la fabrica_ ción de las piezas.

Por lo anterior se requiere en JESA, de inmediato_ efectuar una inspección final. Dicha inspección deberá - efectuarse de acuerdo a tablas de muestreo, tomando en -- cuenta que en el caso particular de la fábrica no se tie_ ne control durante el proceso y por consiguiente las posi_ bilidades de tener piezas defectuosas serán mucho mayores.

Para poder llevar un buen control de calidad de - las inspecciones efectuadas de materia prima, en proceso_ y al final se deberá utilizar tarjetas así como gráficas_

en las cuales se lleven registros estadísticos.

Se ha hablado ya del control de la materia prima, del proceso y de inspección final mencionada, cuáles son las fallas principales y cuáles deben ser las acciones -- correctivas; sin embargo, dichas acciones correctivas no podrían llevarse a cabo sin establecer en la empresa un departamento de calidad.

Básicamente existen tres factores que deben tomarse en cuenta para establecer un departamento de control de calidad, a saber:

- a) Personal requerido
- b) Equipo requerido
- c) Local adecuado

PERSONAL REQUERIDO PARA EL DEPARTAMENTO

Desde luego, el factor más importante para tener un buen departamento de control de calidad es el personal, puesto que de su capacidad técnica y solvencia va a depender el éxito del departamento.

Las dos cualidades principales que debe tener el personal del departamento son: el tener una alta capacidad técnica que le permita, no sólo descubrir fallas, sino el origen de éstas y además, saber cuál es la acción correctiva necesaria para evitar las futuras fallas.

La segunda cualidad es el tener una alta moralidad, que le permita actuar siempre de una manera impar-

cial pese al diferente tipo de presiones a las que siempre va a estar sujeto por el departamento de producción.

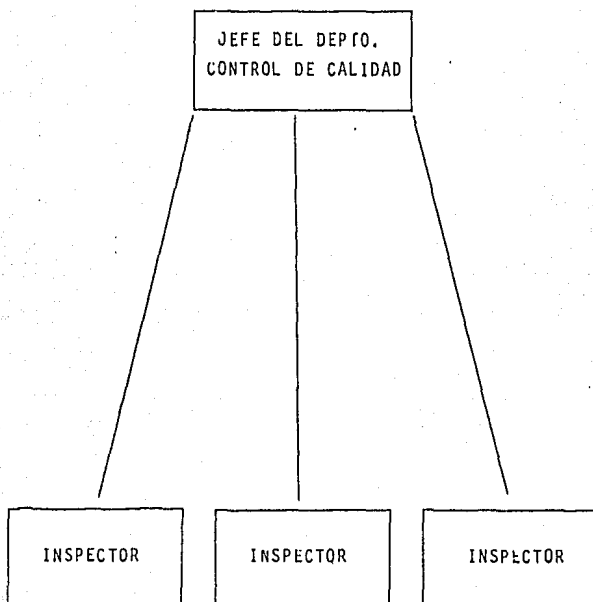
Considerando cuidadosamente los dos factores anteriores la gerencia de JESA debe hacer la selección del personal de control de calidad, el cual constará de cuatro personas, a saber: un jefe de departamento y tres inspectores perfectamente entrenados.

El jefe del departamento deberá ser un ingeniero con una capacidad técnica adecuada y conocimientos administrativos. Sus funciones serán: coordinar las actividades de todo el departamento, incluyendo labores tales como: establecer cuáles son las frecuencias adecuadas de muestreo, número de piezas convenientes a inspeccionar, diseño de tarjetas de aceptación y de rechazo; llevar gráficas para efectuar registros estadísticos de las condiciones de calidad, calcular la media, etc...

Habrá tres inspectores, quienes serán los que prácticamente ejerzan todo el control. Dicho control será durante la recepción de la materia prima, durante el proceso y la inspección final.

Toda la materia prima que llegue a JESA será inspeccionada cuidadosamente por el inspector. Una vez revisada, se identificará por medio de tarjetas, indicando si ha sido aceptada o rechazada.

ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL
DE CALIDAD



Durante el proceso habrá inspecciones patrullas, - las cuales serán realizadas por los inspectores, con el - objeto de evitar producciones defectuosas. Las inspecciones patrullas, por máquina, se harán en todos los pasos - del proceso y serán más minuciosas en las operaciones - - principales, (localización de barrenos, diámetro de los -- mismos, dobleces principales, etc.).

Antes de pasar al almacén de producto terminado, - las piezas deberán ser revisadas. Puesto que al hacer - una inspección completa de las piezas sería demasiado tardado o innecesario, las inspecciones se harán de acuerdoo a hojas de instrucciones de inspección, en las cuales se indicarán los puntos más importantes que deberán ser inspeccionados.

