

**INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS  
SUPERIORES DE MONTERREY**

ESCUELA DE INGENIERIA

**PRACTICAS SEGUIDAS PARA CONTROL  
DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA  
EN LA INDUSTRIA**

TESIS PROFESIONAL

INGENIERO MECANICO ADMINISTRADOR

**VIRGILIO MORALES ALANIS**

1957

TL  
TS161  
.M6  
c.1





1080094234

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY**

*600568*

**I.T.E.S.M.  
BIBLIOTECA**

DONATIVO DE *Fingler*  
*Marcelo Amis p. 5.*

*2* de *Junio*, de 19*57*

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

ESCUELA DE INGENIERÍA

VT  
1012T  
24.  
1.0

" PRÁCTICAS SEGUIDAS PARA CONTROL DE CALIDAD  
DE MATERIA PRIMA EN LA INDUSTRIA "

TESIS PRESENTADA POR:

VIRGILIO MORALES ALANIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO ADMINISTRADOR

MONTERREY, N.L. JUNIO 1957.



A MIS PADRES

A MIS MAESTROS

## INTRODUCCION

1	Enunciado del Problema. . . . .	1
2	Objetivo. . . . .	1
3	Importancia. . . . .	2
4	Limitaciones. . . . .	3
5	Método de Ataque. . . . .	3

## I FUNDAMENTOS Y CONCEPTOS BASICOS DE TEORIA ESTADISTICA.

1	Elaboración de datos estadísticos . . . . .	5
2	Tabla de Frecuencia. . . . .	7
3	Medidas de tendencia central. . . . .	8
	A) Media Aritmética. . . . .	8
	B) Modo. . . . .	9
	C) Mediana. . . . .	9
4	Medidas de variación o dispersión. . . . .	10
	A) Desviación estandar. . . . .	10
	B) Amplitud. . . . .	11
5	Formas de distribución. . . . .	11
	A) Curva Normal. . . . .	11
	B) Distribución binomial. . . . .	14
	C) Distribución de Poisson. . . . .	15

## II MUESTREO PARA LA ACEPTACION.

1	Generalidades . . . . .	16
	A) Inspección del 100 % . . . . .	16
	B) Inspección por Muestreo . . . . .	17
2	Planes de Muestreo para la Aceptación por Atributos . . . . .	20
	A) Planes de Muestreo Simple . . . . .	21
	B) Planes de Muestreo Doble . . . . .	27
	C) Planes de Muestreo Múltiple o Secuen- cial . . . . .	28
	D) Tablas de Muestreo Publicadas . . . . .	28
3	Planes de Muestreo para la Aceptación por Variables . . . . .	35
	A) Diferentes criterios para la acepta- ción por variables . . . . .	37
	B) Plan de muestreo por variables desarro- llado por Dorian Shainin conocido como método Lot Plot . . . . .	38

## III GRAFICAS DE CONTROL . . . . . 41

1	Gráficas de Control por Variables . . . . .	44
	A) Gráficas $\bar{X}$ . . . . .	46
	B) Gráficas A . . . . .	48

CAPITULO	INDICE	PAG.
	2 Gráficas de Control por Atributos. . . . .	50
	A) Gráficas p . . . . .	50
	B) Gráficas c . . . . .	54
IV	ORGANIZACION PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA. . . . .	56
V	INVESTIGACION DE LAS PRACTICAS SEGUIDAS PARA CONTROL DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA EN LA INDUSTRIA LOCAL. . . . .	59
VI	CONCLUSIONES. . . . .	75
VII	BIBLIOGRAFIA. . . . .	80

## INTRODUCCION

### I. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

El control de calidad es una teoría moderna que se ocupa de la coordinación de esfuerzos en la organización de manufactura de tal modo que la producción se lleve a cabo en los niveles más económicos que permitan obtener completa satisfacción en los consumidores.

Las áreas de que se ocupa el control de calidad son nuevos diseños, materia prima, procesos y productos.

El problema que se tratará en esta Tesis, es el de Control de calidad de la materia prima.

### II. OBJETO DE ESTA TESIS

Es esencial que la materia prima adquirida por una industria esté de acuerdo con las especificaciones requeridas para su posterior uso en producción.

El control de calidad cuenta con una herramienta muy importante para determinar si la materia prima, cumple o no con las especificaciones, esta herramienta es la inspección.

La larga historia de actividad industrial, para lograr obtener el control requerido sobre la calidad de mate-

ria prima, refleja el hecho de que una amplia variedad de ataques han sido usados para este propósito de control, al extremo de que existen plantas que no llevan procedimiento de control alguno, o un procedimiento sumamente informal a tal grado que esas plantas están confiadas a la suerte de que sus materias primas sean aceptables cuándo están siendo usadas en producción.

En el otro extremo se encuentran aquellas plantas - que inspeccionan su materia prima tan rígidamente que tienen por consiguiente pérdidas en dinero, tiempo y esfuerzo que lograrían evitar con un procedimiento de control adecuado.

Por consiguiente el objeto de ésta Tesis, es investigar los métodos o procedimientos para el control de calidad de materia prima en la industria.

### III. IMPORTANCIA

El control de calidad de materia prima es de mucha importancia para la industria debido a que viene siendo la base del producto final y además represente un alto costo - en por ciento del total.

Es de vital importancia el establecimiento de un procedimiento adecuado para el control de calidad de la materia prima, ya que con un control inefectivo o no adecuado pueden

sobrevenir dificultades en la producción y aún más, encontrar o descubrir la falta cuando el producto ha sido completamente elaborado, lo cual se traduce en costos más altos — por el tiempo, esfuerzo y material perdido al aceptar un lote de materia prima defectuosa.

#### IV. LIMITACIONES

Se considerará en primer término todos los métodos existentes de inspección y los gráficos ilustrados en la literatura, como las prácticas teóricas que pueden seguirse — para el control de calidad de materia prima en la industria.

Siendo el número de industrias muy grande y muy variado el tipo de manufactura, para la investigación solamente se considerarán aquellas industrias que en cuya manufactura empleen lámina como materia prima, y se limitará solamente a la industria local.

#### V. METODO DE ATAGUE

En primer término se hará la revisión de la literatura para determinar los conceptos y fundamentos básicos de la teoría estadística para el control de calidad y de las prácticas recomendadas por la misma literatura.

Después se hará la investigación de los procedimientos seguidos en la industria local.

Y por último se comprobarán los procedimientos reco  
mendados por la literatura con las prácticas seguidas en la  
industria local.

## CAPITULO I

### FUNDAMENTOS Y CONCEPTOS BASICOS DE TEORIA ESTADISTICA

#### I. ELABORACION DE DATOS ESTADISTICOS

El método científico es el medio empleado para formar conclusiones apoyadas en hechos más que en opiniones. En una importante proporción, el método científico comprende la expresión de una hipótesis y luego la confirmación o negación de la misma con el empleo de datos experimentales. El empleo de estos datos implica la recopilación de hechos y su análisis para confirmar o negar la hipótesis.

Las técnicas que han sido preparadas para tratar — cuestiones como ésta se llaman métodos estadísticos, que — forman un conjunto de técnicas o herramientas empleadas para estudiar o interpretar los datos influidos por cierto número de causas o fuerzas que actúan juntas.

La palabra estadística tiene dos significados; en plural significa simplemente datos numéricos, pero usada en singular se define como la ciencia que trata de la recopilación, la organización, el análisis y la interpretación de una gran serie de datos. El primer sentido se refiere a la materia prima con que empezamos y el segundo se refiere al proceso que empleamos para extraer el máximo de información de este material.

El punto de partida entonces sería la recopilación cuidadosa y sistemática de información, lo cual se transformaría en una basta cantidad de datos disponibles, que para entenderlos o analizarlos es necesario disponer los datos — en forma más compacta pues la mente humana no puede, sin — ayuda de ciertas técnicas, asimilar más que un puñado de hechos de una vez. Es necesario tabular o ordenar los datos con objeto de prepararlos para el análisis e interpretación.

En general el análisis puede producir valores típicos estadísticos, cada uno de los cuales es una medida de — alguna propiedad importante de la masa original de datos.

Se dispone de varios métodos para conocer el valor de tales mediciones numéricas como las del promedio y la variación.

Solo a partir de una muestra de todas las posibles piezas resulta posible conocer las características de todo el grupo o universo del cual se sacó la muestra, es posible estimar los errores del muestreo en los resultados, es posible estimar como las muestras repetidas tenderán a concor—dar con el primer ensayo, es posible estudiar las relacio—nes entre grupos de mediciones y expresar la confianza que puede prestarse a cada conclusión.

## 2. TABLA DE FRECUENCIA

Una forma de poner en orden una masa de datos o hechos cuantitativos que se presenten en forma desordenada es la tabulación, a esta tabulación se le suele llamar tabla de frecuencia cuando los valores son clasificados de acuerdo al número de veces que estos aparecen.

El agrupamiento se efectúa dividiendo en celdas o intervalos de clase la escala de medida, no existen reglas universalmente aplicables para determinar el número de celdas y la posición de los límites; pero generalmente es conveniente que sean entre 10 y 20 celdas y los límites pueden ser escogidos equidistantes entre 2 posibles observaciones. No obstante si el número de observaciones es muy pequeño — puede emplearse un número más reducido de celda por ejemplo de 5 a 10.

La distribución de frecuencia se representa gráficamente por medio de:

a) El histograma de frecuencias que en algunos respectos es el mejor. En esta gráfica los lados de las columnas representan los límites superior e inferior de las celdas, y la altura y áreas de estas columnas son proporcionales a las frecuencias dentro de la celda.

b) El gráfico de Barras usa barras centradas en el

punto medio de las celdas y la altura de las barras es proporcional a las frecuencias dentro de la celda.

c) El polígono de frecuencia consiste de una serie de líneas rectas uniendo pequeños círculos los cuales son gráficos en el punto medio de la celda con una altura proporcional a la frecuencia de la celda.

### 3. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL

Al examinar los datos se hallará normalmente que unos pocos valores son extremadamente altos o extremadamente bajos. La mayor parte de los datos tiende a concentrarse en una región que se halla en algún sitio entre los dos extremos, a este fenómeno se le llama Tendencia Central, la medida de la Tendencia Central es una de las medidas fundamentales en todo análisis estadístico.

#### A. Media Aritmética.

Empleada usualmente para distribuciones simétricas o casi simétricas, o para distribuciones que carecen de una sola cresta claramente dominante.

Corresponde al valor representativo de la distribución y se representa ordinariamente por  $\bar{X}$  y se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

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

En donde  $x_j$  es el valor de una observación individual

$\Sigma$  = La suma de -----

$n$  = El número de observaciones

Las características principales de la media aritmética son:

1o.- Toma en cuenta todos los valores de la distribución.

2o.- Fácil de calcular y de carácter completamente algebraico.

3o.- Tiene relativamente pequeño error de muestreo.

4o.- Queda fuertemente afectada por valores extremos.

#### B.- Modo.

Es el valor de la abscisa que corresponde a la ordenada máxima, o sea que corresponde al valor de  $x_j$  para el cual la frecuencia es máxima.

Es empleado para distribuciones marcadamente asimétricas que describen una situación irregular en que se hallan 2 crestas o también para eliminar los valores extremos.

El valor del modo se obtiene localizando el valor más frecuentemente repetido en la agrupación.

#### C.- Mediana.

Es el valor situado en el punto medio cuando los da

tos están ordenados en magnitudes crecientes, usadas generalmente, para distribuciones en que el modo no está bien definido y para reducir los efectos de los valores extremos.

#### 4. MEDIDAS DE VARIACION O DISPERSION

La forma en la cuál los datos se extienden alrededor de la tendencia central se llama dispersión.

La medida de la dispersión es la segunda de las 2 medidas fundamentales en el análisis estadístico.

Las medidas de variabilidad y dispersión más importantes son la desviación estándar, la amplitud y la variancia.

##### A.- La Desviación Estándar.

Es la más eficaz de las medidas de dispersión y es muy útil en las matemáticas de la teoría estadística.

Se obtiene: 1) anotando la desviación de cada pieza con respecto a la media aritmética.

2) Sumando los cuadros de las desviaciones.

3) dividiendo por el número de observaciones.

4) sacando la raíz cuadrada lo cual se representa en la siguiente forma:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{n}}$$

En donde:

$\sigma$  = Desviación Estándar.

