

10523  
8



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

**"CALIDAD EN LAS ORGANIZACIONES (EMPRESA  
E INSTITUCIONES DE PRODUCCION Y DE  
SERVICIOS).  
CONTROL ESTADISTICO DE FABRICACION  
DE PEROXIDOS Y ADITIVOS**

**TRABAJO DE SEMINARIO**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**Q U I M I C A**  
**P R E S E N T A :**  
**JAQUELINE ADRIANA/SANDOVAL HERNANDEZ**

ASESOR: DR. ARMANDO AGUILAR MARQUEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO,

2003

A



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
**DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**



**DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO**  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
**P R E S E N T E**

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Calidad en las Organizaciones (Empresas e Instituciones de Producción y de Servicios) Control Estadístico de Fabricación de Peróxidos y Aditivos.

que presenta la pasante: Agueline Adriana Sandoval Hernández

con número de cuenta: 9106576-2 para obtener el título de :

Química

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 22 de Abril de 2002

**MODULO**

**PROFESOR**

**FIRMA**

II Ing. Juan Rafael Garibay Bermúdez

III Dra. Frida María León Rodríguez

IV Dr. Armando Aguilar Márquez

*[Handwritten signatures and stamps]*

3

AMIGA MÍA, A PESAR DEL TIEMPO Y LA DISTANCIA, EL CARIÑO MUTUO NOS HACE RECORDARNOS LA UNA A LA OTRA EN MOMENTOS ESPECIALES COMO ÉSTE, LA PRIMERA PARTE DE NUESTRA PROMESA FUE CUMPLIDA, AHORA FALTA QUE TU LA CONCLUYAS. (TERMINAR LA CARRERA Y TITULARNOS)

ARACELI, CONFÍO EN TÍ.

GRACIAS :

A DIOS POR DARME A RAQUELITOS COMO MAMÁ.

A MI MAMA, POR DARME LA VIDA, QUERERME, CUIDARME Y SIEMPRE TRATAR DE COMPRENDER MIS INQUIETUDES Y APOYAR MIS DECISIONES. POR DARME LA MEJOR DE LAS ARMAS PARA DEFENDERME EN ÉSTE MUNDO, MI PROFESIÓN.

A MI FAMILIA POR SER MIS AMIGOS EN LA INFANCIA Y MI APOYO EN TODO MOMENTO.

A MI HERMANA LIDIA POR SER LA MEJOR DE MIS AMIGAS, TE QUIERO MUCHO.

A LOS TRES TESOROS QUE DIOS NOS HA REGALADO: CARLOS, CYNTHIA Y MARIANITA.

A TÍ LU POR SER COMO ERES CONMIGO, POR APOYARME, CUIDARME Y QUERERME TANTO. TALTANIO.

A TODAS LAS PERSONAS QUE ME HAN DADO UNA AMISTAD SINCERA Y HEMOS CRECIDO JUNTOS: ARA, SILVIA, REYNA, ROBERTO, JOEL, RITA, FABIOLA, EL DOC. HALINA, LA GÜERA, LA TACHUELA, VERO, LUISA, ANTONIETA, LUPITA, SANDRA, MARCE, ANA, CECI, ARABIA, CARMEN,

D

DIANA, COMADRE, PROFESORA, ALE, BETY Y MI PEQUEÑA AMIGUITA  
BRENDA.

A WIECZOREK POR TENERME TANTA PACIENCIA, POR QUERERME Y  
AYUDARME INCONDICIONALMENTE.

AL ING. JUAN ARROYO POR DARMER LA OPORTUNIDAD DE CRECER Y  
MADURAR PROFESIONALMENTE.

A TI UNIVERSIDAD ( CCH – NAUCALPAN Y FES CUAUTITLAN) POR SER MI  
HOGAR TANTOS AÑOS.

A TODOS Y CADA UNO DE MIS MAESTROS, QUE AGUANTARON MIS  
TRAVESURAS Y MIS RISAS.

A MI ASESOR EL DR. AGUILAR POR AYUDARME A LOGRAR ESTA META,  
TITULARME.

A handwritten mark consisting of three horizontal lines, with the middle line being longer and having a small vertical stroke at its right end, resembling a stylized signature or the letter 'E'.

## INDICE

	TEMA	PAGINA
HIPÓTESIS. OBJETIVO. ANTECEDENTES		1
DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS ESTADÍSTICOS SELECCIONADOS.		4
• GRÁFICOS DE PROMEDIO RANGOS ( $\bar{x}$ - R )		
• CAPACIDAD DE PROCESO.		
PROBLEMA A RESOLVER		18
• BLANARIN		
PROCEDIMIENTO PARA ESTUDIAR LA CAPACIDAD DEL PROCESO		22
IMPLANTACIÓN Y SEGUIMIENTO.		31
ANÁLISIS DE RESULTADOS		39
CONCLUSIONES		45
BIBLIOGRAFÍA		47



HIPÓTESIS

OBJETIVO

ANTECEDENTES

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **HIPÓTESIS.**

Utilizando gráficos de control, el análisis de la información obtenida será consistente para analizar las características de los elementos del proceso, tendremos medida de la variabilidad y el comportamiento de este

## **OBJETIVO.**

El presente trabajo tiene como objetivo explicar las técnicas estadísticas que se aplican en el proceso de fabricación de Peróxidos y Aditivos.

## **ANTECEDENTES**

La calidad de los productos y servicios se ha vuelto hoy en día uno de los factores de decisión más importante en la mayor parte de las empresas. Sin importar, si el consumidor es un individuo, una corporación, un programa de defensa militar o una tienda de ventas al menudeo, cuando el consumidor decide hacer una compra, es probable que considere la calidad con la misma importancia que el costo y el tiempo de entrega. En consecuencia, la mejora de la calidad se ha convertido en un aspecto importante en un gran número de corporaciones e instituciones en todo el mundo.

Una de las expresiones de la calidad es la idoneidad de uso, es decir cumplir con las especificaciones del cliente. Por ejemplo, un fabricante compra materia prima y espera procesarla sin necesidad de tener que trabajarla varias veces o, incluso, sin desecharla.

La calidad está determinada por la interacción de la calidad del diseño y la calidad de conformidad. Por calidad del diseño se entiende, los diferentes grados o niveles de rendimiento, confiabilidad, servicio y función que son resultado de

**meditadas decisiones de ingeniería y administración. Por calidad de conformidad se entiende la reducción de la variabilidad y la eliminación de defectos de manera sistemática hasta el punto donde todas las unidades producidas sean casi idénticas y estén libres de defectos.**

**La mejora de calidad significa, eliminación de desperdicios. Entre los ejemplos de desperdicios se incluyen los sobrantes y la repetición del proceso de manufactura, la inspección y la prueba, los errores en los documentos (como dibujos de ingeniería, comprobación, ordenes de compra y planos), líneas de atención a clientes, costos de garantía y el tiempo necesario para hacer las cosas otra vez debido a que no se hicieron bien a la primera vez. Un esfuerzo exitoso para la mejora de la calidad puede eliminar mucho de este desperdicio y conducir a costos menores, mayor competitividad en el mercado y, a fin de cuentas, ganancias más grandes para la compañía.**

**Los métodos estadísticos juegan un papel importante en la mejora de la calidad. Algunas de sus aplicaciones son:**

- 1. En el diseño y desarrollo de productos, los métodos estadísticos (incluyendo los experimentos diseñados) pueden emplearse para comparar materiales, componentes o ingredientes distintos, y como ayuda para determinar las tolerancias tanto del sistema como de los componentes. Esta aplicación puede reducir de manera significativa los costos y el tiempo de desarrollo.**
- 2. Los métodos estadísticos pueden emplearse para determinar la capacidad de un proceso de manufactura. El control estadístico de proceso, puede utilizarse para mejorar de manera sistemática, un proceso mediante la reducción de variabilidad.**
- 3. Los métodos de diseño experimental, pueden emplearse para investigar mejoras en el proceso. Éstas pueden llevar a mayores rendimientos y menores costos de fabricación.**

4. Las pruebas de duración proporcionan datos de confiabilidad y rendimiento de un producto. Lo anterior puede conducir a diseños y productos nuevos o mejores, con una duración mayor y menores costos de mantenimiento.

El control estadístico de la calidad es un campo nuevo, que se remonta a la década de los veinte. El doctor Walter A. Shewhart de los Bell Telephone Laboratories fue uno de los pioneros en su estudio. En 1924 escribió un memorando en el que presentaba una moderna carta de control, que es una de las herramientas básicas de control estadístico de procesos.