Los tres inspectores pueden turnarse, efectuando - diferentes funciones durante determinado periodo de tiempo.

Todo el producto terminado, una vez inspeccionado, se identificará con tarjetas de aprobación o de rechazo ; indicando claramente el nombre de la persona que haya - - efectuado la inspección.

En vista de ser JESA una fábrica relativamente pequeña, con cuatro personas podría establecerse un buen - sistema de control de calidad, lo que lógicamente tendería a mejorar la producción. De la organización de estas cuatro personas, dependerá gran parte el éxito de sus labores; por lo cual, el supervisor deberá tener pláticas - frecuentes con los inspectores, además de establecer un - programa de control de calidad adecuado a las necesidades de la empresa.

EQUIPO REQUERIDO EN EL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

El equipo requerido en JESA puede clasificarse en dos tipos: el equipo indispensable para acción inmediata y el equipo que es conveniente aunque no esencial de adquirir.

Entre el equipo indispensable se encuentra:

a) UN MARMOL.- Una superficie plana la cual pueden utilizar para efectuar mediciones de las piezas. El mármol deberá tener el tamaño suficiente para revisar con amplitud las piezas y que pueda instalarse convenientemente en el local de control de calidad. (Fig. No. 17)

b) ESCUADRA RECTIFICADA.- Se requiere una escuadra rectificada para posicionar las piezas que se vayan a medir sujetas a ella por medio de prensas de sujeción.

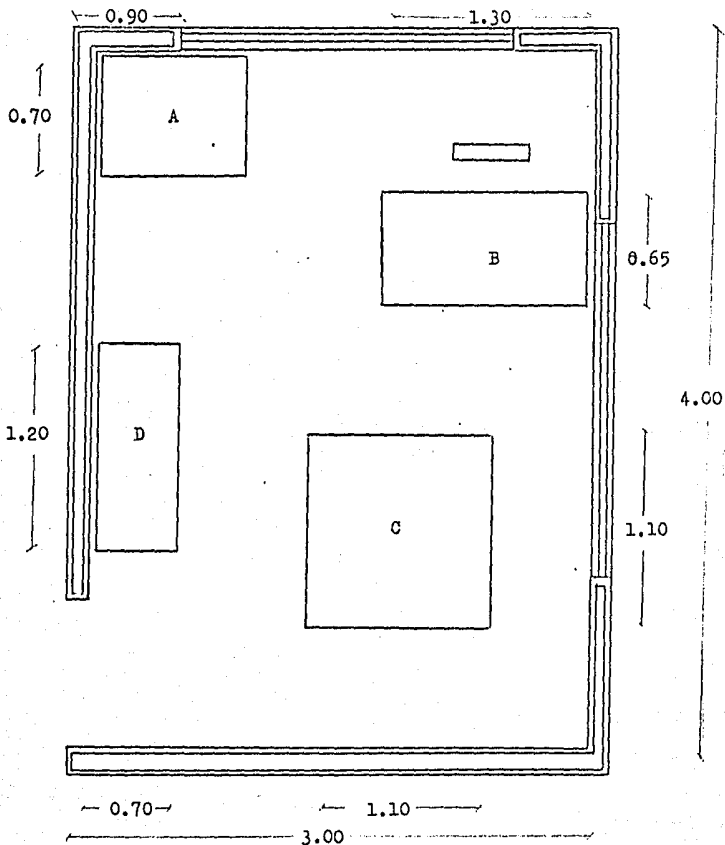
c) PRENSA DE SUJECION.- Se utiliza para fijar -- las piezas que se van a medir.

d) CALIBRADOR DE ALTURAS.- Es indispensable para algunas dimensiones importantes tales como localización de barrenos, etc...

e) CALIBRADOR VERNIER .- Este constituye el instrumento de medición más adecuado en cualquier departamento de control de calidad, debido a sus múltiples aplicaciones. Por esta razón se requiere tener cuatro calibradores, uno para cada persona del departamento de control de calidad.

f) MICROMETROS.- Sirven para medir espesores -

PROYECTO DE DISTRIBUCION DE LOCAL DE CONTROL DE CALIDAD



A: Archivo
C: Plancha

B: Escritorio
D: Repiza.

de los materiales.

g) CALIBRADORES DE RADIOS.- Determinan los radios de las piezas troqueladas.

h) COMPASES.- Se utilizan de interiores y de exteriores.

i) LAINAS.- Los calibradores de lanas sirven para verificar algunos espesores muy pequeños.

j) ESCUADRA UNIVERSAL.- Se le da diferentes usos, uno de ellos es el de verificar ángulos.

k) TRUSKIN.- Es un aparato que prácticamente tiene la misma aplicación que un calibrador de alturas.

