

300617

24
2ej



UNIVERSIDAD LA SALLE A. C.

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

EL CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD
COMO UNA ESTRATEGIA DEL DESARROLLO ORGANIZACIONAL.
GRAFICAS DE CONTROL.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S P R O F E S I O N A L
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
CON AREA INDUSTRIAL
P R E S E N T A :
CARLOS MIGUEL OYOSA PERALTA

México, D. F.

1988



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.

INDICE.

	pags.
INTRODUCCION	1
1. MARCO CONCEPTUAL	12
1.1 Condiciones que crean la necesidad de un Desarrollo Organizacional.	13
1.1.1 La Burocracia	13
1.1.1.1 Amenazas de la Burocracia	17
1.1.1.1.1 Cambio rápido e inesperado	17
1.1.1.1.2 Aumento de tamaño	18
1.1.1.1.3 Creciente diversificación	18
1.1.1.1.4 Cambio en el comportamiento de los gerentes	20
1.2 Indole del Desarrollo Organizacional.	21

1.3 Los Valores en el Desarrollo Organizacional. . . .	27
1.4. Objetivos de los Programas de Desarrollo Orga- nizacional.	30
1.5 La Tecnología del Desarrollo Organizacional	32
2. EL CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD COMO UNA ESTRATEGIA DEL DESARROLLO ORGANIZACIONAL.	34
2.1 El Control de Calidad	37
2.1.1 Cuáles son las causas de los defectos. . . .	37
2.1.2 Análisis del Proceso de Producción	40
2.1.3 Diez puntos sobre la estandarización	43
2.2. Qué es el Control Total de la Calidad	49
2.2.1 Porqué es necesario el Control Total de la Calidad	50
2.2.2 Dos puntos de vista en el Control Total de la Calidad	51

2.2.3 El Papel del Departamento de Control de Calidad	55
2.3 Planificación a largo plazo del Control de Calidad	58
2.3.1 Calidad Ofensiva. Desarrollo de nuevos productos	60
2.3.1.1 Clasificación de los nuevos produc- tos	61
2.3.1.2 Control del Desarrollo	65
2.3.2 Calidad Defensiva. Aseguramiento de la calidad	67
2.4 Análisis de la situación actual del Control de Calidad.	74
2.5 La Estadística en la Producción y en el Control de Calidad	78

2.5.1	Cómo se usan las estadísticas para mejorar la calidad y aumentar la productividad . . .	81
2.5.2	Las estadísticas y los productos competitivos en el Mercado Internacional	87
2.5.3	Los conceptos del Doctor Deming	90
2.5.4	Las catorce obligaciones de la alta gerencia por el Doctor Deming	92
2.5.5	Otros puntos que afectan a la calidad por el Doctor Deming	95
2.5.6	Comentarios del Sr. William E. Conway en el Centro Nacional de Productividad de los Estados Unidos	97
3.	MANUAL PARA EL USO DE GRAFICAS DE CONTROL PARA MEJORAR LA CALIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD	99
3.1	Próambulo	103

3.2	Introducción al Control Estadístico del Proceso	106
3.2.1	El significado de Calidad	106
3.2.2	Prevención en vez de detección	107
3.2.3	Un sistema para el Control del Proceso	114
3.2.3.1	El Proceso	114
3.2.3.2	Información sobre el comportamiento del proceso	115
3.2.3.3	Acción sobre el Proceso	115
3.2.3.4	Acción sobre resultados	116
3.2.4	Variación: acciones locales para causas especiales y acciones sobre el sistema para causas comunes	116
3.2.5	Control del Proceso y Habilidad del Proceso	120

3.2.6 Gráficas de Control: herramientas para el Control del Proceso	121
3.2.7 Beneficios de las Gráficas de Control.	122
3.3 Herramientas para el Control del Proceso	125
3.3.1 Gráficas de Control \bar{X} - R.	125
3.3.2 Elaboración de las Gráficas de Control \bar{X} - R.	132
3.3.2.1 Diagrama de Flujo.	133
3.3.2.2 Interpretación del Proyecto.	144
3.3.2.3 Interpretación de la Habilidad del Proceso.	169
3.4 Gráficas de Medianas	196
3.5 Gráficas por Lecturas Individuales	205
3.6 Gráficas de Control por Atributos	212