Harold F. Dodge y Harry G. Roming, también empleados de los Bell Telephone Laboratories, fueron líderes en el desarrollo de métodos de inspección y muestreo basados en la estadística. El trabajo de estos tres hombres constituyó en gran parte la base del campo moderno del control estadístico de la calidad. Durante la Segunda Guerra Mundial se dió una introducción muy amplia de estos métodos en la industria de Estados Unidos.

Los doctores Edwards Deming y Joseph M. Juran han tenido un papel muy importante en el desarrollo de métodos estadísticos de control de calidad.

Los japoneses han tenido éxito en el despliegue de métodos estadísticos de control de calidad, y los han utilizado para tomar ventaja significativa respecto a sus competidores. En la década de los setenta, la industria estadounidense sufrió mucho debido a la competencia de los japoneses (y a la de otros países).

En Estados Unidos esto condujo a un renovado interés en los métodos estadísticos de control de calidad desde la Segunda Guerra Mundial. La mayor parte del interés se dirigió al control estadístico de procesos y al diseño experimental. Muchas compañías estadounidenses han comenzado a implantar estos métodos en sus procesos de manufactura, ingeniería y otras organizaciones de negocios.

# DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS ESTADÍSTICOS SELECCIONADOS.

GRÁFICOS DE PROMEDIO RANGOS  
CAPACIDAD DE PROCESO.

### **Descripción de los Métodos Estadísticos Seleccionados.**

Todo proceso y los productos que se obtienen de él, tienen variaciones en sus características más o menos perceptibles, dependiendo de la magnitud de la variación y de la precisión del instrumento de medición. El hecho es que existen variaciones.

Estas variaciones pueden originarse por:

- a) **Alguna causa especial que se presenta en un momento determinado y que dá como resultado una variabilidad anormal en el proceso y / o su producto. Por ejemplo:**

Materia prima diferente a la usual, un operador nuevo que le falta entrenamiento, una máquina ajustada, una desviación en el método de operación, una variación anormal en el voltaje de la corriente eléctrica, etc.

- b) **Causas inherentes al proceso llamadas causas comunes, que aún en condiciones controladas están presentes. Ejemplos:**

Se dice que un proceso está fuera de control o inestable y su comportamiento es impredecible, cuando las variaciones son originadas por causas especiales. En este caso, la variación anormal desaparecerá en cuanto se erradique la causa con un acertado análisis del problema y acción correctiva.

El proceso se encuentra bajo control cuando las variaciones son ocasionadas por causas comunes que afectan a todo el sistema. En este caso, las variaciones serán predecibles utilizando algún tipo de análisis estadístico.

Después de haber capturado datos en nuestro formato de inspección y haber obtenido algún gráfico, la primera pregunta que debemos contestar es: ¿Está el proceso libre de causas especiales de variación? o ¿La producción de las piezas que hemos fabricado, ha sido bajo un conjunto consistente de condiciones dentro del mismo proceso?. Para poder contestar esta pregunta, debemos buscar evidencia de variaciones extremas, desviaciones y tendencias. La presencia de cualquier indicación de una causa especial debe garantizar una investigación en el proceso.

La ausencia de estas señales nos da la seguridad de que nuestros datos representan correctamente las posibilidades del proceso.

Sólo cuando nuestros datos son de un sistema de causas comunes podemos pensar que se justifica comparar los resultados del proceso con las condiciones impuestas por las especificaciones.

### **Gráficos de Promedio Rangos ( $\bar{X}$ - R )**

Los gráficos  $\bar{X}$  y R se utilizan cuando las características pueden medirse, como una longitud, un peso, una resistencia, etc., de manera que la cifra obtenida sea una medida de la aproximación de la calidad del producto a la calidad deseada. Son especialmente adecuados para operaciones de mecanizado y fabricación continua.

Los gráficos  $\bar{X}$  y R permiten determinar:

1. Si el proceso y los procedimientos están firme y adecuadamente establecidos.
2. Cual es la calidad media del producto.
3. Cuanto y como varía la calidad media del producto.
4. Los gráficos  $\bar{X}$  controlan la calidad media del producto.
5. Los gráficos R controlan la variación de la calidad.

Proceso general a seguir para la construcción de los gráficos  $\bar{X}$  y R

1. Se seleccionan las dimensiones o características de X que han de ser sometidas a control.
2. Se elige el elemento de medida que ha de utilizarse.
3. Se decide el tamaño de la muestra, que designaremos con la letra n. Este tamaño de la muestra, debe ser mayor a dos, siendo el más corriente 4 ó 5.
4. Se toma una muestra compuesta por n unidades de la máquina o banco de trabajo. Se mide la característica considerada y se registran los resultados. Las muestras deben ser lo más homogéneas posible, es decir, las variaciones dentro de cada muestra deben ser mínimas.
5. Se obtiene el valor  $\bar{X}$  de las medias de cada muestra. Si, por ejemplo,  $n = 4$ , se suman todas las medidas de las cuatro unidades y el resultado se divide entre 4.

$$\bar{X} = \frac{X1 + X2 + X3 + X4}{4}$$

6. Se determina el margen de variaciones R de las 4 medidas para lo cual se resta la medida más pequeña de la mayor.

$$R = X_{\text{mayor}} - X_{\text{menor}}$$

7. Se repiten las operaciones 4, 5 y 6 haciendo un total de 25 muestras. Se obtienen así 25 valores medidos de  $\bar{X}(\bar{X}1, \bar{X}2, \dots)$  y otros 25 de R( $R_1, R_2, \dots$ )
8. Se determina el valor medio de todos los valores medios que podemos llamar gran promedio  $\bar{\bar{X}}$ . Basta sumar los 25 valores medios y dividir entre 25

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}1 + \bar{X}2 + \dots + \bar{X}25}{25}$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

9. Se halla el valor medio  $\bar{R}$ , de todas las desviaciones R, para lo cual basta sumar los 25 valores de R y dividir entre 25.

$$\bar{R} = \frac{\bar{R}1 + \bar{R}2 + \dots + \bar{R}25}{25}$$

10. Se seleccionan los valores  $A_2$ ,  $D_3$  y  $D_4$  correspondientes al valor  $n$ , tabla 1

Tabla 1

Factores de conversión para los límites de control de los gráficos  $\bar{X}$  y  $R$

N	$A_2$	$D_3$	$D_4$	$d_2$
2	1.88	0	3.27	1.128
3	1.02	0	2.57	1.693
4	0.73	0	2.28	2.059
5	0.58	0	2.11	2.326
6	0.48	0	2	2.534
7	0.42	0.08	1.92	2.704
8	0.37	0.14	1.86	2.847
9	0.34	0.18	1.82	2.970
10	0.31	0.22	1.78	3.078

11. Se calculan los límites de control superior e inferior del promedio  $\bar{X}$  utilizando las fórmulas siguientes:

Límites de Control

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

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

12. Se calculan los límites de control superior e inferior de desviaciones  $R$ , por medio de las fórmulas:

$$LSC_R = D_4 \bar{R}$$

$$LIC_R = D_3 \bar{R}$$



13. Se anotan los resultados en los gráficos.

14. Los valores  $\bar{X}$  o R que aparezcan fuera de los límites de control, indicarán, como siempre, causas explicables de variaciones, es decir, fuera de control, las cuales deben ser analizadas, identificadas y eliminadas por el personal técnico adecuado. La falta de control quedará indicada no solamente por los puntos fuera de los límites, sino por puntos repetidos muy próximos a los límites.

15. Un gráfico  $\bar{X}$  y R en que la operación se mantiene " bajo control", se interpretará como se indica a continuación:

15.1 La operación esta planteada correctamente

15.2 La calidad del producto puede medirse por la cifra X.

15.3 La variación del producto se mide por el número

$$\sigma = \frac{R}{d2}$$

15.4 Se llama variabilidad normal al número

$$\sigma = \frac{6R}{d2}$$

#### Interpretación de gráficos

El objetivo de construir un gráfico de control, es determinar, en base al movimiento de los puntos, que tipo de cambios han ocurrido en el proceso de producción. Por lo tanto, para utilizar eficazmente el gráfico de control, debemos establecer criterios de evaluación de lo que consideremos una anomalía. Cuando un proceso de producción se encuentra bajo control, significa que:

- Todos los puntos caen dentro de los límites de control.
- Los puntos no se agrupan de una forma particular

Sabremos, por lo tanto que se ha producido una anomalía si:

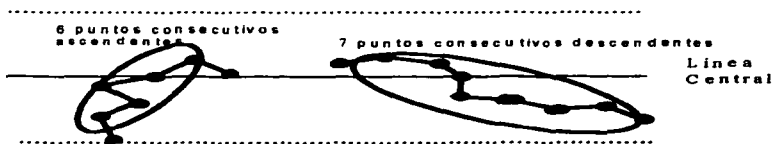
- a) Algunos puntos están fuera de los límites de control, incluyendo puntos sobre las líneas de los límites.
- b) Los puntos asumen una forma particular aunque todos estén dentro de los controles.