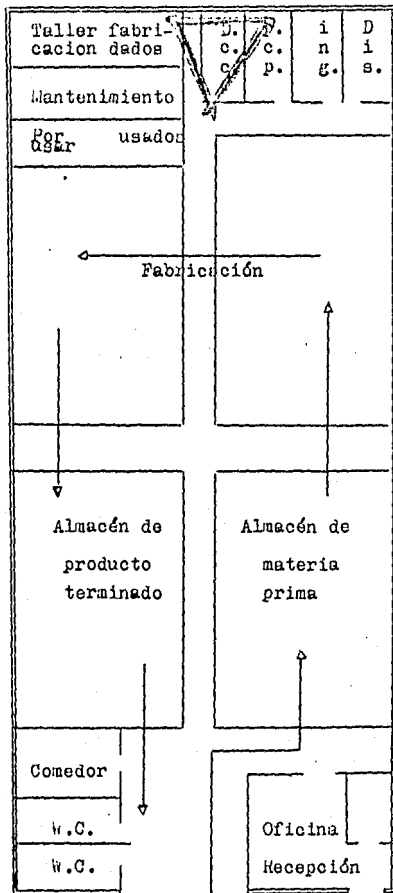
l) ESCANTILLONES.- Los escantillones son indispensables para controlar cada una de las operaciones durante el proceso; el supervisor del departamento de control de calidad deberá determinar cuáles son las piezas que requieren el uso de escantillones y efectuar el diseño de los mismos.

LOCAL REQUERIDO EN EL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

El departamento de control de calidad requiere un lugar que sea el control de operaciones. Este puede ubicarse donde se muestra en el plano. (Ver Fig. No. 18)

El local de control de calidad debe tener las siguientes características:

LOCALIZACION DEL DEPTO. DE CONTROL DE CALIDAD



Ingreso
del personal

- 1.- Buena localización.
- 2.- Tamaño adecuado.
- 3.- Iluminación correcta.

1.- Buena Localización: La ubicación sugerida en el plano es conveniente debido a la cercanía de los departamentos de ingeniería y diseño, al almacén de herramientas.

2.- Tamaño Adecuado: El local debe tener un tamaño tal que permita el cupo del equipo requerido, mármol, un escritorio, gabinetes para archivo, tránsito libre, -- etc.

Por esta razón se eligió un local de 3 x 4 mts.

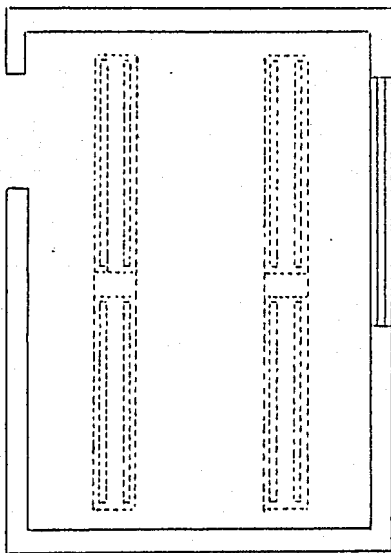
3.- Iluminación Correcta.- La iluminación debe -- ser lo suficientemente buena para el tipo de trabajo que se quiere efectuar. En este caso, se va a tener un trabajo de inspección que requiere un nivel luminoso adecuado; lo más conveniente es instalar cuatro lámparas dobles de 40W. Para la distribución de las mismas ver figura No.19.

Además de las características antes mencionadas, - un buen local de control de calidad debe tener la temperatura controlada (20°C); sin embargo, dado que en JESA no se fabrican piezas de expremada precisión y el costo del local aumentará considerablemente, se puede suprimir el equipo de aire acondicionado.

FORMA PROPUESTA PARA EL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD EN JESA

JESA al recibir cualquier material o producto de -

FIGURA No. 19

PROYECTO DE ILUMINACION DEL LOCAL DE CONTROL
DE CALIDAD

Lamparas Long. 1,80 Mts. 40 w.

los proveedores, los coloca en una área de recibo, en donde esperan a que control de calidad inspeccione y determine la aceptación o rechazo. Para reportar la aceptación y recepción de los materiales utiliza la forma "Informe de entrada al almacén de recibo". (Ver Fig. No. 20)

El material aceptado pasa al almacén de materia prima, en donde se prepara y se deja listo para que lo utilice el departamento de fabricación.

El material defectuoso es separado y se regresa a los proveedores, indicándoles las fallas y motivos de la devolución.