$\Sigma$  = Suma de -----

$(x_i - \bar{x})$  = Diferencia típica entre una observación y el promedio.

$n$  = Número de observaciones.

### B. Amplitud.

Es la diferencia entre el valor más grande y el valor más pequeño observado, por lo general se representa por la letra "A" este valor es usado particularmente en las gráficas de control.

## 5. FORMAS DE DISTRIBUCION

En algunos casos no es suficiente determinar la tendencia central y la dispersión sino que es necesario la descripción de las formas de distribución las cuales están -- usualmente expresadas matemáticamente por ecuaciones que -- describen las curvas y pueden ser trazadas en papel milimétrico.

### A. Curva Normal.

Es la forma de distribución más comúnmente usada en el control estadístico de la calidad. Es llamada también -- curva normal de error, curva de probabilidades, o curva de Gauss.

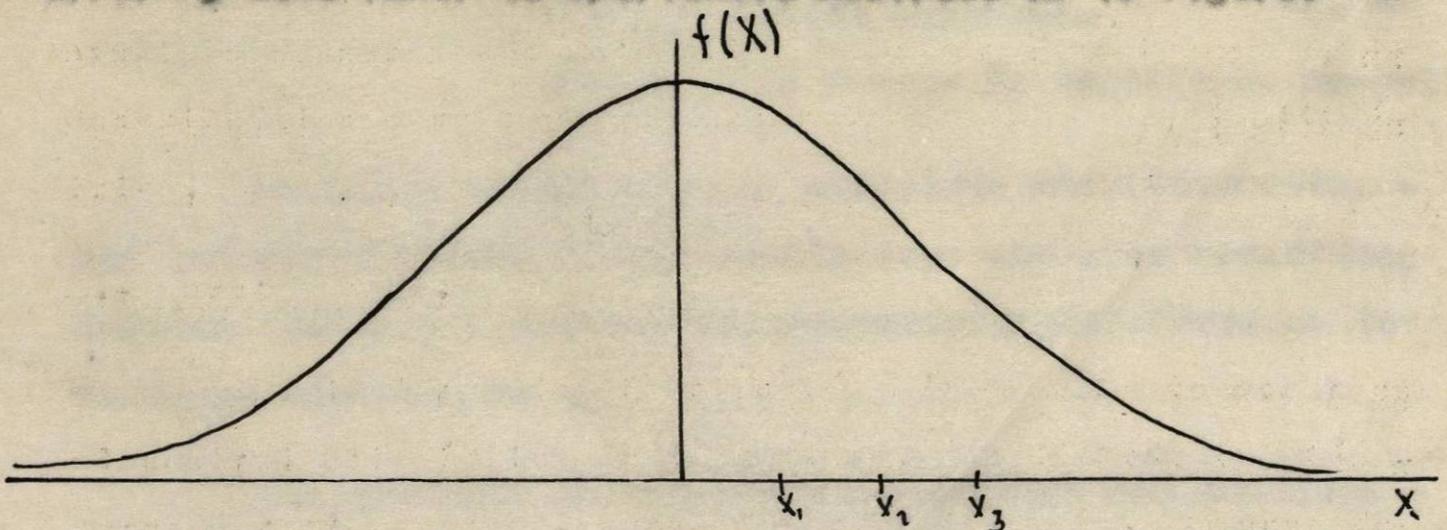
Teóricamente la curva normal se caracteriza por -- errores  $X_1$  accidentales. Sea la probabilidad de hacer un -- error  $X_1$  determinado por  $f(X_1)$  y haciendo la suposición de que tanto los errores positivos como los negativos tienen -- igual probabilidad de suceder determina que:

$$f(X_1) = f(-X_1)$$

que establece que  $f(X_1)$  es una función par. La hipótesis de que los errores más pequeños tienen mayor probabilidad -- de suceder que los grandes requiere que  $f(X)$  sea una función decreciente para  $X \geq 0$  y puesto que no pueden suceder -- errores infinitamente grandes.

$$f(\infty) = 0$$

Estas observaciones nos llevan a la conclusión que la función  $f(X)$ , que da la probabilidad de que suceda el error  $X$ , debe tener la apariencia mostrada en la figura:



En donde los errores  $X_i$  están arreglados en orden de magnitud creciente.

Recalcando el hecho de que las áreas bajo la curva representan la probabilidad de que suceda un error de cualquier tamaño  $X$  es claro que el área bajo esta curva entre los límites de infinito o más infinito debe ser la unidad para todos los errores que hay posibilidad de que aparezcan de menos infinito a más infinito.

La curva normal está representada por la siguiente ecuación:

$$f(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(X - \bar{X})^2}{2\sigma^2}}$$

En donde:

$f(X)$  = Frecuencia del valor  $X$

$X$  = Valor de la variable independiente

$\bar{X}$  = Promedio de la distribución.

$\sigma$  = Desviación estándar.

$e = 2.71828$  = base de logaritmos neperianos.

La curva normal ha sido estudiada minuciosamente, por los estadísticos, y sus propiedades son bien conocidas. Existen tablas que indican las ordenadas y las áreas de la curva en términos de .

Los gráficos de control como se verá más adelante están basados en la curva normal.

### B.- Distribución Binomial.

La forma de distribución binomial depende 1) de los valores de  $p$  y  $q$  en donde " $p$ " es la probabilidad de que un suceso se produzca, y " $q$ " la probabilidad de que un suceso no se produzca. 2) del valor del exponente que indica el número de pruebas.

Se representa por:

$$(p + q)^n$$

Si  $p$  y  $q$  son iguales es evidente que la distribución será simétrica, puesto que  $p$  y  $q$  podrán intercambiarse sin que se altere el valor de ningún término, y los términos equidistantes de los 2 extremos serán por consiguiente iguales.

La desviación media de la distribución Binomial es  $np$  y su desviación típica es:

$$\sqrt{npq}$$

### C.- Distribución de Poisson.

La forma de distribución de Poisson, depende estrictamente del valor del promedio, se aplica al control de la calidad siempre que sea pequeña la probabilidad de que ocurra el hecho ( $p$  menor que .10) o se utiliza cuando  $np \leq 5$ .

La media de esta distribución es  $np$  y su desviación tipo es simplemente la raíz cuadrada del número de hechos esperados. De aquí que el cálculo de los límites de control es muy sencillo, sin embargo debe observarse que cuando se emplean los límites  $3\sigma$ , no representan niveles de igual importancia en el límite superior que en el inferior, porque la distribución de Poisson es asimétrica.

## CAPITULO II

### MUESTREO PARA LA ACEPTACION

#### I. GENERALIDADES

Para decidir si la materia prima, que ha sido comprada es aceptada o rechazada, es necesario que ésta cumpla con las especificaciones que han sido dadas para su aceptación.

La información ofrecida por la especificación, puede contener la definición de lo que es una unidad de producto, detalles sobre las características de calidad del producto, métodos de ensayo, criterios para la aceptación o el rechazo.

Para comprobar si la materia prima cumple o no con las especificaciones que han sido dadas, el control de calidad cuenta con una herramienta llamada inspección, la cual puede ser de dos formas principales.

1o. Inspección del 100% del producto la cual es también llamada inspección detallada.

2o. Inspección por muestreo o inspección menor del 100%.

1.- La Inspección del 100% consiste en revisar las características de calidad o examinar las especificaciones del material de cada una de las unidades contenidas en el -

lote.

En algunos casos la inspección del 100% es necesaria y ofrece mayor seguridad de que el material aceptado es libre exento de defectos.

En otros casos la inspección del 100% se hace imposible efectuarla, ya que la materia prima tiene que ser sometida a ensayos destructivos.

Los inconvenientes que presenta la inspección del 100% serían los siguientes:

- 1o. El costo que representa, es alto la mayor parte de las veces.
- 2o. Representa mayor fatiga y monotonía para los inspectores.
- 3o. Los inspectores no hallan todos los defectos. Los experimentos han demostrado que un inspector comprobando todas las piezas, en las partidas que se le someten, ordinariamente es capaz de separar solo del 70% al 95% de piezas defectuosas, así pues aún en condiciones favorables, algunas de las piezas defectuosas normalmente permanecerán después de ser inspeccionada la partida por 2 o 3 inspectores.

## 2. INSPECCION POR MUESTREO O INSPECCION MENOR DEL 100%

Muestras Es el término usado para identificar un

grupo reducido de valores obtenidos del universo, que tomamos para medir y determinar algún valor que nos defina lo más aproximadamente posible el universo.

Por lo tanto, la muestra viene siendo la porción — del universo en la cual los diferentes valores deben encontrarse aproximadamente en la misma proporción que en el universo.

Universo se refiere al grupo de elementos que tienen ciertas características comunes.

Entonces la inspección por muestreo consiste en examinar las características de calidad o las especificaciones del producto por medio de una o varias muestras sacadas de la partida o universo.

La inspección para muestreo tiene las siguientes ventajas sobre la inspección del 100%.

a).— Para cualquier partida la inspección por muestreo es menos cara que la inspección detallada, con tal de que el costo de hallar un defecto sea menor que el costo de dejar de hallarlo.

b).— En muchos casos la inspección en detalle no es económica y ni siquiera posible.

c).— Puede aplicarse para obtener la seguridad desea

da en la calidad de la partida aún en los casos en que los ensayos factibles sean de naturaleza destructiva.

d).— Se dedica menos horas de trabajo en la selección de piezas buenas y malas.

e).— Pueden comprobarse regularmente más características de la calidad ya que el costo de inspección por partida es menor que la inspección 100%.

f).— Se requieren menos inspectores con lo cual se simplifica el problema de adiestramiento.

g).— El conocimiento del inspector de que sus resultados a partir de una muestra pueden conducir a una importante decisión respecto a una partida entera, tiende a aumentar su sentido de responsabilidad y cuidado.

h).— Cuando se reciben intermitentemente partidas de materia prima de diferentes fuentes, los inspectores del muestreo examinan menos piezas de una clase determinada y por consiguiente están menos expuestos a la monotonía.

i).— Menor personal de inspección puede tomar decisiones respecto a un volumen de material mayor.

Evidentemente el propósito de la aceptación por muestreo es obtener muestras que conduzcan a decisiones acertadas respecto a las partidas.

El muestreo puede ser principalmente de 2 tipos según sea la técnica usada en la selección de las muestras de la masa o universo. El primer tipo es el llamado muestreo simple al azar, que consiste en dar a cada término del universo la misma oportunidad de ser seleccionado o de ser incluido en la muestra.

El segundo tipo es el llamado muestreo estratificado al azar que consiste en:

1o. dividir el universo en estratos de acuerdo a una o más características.

2o. el número de términos a ser seleccionados de cada estrato es determinado por el requerimiento de que la representación proporcional de cada estrato en la muestra sea la misma que en el universo.

3o. una muestra es tomada al azar de cada estrato.

4o. las muestras escogidas de cada estrato son entonces combinadas para obtener el muestreo estratificado.

## II. PLANES DE MUESTREO PARA LA ACEPTACION.

Los planes de muestreo para aceptación pueden ser basados en inspección por atributos o en inspección por variables.

1) Las mediciones por atributos contra las mediciones por variables.

Cuando un sistema de medición puede ofrecer lecturas cuantitativas en cualquier parte o a lo largo de la escala de medición se dice que es un sistema de medición variable.

Cuando las lecturas son sólo cualitativas, el sistema es de medición por atributos, con este sistema de medición se graduaría el producto "pasa no pasa", "defectuoso o no defectuoso" o se usa una clasificación similar.

## II. PLANES DE MUESTREO PARA LA ACEPTACION POR ATRIBUTOS

En inspección para aceptación, un artículo defectuoso es uno que falle conforme a las especificaciones en una o más características de calidad. Un común procedimiento en la aceptación por muestreo es considerar cada lote sometido de producto separadamente, y basar la decisión sobre la aceptación o rechazo del lote sobre la evidencia de una o más muestras escogidas al azar del lote.

Por lo tanto se puede disponer de muchos planes posibles de muestreo y es conveniente clasificarlos en tres grupos como planes simples, planes dobles y planes múltiples.