## Normas mas detalladas.

### 1. Corrida ó Ciclo.

Es la forma en que los puntos se mueven por arriba o por debajo de la línea central. El número consecutivo de puntos arriba o debajo de la línea central es llamado longitud corrida. Si la longitud corrida es mayor a 7 puntos, el proceso es juzgado anormal.

#### CORRIDA O CICLO



### 2. Tendencias.

En caso de que los puntos vayan en secuencia ascendente o descendente, se dice que tenemos una tendencia. No existe un criterio para decidir si la tendencia es anormal o no, pero si dicha tendencia continúa, los puntos caerán fuera de los límites de control o asumirán la forma de una corrida.

#### TENDENCIAS

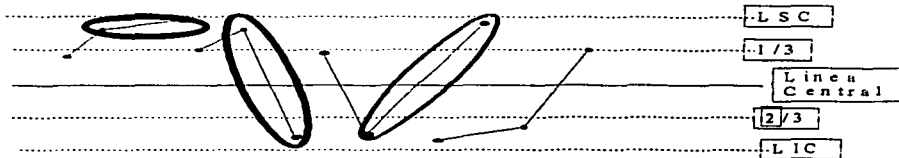


TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 3. Adhesión a los límites de control.

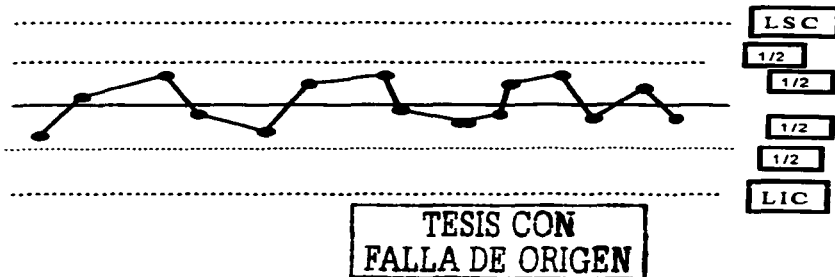
Consiste en dividir el ancho entre la línea central y las líneas de control en tres partes iguales. Si dos de tres puntos consecutivos caen dentro del tercio cercano a las líneas límite, se considera que el proceso es anormal.

A D H E S I Ó N   A   L O S   L I M I T E S   D E   C O N T R O L .

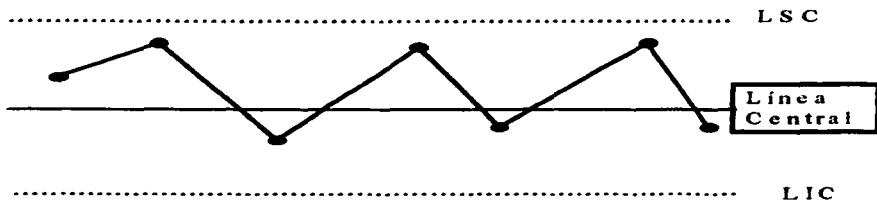


### 4. Adhesión a la línea central.

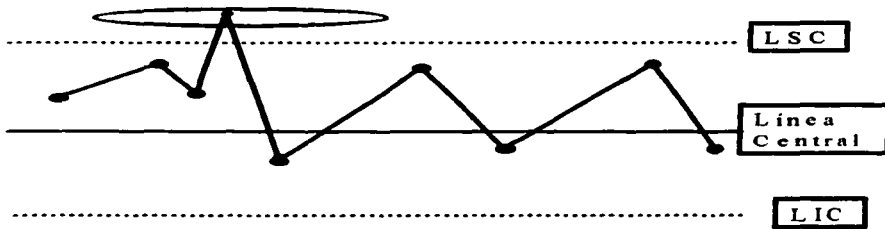
Si los puntos se concentran en el centro, el proceso es juzgado anormal. Para determinar si hay adhesión a la línea central, hay que dividir la zona entre los límites en 4 partes iguales y observar si los puntos caen dentro de los sectores cercanos a la línea central.



Se dice que el proceso muestra periodicidad, si los puntos se mueven hacia arriba y hacia abajo más o menos a intervalos iguales.



El objetivo de la interpretación de los gráficos de control es la mejora continua del proceso. Se puede considerar que un proceso está bajo control cuando sólo 1 de 35 puntos está fuera de los límites de control.



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**La lectura del gráfico R nos informa que:**

- 1. Una serie de puntos por debajo de la línea central, puede significar**
  - **Menor variación en los resultados**
  - **Verificar el sistema de medición**
  - **Cambiar el sistema de medición**
  
- 2. Una serie de puntos por encima de la línea central, nos indica que:**
  - **Hay mayor dispersión en los resultados debido, posiblemente a equipos y materiales nuevos, etc., lo que implica la aplicación de una acción inmediata, cambio en la inspección, cambio en los instrumentos de medición.**
  
- 3. Una serie de puntos en forma de ciclos repetidos, puede ser el resultado de:**
  - **Falta de mantenimiento preventivo**
  - **Fatiga del operario**
  - **Herramientas gastadas**
  
- 4. Una serie de puntos en forma de tendencia, nos dice que:**
  - **Hay variabilidad de la destreza del operario.**
  - **Fatiga del operario**
  - **Cambio en las proporciones de los subprocesos que alimentan una cadena de montaje**
  - **Cambio gradual en la homogeneidad de la calidad de la materia prima**

**5. Una serie de puntos en forma variable y discontinua es señal de :**

- **Cambio en el material**
- **Cambio en el método**
- **Cambio en el personal**

**6. Una elevada proporción de puntos cerca o fuera de los límites de control, nos habla de:**

- **Mezcla de diferentes materiales**
- **Datos de diferentes máquinas**
- **Empleo de un mismo gráfico para distintos procesos**
- **Uso de un solo gráfico para operaciones diferentes**

**7. Una elevada proporción de puntos cercanos a la línea central, hace alusión a:**

- **La recopilación en cada muestra, de un número de medidas procedentes de poblaciones que difieran ampliamente.**
- **El análisis de datos debe hacerse en forma inmediata de manera que se minimice la producción de piezas fuera de control.**

Por otra parte el gráfico de  $\bar{X}$  nos notifica que,

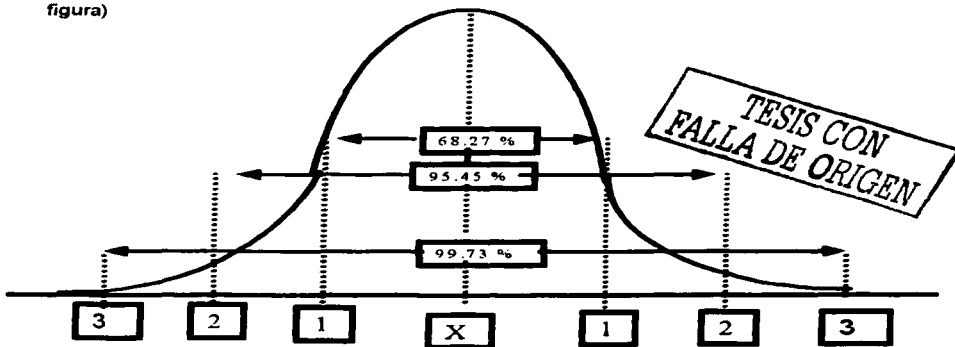
- 8. Una serie de puntos por debajo de la línea central, pueden significar**
- **Que hay que verificar el sistema de medición**
  - **Que es conveniente cambiar el sistema de medición**

- 9. Una serie de puntos en forma de ciclos repetidos, puede ser el resultado de:**
- **Temperatura o magnitudes que se repiten en forma de ciclos**
  - **Fatiga del operario**
  - **Diferencias en los sistemas de medición de prueba que se emplean**
  - **Cambio rotativo de máquina o de operarios a intervalos regulares**
  - **Combinación de montajes más pequeños o de subgrupos**
- 10. Una serie de puntos en forma de tendencia, puede implicar:**
- **Desgaste gradual que puede afectar a todos los elementos**
  - **Fatiga del operario**
  - **Acumulación de producto de desecho**
  - **Empeoramiento de las condiciones ambientales**
- 11. Una serie de puntos en forma variable y discontinua, abarca**
- **Cambio en las proporciones de los materiales o en los componentes procedentes de diferentes proveedores**
  - **Obrero nuevo o maquinaria nueva**
  - **Modificación del método o proceso de producción, así como del método o sistema de inspección**
- 12. Una elevada proporción de puntos cerca o fuera de los límites de control engloba:**
- **Control excesivo**
  - **Diferencias sistemáticas en la calidad del material**
  - **Diferencias sistemáticas en el método, equipo, medición.**
  - **Llevar control de dos o más procesos en el mismo gráfico.**
- 13. Una elevada proporción de puntos cercanos a la línea central comprende:**
- **Cálculo incorrecto de los límites de control.**

## Capacidad de proceso

Si tomamos una muestra de producto que proviene de un proceso controlado y determinamos cualquier tipo de característica de calidad, la teoría estadística nos dice que el 99.7 % de las veces quedará dentro de la curva normal de distribución con un promedio central  $\pm 3$  veces la desviación estándar.