Cuando se tiene alguna duda respecto a la aceptación de algún material, se reportan al jefe del departamento de control de calidad, el cual analiza los datos presentados y decide la actitud que se debe tomar respecto a los materiales retenidos.

Para llevar registros estadísticos (gráficas de control), pueden utilizarse las gráficas propuestas en el Capítulo Cuarto.

DISERNO DE TABLAS DE MUESTREO

Al fabricar cualquier producto, existen tres puntos en los que se debe aplicar las tablas de muestreo, a saber: 1.- En inspección de recibo, 2.- Durante el proceso, 3.- Para inspección final.

1.- Tablas de muestreo para ser utilizadas en inspección de recibo y en inspección final.- Para efectuar muestreos durante la inspección de recibo e inspección final se utilizan las tablas de Dodge-Romíng; dichas tablas son de aplicación general y fueron diseñadas tomando en cuenta el cálculo de probabilidades.

En general para determinar un plan de muestreo se parte de los siguientes datos:

- N.- Número de elementos en el lote.
- P.- Fracción defectiva tolerable en el lote.
- P.- Fracción defectiva media del proceso.
- R.- Riesgo del comprador

Con estos datos se tratará de determinar:

n.- Tamaño de muestra por tomar

c.- Número de aceptación

En las tablas Nos. 21 y 22 se presentan las tablas de muestreo.

En las tablas aparecen varias columnas; en la primera, tamaño del lote, localizaremos en primer lugar la cantidad del lote que se va a muestrear, por ejemplo: si tenemos un lote de 700 piezas utilizaremos la columna de 601-800.

Posteriormente localizaremos la columna correspondiente a la media del proceso (P), la cual se debe tomar de las gráficas de control de proceso o cuando no se pueda contar con ellas se procede sumando los defectivos encontrados en la primera muestra de varios lotes y dividiéndolos entre la suma total de piezas que forma esa primera muestra.

Teniendo los datos anteriores, se puede obtener n, c y p o sea el tamaño que se debe tomar de las muestras, el número de aceptación, defectivos tolerables de la muestra y el porcentaje de defectivos tolerables en el lote con un riesgo del consumidor (R) de 0.10.

2.- Tablas para inspección de muestreo en proceso.

La inspección durante el proceso es sumamente importante puesto que una inspección adecuada o inadecuada durante el proceso es la que va a determinar la obtención de un buen o mal producto. Particularmente en JESA es básico el poder controlar adecuadamente las variables durante el proceso para lo cual se sugiere el uso de las dos siguientes

tes tablas de muestreo:

FRECUENCIA DE MUESTREO	NUMERO DE HORAS ENTRE COMPROBACIONES		
Piezas-hora	Variable	Estable	Controlado
000 a 10	7 horas	7 horas	7 horas
10 a 19	3.5 hrs.	7 horas	7 horas
20 a 40	1.5 hrs.	3.5 hrs.	7 horas
50 a 99	.75 hrs.	1.5 hrs.	3.5 hrs.
100 o más	20 min.	.75 hrs.	1.75 hrs.

En la tabla anterior se puede determinar cuál es la frecuencia de muestreo. Como se puede observar existen tres columnas:

La primera se debe utilizar cuando se tiene un proceso que cambia repentinamente de bueno a malo, es decir, que carece totalmente de control.

La segunda se usa cuando se tiene un rendimiento casi uniforme, pero que presenta algunos cambios graduables debido fundamentalmente, al desgaste normal de herramientas y otros factores varios.

La tercera se usa, una vez que el proceso ha sido totalmente controlado.

En JESA durante los primeros meses deberemos utilizar la primera columna; puesto que tenemos un proceso totalmente variable y carente de control. Una vez que se haya controlado adecuadamente el proceso, podrá utilizarse el muestreo estable e incluso el controlado.

A continuación se presenta la tabla de muestreo No. 24 que deberá ser utilizada en JESA para determinar el tamaño de la muestra:

TABLA No.. 24

NIVEL ACEPTABLE DE CALIDAD	TAMAÑO DE LA MUESTRA
Abajo del 1.0%	25
De 1.0% - 1.9%	12
De 2.0% - 4.9%	7
De 5.0% - más	3

El nivel aceptable de la calidad se determina mediante la siguiente fórmula:

$$AQL = A/B \times 100$$

En donde:

A = Costo por pieza para una inspección completa.

B = Costo de reparación, en el caso de encontrar una pieza defectuosa.

Por consiguiente para efectuar un muestre durante el proceso utilizaremos la tabla No. 23 para determinar la frecuencia de muestreo y la tabla No. 24 para determinar el número de muestras.