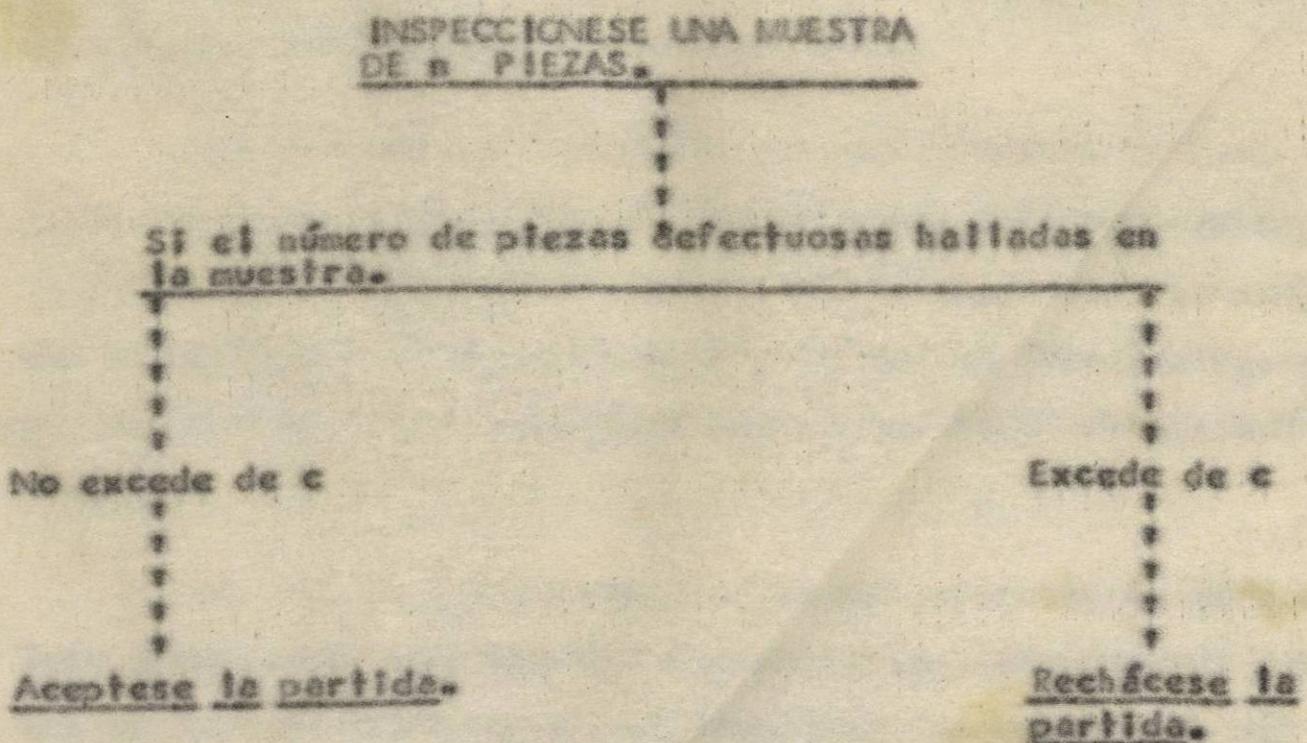
### A. Planes de muestreo simple.

En estos planes la decisión de aceptar o rechazar

una partida se basa en los resultados de la inspección de un solo grupo de piezas sacadas de la partida.

Cualquier plan sistemático para muestro simple requiere que tres números sean especificados. Uno es el número de piezas  $N$ , en el lote del cuál la muestra fue sacada. El segundo es el número de piezas  $n$ , en la muestra escogida al azar de el lote, (partida). El tercero es el número de aceptación  $c$ .

Este número de aceptación es el máximo número de piezas defectuosas permitidas en la muestra, más de  $c$  defectuosas causará el rechazo del lote. Lo anterior se apreciará mejor por medio de la figura Núm. 2.



La curva característica de operación de un plan de muestreo para la aceptación demuestra la habilidad de cada plan en particular para distinguir entre los lotes buenos o malos.

Básicamente dicha curva indica para un plan particular de muestreo, la relación entre la fracción de piezas defectuosas en una partida, y la probabilidad de que el plan de muestreo acepte la partida en cuestión. Las características de funcionamiento de los planes de muestreo están — usualmente clasificados mediante uno de dos criterios básicos.

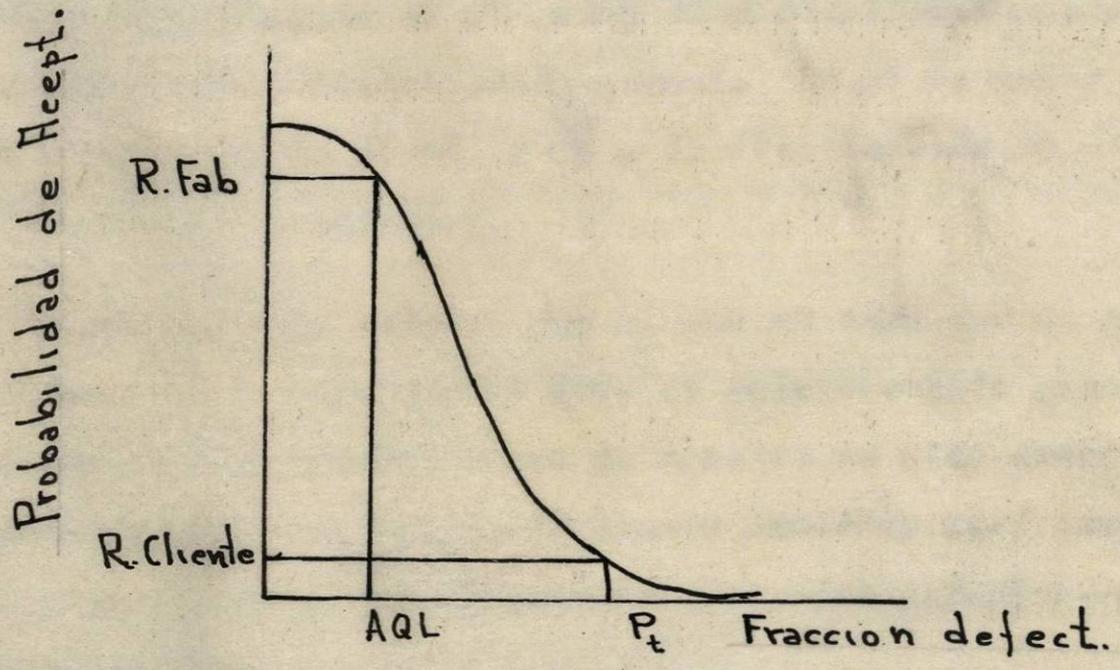
1o. Ciertos puntos clave en las curvas que indican las aceptaciones esperados con distintos niveles de calidad de entrada como promedio en muchos lotes.

a) Una calidad especificada del producto de cada lote expresada en la fracción de artículos defectuosos, presentando una probabilidad elegida de ser aceptada. La calidad especificada se llama fracción defectiva tolerada  $P_d$  — en la partida, la probabilidad elegida se llama riesgo del cliente.

b) Una calidad especificada del producto de cada lote (expresada en porcentaje de artículos defectuosos) tal que el plan de muestreo dé por resultado la aceptación del porcentaje elegido de las partidas de esta calidad sometidas

das a la inspección. Dicha calidad específica se llama el nivel de calidad aceptable (A. O. L.)<sup>20</sup>

Lo anterior se apreciará mejor por medio de la figura 20.



20. Un porcentaje límite de artículos defectuosos que a la larga debe presentar el producto aceptado, y que se llama límite de calidad media resultante (A.O.Q.L.)<sup>20</sup>

La curva característica de operación de un plan de muestreo puede fácilmente ser construida a partir de la distribución normal o de la distribución de Poisson.

Si los lotes son grandes, digamos más de 10 veces el tamaño de la muestra, las probabilidades son dadas ade--

<sup>20</sup> Acceptable Quality Level  
<sup>20</sup> Average Outgoing Quality Limits.--

cuadamente por la distribución binomial, pero si las muestras son también grandes la distribución normal o de Poisson pueden ser usadas.

Si la fracción defectuosa  $p^*$  del lote es mayor que 0.10 o más, generalmente si  $p^* n > 5$  la probabilidad puede ser encontrada de la distribución normal. Si  $p^*$  es menor que 0.10 y ciertamente si  $p^* n < 5$ , la distribución de Poisson da mejores resultados.

Es conveniente aclarar que el uso de cada una de estas distribuciones asume que el lote es relativamente grande comparado con la muestra y que la muestra ha sido escogida al azar. Si el lote es relativamente pequeño, será necesario usar la distribución hipergeométrica para calcular las probabilidades.

Para control de calidad o para las mediciones de las características de calidad. La fracción defectuosa del lote es pequeño y los lotes son relativamente grandes así que la distribución de Poisson es la más comúnmente usada para calcular los valores de la ordenada de la curva característica de operación.

Un método muy sencillo para obtener la curva característica de un plan típico de muestreo es utilizando las curvas exponenciales de Poisson, también llamadas curvas de

Thorndike. El método es aplicable cuando  $p^*$  es pequeño — (menos de 0.10) y la magnitud de muestra es bastante grande pero pequeña comparada con la partida de la cual se saca.

Como ilustración del método antes mencionado supondremos un ejemplo: 1) Deseamos conocer la curva característica de operación para un plan típico de muestreo en donde el tamaño de la muestra sea igual a 100,  $n = 100$  y el número de aceptación  $c = 3$

Se supone primeramente que el lote contenga el 2% de piezas defectuosas  $p^* = 0.02$

1) calcúlese  $np^* = 2$

2) En las gráficas de las curvas de Thorndike<sup>o</sup> se halla este número en el extremo inferior.

3) Se sube en línea recta hasta la curva que indica el mayor número de piezas defectuosas en la muestra que permitirán que la partida sea aceptada bajo el plan.

En esta ilustración  $c$  será = 3

4) Después se sigue hacia la izquierda y se halla la probabilidad de aceptación  $P_a$  que en nuestro ejemplo es 0.86.

5) Luego se pone en el gráfico el valor de 0.86 contra el 2% como un punto de la curva OC.

---

<sup>o</sup> Véase gráfica adyacente.

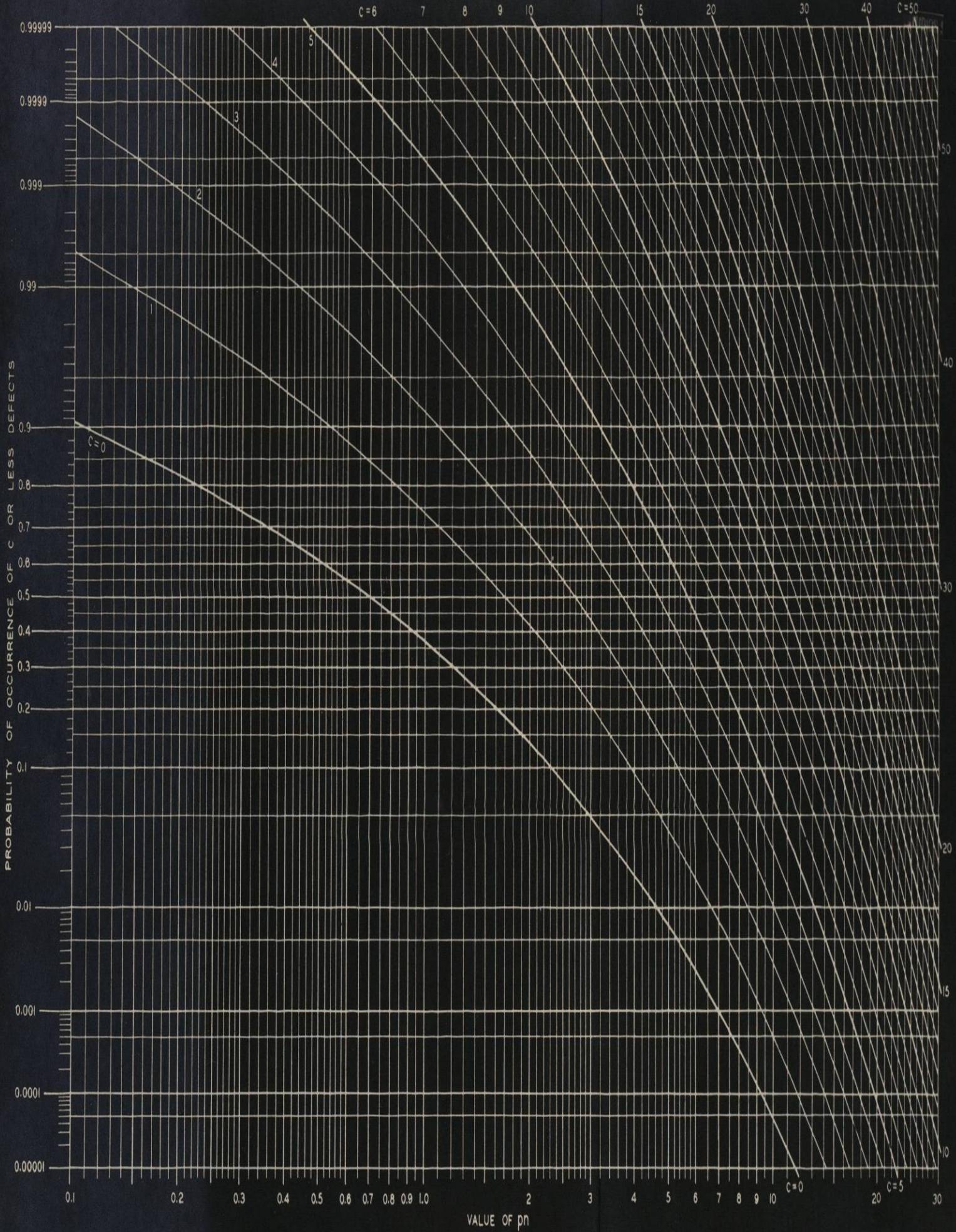


Fig. 6—Cumulative probability curves—Poisson exponential. For determining probability of occurrence of  $c$  or less defects in a sample of  $n$  pieces selected from an infinite universe in which the fraction defective is  $p$  (A modification of chart given by Miss F. Thorndike *B. S. T. J.*, October 1926).