En consecuencia, si podemos obtener un número representativo de muestras de un proceso bajo control y calcular el promedio y la desviación estándar, estaremos en la posibilidad de calcular con 99.7% de certeza, cuales serán los valores límites, tanto del lado alto así como del lado bajo y la frecuencia con que se presentarán los valores intermedios de una característica dada ( Ver figura)



La frecuencia en que las muestras presentan valores cercanos al promedio será mayor que las veces que presenten valores cercanos a los límites superior o inferior, formando una campana cuya base será igual a 6 veces la desviación estándar, o sea 3 veces la desviación estándar en ambos lados del promedio.



El conocimiento anterior es aplicable para saber que tan holgadamente un proceso da productos que cumplen las especificaciones, lo cual se mide con un índice llamado capacidad potencial del proceso ( $C_p$ ).

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

Si el proceso se encuentra bajo control estadístico, entonces  $\sigma$  puede ser estimada a partir del gráfico de control, como sigue:

$$\sigma = \frac{R}{d_2}$$

Donde:

R = Promedio del rango de subgrupos.

$d_2$  = Constante basada en el tamaño del subgrupo

Mientras que  $C_p$  se relaciona con la extensión de la distribución del proceso relativa a la amplitud de la especificación.

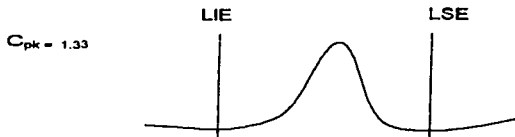
Los índices de capacidad del proceso,  $C_{pi}$  y  $C_{ps}$  (por límites de especificación de un lado) y  $C_{pk}$  (Por límites de especificación de los dos lados) no sólo miden la variación del proceso en relación a la especificación permitida sino además la ubicación de la media del proceso. Se considera que  $C_{pk}$  es la medida de la "capacidad" del proceso y se toma como la menor de  $C_{pi}$  o  $C_{ps}$ .

$$C_{pi} = \frac{\bar{X} - LIE}{3\sigma}$$

$$C_{ps} = \frac{LSE - \bar{X}}{3\sigma}$$

$$C_{pk} = \min. \{C_{pi}, C_{ps}\}$$

### Interpretación de los índices



El promedio de distribución coincide con el centro de los límites especificados, por eso los valores  $C_{pk}$  LSE ,  $C_{pk}$  LIE y  $C_p$  son iguales y por lo tanto  $C_{pk}$  también es igual



En este caso al usar sólo el valor de  $C_{pk}$  LSE parecería que el proceso está perfecto, pero el valor de  $C_{pk}$  LIE es menor a 0, valor que se tomará como  $C_{pk}$  muy bajo, lo que indica que una gran cantidad de datos están fuera del límite inferior



Esta gráfica indica que todos los valores están por de fuera de los límites establecidos, por lo cual, deben de ser establecidos nuevamente estos límites, de acuerdo con la habilidad del proceso.

PROBLEMA A RESOLVER

BLANARIN

## **Problema a resolver**

En el presente trabajo, se estudia la capacidad que tiene nuestro proceso para la fabricación de Blanarín. A continuación se da una pequeña descripción del producto, enseguida las variables a estudiar y el procedimiento que seguimos para estudiar el proceso.

### **BLANARÍN.**

#### **BLANQUEADOR DE HARINAS.**

El BLANARIN es una mezcla de componentes grado alimenticio que cumple con las especificaciones del Food Chemicals Codex. Su componente activo Peróxido de Benzoilo es un blanqueador ampliamente utilizado en el tratamiento de las harinas de trigo.

Un problema con el que frecuentemente se encuentra el fabricante de harina, es el de conseguir las variedades de trigo apropiadas, ya que hasta la fecha no se conoce una variedad de trigo que sirva para hacer una harina que pueda ser utilizada en los distintos tipos de productos de trigo. Así, una harina para pasteles no servirá para hacer pastas, galletas, ni mucho menos para pan francés, pan de caja o bolillo.

Este problema de las variedades de trigo es grandemente aliviado mediante el uso de los aditivos químicos: por ejemplo a una harina para pastas puede dársele una intensidad y color más apropiados, a una harina para galletas puede dársele una mayor capacidad de fermentación y extensibilidad para mejorar la apariencia de las mismas y a un pan francés o al bolillo puede mejorarse el volumen y color mediante el uso de agentes químicos, importando menos la variedad del trigo usado en la fabricación de la harina.

Frecuentemente, los aditivos químicos para harinas se presentan en forma de combinaciones de varios agentes activos. Estas formulaciones vienen diluidas en almidón, de trigo o de maíz o con otros excipientes inertes, con el objeto de que el aditivo sea fácilmente dosificado en la harina. El vehículo

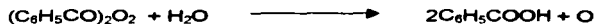
ayuda también a una mejor distribución y homogenización de los agentes químicos en el seno de la harina.

Los productos químicos, usados como mejoradores en la harina de trigo, pueden clasificarse en tres grupos principales: aquellos que actúan mayormente sobre los pigmentos, y se les conoce como agentes blanqueadores; aquellos que actúan sobre las proteínas principalmente y se les llama agentes maduradores y aquellos que actúan sobre los dos: pigmentos y proteínas. Existe un cuarto grupo ( sustancias biológicas) cuyo uso en la harina está profusamente extendido, las enzimas.

Nuestro producto es un agente blanqueador, esta sustancia es la más popular de todos los agentes blanqueadores. En la práctica, este producto, debido a su actividad química, se encuentra siempre mezclado con un vehículo inerte.

Este compuesto debe sus propiedades blanqueadoras al hecho de que en contacto con la humedad de la harina desprende oxígeno naciente, el cual actúa sobre los pigmentos (principalmente caroteno) transformándolos en compuestos oxidados incoloros.

La reacción química es la siguiente:



El efecto de este aditivo en las propiedades de la masa es imperceptible, sin embargo algunos investigadores han observado una pequeña mejora en la textura del pan y en particular este compuesto es apreciado por impartir un color blanco brillante en la miga del pan, principalmente cuando se usa en harinas de alta extracción.

## **ESPECIFICACIONES.**

Peróxido de Benzollo.	32.10 - 35,30 %
Oxígeno Activo.	2.29 - 2.13 %

## **APLICACIONES.**

La acción oxidante del Peróxido de Benzollo sobre los pigmentos amarillos de tipo caroténico, presentes en las harinas de trigo, hace posible la obtención de productos más blancos y brillantes. La acción blanqueadora se inicia inmediatamente después de haberse adicionado el BLANARÍN sobre la harina y el máximo resultado se obtiene entre las 24 y las 72 horas después, dependiendo del contenido de pigmento presente y de la calidad deseada.

El nivel de uso recomendado de BLANARÍN puede variar de acuerdo al contenido de pigmentos en la harina, lo cual depende del lugar de la cosecha. Debiéndose principalmente al tipo de suelo, clima y métodos de cultivo. Sin embargo se recomienda se inicien pruebas utilizando cantidades de 15 a 60 gr. por cada 100 kg. de harina.

## **PRESENTACIÓN.**

Disponible en bolsas de polietileno de 10 Kg. dentro de cajas de cartón corrugado y, en bolsas de polietileno de 50 Kg. dentro de cuñetes de cartón.

## **MANEJO Y ALMACENAMIENTO.**

Evite su inhalación, ingestión, contacto con la piel y ojos. Cuando no se utilice el producto mantenga los recipientes cerrados y lejos de cualquier fuente potencial de ignición.

La combustión de este producto provoca humos sofocantes.