FIGURA No. 21

TABLA DE MUESTRO SENCILLO POR LIMITE DE CALIDAD FINAL (AOQL) = 2.5%																		
Tamaño de lote	Medio del proceso			Medio del proceso			Medio del proceso			Medio del proceso			Medio del proceso			Medio del proceso		
	0.75 (0.50%)			0.95 (0.50%)			0.50 (1.00%)			1.01 (1.50%)			1.51 (2.00%)			2.01 (2.50%)		
	n	c	P ₁₀₀ %	n	c	P ₁₀₀ %	n	c	P ₁₀₀ %	n	c	P ₁₀₀ %	n	c	P ₁₀₀ %	n	c	P ₁₀₀ %
1-10	All	0	...	All	0	...	All	0	...	All	0	...	All	0	...	All	0	...
11-20	11	0	17.6	11	0	17.6	11	0	17.6	11	0	17.6	11	0	17.6	11	0	17.6
21-30	13	0	15.3	13	0	15.3	13	0	15.3	13	0	15.3	13	0	15.3	13	0	15.3
31-40	14	0	14.7	14	0	14.7	14	0	14.7	14	0	14.7	14	0	14.7	14	0	14.7
41-50	15	0	14.9	15	0	14.9	15	1	12.7	15	1	12.7	15	1	12.7	15	1	12.7
51-60	16	0	15.0	16	0	15.0	16	1	12.7	16	1	12.7	16	1	12.7	16	1	12.7
61-70	17	0	15.2	17	0	15.2	17	1	12.9	17	1	12.9	17	1	12.9	17	1	12.9
71-80	18	0	15.2	18	0	15.2	18	1	12.9	18	1	12.9	18	1	12.9	18	1	12.9
81-90	19	0	15.1	19	1	12.9	19	1	12.9	19	2	10.1	19	2	10.1	19	2	10.1
91-100	20	0	15.1	20	1	12.9	20	1	12.9	20	2	10.5	20	2	10.5	20	2	10.5
101-110	21	0	14.2	21	1	11.7	21	1	11.7	21	2	10.6	21	2	10.6	21	2	10.6
111-120	22	0	14.2	22	1	11.7	22	1	11.7	22	2	10.6	22	2	10.6	22	2	10.6
121-130	23	0	14.2	23	1	11.7	23	1	11.7	23	2	10.6	23	2	10.6	23	2	10.6
131-140	24	0	14.2	24	1	11.7	24	1	11.7	24	2	10.6	24	2	10.6	24	2	10.6
141-150	25	0	14.2	25	1	11.8	25	1	11.8	25	2	10.5	25	2	10.5	25	2	10.5
151-160	26	0	14.3	26	1	11.8	26	1	11.8	26	2	10.5	26	2	10.5	26	2	10.5
161-170	27	0	14.3	27	1	11.8	27	1	11.8	27	2	10.5	27	2	10.5	27	2	10.5
171-180	28	0	14.3	28	1	11.8	28	1	11.8	28	2	10.5	28	2	10.5	28	2	10.5
181-190	29	0	14.3	29	1	11.8	29	1	11.8	29	2	10.5	29	2	10.5	29	2	10.5
191-200	30	0	14.3	30	1	11.8	30	1	11.8	30	2	10.5	30	2	10.5	30	2	10.5
201-210	31	0	14.3	31	1	11.8	31	1	11.8	31	2	10.5	31	2	10.5	31	2	10.5
211-220	32	0	14.3	32	1	11.8	32	1	11.8	32	2	10.5	32	2	10.5	32	2	10.5
221-230	33	0	14.3	33	1	11.8	33	1	11.8	33	2	10.5	33	2	10.5	33	2	10.5
231-240	34	0	14.3	34	1	11.8	34	1	11.8	34	2	10.5	34	2	10.5	34	2	10.5
241-250	35	0	14.3	35	1	11.8	35	1	11.8	35	2	10.5	35	2	10.5	35	2	10.5
251-260	36	0	14.3	36	1	11.8	36	1	11.8	36	2	10.5	36	2	10.5	36	2	10.5
261-270	37	0	14.3	37	1	11.8	37	1	11.8	37	2	10.5	37	2	10.5	37	2	10.5
271-280	38	0	14.3	38	1	11.8	38	1	11.8	38	2	10.5	38	2	10.5	38	2	10.5
281-290	39	0	14.3	39	1	11.8	39	1	11.8	39	2	10.5	39	2	10.5	39	2	10.5
291-300	40	0	14.3	40	1	11.8	40	1	11.8	40	2	10.5	40	2	10.5	40	2	10.5
301-310	41	0	14.3	41	1	11.8	41	1	11.8	41	2	10.5	41	2	10.5	41	2	10.5
311-320	42	0	14.3	42	1	11.8	42	1	11.8	42	2	10.5	42	2	10.5	42	2	10.5
321-330	43	0	14.3	43	1	11.8	43	1	11.8	43	2	10.5	43	2	10.5	43	2	10.5
331-340	44	0	14.3	44	1	11.8	44	1	11.8	44	2	10.5	44	2	10.5	44	2	10.5
341-350	45	0	14.3	45	1	11.8	45	1	11.8	45	2	10.5	45	2	10.5	45	2	10.5
351-360	46	0	14.3	46	1	11.8	46	1	11.8	46	2	10.5	46	2	10.5	46	2	10.5
361-370	47	0	14.3	47	1	11.8	47	1	11.8	47	2	10.5	47	2	10.5	47	2	10.5
371-380	48	0	14.3	48	1	11.8	48	1	11.8	48	2	10.5	48	2	10.5	48	2	10.5
381-390	49	0	14.3	49	1	11.8	49	1	11.8	49	2	10.5	49	2	10.5	49	2	10.5
391-400	50	0	14.3	50	1	11.8	50	1	11.8	50	2	10.5	50	2	10.5	50	2	10.5