6) Después se repite la misma operación para varios valores de  $p^1$  de modo que puedan trazarse varios puntos clave.

7) Luego uniendo los puntos se obtiene la curva característica de operación para un plan típico con  $n = 100$  y  $c = 3$ .

### B.- Planes de muestreo doble.

El muestreo simple decide si se acepta o se rechaza un lote sobre la base de una muestra sacada al azar de ese lote.

El muestreo doble permite retrasar la decisión de aceptación o rechazo de un lote, hasta que una segunda muestra haya sido tomada. Un lote puede ser aceptado en la primera muestra si ésta es lo suficientemente buena, o rechazado si es demasiado mala. Si la primera muestra no es lo suficientemente buena ni mala, entonces la decisión de la aceptación se basa en la primera y segunda muestra combinadas.

En general el muestreo doble permite menos inspección total que el muestreo simple para cualquier protección de calidad.

Tiene la ventaja psicológica de dar al lote una segunda oportunidad de ser aceptado.

El plan de muestreo doble es designado por cuatro -

números  $n_1, n_2, c_1, c_2$ . Siendo  $c_1 < c_2$ .

La forma de operación del plan de muestreo doble es como se indica en la figura Núm. 3.

#### C.- Planes de muestreo múltiple o secuencial.

Consiste en escoger las muestras de un lote al azar y difieren de las de muestreo simple y doble en el número de muestras que son tomadas para llegar a una decisión de aceptación o rechazo.

Usualmente los planes de muestreo múltiple o secuencial pueden ser diseñados teniendo las curvas características de operación muy similares a las curvas de cualquier plan dado de muestreo simple o doble.

La operación esquemática del muestreo múltiple o secuencial se muestra en la figura Núm. 4.

#### D.- Tablas de muestreo publicadas.

Muchas tablas de muestreo estadístico han sido desarrolladas en la década pasada y algunas de ellas han sido publicadas en una forma que es posible hacerlas de uso general. Las publicaciones más importantes y mejor desarrolladas son:

1o. Sampling Inspection Tables; Dodge Romg.

INSPECCIONESE UNA PRIMERA  
MUESTRA DE  $n_1$  PIEZAS

SI el número de piezas de-  
fectuosas encontradas en  
la primera muestra.

No excede de  $c_1$

Excede de  $c_1$  pero no de  $c_2$

Excede de  $c_2$

Inspeccionese una segunda  
muestra de  $n_2$  piezas.

SI el número de piezas defectuosas en-  
contradas en la primera y segunda muestra  
combinadas.

No excede de  $c_2$

Excede de  $c_2$

Aceptese el  
Lote

Rechácese el  
Lote

FIGURA NUM. 3 ESQUEMA PARA MUESTREO DOBLE.

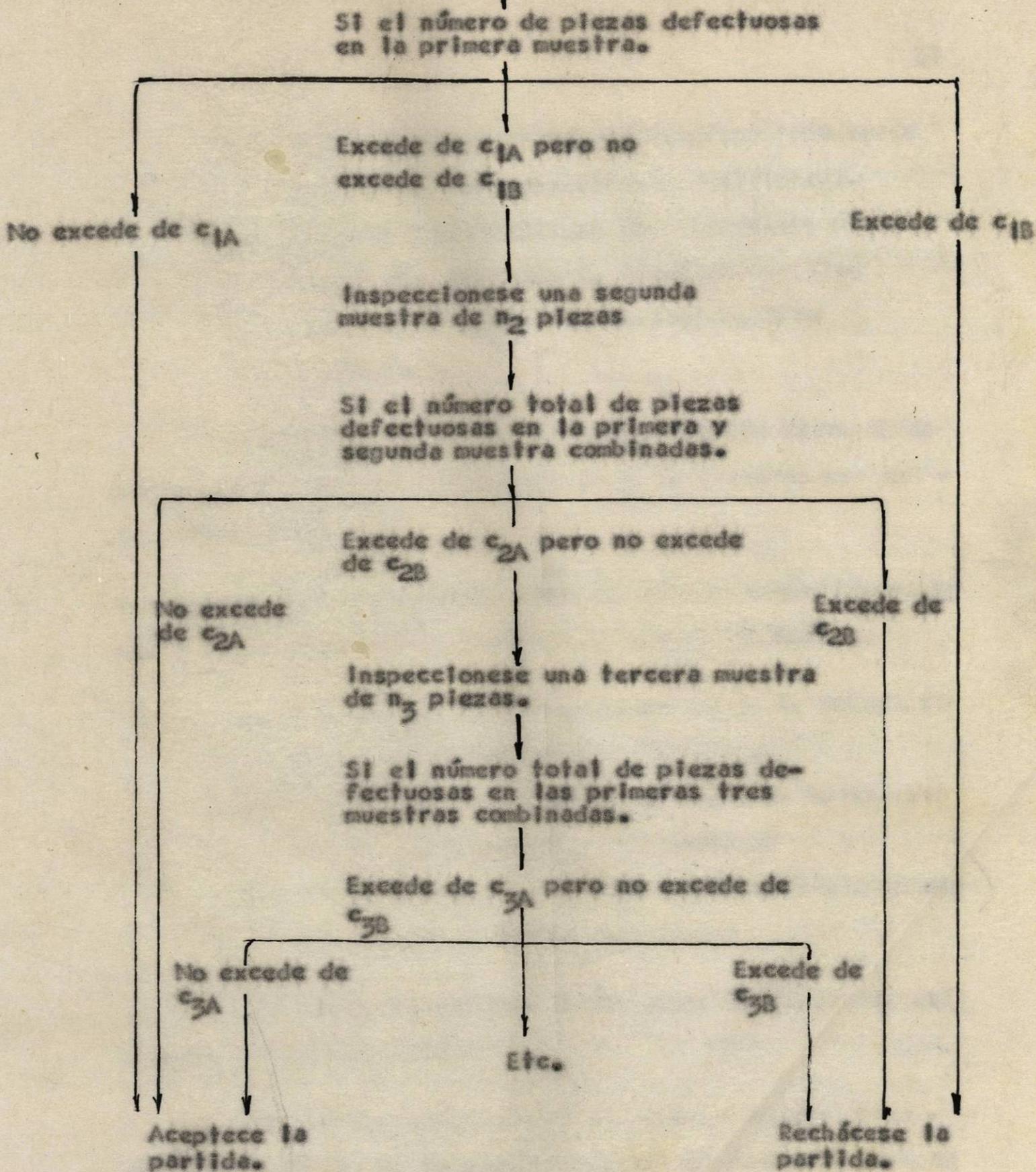


FIGURA NUM. 1.

ESQUEMA PARA MUESTREO MULTIPLE O SECUENCIAL.

20. Military Standard 105 A; Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes.
30. General Specifications for Inspection of Material. Appendix X, Standard Sampling Inspection Tables by Attributes, Navy Department.

A continuación se dará una explicación breve de en qué consisten las dos primeras tablas de muestreo por ser las principales.

1.- Tablas de Dodge Romig: Incluyen planes de muestreo simple y doble y presentan 4 distintas series de tablas.

- 1.- Tablas para muestreo simple según la tolerancia de piezas defectuosas por partida.
- 2.- Tablas para muestreo doble según la tolerancia de piezas defectuosas por partida.
- 3.- Tablas de muestreo simple según el límite medio de calidad de salida (A.O.Q.L.)

4.- Tabla de muestreo doble según el límite de calidad de salida (A.O.Q.L.)

Las cuatro series de tablas fueron ideadas para ofrecer un mínimo de inspección total del producto para un promedio dado del proceso.

La primera y la segunda serie de tablas se clasifican, según la tolerancia en la partida de piezas defectuosas ( $p'$ ) a un riesgo constante del cliente de 0.10. Los planes disponibles para la tolerancia por partida varían de 0.5% a 10% de piezas defectuosas.

Para la selección de un plan de estas tablas requiere; la magnitud de la partida que se debe someter al muestreo y el promedio ordinario de la calidad llamado también promedio del proceso.

La tabla usada indicará el tamaño de muestra requerido y el número de piezas defectuosas permitidas en la muestra.

Por lo contrario la tercera y cuarta serie de tablas se clasifican según el límite medio de la calidad de salida (A.C.Q.L.). Los valores disponibles de A.C.Q.L. varían de 0.1% a 10%. Los planes de tolerancia por partida aseguran un riesgo del cliente consistentemente bajo con valores variables de A.C.Q.L.

En cambio los planes de A.C.Q.L. ponen de relieve a la larga el límite respecto a la calidad mediocre pero no tratan de ofrecer una seguridad uniforme de que no se dejen pasar partida de baja calidad.

Para el uso de las tablas según el límite medio de

la calidad de salida (A.O.Q.L.) es necesario conocer:

- a) El tamaño del lote sometido a inspección.
- b) La protección deseada del A.O.Q.L. Límite medio de la calidad de salida para el material en ques tién.
- c) La calidad promedio o promedio del proceso del material presentado para inspección.

La tabla A.O.Q.L. usada indicará; el tamaño de la muestra requerida y el número de piezas defectuosas permitidas en la muestra. Si la muestra contiene más que el número permitido de piezas defectuosas, entonces el lote deberá ser inspeccionado 100% y las unidades defectuosas cambiadas por buenas.

## 2. TABLAS DE NORMAS MILITARES

Estas tablas tienden a devolver al proveedor las partidas rechazadas, por consiguiente toman como punto de partida una definición de un nivel aceptable de calidad (A.Q.L.) mejor que un límite de promedio de calidad de salida (A.O.Q.L.), presentan planes para una inspección más escrupulosa o más simplificada para usarlos cuando el proceso medio del proveedor se vuelve significativamente peor o mejor del requerido.

En la norma militar el A.C.L. se define como un ve-

lor nominal expresado en términos de tanto por ciento de -- piezas defectuosas o defectos por centenas de unidades -- (cualquiera que sea aplicable de los dos) especificados para un grupo dado de defectos de un producto.

La probabilidad de aceptar el material de calidad -- A.C.L. es siempre elevada pero no es la misma exactamente -- en todos los planes.

Si el porcentaje de artículo defectuosos es igual -- al A.C.L. el porcentaje de partidas aceptadas varía del 85% al 99% en distintos planes.

Los defectos se clasifican en críticos, importantes y menores y el gobierno puede a su elección especificar un A.C.L. distinto para cada clase o puede establecer una mayor subdivisión y especificar un A.C.L. para cada clase individual de defectos que un material puede presentar.