### **Variable a estudiar**

Peróxido de Benzollo. (Pureza)	32.10 - 35.30 %
Oxígeno Activo.	2.13 - 2.29 %

La pureza es la variable determinante en nuestro proceso de fabricación y el oxígeno activo es una variable dependiente de la pureza.

# PROCEDIMIENTO PARA ESTUDIAR LA CAPACIDAD DEL PROCESO



## Procedimiento Para Estudiar la Capacidad del Proceso

### Definiciones:

- **Proceso aprobado:** Aquel que ha demostrado que tiene la habilidad suficiente de dar productos que cumplen holgadamente las especificaciones que pide el cliente.
- **Calificación y aprobación de procesos:** Estudio práctico que determina la habilidad de un proceso en referencia a los requerimientos especificados.
- **Características críticas de control:** Aquella mediante la cual se puede determinar la capacidad de un proceso.
- **Característica dependiente:** Aquella que depende de una ó mas características críticas de control
- **Proceso:** Conjunto interrelacionado de actividades y recursos que transforman productos de entrada en productos de salida.
- **Constante de capacidad de proceso (CpK):** Relacion entre la tolerancia especificada de una característica, la media y el valor de dispersión de los resultados, obtenidos durante el proceso ( expresado como 3 veces la desviación estándar)
- **Tolerancia especificada:** Diferencia entre los limites especificados (superior menos inferior)

### Expresión matemática de Cp :

$$C_{plse} = \frac{\text{Limite Superior Especificado} - \text{Promedio}}{3\sigma}$$

$$C_{pk} = \min. \{C_{pi}, C_{ps}\}$$

$$C_{plie} = \frac{\text{Promedio} - \text{Limite Inferior Especificado}}{3\sigma}$$

- **Proceso potencialmente incapaz:** Aquel cuyo CpK es menor a 1.32
- **Proceso hábil (proceso aprobado):** Aquel cuyo CpK es mayor igual a 1.33
- **Causas Especiales:** Son aquellas que se presentan en un momento determinado y que dan como resultado una variabilidad anormal en el proceso ó producto. Puede ser materia prima diferente a la usual, falta de capacitación a operadores, un equipo de medición descalibrado, variación en la aplicación de un método de operación.
- **Causa común:** Son aquellas inherentes al proceso que están presentes aun en condiciones usuales de control

**Desarrollo:**

**1. Determinación de la capacidad de proceso**

- 1.1 Los Gerentes de Producción y Laboratorio determinan las características críticas de control, para el producto a estudiar, utilizando el formato R09.F0.041
- 1.2 El Supervisor de Producción, el Jefe de Laboratorio o el Coordinador del Sistema de Calidad efectúan el estudio de un número de muestras, dependiente del tamaño de lote y la producción realizada, en el formato R09.F0.041, para definir si está o no calificado, mínimo se deben de tener 33 muestras.
- 1.3 Se determina el valor del CpK y se imprime la hoja de reporte, las gráficas de capacidad de proceso y el control de variables I-Rm.
- 1.4 Ésta información es proporcionada al Gerente de Producción para su análisis.
- 1.5 Después del análisis de los lmites, el Supervisor de Producción, el Jefe de Laboratorio o el Coordinador del Sistema de Calidad van registrando el resultado del análisis de los lotes fabricados en el programa Súper CEP, verificando en la gráfica de la  $\bar{\bar{x}}$  que éstos no salgan de los límites de control establecidos.

- 1.6 El Supervisor de Producción, el Jefe de Laboratorio o el Coordinador del Sistema de Calidad si notan que algún producto fabricado esta fuera de los límites de control generan el aviso para tomar acciones correctivas y lo entregan al Gerente o al Supervisor de Producción.
- 1.7 El Gerente o el Supervisor de Producción analizan el problema conforme al procedimiento R14.PR.001 y determinan la acción correctiva.

## **2. Análisis de límites establecidos:**

- 2.1 Una vez que se ha encontrado que una característica crítica del proceso muestra un CpK menor a 1.33, se procede en primera instancia a analizar si los límites especificados están de acuerdo a lo que potencialmente el proceso puede dar, para ello se analizará técnicamente el proceso, a través de la información tecnológica que se tenga a la mano, determinandose, si los límites establecidos fueron definidos con un concepto racional o en una forma simplemente convencional con el cliente.
- 2.2 Si se encuentra que de acuerdo a la tecnología de proceso los límites especificados son demasiado cerrados, se determinan nuevos límites en forma racional y se define si con ellos el valor del CpK más adecuado.
- 2.3 Si se encuentra que los nuevos límites de especificación reflejan una mejor capacidad de proceso, se procede a acordar un cambio de límites con los clientes
- 2.4 Si los clientes no aceptan límites más abiertos se tendrá la necesidad de mejorar la habilidad del proceso.

## **3. Acciones para Mejorar la Habilidad del Proceso**

Una vez que se han definido los límites con el cliente en forma racional, o bien, si se tiene la seguridad de que técnicamente es posible mejorar la habilidad del proceso se procede a analizar las posibles causas de su inhabilidad y a tomar las acciones correctivas de acuerdo a la siguiente mecánica:

#### **4. Formación de un grupo multidisciplinario:**

- 4.1 El Gerente de Producción, tomando en cuenta el análisis de habilidad del proceso registrado en el formato R09.F0.041, determina un grupo de personas capaces de analizar y contribuir a dar soluciones para lograr que el proceso sea hábil ( $CpK \geq 1.33$ )
- 4.2 Se analiza la influencia de los elementos del proceso en su inhabilidad: utilizando el formato R09.F0.042. El grupo multidisciplinario califica el grado de influencia probable que cada elemento del proceso tiene en su inhabilidad e indica los argumentos de respaldo para afirmarlo.

Los criterios para calificar el grado de influencia son:

- Alto grado: el elemento del proceso referido puede modificar fuertemente la habilidad del proceso
- Grado medio: el elemento del proceso referido, no puede, en condiciones normales de operación influir en la inhabilidad del proceso, pero es conveniente no perderlo de vista.
- Grado bajo: el elemento de proceso considerado no influye definitivamente en la inhabilidad del proceso.

#### **5. Definición de las causas probables de inhabilidad.**

- 5.1 Una vez terminado el análisis anterior se hace un resumen de los elementos del proceso que tienen alto grado de influencia.
- 5.2 Dando prioridad a los elementos, con un alto grado de influencia, el grupo multidisciplinario determina cual de ellos será el más influyente y propone los cambios o modificaciones que crea más apropiadas para dar solución al problema.

## **6. Plan de aplicación de acciones experimentales**

- 6.1 Sin efectuar ningún cambio adicional al proceso, se hace el cambio o modificación del elemento que se consideró de más influencia en la inhabilidad del proceso y se evalúa nuevamente el CpK (registrando resultados en el formato R09.F0.043 como experimento 1).
- 6.2 Si no se notara influencia en la inhabilidad del proceso, se selecciona el segundo elemento que se considere con influencia en la inhabilidad del proceso y se procede como indica el punto 6.1 (registrando resultados en el formato R09.F0.043 como experimento 2)
- 6.3 Si se notara influencia positiva logrando un CpK satisfactorio, se hará nuevamente el experimento conservando o modificando el elemento en segundo grado de importancia tal como lo indicó el grupo (registrando resultados.)
- 6.4 Siguiendo esta secuencia experimental, a criterio del grupo multidisciplinario definir los pasos a seguir registrando sus resultados en el formato R09.F0.042, numerando los experimentos en forma consecutiva.

## **7. Conclusión de los experimentos.**

- 7.1 Una vez logrado el  $CpK \geq 1.33$  con los cambios o modificaciones a los elementos del proceso, se elaborará una especificación provisional del proceso y se pondrá en uso un tiempo razonable para calificar la habilidad.
- 7.2 Si durante un tiempo razonable el proceso demuestra en forma sostenida un  $CpK \geq 1.33$ , se procede a hacer un cambio definitivo en los documentos del sistema de acuerdo al procedimiento R05.PR.001
- 7.3 Si durante este tiempo de confirmación el proceso reporta valores menores a 1.33 en su CpK, será necesario repetir el plan desde un principio.

## **8. Ajustes a los límites de especificación de características dependientes.**

Una vez logrado un CpK adecuado en una característica crítica es necesario que las características dependientes de ella, sean modificadas por lo que se verá la conveniencia de negociar con los clientes los nuevos valores adecuados al proceso.