n = tamaño de muestra, c = número de aceptación.
 "All" indica que todos los pesos del lote se deben de inspeccionar.
 P₁₀₀ = porcentaje de defectivos tolerables en el lote con un riesgo del consumidor (P₁₀₀) de 0.10.

FIG. 12.7. Reimpresa con permiso de Dodge, Harold F., y Harry G. Romig, "Sampling Inspection Tables", 2a. edición, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1959. Dos tablas: Muestras Simples con 2.0 por ciento del AOQL y Muestro Sencillo con 2.5 del AOQL, en el Apéndice 6, Págs. 201

FIGURA No. 22

TABELA DE MUESTREO SENCILLO POR LIMITE DE CALIDAD FINAL (AOQL) = 2.5%																					
Tamaño de lote		Media del proceso			Media del proceso			Media del proceso			Media del proceso			Media del proceso							
		0.10 to 0.10%			0.05 to 0.40%			0.41 to 0.80%			0.51 to 1.20%			1.21 to 1.60%			1.61 to 2.50%				
		n	c	pu %	n	c	pu %	n	c	pu %	n	c	pu %	n	c	pu %	n	c	pu %		
1-15	All	0	...	All	0	...	All	0	...	All	0	...	All	0	...	All	0	...			
16-50	14	0	13.6	11	0	15.6	14	0	13.6	14	0	15.6	14	0	13.6	14	0	13.6			
51-100	16	0	12.4	16	0	12.4	16	0	12.4	16	0	12.4	16	0	12.4	16	0	12.4			
101-200	17	0	12.2	17	0	12.2	17	0	12.2	17	0	12.2	17	0	12.2	35	1	13.5	35	1	10.5
201-500	17	0	12.3	17	0	12.3	17	0	12.3	37	1	10.2	37	1	10.2	37	1	10.2	37	1	10.2
501-1000	18	0	11.8	18	0	11.8	28	1	10.0	38	1	10.0	38	1	10.0	38	1	10.0	38	1	8.5
1001-2000	18	0	11.9	18	0	11.9	39	1	9.8	39	1	9.8	61	2	8.6	61	2	8.6	61	2	8.6
2001-5000	18	0	11.9	18	0	11.9	39	1	9.8	39	1	9.8	63	2	8.6	63	2	8.6	63	2	8.6
5001-10000	18	0	11.9	40	1	9.6	40	1	9.6	65	2	8.0	65	2	8.0	85	3	8.1	85	3	7.5
10001-20000	18	0	12.0	40	1	9.6	40	1	9.6	65	2	8.1	65	2	8.1	70	3	8.1	70	3	7.1
20001-50000	18	0	12.0	41	1	9.4	65	2	8.2	65	2	8.2	95	3	7.5	125	4	7.0	125	4	6.5
50001-100000	18	0	12.0	41	1	9.4	65	2	8.2	95	3	7.0	120	4	6.5	150	5	6.0	150	5	5.5
100001-200000	18	0	12.0	42	1	9.3	65	2	8.2	95	3	7.0	155	5	6.0	210	7	5.5	210	7	5.5
200001-500000	18	0	12.0	42	1	9.3	70	2	7.5	125	4	6.4	155	5	6.0	215	8	5.3	215	8	5.3
500001-1000000	15	0	12.0	42	1	9.3	95	3	7.0	125	4	6.4	185	6	5.4	250	9	5.1	250	9	5.1
1000001-2000000	42	1	9.3	70	2	7.5	92	3	7.0	155	5	6.0	220	7	5.4	300	11	4.5	300	11	4.5
2000001-5000000	42	1	9.3	70	2	7.6	97	3	7.0	190	6	5.6	250	9	4.9	350	14	4.1	350	14	4.1
5000001-10000000	42	1	9.3	70	2	7.6	125	4	6.4	220	7	5.4	305	12	4.5	420	21	3.9	420	21	3.9
10000001-20000000	42	1	9.3	95	3	7.0	160	5	5.9	250	9	4.9	305	15	4.2	455	27	3.7	455	27	3.7