Además el gobierno especifica el nivel de inspección que debe emplearse, pues son tres los niveles que existen en la norma militar, en donde el nivel II se considera normal. Los tres niveles implican una inspección en magnitudes aproximadamente en la relación de 1 a 2 y a 4.

La letra clave para el tamaño de la muestra se determina por una tabla y depende de la magnitud de la partida, así como del nivel de inspección.

El plan normal se halla entonces en una tabla maestra dándose distintas tablas maestras para el muestreo simple, doble y múltiple.

Véase tablas y modo de operación de los planes en "Quality Control and Industrial Statistics by Acheson J. Duncan. Edición 1955 Irwin Pág. 179 a 193.

### 3. PLANES DE MUESTREO PARA LA ACEPTACION POR VARIABLES.

La mayor parte de los planes de muestreo para la aceptación han sido basados en atributos, sin embargo el conocimiento de las técnicas del control estadístico de la calidad ha llevado a un aumento considerable en el uso industrial de muestreo para la aceptación por variables y parece ser que esta tendencia continuará.

Una de las limitaciones más obvias sobre el uso de variables en el criterio para la aceptación es el hecho que muchas características de calidad son observables solamente por atributos.

Otra de las más serias limitaciones en el uso del muestreo por variables es el hecho de que el criterio para la aceptación será aplicado separadamente a cada característica de calidad y esto por consiguiente tiende a aumentar el costo de inspección para la aceptación cuándo estas ca--

racterísticas son muchas.

Si una característica de calidad es medible es posible establecer un plan de muestreo basado en variables.

La principal ventaja que reporta un plan basado en variables comparado con uno basado en atributos es que requerirá un número de muestras más pequeño y probablemente costos menores para la misma seguridad, además si un método de inspección requiere pruebas destructivas el plan basado en variables tiende a ser más económico que el basado en atributos.

Otra de las grandes ventajas en el uso de muestreo para la aceptación por variables es que se obtiene mayor información acerca de las características de calidad en cuestión.

Esto puede llevarnos a resultados deseables tales como:

a) para un tamaño de muestra dado mejor protección de calidad puede ser usualmente obtenido con criterio de variables que con atributos.

b) La información por variables usualmente da mejores bases para guiarnos hacia mejor calidad.

c) Información por variables puede proveer mejores bases dando mayor importancia a la calidad histórica para decisiones de aceptación.

d) Errores de medición pueden ser más fácilmente revelados con información de variables.

A.- Diferentes tipos de criterios para la aceptación por va  
riables.

1) Criterio en el cuál la decisión de aceptación o rechazo de un lote está basado sobre el promedio de la muestra solamente.

Planes usando tal criterio pueden ser referidos como Planes Basados en  $\bar{X}$  con sigma ( $\sigma$ ) conocida y constante.

2) Criterio en el cuál la decisión esta basada en el promedio de la muestra en combinación con una medida de dispersión de la muestra. Tales planes pueden ser referidos como "Planes con Sigma ( $\sigma$ ) desconocida y Variable".

3) Criterio en el cuál la decisión depende de la -- distribución de frecuencia de la muestra. El Shainin Lot - Plot es un ejemplo de este tipo de plan.

4) Criterio de aceptación o rechazo de una serie de lotes basado en la evidencia de un gráfico de control por -- variables.

A continuación se dará en forma breve la explicación del funcionamiento del método Lot Plot por ser el más comunmente empleado en la decisión para la aceptación por varia--

bles en lo que se refiere a materia prima.

La aceptación basada en la evidencia de gráficas de control se verá en el siguiente capítulo.

B.- Plan de muestreo por variables desarrollado por Dorian Shainin conocido como método Lot Plot.

En este tipo de planes el criterio en la decisión - para la aceptación o el rechazo depende de la distribución de frecuencia de la muestra.

Este método opera de la siguiente manera:

Se escoge una muestra de 50 piezas al azar de un lote dado, y se hace la distribución de frecuencia de la característica de calidad de estas piezas de la siguiente manera:

a) Se toma una sub-muestra de 5 de la muestra original de 50 y se calcula la  $\bar{x}$  y A para la sub-muestra.

b) La media de la sub-muestra de 5 se toma como un origen arbitrario conveniente para construir la distribución de frecuencia, y el tamaño del intervalo de clase es determinando como el doble del valor de A calculado en (a).

Si este valor está comprendido entre 7 y 16 celdas o intervalos la anchura elegida de la celda es correcta.

Los intervalos son numerados 0, 1, 2, -1, -2 etc.,

tomando el 0 como el intervalo que contenga el origen arbitrario.

c) La submuestra inicial de 5 casos es distribuída a lo largo de los intervalos determinados en (b), indicándolos sobre la gráfica de frecuencias por "I".

e) Los 45 casos remanentes son divididos en grupos de 5 y numerados los grupos, después sacando los términos de cada grupo se distribuyen en el gráfico con el número de su grupo.

f) La suma de la desviación del intervalo de clase y la amplitud en unidades de intervalo de clase, es puesta para cada grupo en una tabla suplementaria.

De dónde se calcula la  $\bar{X}$ , del total de 50 términos y el amplitud promedio para los 10 grupos ( $\bar{A}$ ) siendo calculados ambos en unidades de intervalo de clase.

Entonces  $\bar{r}$  es estimada dividiendo  $\bar{A}$  por  $d_2 = 2.326$

g) Los límites de control inferior y superior se fijan por la adición y substracción de  $3 \frac{\bar{A}}{d_2}$  de  $\bar{X}$  en unidades de intervalo de clase.

h) Si la distribución de los 50 términos se aproxima a la forma normal y si los límites de control caen dentro de los límites de la especificación el lote es aceptado.

1) Si la distribución de la muestra de 50 está significativamente asimétrica y muestra un achatamiento (Kurtosis), significante, y los límites de control están cercanos a los límites de especificación los datos son estudiados de nuevo.

CAPITULO III  
GRAFICAS DE CONTROL.

La base de los gráficos de control es el conocimiento del comportamiento de las causas casuales de variación. Si se estudia un grupo de datos y se encuentra que su variación está conforme a la trayectoria estadística que puede -razonablemente ser producida por causas casuales, entonces se supone que no hay causas asignables y se dice que hay --control.

La gráfica de control es una herramienta que sirve para:

- 1o. Determinar concretamente un estado de control estadístico.
- 2o. Tratar de obtener control, y
- 3o. Determinar si éste se ha obtenido.

Si de la materia prima que va a ser empleada en producción sacamos muestras de cierto tamaño a intervalos regulares y se determina cierta estadística  $X$ , se tendrá que como  $X$  es el resultado de una muestra, está sujeta a fluctua-ciones de muestreo.

Si no hay causas asignables las fluctuaciones de  $X$  seguirán un determinado modelo estadístico. Si hay motivo para suponer que la distribución de  $X$  es normal, se pueden

calcular el promedio y la desviación estandar de  $X$ , y también los valores de  $X$  dentro de los cuales esté el 99.78% de las determinaciones, gráficamente estos últimos se sabrá que mientras no haya causas asignables los valores de  $X$  de terminados de muestreo quedarán dentro de los límites.

Las gráficas de control generalmente son empleadas para controlar el proceso pues predicen rechazos antes de que las partes sean producidas. Pero para el control de calidad de la materia prima también son muy útiles, pues además de indicar cuando la materia prima cumple o no con las especificaciones, nos dá un registro cronológico día a día o mes a mes, de las características de calidad de la materia prima que haya sido empleada anteriormente en fabricación con buenos o malos resultados.

En cualquier gráfica de control es necesario establecer el promedio, límites superior e inferior de control y los límites de tolerancia inferior y superior, lo cuál se apreciará mejor en la siguiente figuras:

<u>L. Tolerancia superior</u>	<u>Peligro.</u>
<u>L. C. S.</u>	<u>Precaución.</u>
<u>Promedio</u>	
<u>L. C. I.</u>	
<u>L. TOL. I</u>	<u>Precaución</u> <u>Peligro.</u>

Como se puede apreciar en la figura, mientras los puntos de nuestra muestra permanezcan dentro de los límites de control inferior y superior la materia prima es aceptable pero cuando se salen los puntos y caen dentro de los límites de tolerancia inferior y superior pero fuera de los límites de control se dice que hay una causa asignable, y es necesario corregirla o encontrar su origen antes de seguir enviando esa materia prima a producción.

Cuando los puntos se salen de los límites de tolerancia entonces la materia prima se rechaza o se busca la causa que hace que esto se produzca.

Para establecer los límites de control se siguen los siguientes pasos básicos.

1o.- Seleccionar la característica de calidad a ser estudiada.

2o.- Recopilar datos tomados de un número apropiado de muestras cada una compuesta de un número adecuado de unidades.

3o.- Determinar los límites de control para esos datos de muestreo.

4o.- Determinar si esos límites de control son económicamente satisfactorios.

Las gráficas de control pueden clasificarse con - -

arreglo a las características de significado que se están ensayando. Las gráficas más comunes y usuales en el control de calidad son:

- 1) Cuando la característica sometida a estudio puede ser medida a lo largo de una escala o sea de inspección por variables, se usan los gráficos  $\bar{X}$  y A. Los primeros se refieren a los promedios de las mediciones en la muestra, y los segundos a la amplitud de las mediciones en las muestras.
- 2) Si no hay disponible un instrumento de medidas, o simplemente el sistema de inspecciones por atributos, los gráficos "p" y "c" serán los más apropiados. En las gráficas p se expresan los porcentajes de las piezas defectuosas en la muestra y en los gráficos "c" se expresa el número de defectos en la muestra.

A continuación se dará la explicación de cada uno de los gráficos antes mencionados y su funcionamiento.

#### 1.- GRAFICAS DE CONTROL POR VARIABLES

Estas gráficas están basadas en la medición de las características de calidad y que dichas mediciones pueden ser expresadas en números.

Para el establecimiento de este tipo de gráficas es necesario:

1o.- Escoger la variable a ser medida que pueda -- ser expresada en número tal como una dimensión, fuerza de -- tensión, dureza, etc.

Para escoger la variable es necesario visualizar la posibilidad de reducir los costos de inspección y también -- los costos causados por rechazos.

2o.- Seleccionar los subgrupos lo cuál consiste en dividir las observaciones en subgrupos homogéneos que ten-- gan la máxima oportunidad de variación de un subgrupo a -- otro y la mínima oportunidad de variación dentro del subgru po.

El tamaño del subgrupo depende del costo que repre-- senta hacer las mediciones y de la precisión y sensibilidad de las gráficas, para lo primero el tamaño del subgrupo de-- be ser pequeño de 2 a 5 y en lo segundo es necesario subgru pos de 10 a 20.

3o.- Establecer formas para recopilar los datos los cuáles facilitan grandemente el trabajo de las recopilacio-- nes. Una forma para este propósito se ilustra en la figura:

Forma para Gráficas $\bar{X}$ y A.								
Productos:				Orden N°.				
Características:				Límites		Máx.:		
Unidad de Medición:				Especificados		Mín.:		
Subgrupo	1	2	3	4	5	$\bar{X}$	A	Observaciones
a								
b								
c								
d								
e								
f								
Total								
Promedio $\bar{X}$								
Amplitud A								
Fecha								

Los tipos de gráficas para variables más usuales con las gráficas  $\bar{X}$  y las gráficas A.

#### A.- Gráficas $\bar{X}$

El primer paso para empezar el gráfico de control  $\bar{X}$  es hacer las mediciones de las muestras que han sido escogidas al azar y es necesario reconocer que la información dada por la gráfica de control esta influenciada por las variaciones de calidad que han sido medidas.

Cualquier método de mediciones tendrá su variabilidad inherente y es importante que ésta no sea aumentada por errores en la lectura de los instrumentos o errores al anotar los datos.

El segundo paso es dividir todos los datos en subgrupos y calcular la  $\bar{X}$  (promedio) y luego calcular  $\bar{\bar{X}}$  que es el promedio de los valores de  $\bar{X}$ , y esto es la suma de los valores  $\bar{X}$  divididos por el número de subgrupos

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_3 + \dots}{N}$$

El resultado de  $\bar{\bar{X}}$  es nuestra estimación de la media y viene a ser la línea central sobre la gráfica de control.