Producto: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Orden de Producción de Referencia \_\_\_\_\_

Parámetro										
	Crítica	No Crítica	Crítica	No Crítica	Crítica	No Crítica	Crítica	No Crítica	Crítica	No Crítica
Característica										
LSE										
LIE										
X	Teórica	Real	Teórica	Real	Teórica	Real	Teórica	Real	Teórica	Real
R										
$\sigma$										
CpK	Teórica $\geq 1.33$	Real	Teórica $\geq 1.33$	Real	Teórica $\geq 1.33$	Real	Teórica $\geq 1.33$	Real	Teórica $\geq 1.33$	Real
Cumple	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No

**Criterios de evaluación de la capacidad de proceso**

1. Número de cargas evaluadas: \_\_\_\_\_
2. Se verificó y se tiene evidencia de que los productos de entrada cumplen con los requisitos.
3. Se tiene evidencia documentada de que se cumplió con las especificaciones de procesos y medidas operacionales

\_\_\_\_\_

Elaboró

Título : Análisis de influencia de los elementos del proceso en su habilidad **R09.F0.042**

Producto \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_  
Características \_\_\_\_\_ **Participantes en el análisis**  
\_\_\_\_\_  
CpK \_\_\_\_\_

Elemento del proceso	Grado de influencia	Argumentos
1. Materia prima		
2. Equipo.		
3. Condiciones de operación		
4. Métodos de operación		
5. Medio ambiente		



Producto \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Características \_\_\_\_\_ **Participantes en el experimento** \_\_\_\_\_

CpK \_\_\_\_\_

Experimento N° \_\_\_\_\_

Elemento del proceso: \_\_\_\_\_

Cambios y/o adiciones efectuadas: \_\_\_\_\_

CpK obtenidos de los cambios: \_\_\_\_\_

Conclusión del experimento y siguiente paso a seguir: \_\_\_\_\_

# IMPLANTACIÓN Y SEGUIMIENTO

### **Implantación y Seguimiento.**

Nuestro producto se fabrica por batch de 500 Kg, tomamos 5 muestras por batch para determinar si el producto cumple con las especificaciones marcadas. Registramos los resultados que da el laboratorio en el programa Súper Cep y los agrupamos en subgrupos de 5.

En primera instancia nosotros utilizamos el índice de capacidad de proceso CpK para determinar si somos o no capaces de cumplir con las especificaciones establecidas y ver gráficamente la distribución que toma el producto fabricado.

Utilizamos las graficas de control  $\bar{X}$  - R para ir corroborando que el proceso de fabricación esta bajo control.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## HOJA DE REPORTE

Blanarin 34% mod tesis

BLANARIN

	Fecha	Hora T	Operad	PUREZA	OXI. ACT.
1	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.29	2.2
2	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.33	2.2
3	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.05	2.18
4	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.3	2.2
5	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.86	2.23
6	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.39	2.2
7	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.13	2.19
8	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.26	2.19
9	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.07	2.18
10	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.29	2.2
11	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.08	2.18
12	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.18	2.19
13	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.08	2.18
14	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.39	2.2
15	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.3	2.2
16	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.43	2.21
17	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.18	2.19
18	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.7	2.22
19	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.62	2.22
20	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.13	2.19
21	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.68	2.22
22	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.48	2.21
23	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.28	2.2
24	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.73	2.22
25	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.16	2.19
26	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.1	2.18
27	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.46	2.21
28	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.14	2.19
29	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.67	2.23
30	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.31	2.2
31	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.37	2.2
32	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.43	2.21
33	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.14	2.19
34	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.31	2.2
35	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.32	2.2
36	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.28	2.2
37	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.11	2.18
38	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.02	2.18
39	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.04	2.18
40	08/10/01	09:10	1 JAQUE	33.5	2.21

41	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.58	2.21
42	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.22	2.19
	Fecha Hora T Operad	PUREZA	OXI. ACT.
43	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.07	2.18
44	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.31	2.2
45	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.14	2.19
46	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.59	2.22
47	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.39	2.2
48	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.22	2.19
49	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.4	2.2
50	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.07	2.18
51	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.13	2.19
52	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.09	2.18
53	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.14	2.19
54	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.08	2.18
55	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.24	2.19
56	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.78	2.23
57	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.48	2.21
58	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.54	2.21
59	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33	2.18
60	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.32	2.2
61	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.28	2.2
62	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.31	2.2
63	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.02	2.18
64	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.23	2.19
65	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.26	2.19
66	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.26	2.19
67	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.33	2.2
68	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.11	2.18
69	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.27	2.19
70	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.2	2.19
71	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.58	2.22
72	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.46	2.21
73	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.07	2.18
74	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.21	2.19
75	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.22	2.19
76	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33	2.18
77	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.05	2.18
78	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.33	2.2
79	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.29	2.2
80	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.17	2.19
81	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.14	2.19
82	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.03	2.18
83	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.17	2.19
84	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.28	2.2
85	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.25	2.19
86	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.24	2.19

87	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.1	2.18
88	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.05	2.18
	Fecha Hora T Operad	PUREZA	OXI. ACT.
89	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.02	2.18
90	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.01	2.18
91	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.2	2.19
92	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.06	2.18
93	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.13	2.19
94	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.5	2.21
95	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.23	2.19
96	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.22	2.19
97	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.18	2.19
98	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.29	2.2
99	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.16	2.19
100	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.31	2.2
101	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.09	2.18
102	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.22	2.19
103	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.49	2.21
104	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.08	2.18
105	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.21	2.19
106	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.46	2.21
107	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.38	2.2
108	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.24	2.19
109	08/10/01 09:10 1 JAQUE	33.34	2.2

Datos :	109	109
Media :	33.27	2.2
Desv. Estándar :	0.18	0.01
Lím. Sup. Esp. :	35.3	2.32
Lím. Inf. Esp. :	32.1	2.14
Valor Máximo :	33.87	2.23
Valor Mínimo :	33	2.18
Capacidad (Cp) :	2.921	2.527
Habilidad (Cpk) :	2.133	1.545

Gráfico de Control por Variables. X-R.

COORDINACION

BLANARIN

Blarin 34% mod tesis

BLANARIN

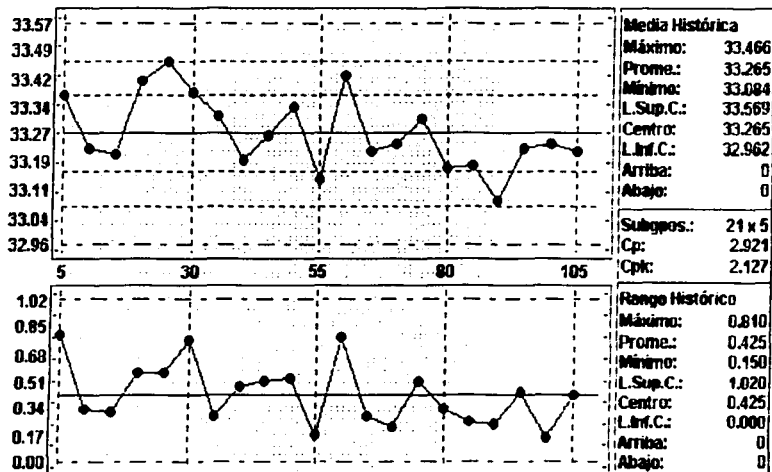
PUREZA (%)

PYCOMSA, S.A. DE C.V.

Del 08/10/2001 09:10

al 08/10/2001 09:10

03/PT01/LIN\_10/3001.pur



Gráfica 1

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Capacidad de Proceso.

COORDINACION

BLANARIN

Blanrin 34% mod tesis

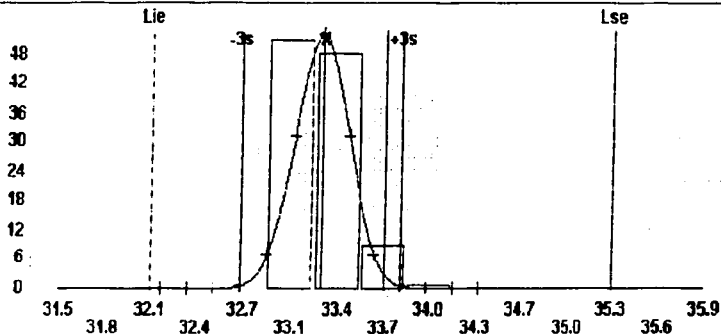
BLANARIN  
PUREZA (%)

PYCOMSA, S.A. DE C.V.