C A P I T U L O I V

COSTOS DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EMPRESA

CALCULO DEL COSTO DEL LOCAL

El costo de construcción y acabado por metro cuadrado incluyendo todos los conceptos, varía desde un mínimo - de \$ 120,000.00 en una construcción tipo popular, hasta -- \$ 180,000.00 en una construcción de lujo.

En nuestro caso consideraremos un costo de - - - - \$ 144,000.00 mt^2 , con lo cual tendremos:

$$4 \text{ mts.} \times 3 \text{ mts.} = 12 \text{ mts.}^2$$

$$\$ 144,000.00 \times 12 \text{ mts.}^2 = 1'728,000.00$$

CALCULO DEL COSTO DEL EQUIPO REQUERIDO

1	Mármol con base	\$	720,000.00
4	Calibradores vernier	\$	384,000.00
1	Calibrador de altura	\$	480,000.00
1	Micrómetro (de 0 a 1)	\$	108,000.00
1	Micrómetro (de 1 a 2)	\$	126,000.00
1	Micrómetro (de 2 a 3)	\$	144,000.00
1	Micrómetro (de 3 a 4)	\$	180,000.00
1	Juego de calibradores de radios	\$	48,000.00
1	Escuadra Universal	\$	60,000.00
1	Compás de exteriores	\$	48,000.00
1	Compás de interiores	\$	48,000.00
1	Escuadra rectificadora	\$	360,000.00
2	Prensas de sujeción a 21,600 c/u	\$	43,200.00
1	Juego de Lainas	\$	30,000.00
1	Truskín	\$	144,000.00

Escantillones para todas las piezas aprox. 3'000,000.00

El costo anterior está basado en precios promedios, aunque en el mercado se tienen de mayor o menor calidad.

CALCULO DEL COSTO DE ILUMINACION

El costo de la iluminación incluyendo instalación - es:

8 Tubos "SLIMLINE" de 1.80 mts. a 18,000 c/u	\$ 144,000.00
4 Lámparas a \$ 500.00 c/u.	<u>120,000.00</u>
	\$ 264,000.00

COSTO DE LOS MUEBLES

1 Escritorio con silla	\$ 300,000.00
1 Mueble de archivo	360,000.00
1 Repisa de madera	<u>240,000.00</u>
	\$ 900,000.00

COSTO POR SUELDOS

Sueldo del jefe del departamento	
\$ 700,000.00 mensual	\$ 8'400,000.00
Sueldo de 3 inspectores	
\$ 340,000.00 mensual c/u	<u>\$12'240,000.00</u>
	\$ 20'640,000.00

COSTO TOTAL

Construcción	\$ 1'728,000.00
Equipo	5'899,200.00
Alumbrado	384,000.00
Muebles	900,000.00
Sueldos	<u>20'640,000.00</u>
T O T A L :	\$ 29'551,200.00

Todos los costos excepto el de sueldos, son costos iniciales; se considera que el equipo tendrá mínimo la duración de un año.

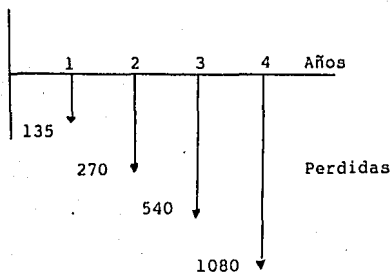
Tomemos en cuenta la siguiente consideración: El porcentaje de piezas defectuosas debidas a materia prima y durante la producción es aproximadamente de un 45%.

JESA en la producción de un año invierte aproximadamente \$ 300'000,000.00. La parte correspondiente al producto defectivo se calcula en \$ 135'000,000.00; esto sin tomar en cuenta la mercancía defectuosa recibida por los clientes, que además de pérdidas ocasiona desprestigio de la empresa.