El tercer paso es estimar  $\sigma$  si tenemos el grupo de amplitudes y no el grupo de desviaciones estandar como es usual, estimaremos  $\sigma$  de el promedio de las amplitudes  $\bar{A}$  y la estimación de  $\sigma$  basada en  $A$  es:  $\hat{\sigma} = \frac{\bar{A}}{d_2}$  en donde el valor de  $d_2$  depende del número de muestras en cada subgrupo y se encuentra en tablas que proporciona cualquier libro de control de calidad estadístico tal como Quality Control and Industrial Statistics A. J. Duncan Tabla D Pág. Núm. 614.

El cuarto paso es el cálculo de los límites de control inferior y superior que vienen siendo:

$$\text{Límite de control superior} = \bar{\bar{X}} + \frac{3 \bar{\sigma}}{d_2 \sqrt{N}}$$

$$\text{Límite de control inferior} = \bar{\bar{X}} - \frac{3 \bar{\sigma}}{d_2 \sqrt{N}}$$

También los límites de control para gráficas  $\bar{X}$  pueden ser derivados de las siguientes ecuaciones:

$$\text{L.C.S.} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{\sigma}$$

$$\text{L.C.I.} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{\sigma}$$

De donde  $A_2 = \frac{3}{d_2 \sqrt{N}}$  pero valores de  $A_2$  han sido -

tabuladas para varios valores de  $N$  y son presentadas en tabla M de apendice II del libro antes mencionado y se encuentra también en cualquier libro de control de calidad estadístico.

El quinto y último paso será la construcción de la gráfica en donde el valor de  $\bar{\bar{X}}$  se pondrá con línea sólida y los límites de control inferior y superior con línea punteada, la escala vertical deberá ser usada para los valores de  $\bar{X}$  y la horizontal para el número de subgrupos, fechas, horas o número de lote pueden también ser indicadas en la línea horizontal.

#### B.- Gráficas A.-

Muestran la variación de amplitud de las muestras.

En las gráficas A el primer paso es calcular la amplitud promedio la cual se obtiene sumando las amplitudes de los subgrupos y dividiendo entre el número de subgrupos el valor que se obtiene será entonces  $\bar{A}$  el cuál vendrá a ser la línea central de las gráficas A.

Siguiendo la práctica estandar se calculan los límites  $3\hat{\sigma}_A$  de donde  $\hat{\sigma}_A$  se toma igual a  $\frac{\sigma_w^t \bar{A}}{d_2}$

para hacer esto es necesario considerar que  $\sigma_w^t$  representa el error estandar de  $w$  y en dónde  $w = \frac{A}{\sigma}$  y que  $\sigma^t = \frac{\bar{A}}{d_2}$

Los valores  $\sigma_w^t$  y  $d_2$  dependen de  $N$  y son obtenidos de la tabla antes mencionada, que se encuentran en cualquier libro de control de calidad estadístico como en tabla D, -- apéndice II del libro Quality Control and Industrial Statistics de A. J. Duncan.

Entonces los límites de control para las gráficas A serán:

$$\text{Límite de control superior} = \bar{A} + 3\hat{\sigma}_A$$

$$\text{Límite de control inferior} = \bar{A} - 3\hat{\sigma}_A$$

o también considerando las tablas existentes de factores para determinar a partir de  $\bar{A}$  los límites de control a 3 se

toma:

$$\text{Límite de control superior} = D_4 \bar{A}$$

$$\text{Límite de control inferior} = D_3 \bar{A}$$

Los valores de  $D_3$  y  $D_4$  para varios valores de  $N$  se encuentran en las tablas de cualquier libro de control de calidad estadístico y en tabla M de apéndice II del libro antes mencionado.

La construcción se hace en la misma forma que los gráficos.  $\bar{X}$ .

## 2. GRAFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS

Quando la característica de calidad sometida a estudio no puede ser medida a lo largo de una escala sino que solamente se emplea el criterio "Pasa no Pasa", o cualquier clasificación similar los datos disponibles de muestreo serán útiles solamente para las gráficas de control por atributos, en donde las mas comunmente usadas son las llamadas gráficas  $p$  que indican la fracción de piezas defectuosas y las gráficas  $c$  que indican el número de defectos en la muestra.

### A.- Gráficas $p$

Las gráficas  $p$  se construyen fijando los límites alrededor del promedio de las fracciones defectuosas, para lo

cual es necesario establecer una forma en donde se haga la recopilación de datos y dicha forma deberá contener: fecha, número de piezas inspeccionadas (n), número de piezas defectuosas, la fracción defectuosa, y los límites de control inferior y superior. Esta forma será como se indica en la figura:

FORMA PARA GRAFICA P							
Nombre del Producto:				Forma Num.			
Característica medida:							
Estación de inspección:				Hecho por.			
Lote #	Fecha	Numero Inspección	Nº de Defectuosas	% Defectuoso	Lims. Contl.		Obs
					Sup.	Inf.	

La fracción defectuosa cada día o semana es el número rechazado de piezas, dividido por el número de piezas -- inspeccionadas ese día o esa semana. Entonces será:

$$p = \frac{\text{Número de piezas rechazadas}}{\text{Número de piezas inspeccionadas.}}$$

y el porcentaje de defectuosas será  $100p$  al final del mes o de un período determinado de tiempo. Luego se calcula el promedio de la fracción defectuosa  $p$  y el modo de calcular-

lo es:

$$\bar{p} = \frac{\text{Número total de defectuosas en el período}}{\text{Número de partes inspeccionadas en el período.}}$$

Para calcular los límites de control del gráfico a  $3\sigma$  se da la desviación estandar de la fracción defectuosa como:

$$\sqrt{\frac{p^i (1 - p^i)}{N}}$$

y para el cálculo de los límites de control de la muestra  $p^i$  es estimado a ser igual a el promedio observado de la fracción defectuosa  $\bar{p}$ .

Entonces las fórmulas para los límites de control a  $3\sigma$  serán:

$$\text{Límite superior de control} = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p} (1 - \bar{p})}{N}}$$

$$\text{Límite inferior de control} = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p} (1 - \bar{p})}{N}}$$

Una vez que ha sido calculado el promedio de la fracción defectuosa  $p$ , y los límites de control, se procede a graficarlos, en donde  $\bar{p}$  es la línea central. Después se grafican todos los puntos obtenidos para apreciar si se está dentro del control o no.

Cuando las magnitudes de las muestras difieren ampliamente resulta necesario indicar distintos límites de control

para cada muestra en el gráfico. Una alternativa es trazar tres pares de líneas de límites correspondiendo respectivamente a las muestras mayor, media y menor, ordinariamente inspeccionadas.

Otra solución común sería calcular nuevos límites para cada subgrupo y mostrar fluctuaciones de los límites en las gráficas.

Las gráficas  $p$  no son solamente empleadas para probar la presencia o ausencia de causas asignables de variación sino que también para juzgar si el nivel de calidad cumple con algún objetivo deseado.

Si se establece una fracción defectuosa  $p^1$  o sea un nivel de calidad estandar puede esperarse que algunos puntos caigan fuera de los límites de control por 3 razones.

1) La existencia de causas asignables de variación.  
 2) La existencia de un nivel de calidad diferente al valor estandar asumido de  $p^1$ . Esta interpretación de las gráficas  $p$  deberá guardarse en mente en el establecimiento de la fracción defectuosa estandar  $p^1$ .

3) El hecho de que la inspección por atributos es bastante subjetiva.

Una vez que  $p^1$  es establecido, los límites de control a 3 son calculados por las siguientes fórmulas:

$$\text{Límite superior de control} = p' + 3 \sqrt{\frac{p' (1 - p')}{N}}$$

$$\text{Límite inferior de control} = p' - 3 \sqrt{\frac{p' (1 - p')}{N}}$$

Si el tamaño de los subgrupos es variable los límites deberán ser calculados separadamente para cada subgrupo a menos que sea adoptado un plan para límites aproximados.

#### B.- Gráficas c

Las gráficas de control para defectos llamados gráficas c tienen un campo de aplicación más restringido que las anteriores, pues no es económico usarlas y en algunos casos se emplean ventajosamente los gráficos  $\bar{X}$ ,  $A$ ,  $p$ , sin embargo existen situaciones de inspección en donde es definitivamente necesaria una gráfica "c"

Es necesario distinguir que este tipo de gráfica se aplica al número de defectos en subgrupos de igual magnitud y en algunos casos el subgrupo viene siendo un solo artículo.

Entonces la variable "c" es el número de defectos observados en un artículo.

La línea de control está situada en  $\bar{c}$ , que es el promedio del número de defectos por muestra en una serie de ellas.

Los límites para los gráficos "c" están basados en la distribución de Poisson y la desviación estandar de la Poisson es:

$$\sqrt{c'}$$

de este modo los límites de  $3\sigma$  en las gráficas "c" son como sigue:

$$\text{Límite superior de control} = c' + 3\sqrt{c'}$$

$$\text{Límite inferior de control} = c' - 3\sqrt{c'}$$

Cuando un valor estandar del número promedio de defectos por unidad  $c'$  puede ser estimado igual al promedio observado  $\bar{c}$  y en este caso los límites de control serán:

$$\text{L.S.C.} = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$\text{L.I.C.} = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

Como la distribución de Poisson no es una distribución simétrica, los límites de  $3$  sigma inferior y superior no corresponden a probabilidades iguales de un punto en la gráfica de control cayendo fuera de los límites aun cuando no haya habido cambios en el universo. Este hecho fué adelantado como una razón para el uso de probabilidades en la fijación de los límites.

## CAPITULO IV

### ORGANIZACION PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA.

La efectividad de la actividad de control de calidad de materia prima en una planta depende directamente de la rutina establecida generalmente por el departamento de estado mayor llamado departamento de control de calidad, el cual dependerá en la mayoría de los casos directamente de la gerencia.

Como se dijo en la primera parte de la introducción el departamento de control de calidad se ocupa de nuevos diseños, materia prima, productos y procesos y siendo que nosotros estamos interesados únicamente en el control de calidad de materia prima, la rutina establecida con este propósito deberá ser desarrollada por el mismo departamento junto con ingeniería, producción y compras, para establecer que es lo que se desea obtener. Y además dentro del mismo departamento formar los grupos clave que son inspección y laboratorio.

Inspección tiene como responsabilidad el desarrollo de procedimientos adecuados para asegurar que la calidad de la materia prima recibida en la planta esté de acuerdo con las especificaciones fijadas por los departamentos de Ingeniería y producción.

Inspección deberá fijar áreas destinadas para este propósito antes de que la materia prima que es recibida sea enviada a almacén o a producción.

Después de que han sido fijadas las áreas para inspección deberá decidirse:

- 1o.- Que tipo de inspección se hará ya sea del 100% o inspección por muestreo.
- 2o.- En caso de que la inspección sea por muestreo se decidirá que tipo de plan o planes serán empleados con el objeto de proveer la mejor protección y el menor costo.
- 3o.- Como evaluar los niveles de calidad necesarios.
- 4o.- Como proveer los mejores procedimientos de inspección con respecto a secuencia de operación medición, etc.
- 5o.- Como manejar la materia prima que no cumple -- con las especificaciones.
- 6o.- Como coleccionar los datos y agruparlos en una forma apropiada.
- 7o.- Como reportar los resultados al jefe del departamento de control de calidad o a la dirección.

Uno de los problemas básicos con que se enfrenta el departamento de control de calidad en lo que respecta a inspección; sería no solo el adiestramiento de personal en las

técnicas empleadas para este propósito y en el perfecto conocimiento de lo que es bueno o malo, sino que también implica entereza en la decisión es decir que sea capaz de - - adaptar su mente a las situaciones en que se encuentra para su correcta decisión.

En resumen el personal que componga el grupo de inspección, deberá reunir además de las antes mencionadas ciertas cualidades físicas que dependerán del tipo de inspección que tenga que efectuar.

El laboratorio para control de calidad tiene por objeto determinar por medio de pruebas físicas y análisis químicos si el material cumple o no con las especificaciones - que han sido dadas para cada una de las características.

## CAPITULO VI

### INVESTIGACION DE LAS PRACTICAS SEGUIDAS PARA CONTROL DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA EN LA INDUSTRIA LOCAL.

Siendo el número de industrias muy grande y muy variado el tipo de manufactura en esta tesis solamente se investigaron aquellas industrias que en cuya manufactura emplean lámina como materia prima.