Del 08/10/2001 09:10

al 08/10/2001 09:10

03:3PT01.LIN\_10/3001pur



Número de Datos	109	Lie: 32.100	Obj: 33.700	Lse: 35.300	Tot: 3.200
Media	33.269	-3s: 32.721	K: 33.269	+3s: 33.817	6s: 1.096
Dev. Estándar (s)	0.183	Z Lie: 6.400	Z Obj: -2.362	Z Lse: 11.123	
Capacidad (Cp = Tot/6s)	2.921	Especificación			
Habilidad (Cpk = Z/3)	2.133	Calculado (%)	Dentro 100.00:	Abajo 0.00:	Arriba 0.00:
		Calculado (ppm)			Fuera 0.00:
Sesgo: 1.01	Curtosis: 0.84	Observado (%)	100.00:	0.00:	0.00:
And-Dart: 2.03		Observado (ppm)		0:	0:

Gráfica 2

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Gráfico de Control per Variables. X-R.

COORDINACION

BLANARIN

Blanrin 34% mod tesis

BLANARIN

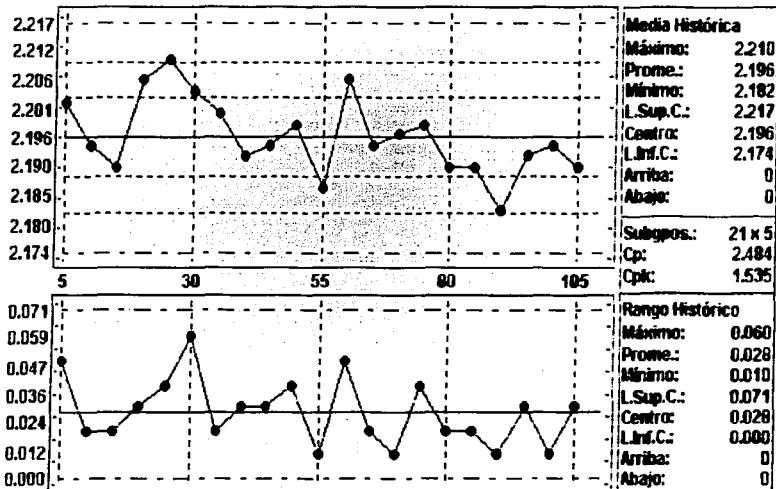
OXIGENO ACTIVO (..)

PYCOMSA, S.A. DE C.V.

Del 08/10/2001 09:10

al 08/10/2001 09:10

03/3PT014.IN 10/3601ea



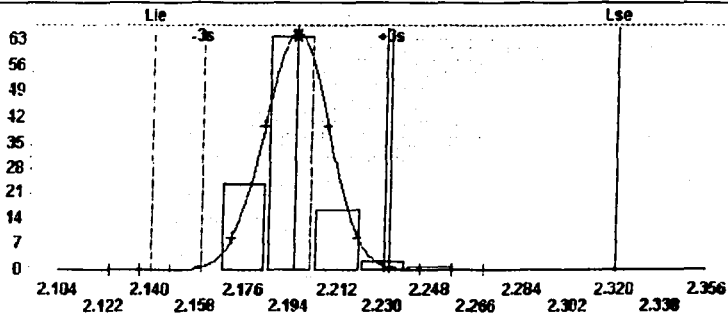
Gráfica 3

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Capacidad de Proceso.  
COORDINACION  
BLANARIN  
Blanrin 34% mod tesis

BLANARIN  
OXIGENO ACTIVO (.)

PYCOMSA, S.A. DE C.V.  
Del 08/10/2001 09:10  
al 08/10/2001 09:10  
03/3PT01ALIN\_10/3001/oa



Número de Datos	109	Lie: 2.140	Obj: 2.230	Lse: 2.320	Tot: 0.180	
Media	2.196	-3s: 2.160	X: 2.196	+3s: 2.232	6s: 0.072	
Desv. Estándar (s)	0.012	Z Lie: 4.618	Z Obj: -2.833	Z Lse: 10.284		
Capacidad (Cp = Tol/6s)	2.484	Especificación	Dentro	Abajo	Arriba	Fuera
Habilidad (Cpk = Z/3)	1.530	Calculado (%)	100.00:	0.00:	0.00:	0.00
Sesgo:	0.89	Calculado (ppm)	2:	0:	0:	2
And-Dart:	4.45	Observado (%)	100.00:	0.00:	0.00:	0.00
		Observado (ppm)	0:	0:	0:	0

Gráfica 4

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

# ANÁLISIS DE RESULTADOS

### Análisis de Resultados

Los procesos de producción a menudo operan bajo control, elaborando productos aceptables por largos periodos de tiempo. Sin embargo, en ocasiones, se presentan causas especiales, al parecer de manera aleatoria, que dan como resultado un "corrimiento" del proceso hacia un estado fuera de control, donde una proporción grande de la salida no cumple con los requerimientos. Uno de los objetivos importantes en la utilización de las gráficas de promedio es detectar con rapidez la presencia de causas especiales o inherentes al proceso, de modo que puede efectuarse una investigación de éste y emprender una acción preventiva antes de que se produzcan batches que no cumplan con los requerimientos.

Para que nosotros consideremos que el proceso está controlado, todos los puntos de la gráfica deben seguir un patrón esencialmente aleatorio, dentro de los límites de control.

En nuestro proceso como se mencionó anteriormente, nosotros fabricamos batches de 500 kilogramos, tomamos 5 muestras y las analizamos, para determinar si el producto está o no conforme con las especificaciones establecidas, nuestro proceso no es continuo, necesitamos envasar el producto terminado antes de comenzar la fabricación del siguiente.

En la gráfica 1 y 3 de la  $\bar{X}$  se observa que los límites de control son los siguientes, límite superior de control (LSC) es de 33.57, el límite central ( LC) es de 33.27 y el límite inferior de control ( LIC) es de 33.97, el proceso se supone bajo control. Anteriormente se dijo que no había un criterio para decir si las tendencias son o no anormales, pero en esta gráfica se marcan algunas por encima y por debajo del límite central, la literatura marca que una serie de puntos

en forma de tendencia puede implicar desgaste gradual que puede afectar a todos los elementos, fatiga del operador, acumulación de producto de desecho o empeoramiento de las condiciones ambientales.

En las gráficas 1 y 3 de R también se notan tendencias, probablemente (marca la literatura) por que hay variabilidad en la destroza del operario, fatiga del operario, o cambio gradual en la homogeneidad de la calidad de la materia prima.

Por las etapas tan sencillas de nuestro proceso y por lo que anteriormente se dijo, creemos que la causa de las tendencias es por fatiga del operador o por un cambio gradual en la homogeneidad de la calidad de la materia prima, nuestra tarea ahora es auditar el área de producción y laboratorio, además de revisar las gráficas de control de las materias primas que están involucrada en el proceso, para ver su comportamiento.

También en la gráfica R se ve una elevada proporción de puntos cercanos al limite central, probablemente esto se debe a que la fabricación entre batches no es continua y en ocasiones tardamos mas de una semana para que vuelva a fabricarse otro.

En la gráfica 3 de la  $\bar{X}$  se observa que los limites de control son los siguientes, limite superior de control (LSC) es de 2.22, el limite central ( LC) es de 2.20 y el limite inferior de control ( LIC) es de 2.17.

En las gráfica de la  $\bar{X}$  y del R, al igual que en gráfica número 1 se notan tendencias similares.

Cuando los límites se establecen a tres desviaciones estándar ( $+3\sigma$ ) a partir de la media, una muestra tomada de una población tiene sólo alrededor de tres probabilidades entre mil de aparecer fuera de los límites cuando el proceso está controlado.

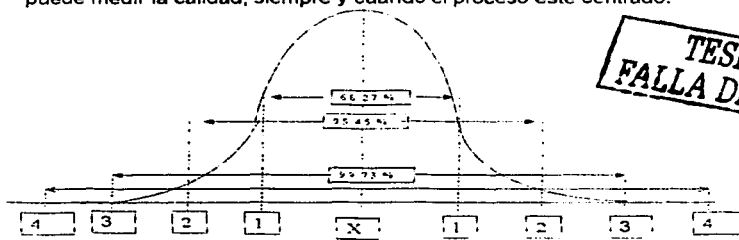
Una distribución de frecuencias se puede definir como: La tabulación, o el registro por marcas, del número de veces que se presenta una cierta medición de la característica de calidad, dentro de la muestra de un producto que se está examinando.

La tabulación se puede representar colocando sobre el eje vertical la frecuencia de ocurrencia de las observaciones, y sobre el eje horizontal, los valores de la característica de calidad observada. Esta forma recibe el nombre de curva de distribución de frecuencias, la cual sólo se obtiene, cuando intervienen únicamente causas debidas al azar y ésta curva tiene la forma particular de una campana, o bien, es parecida a un sombrero de hongo londinense.