Comparando el gasto que se debe efectuar para la implantación de un departamento de control de calidad, contra lo que cuesta la producción defectuosa actual, se ve claramente que conviene llevar a cabo el proyecto de instalar el departamento de control de calidad.

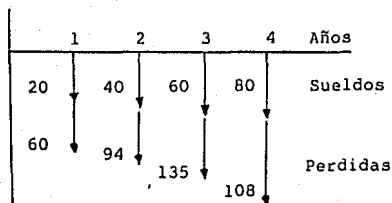
Todos los cálculos fueron efectuados en el mes de Julio de 1987, en donde el valor promedio del Dollar fue de 1,500.00 pesos por \$ 1.00 Dollar U.S.

EVALUACION ECONOMICA



$$VP = 135 (p/f, 90\%, 1) + 270 (p/f, 90\%, 2) + 540 (p/f, 90\%, 3) + 1080 (p/f, 90\%, 4).$$

$$VP = 307'408,500.00$$



$$VP = 9 + 80 (p/f, 90\%, 1) + 134 (p/f, 90\%, 2) + 195 (p/f, 90\%, 3) + 188 (p/f, 90\%, 4).$$

$$VP = 131,072,600.00$$

En la primera gráfica mostramos las posibles pérdidas en los primeros cuatro años, contemplando el no establecer un departamento de control de calidad, en el cual las pérdidas dentro de cuatro años llegarían a sobrepasar el billón de pesos.

En la segunda gráfica mostramos cómo con una pequeña inversión y contemplando salarios y equipo durante cuatro años, se logra una disminución de pérdidas debidas a material defectuoso, a tal grado que en el cuarto año, -- comparado con la gráfica sin control de calidad, las pérdidas equivaldrían a una décima parte de éstas.

Obteniendo los valores presentes de los dos análisis, observamos cómo es más conveniente la implantación de un departamento de control de calidad, puesto que con éste, se lograrán ventajas económicas favorables a la empresa.

Todos los valores se consideraron con una inflación anual del 100%.

CONCLUSIONES

Se ha hecho un estudio más o menos completo, de las condiciones actuales de "JESA", en cuanto a control de calidad se refiere; y como se vio, se carece totalmente de él. Lo anterior ha sido la causa de grandes pérdidas debidas a volúmenes muy elevados de producciones defectuosas. Por lo tanto se requiere:

1.- A la mayor brevedad posible establecer un departamento de control de calidad en JESA.

2.- Para establecer dicho departamento de control de calidad se requiere:

- a) Un local adecuado
- b) Personal
- c) Equipo

3.- El local deberá ser construido según lo determine el dibujo presentado al respecto en el Capítulo Tercero. En él se puede observar la ubicación y distribución proyectada para el departamento de control de calidad de la fábrica.

4.- Inicialmente, el departamento de control de calidad contará con cuatro personas (el jefe y tres inspectores) altamente capacitadas para poder desarrollar una labor efectiva dentro de la empresa.

5.- Para obtener una labor efectiva del departamento, se deberá contar con todo el equipo necesario.

6.- Como en todo departamento actual de control de

calidad, se deberá implantar el uso estadístico en lo referente al control.

7.- Al establecer un departamento de control de calidad en JESA se obtendrán los siguientes beneficios:

a) Al hablar en capítulos anteriores acerca de la situación actual de JESA, se mencionaba que las pérdidas debidas a producciones defectuosas constituyen un porcentaje muy elevado de la producción total. (45%)

El estudio comparativo efectuado de las pérdidas de la empresa por producciones defectuosas, con el dinero gastado en establecer y dar mantenimiento al departamento de control de calidad, se encontró que: la inversión en el departamento de control de calidad es menor que las pérdidas producidas por las piezas defectuosas. La labor desempeñada por el departamento irfa disminuyendo las fallas de producción hasta llegar a ser mínimas; lo que se traduciría en una recuperación del costo de la inversión en unos cuantos meses.

Por lo anterior, desde el punto de vista económico es sumamente conveniente para la empresa el establecer un departamento de control de calidad.

b) Ventas.- Al producir JESA artículos de calidad, incrementarán su prestigio y aumentarán sus ventas, pudiendo competir favorablemente en el mercado.

B I B L I O G R A F I A

CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD

Eugene I. Grant y Richard S. Leavenworth

Editorial C.E.C.S.A.

CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD

A.V. Feigenbaum

Editorial C.E.C.S.A.

ANALISIS ESTADISTICO

Ya-Lun-Chau

Editorial Interamericana

ESTADISTICA APLICADA

Bernard Ostle

Editorial Limusa Wiley

MANUAL DE PRODUCCION

Alford y Bangs

Editorial U.T.E.H.A.