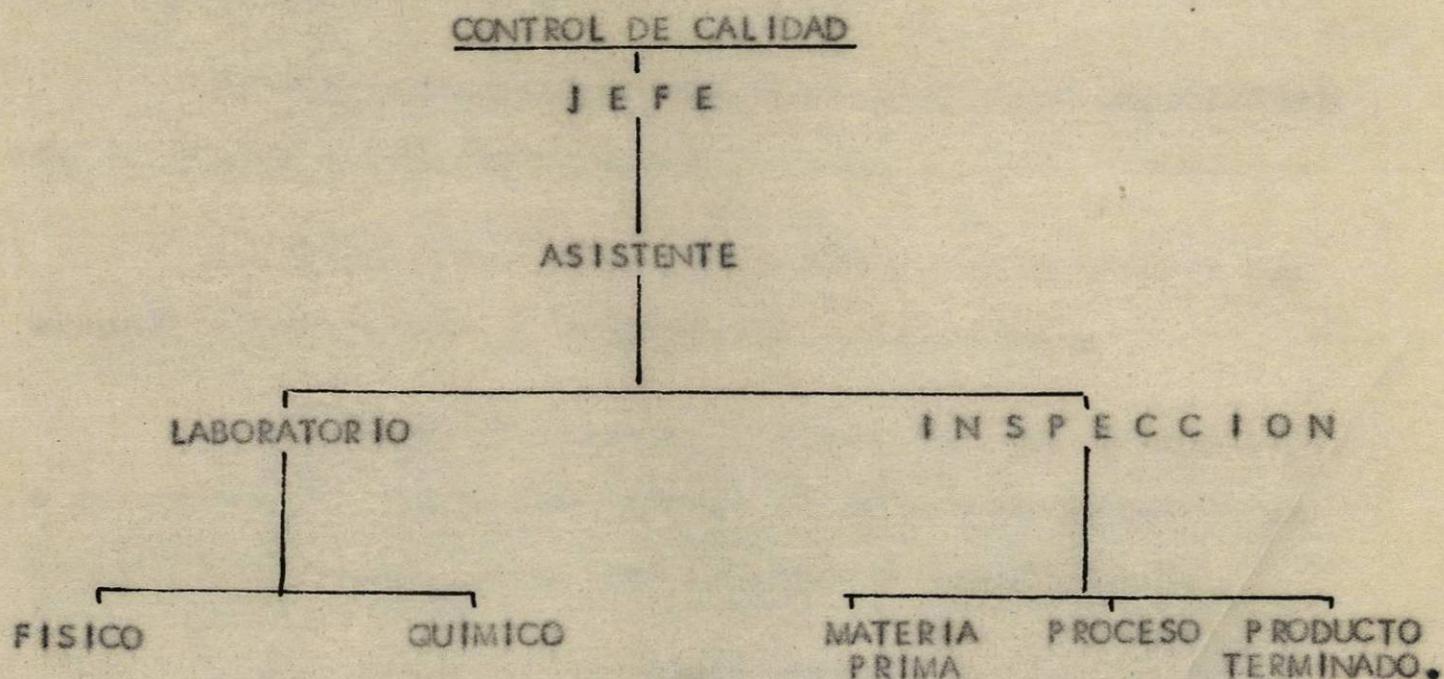
Las industrias que se tomaron en cuenta para la investigación fueron solamente aquellas que por su magnitud les fuese posible establecer un departamento de control de calidad.

#### PRIMERA INVESTIGACION

Se efectuó en una industria dedicada a la manufactura de tubos de acero y en cuya manufactura se emplea lámina como materia prima.

La tubería que es producida por esta industria en su mayor parte es empleada para oleoductos y gaseoductos y por lo tanto deberá estar de acuerdo a las especificaciones dadas por las normas americanas del A.P.I. (American Petroleum Institute) y basándose en estas normas se establecen las especificaciones para la lámina que una vez que ha sido procesada dé las especificaciones requeridas por las normas del A.P.I.

Esta industria cuenta con un departamento de control de calidad que se encuentra organizado como se muestra en la siguiente figura.



Como se puede notar en esta industria se cuenta con un departamento de control de calidad Staff dando servicio a toda la planta y reportando directamente al Gerente.

La industria se encuentra dividida en 2 plantas a las cuáles llamaremos planta I y planta II. En la Planta I se fabrica tubería con diámetro de 14" en adelante, y en cuya manufactura se emplea lámina en planchas. En la Planta II se fabrica tubería de 8 a 12" de diámetro, y en cuya manufactura se emplea lámina en rollos.

Lo anteriormente expuesto tiene importancia debido a que aunque se trata de la misma materia prima se requieren formas diferentes para efectos de control de calidad como veremos más adelante.

La práctica que se sigue para el control de calidad de la lámina es la siguiente:

Se efectúa la compra de la lámina de acuerdo a las especificaciones que da fabricación e Ingeniería.

El proveedor al enviar la lámina ya sea en planchas o en rollos, le marca con pintura el número de colada a cada partida para que pueda ser fácilmente identificada.

A cada envío de lámina se adjunta un reporte de las pruebas físicas y análisis químicos, y en cada reporte se indican: número de colada, tamaño de la muestra, límite de elasticidad, tensión y dureza Rockwell en lo que se refiere a pruebas físicas. La cantidad de carbón, azufre, fósforo, sílice, manganeso en lo que se refiere a análisis químicos.

El reporte es recibido por el jefe del departamento de control de calidad el cual revisa que los valores encontrados en el reporte estén de acuerdo a las especificaciones dadas.

Si los valores que se encuentran en el reporte difie

ren mucho de los valores dados por la especificación y se sabe que una vez que se procese la lámina, no dará las especificaciones que requieren las normas americanas del A.P.I. para producto final entonces se rechaza el lote.

Así que el criterio para aceptar o rechazar un lote en lo que se refiere a las pruebas anteriormente mencionadas depende de la diferencia que existe entre los valores encontrados en el reporte y los valores dados por las especificaciones.

En el laboratorio del departamento de control de calidad se efectúa este tipo de pruebas solamente con el objeto de comprobar si el proveedor mantiene el mismo nivel de calidad en la lámina.

Se efectúan también estas pruebas cuando surge una dificultad en el proceso de fabricación o cuando el producto final no cumple con las especificaciones y que la dificultad o la falla son atribuibles a la lámina defectuosa.

La forma empleada por el laboratorio para anotar y reportar los resultados de las pruebas, es similar al reporte enviado por el proveedor, y éste se indica en la forma número 1.

Una vez que han sido comprobados los lotes de lámina conforme al reporte de pruebas físicas y químicas envia-



do por el proveedor se procede a efectuar la inspección la cual se lleva a cabo en forma diferente para la lámina en planchas y para la lámina en rollo.

Para lámina en planchas se efectúa en primer término la inspección de aquellas características que pueden ser medidas tales como longitud, ancho y espesor.

Luego se inspeccionan todas aquellas características que no pueden ser medibles, para los cuáles se emplea el típico "pasa no pasa" y tales características son catalogadas como defectos, tales como: Laminación defectuosa, corte defectuoso, serpenteado, escamas e incrustaciones. El criterio que se sigue para aceptar o rechazar un lote o una lámina depende del número de defectos y la gravedad de los mismos y la aceptación o rechazo queda exclusivamente a juicio del inspector.

Algunos defectos de la lámina no aparecen sino hasta que pasan por la primera operación que es el engargolado de las orillas, así que el inspector revisa la lámina después de que se ha efectuado esta operación. Si el defecto no aparece entonces la lámina es aceptada definitivamente.

La forma empleada para anotar y reportar los resultados de la inspección de la lámina en planchas se muestra en la forma número 2.

INSPECCION DE MATERIA PRIMA Y ENGARGOLADORA

PEDIDO A PROVEEDOR \_\_\_\_\_ PEDIDO A \_\_\_\_\_ O.T. \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_  
 LONGITUD \_\_\_\_\_ ANCHO \_\_\_\_\_ ESPESOR \_\_\_\_\_ PARA DIA \_\_\_\_\_ GRADO ACERO \_\_\_\_\_

MATERIA PRIMA

LONG. PIES	PLANCHAS REVISADAS	CAUSA DE RECHAZO					
		FD	CD	LAM	SER	ESC.	INC.
20							
18							
16							
14							
12							
TOTAL							

TOTAL	
RECHAZADO	A PROCESO

ENGARGOLADORA

20							
18							
16							
14							
12							
TOTAL							


CLAVE

FD.- Fuera de Dimensiones

SER.- Serpenteado

CD.- Cortes defectuosos

ESC.- Escamas

LAM.- Laminación

INC.- Incrustaciones

INSPECTOR \_\_\_\_\_

Para la inspección de la lámina en rollos se procede en la siguiente forma:

Primero se inspeccionan los siguientes características: ancho, espesor, peso y diámetro del rollo.

Los defectos que necesariamente deben de ser inspeccionados visualmente, son prácticamente imposibles de inspeccionar debido a que no es costeable desenrollar cada rollo para revisarlo, así que se inspeccionan sólo las orillas que serán los únicos defectos visibles. El proveedor algunas veces marca con pintura en la parte de afuera del rollo defectos que se encuentran en el interior, pero esto solamente lo hace cuando el defecto es de cierta gravedad, pero que aún puede ser empleado en fabricación.

En la forma empleada para reportar los resultados de la inspección para lámina en rollo se anotan: orden de pedido, número de rollo, características (antes mencionadas) número de carro de ferrocarril, aceptado, rechazado y la causa del rechazo.

Lo anterior se muestra a continuación en la forma núm. 3.

Conclusión.

En esta empresa como se puede apreciar en la exposi



ción anterior, se tiene un departamento de control de calidad el cual cuenta con laboratorio e inspección.

Se tienen inspectores dedicados exclusivamente a la inspección de la lámina, los cuáles reportan a un jefe de inspección y éste a su vez al jefe del departamento de control de calidad.

En lo que se refiere a la inspección de la lámina se efectúa una inspección del 100%.

Se emplean las 2 clases de inspección por atributos y por variables. En la inspección por atributos no se emplea un plan definido como los recomienda la literatura para este propósito sino que simplemente se usa el criterio del inspector para aceptar o rechazar una lámina o toda una partida, dependiendo esto del número de defectos en la lámina y la magnitud de los mismos.

El criterio del inspector para juzgar cuantos defectos y de que magnitud pueden ser aceptados o rechazados se basa en la experiencia anterior que haya tenido en este trabajo y además en el conocimiento de las fallas que pueden ocasionar estos defectos al procesarse la lámina.

En lo que se refiere a las pruebas de laboratorio se sacan muestras al azar de un lote o partida siendo el tamaño de la muestra muy variable.

No se llevan gráficas de control de ningún tipo.

Bastantes problemas existen por mala calidad de la lámina.

### SEGUNDA INVESTIGACION

Se efectuó en una industria dedicada a la manufactura de tubería de acero empleando como materia prima lámina en rollo.

Esta industria no cuenta con un departamento de control de calidad.

Las especificaciones para la lámina se establecen - de acuerdo con las normas del A. S. T. M. (American Society for Testing Materials).

Estas especificaciones son mandadas al proveedor y éste deberá enviar la lámina de acuerdo a esas especificaciones.

Al recibirse la lámina se efectúa únicamente la inspección de ancho, espesor y peso del rollo.

Si al procesarse la lámina se encuentra que ésta + trae consigo defectos de gravedad, se hace la reclamación - al proveedor, el cuál manda técnicos a investigar la causa de los defectos para su inmediata corrección, la lámina que al procesarse se encuentra defectuosa se acepta cuando los

defectos no son muy graves y existe un ajuste económico.

Si la lámina trae consigo defectos muy graves que no pueden ser corregidos se rechaza la partida.

### Conclusión.

En esta empresa no se cuenta con un departamento de control de calidad.

Las únicas características de calidad de la lámina inspeccionadas son: ancho, espesor y peso del rollo y esta inspección se efectúa por medio de un empleado de almacén.

No se lleva ningún plan de muestreo para la aceptación como los recomendados por la literatura.

No se lleva ningún tipo de gráficas de control.

### TERCERA INVESTIGACION

En esta industria se fabrican cubetas, finas, cestos de basura y otros artículos más.

Se emplea como materia prima lámina en hojas.