Existe una relación importante entre la desviación estándar y la curva normal. Cuando se calcula la desviación estándar de una distribución normal de frecuencias, el 68.27% de todas las lecturas de la distribución, se encuentra dentro de una zona de más y menos una desviación estándar a partir de la media ( $\bar{X} \pm 1\sigma$ ), el 95.45% de todas las lecturas de la distribución quedan dentro de una zona entre más y menos dos sigmas a partir de la media ( $\bar{X} \pm 2\sigma$ ), el 99.73% de todas

las lecturas de la distribución concurren en la zona comprendida entre más y menos tres desviaciones estándar a partir de la media ( $\bar{X} \pm 3\sigma$ ).

Ya se mencionó, que el conocimiento anterior es aplicable para saber que tan holgadamente un proceso da productos que cumplan las especificaciones, lo cual se mide con el índice llamado capacidad potencial del proceso ( $C_p$ ), el cual permite calificar la variabilidad tanto del producto como del proceso, siendo mayor la capacidad de cumplir con las especificaciones, mientras mayor es el del  $C_p$ . Se ha considerado que el valor promedio de la distribución siempre coincide con el centro de la especificación, pero en realidad pueden suceder situaciones en donde el promedio de la distribución no coincide con el centro de la especificación, para considerar ésta situación, se usa un índice más significativo que toma en cuenta la posición del centro de la distribución con respecto a la especificación, que es llamado habilidad del proceso ( $C_{pk}$ ). Con frecuencia, el índice de capacidad mínimo se fija en 1.33, debido a que en la práctica se define este valor con una tolerancia de  $8\sigma$  es decir;  $C_{pk} = \frac{8\sigma}{6\sigma} = 1.33$ . (Ver Figura) mediante el índice se puede medir la calidad, siempre y cuando el proceso esté centrado.



En la gráfica 2, en primera instancia se marcan 3 columnas las dos más grandes con tendencia a la media y una pequeña situada en el valor de 33.7, la campana es larga pero estrecha, viéndose así reflejado, que el valor de la desviación estándar es pequeño (0.18)

Nuestro proceso es hábil y se ve reflejado con los valores del  $C_p$  que es de 2.92 y los del  $C_{pK}$  que es de 2.13, estos valores tienen una pequeña diferencia entre sí, lo que nos indica que el proceso no está centrado, se ve cargado hacia el límite inferior especificado. Ahora lo que se debe hacer es mejorar el proceso en este aspecto y averiguar por que no está centrado.

Los límites son un auxiliar para juzgar el grado de variación que se produce en la calidad de un producto, con frecuencia se confunden los límites de control con los límites de la especificación, siendo estos últimos los límites permisibles de una determinada característica de cada unidad particular de un producto. Por otra parte, los límites de control sirve para evaluar las variaciones producidas entre la calidad de un subgrupo y otro.

Por lo anterior, viendo la gráfica 2, creemos posible reducir los límites especificados para centrar el proceso e irlo mejorando.

En la gráfica 4 se aprecian 4 columnas, la mayor está situada en la media y en comparándola con la gráfica 3 se nota una gran diferencia en la distribución de los datos, cosa que nos parece extraño ya que el oxígeno activo es una variable dependiente de la pureza, y esperábamos observar un comportamiento igual, por lo que tendremos que revisar cual es el valor de la fórmula que utilizamos para determinar el porcentaje de oxígeno activo que nos da esa diferencia y corregirla.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



En la gráfica 4 el Cp es de 2.48 y el Cpk de 1.54, por la diferencia que existe entre estos dos valores y por lo que se aprecia en la gráfica, nuestro proceso no está centrado en los límites especificados.

Por lo anterior, el proceso se puede mejorar y cerrar los límites de especificación.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

# CONCLUSIONES

44-1

## CONCLUSIONES

Las gráficas de control nos ayudan a elaborar un mejor producto, teniendo como aplicación principal:

- Determinar la capacidad real del proceso de fabricación.
- Sugerir modificaciones para mejorar el proceso de fabricación.
- Vigilar la producción.

La función de vigilar indica el estado actual de la calidad del producto y advierte oportunamente acerca de las desviaciones respecto a las metas de calidad.

En nuestra empresa apenas estamos en la etapa de implantación del uso de técnicas estadísticas para el control de procesos, en el presente trabajo se manejan las gráficas de control por variables de la  $\bar{X}$ , y las gráficas de capacidad de proceso para medir la variabilidad en el proceso de fabricación del Blararin uno de nuestros principales productos.

Actualmente utilizamos en primera instancia, las gráficas de control por variables de la  $\bar{X}$  para analizar el comportamiento de nuestro proceso, como se vió en el análisis de los resultados, este tipo de gráficas nos ayudan a establecer los límites de control y a tomar medidas preventivas en lugar de medidas correctivas, por ejemplo, notamos que en los datos finales estamos por debajo del límite central, identificaremos posibles causas y tomaremos las acciones preventivas para evitar que en los siguientes batchs fabricados se tenga una tendencia al límite inferior.

Las gráficas de capacidad de proceso las utilizamos para ver que tan holgadamente podemos cumplir con las especificaciones de nuestro producto y analizar la posibilidad de hacer menor el intervalo, para ir reduciendo costos y

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

mejorar la calidad y confiabilidad de nuestro producto tomamos el valor de 1.33 (recomendado en la literatura) para que nos indique si cumplimos o no con el control del proceso, además las gráficas nos sirve, de referencia para observar la distribución que presenta la medición de las características de calidad que nos interesan e ir estudiando las acciones necesarias para reducir la variabilidad del proceso, es decir, disminuir la desviación estándar.

La intención que tenemos de trabajar en el control del proceso, es garantizar la calidad de nuestros productos, reducir costos y tiempo de retrabajo, para así lograr mejores resultados a nivel económico, cuidando siempre que los clientes internos y externos estemos satisfechos con el producto y trabajo que realizamos.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

# BIBLIOGRAFÍA

## Bibliografía

1. Canavos C. George. Probabilidad y Estadística. Edit. Mc Graw Hill, Mexico, 1988.
2. Felgenbaum A. V. Control total de la Calidad, 2<sup>da</sup> edición. Edit. Compañía Editorial continental. México D.F., 1986.
3. Baudi Dergal Salvador. Química de los alimentos. Edit. Adison Wesley Longman. Edo de México 1999.
4. Owen R. Fennema. Química de los alimentos. 2<sup>da</sup> edición. Edit. Aorbía S.A. Zaragoza España 2000.
5. Kennet Ron. Estadística Industrial Moderna. Diseño y Control de la Calidad y la Confiabilidad. Edit. International Thomson Editore, México D. F. 2000.
6. Perez Lopez Cesar. Control estadístico de la Calidad. Teoría, práctica y aplicaciones informáticas SAS, Statgraphies, Minitab, SPSS. Edit. Afaomega rama. Mexico D.F. 1999.
7. Carvajal, M. J. Enzimas ( amilasas y proteasas) en molinería, panadería y galletería. Pan. 20: 7-11 (1973)
8. Reed, G. enzymes in Food Processing. Academic Press Inc. New York, N. Y. (1966)
9. Scott J. M. Flour Milling Processes. Chapman and Hall Ltd. London England ( 1951)
10. Sharratt, M. Frazer, A. C. and Murohasshi, M. Natural maturing of wheat flour. I. Changes in some chemical components and farinograph and extensograph properties, cereal chem.. 47:19-26 (1970)
11. Tsen, C. C. Effects of oxidizing and during the baking process. Cereal chem.. 45: 531 – 538 ( 1968).
12. Carvajal G. M. Los aditivos ( Maduradores y Blanqueadores ) en la harina de trigo, PROBST S.A, abril 1988.

13. Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey, centro de calidad. Proceso dentro de control estadístico y evaluación de la habilidad del proceso, Monterrey N.L, Octubre 1985.
14. Barba Pingarron Enrique. Control estadístico de proceso, Mexico, D.F. 1997.
15. Riggs James L. Sistemas de Producción, Planeación, análisis y control, 3<sup>ER</sup> edición, Ed. Limusa, México 1999.
16. Besterfield, Dale H., Ph.D., P.E. Control de Calidad 4ta edición, Ed. Pearson Educación, México 1995.
17. Montgomery Douglas C, Runger George C. Probabilidad Estadística aplicadas a la ingeniería. Edi. Mc Graw Hill, Interamericana, México 1996
18. Ronald H. Lester, Norbert L. Enrick, H.E., Control de Calidad y Beneficio Empresarial. Edit. Diaz de Santos S.A., México 1989.