No existe departamento de control de calidad, al recibir la lámina se inspecciona el calibre de la misma y peso, también se inspecciona que no venga acerada.

Si al procesarse la lámina se empieza a rajarse o agrie

farse entonces se rechaza el lote.

### Conclusión.

En esta industria no se cuenta con un departamento de control de calidad.

Las características de calidad que son inspeccionadas son únicamente calibre de la lámina y el peso y además se revisa que está no venga acerada.

La inspección que se efectúa es por muestreo al azar y esta es llevada a cabo por un empleado de almacén.

### CUARTA INVESTIGACION

Se efectuó en una industria dedicada a la manufactura de muebles metálicos para oficina, gabinetes para cocina, mesas y sillas metálicas, etc.

Se emplea como materia prima lámina en hojas las -- cuáles son de tamaño estandar, y varía el calibre de ésta, según sea el uso que se le vaya a dar en producción.

No existe departamento de control de calidad.

No se efectúa ningún tipo de inspección en la lámina.

### Conclusión.

No cuenta con un departamento de control de calidad.

No cuenta con inspectores para materia prima, no --  
lleva ningún tipo de inspección.

No lleva gráficas de control.

Raras veces existen problemas por mala calidad de --  
la lámina.

#### QUINTA INVESTIGACION

Se efectuó en una industria dedicada a la manufactu --  
ra de carrocerías metálicas y además muebles de acero para  
oficina.

La materia prima que se emplea es lámina en rollos --  
para la fabricación de las carrocerías, y lámina de tipo es --  
pecial en planchas para la fabricación de los muebles para --  
oficina.

No existe un departamento de control de calidad.

Las especificaciones de la lámina son fijadas por --  
el departamento de Ingeniería, siendo estas enviadas al pro --  
veedor.

El proveedor al enviar una partida de lámina, anexa  
un reporte de las pruebas físicas y el análisis químico del  
material el cuál viene a ser igual al ilustrado anteriormen --  
te en la figura Núm. 1.

Al recibirse la lámina se revisa que las partidas - que se están recibiendo estén de acuerdo a las especificaciones dadas lo cual se hace por medio del reporte que envía al proveedor.

Después se corta un pedazo de lámina de cada rollo y se le hacen cuatro dobleces y si el material no se agrieta ni se hojea entonces la partida es aceptada. En caso de que se agriete o se hojee, entonces se sacan muestras de ca da rollo y se aceptan los buenos y se rechazan los malos.

Las pruebas antes mencionadas se efectúa solamente en la lámina en rollos que es la empleada en la fabricación de carrocerías.

La lámina en hojas empleada para la fabricación de los muebles de oficina, no requiere este tipo de pruebas, - pues ésta lámina es de un tipo especial y de una calidad es tandard.

Cuando hay reclamaciones por parte de los clientes por fallas en el producto, se investiga la causa y se man-- dan a un laboratorio (fuera de la planta), muestras de ese material, y si efectivamente la lámina falló se busca a que partida pertenece, y luego se reclama al proveedor. Si la cantidad de lámina es muy grande el proveedor envía técni-- cos a investigar la causa de la falla y la magnitud de la -

misma y con ello juzga si es económico rechazarla definitivamente o admite corrección.

En lo que se refiere a inspección no se cuenta con inspectores exclusivamente dedicados a materia prima. La inspección de peso, ancho, espesor y longitud es efectuada por un empleado de almacén.

Conclusión.

No existe un departamento de control de calidad.

No se cuenta con inspectores dedicados a la inspección de materia prima, la inspección la efectúa un empleado de almacén.

No se lleva un plan definido de muestreo para la aceptación.

No se llevan gráficas de control de ningún tipo.

Los reportes de pruebas físicas y análisis químicos son revisados por el superintendente de la fábrica.

Algunas veces se efectúan pruebas de la lámina en un laboratorio independiente de la fábrica.

Raras veces existen problemas por mala calidad de la lámina.

X	X
X	X
X	X

## CUADRO COMPARATIVO

MATERIA PRIMA (LAMINA)	INDUSTRIAS VISITADAS						OBSERVACIONES
	1	2	3	4	5	TOTAL	
DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD	✓					1	
CONTROL DE CALIDAD A CARGO DE SUPTE.					✓	1	
A CARGO DE ALMACEN		✓	✓		✓	3	
A CARGO DE JEFE DE C.C.	✓					1	
LABORATORIO DE PRUEBA							
DENTRO DE LA PLANTA	✓					1	
FUERA DE LA PLANTA		✓			✓	2	
ESPECIFICACIONES FIJADAS POR							
INGENIERIA	✓				✓	2	
PRODUCCION	✓					1	
NORMAS ESTANDAR AMERICANAS		✓	✓	✓		3	
INSPECTORES DEDICADOS EXCLUSIVAMENTE A M.P.	✓					1	
PLAN DEFINIDO DE MUESTREO PARA ACEPTACION	X	x	x	x	x		DE LOS RECOMEN- DOS POR LA TEORIA
INSPECCION SUPERFICIAL							
POR ATRIBUTOS	✓		✓		✓	3	
POR VARIABLES	✓	✓	✓	X	✓	4	
INSPECCION DE 100%	✓	✓			✓	3	
INSPECCION POR MUESTREO	✓		✓		✓	3	
TIPO DE PRUEBAS							
VISUALES	✓				✓	2	
CON CALIBRADORES	✓	✓	✓			3	
EQUIPO COMPLICADO	1/2				1/2	2	1/2 REGULAR
PROBLEMAS POR LAMINA DEFECTUOSA	✓	✓	✓	x	✓		✓ SI EXISTEN PROB. ✓ RARAS VECES
FORMAS ESPECIALES DE CONTROL	✓				✓	2	INCLUYENDO REPORTES
POR ATRIBUTOS	x	x	x	x	x		
GRAFICAS DE CONTROL	x	x	x	x	x	0	
POR VARIABLES	x	x	x	x	x	0	

CONCLUSIONES

En la investigación efectuada en algunas industrias de la localidad que emplean lámina como materia prima se encontró que solamente en una de ellas se cuenta con un departamento de control de calidad y es obvio que al no contarse con un departamento de control de calidad las técnicas estadísticas empleadas para este propósito no son usadas y ésto es debido principalmente a la poca difusión que han tenido estas técnicas en nuestro medio.

Se pudo observar que existe una gama bastante am-plia en lo que se refiere a industrias que emplean el con-trol de calidad ya que existe una que ya cuenta con este departamento y que a logrado bastantes adelantos en lo que se refiere a las técnicas empleadas, existen otras que no cuentan con un departamento de control de calidad pero que efectúan inspección de la lámina superficialmente y también algunas que no llevan ningún tipo de inspección. Esto quiere decir que en nuestra industria se encuentra una tendencia a emplear las técnicas de control, como sucedía con la industria norteamericana hace 25 años.

El control de calidad de materia prima (lámina) se vé afectado fuertemente por factores externos tales como escacéz de lámina en el mercado, lo cual trae consigo la aceptación de lámina medianamente defectuosa. Esto quiere de-

dir que si un fabricante establece un sistema de inspección como los recomendados por la teoría, traería consigo el probable rechazo de muchas partidas que prácticamente le sería antieconómico ya que tendría que parar la fábrica y esperar a que el proveedor le volviera a enviar lámina. Esto por consiguiente obliga al fabricante a efectuar solamente una inspección superficial en donde sean rechazadas únicamente las partidas de lámina completamente defectuosa o aquellas que no reúnan las características necesarias mínimas para el uso que se les vaya a dar en producción, esto es que el fabricante aceptará partidas con defectos que no sean graves y que puedan ser corregidos posteriormente en el proceso de fabricación.

Otro factor externo es el costo que representa el equipo necesario para efectuar las pruebas de calidad y el costo de adiestramiento de personal en las técnicas empleadas para éste propósito.

Ahora bien es necesario hacer notar que las dificultades existentes por mala calidad de la lámina son muy pequeñas ya que el proveedor de la misma cuida de no enviar partidas que no cumplan con las especificaciones requeridas por el fabricante.

Lo anteriormente expuesto no quiere decir que sea inútil el establecimiento de un departamento de control de calidad en este tipo de industrias, ya que éste departamento tiene como finalidad obtener y mantener la calidad del producto al nivel

más económico posible.

En la mayor parte de las industrias visitadas se pudo observar que se juzgaba innecesario el control de calidad de la lámina, debido fundamentalmente a la escasez de lámina en el mercado, y al costo que representaría el equipo necesario para efectuarse, y además las erogaciones que se tendrían que efectuar para el entrenamiento de personal en las técnicas empleadas, y en el manejo del equipo de inspección.

Como opinión personal se dirá que al existir una escasez de lámina en el mercado, el fabricante podría ayudar al proveedor a proporcionarle bastante buena calidad de lámina, indicándole al mismo proveedor cual es su fracción defectuosa o su límite promedio de calidad y en dónde se encuentran sus fallas y en que cantidad y con que frecuencia se presentan. Esto nos lleva a la necesidad que existe de establecer un departamento de control de calidad en donde se establezca un plan definido de inspección por muestreo o del 100%. Y si es conveniente (desde el punto de vista económico) establecer un laboratorio dentro de la planta. Esto quiere decir que algunas veces es más económico efectuar las pruebas en un laboratorio fuera de la planta, que en uno dentro de la planta, dependiendo de la frecuencia que se efectúen este tipo de pruebas.

Otra de las razones por las cuales se juzga innecesario el control de calidad de la lámina es el costo del equipo necesario para efectuar las pruebas de cada una de las características de calidad.

Esto podría ser verídico en el caso de que se estableciera un equipo electrónico y con todos los adelantos técnicos, pero no es verídico cuando se establece un plan para la aceptación en donde no se requiera un equipo de medición complicado y costoso, y que nos llegue a proporcionar una calidad aceptable.

En lo que se refiere al entrenamiento de personal en las técnicas, y el manejo del equipo, sí representaría una erogación para la empresa, pero hay que considerar que estas erogaciones serían cubiertas posteriormente por los ahorros que se obtienen al implantar el control de calidad.

En resumen el establecimiento de un departamento de control de calidad y el tipo de plan de inspección para la aceptación depende exclusivamente de la economía en dinero que se logre con su implantación.

Además de lo anteriormente mencionado existe una ligera oposición de los jefes de producción o fabricación a la implantación de un departamento de control de calidad, ya que este exigiría continuamente buena calidad en el producto

y por lo tanto reduciría el volumen de producción cuando la calidad fuese descuidada.

Por último haremos notar que la industria en nuestro medio aún se encuentra en su desarrollo y por lo tanto no existe competencia que fuerce a los fabricantes a mejorar la calidad de sus productos.

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

FEIGENBAUM A. V.— Quality Control Principles, Practice and Administration.

New York, Mc. Graw Hill. 1,951.

RUTHERFORD G. JOHN.— Quality Control in Industry

New York Pitman Publishing Corporation  
1,948.

HOEL G. PAUL.— Introduction to Mathematical Statistics.

John Wiley & Sons New York Second  
Edition 1,954.

JURAN J. M.— Manual de Control de la Calidad.

Editorial Reverte, S. A. Barcelona  
Buenos Aires, México.

DODGE H. AND ROMING H.— Sampling Inspection Tables.

New York John Wiley & Sons Inc. 1,944.

DUNCAN J. ACHESON.— Quality Control and Industrial Statistics.

Richard D. Irwin Inc, Homewood Illinois  
1,955.

SOKOLNIKOFF IVANS.— and, ELISABETH S. SOKOLNIKOFF

Higher Mathematics for engineers and Physicists  
New York Mc. Graw Hill Second Edition 1,941.

FREEMAN, FREIDMAN, MOSTELLER AND WALLS.- Sampling  
Inspection. First Edition, New York, Mc. Graw Hill  
Book Company Inc. 1,948.

GRANT, EUGENE L.- Statistical Quality Control.  
New York, Mc. Graw Hill First Edition 1,946.

YULE G. U. Y MC. G. KENDALL. Introducción a la Estadística  
Matemática.  
Madrid, Aguilar 1,947

INDUSTRIAL QUALITY CONTROL.-  
September 1, 1953 , Volumen X Num. 2 American  
Society for Quality Control.

INDUSTRIAL QUALITY CONTROL.  
January 1, 1954 Volume X Num. 1 American Society  
for Quality Control.