3.6.1	Tipos de Gráficas de Control por Atributos	213
3.6.2	Gráfica p para Porcentaje de Unidades Defectuosas	220
3.6.3	Gráfica np para Cantidad de Unidades Defectuosas	257
3.6.4	Gráfica c para Número de Defectos	261
3.6.5	Gráfica u para Cantidad de Defectos por Unidad.	265
3.7	Diagrama de Pareto.	270
3.7.1	Elaboración de un Diagrama de Pareto.	274
3.7.2	Interpretación de un Diagrama de Pareto	278
3.8	Diagrama Causa - Efecto	279
3.8.1	Importancia de un Diagrama Causa - Efecto	280

3.8.1.1	Un diagrama Causa - Efecto enseña	280
3.8.1.3	Un Diagrama Causa - Efecto es una guía para la discusión	281
3.8.1.4	Un Diagrama Causa - Efecto puede utilizarse para analizar cualquier problema	281
3.8.3	Interpretación de un Diagrama Causa - Efecto	285
4.	APENDICE	289
4.1	Gráficas X - R	290
4.1.1	Gráficas de Medianas y Lecturas Individua- les	291
4.1.2	Gráficas por Atributos	293
4.1.3	Area bajo la curva normal	294
4.2	Glosario de Términos y Símbolos	297

4.2.1	Términos utilizados en éste Seminario de Investigación.	297
4.2.2	Símbolos utilizados en ésta guía.	313
	CONCLUSIONES	322
	BIBLIOGRAFIA	329

INTRODUCCION.

En ésta época, en la que en el diario acontecer oímos y leemos en los diferentes medios de información sobre la crisis económica, la devaluación, la inflación, etc., etc., toda ésta compleja problemática, que pocos entienden pero que todos sentimos sus efectos; en donde de entre las alternativas de solución propuestas, se dice: Reducción del gasto público, Detener el deslizamiento de nuestra moneda con respecto a otras divisas, principalmente frente al dólar estadounidense, Equilibrar la balanza comercial, lo cual lleva implícito un fuerte incremento a las exportaciones de productos manufacturados.

Al hablar de la recuperación a partir de la crisis en la que se ha visto inmerso el País y su planta productiva, debemos tener en mente que la reactivación económica que de aquí en adelante deberá observar la industria tendrá que ser sobre bases diferentes. Esto es, el inicio y consolidación de la recuperación no pueden estar aislados de la reorientación que el aparato productivo deberá tener para hacer un uso más eficiente de sus recursos, abatiendo costos y mejorando la calidad para poder

penetrar en los mercados internacionales.

Se han instrumentado políticas para apoyar la recuperación y lograr el cambio estructural, éstas políticas están contenidas en un programa gubernamental denominado "PRONAFICE".

El Programa Nacional de Fomento Industrial y Comercio Exterior, señala que la industrialización ha sido el motor de crecimiento económico de México en las últimas cuatro décadas. Este proceso ha permitido conformar la segunda base industrial más amplia y diversificada de América Latina, aunque ésta muestra aún reducida la integración, la eficiencia y la productividad.

El problema fundamental se deriva de la falta de articulación de la Industria y del Comercio Exterior, lo que ha derivado en un déficit crónico en la Balanza Comercial Manufacturera de México, en los últimos cuarenta años. Esto a nivel de empresa se refleja en que normalmente la empresa industrial está más orientada al mercado interno que al externo, y a nivel de la Balanza Comercial Manufacturera.

En el año de 1980, de cada cuatro dólares de importaciones de manufacturas, solamente financiábamos un dólar con la exportación de esos productos.

Este problema, a su vez, se manifestaba en una falta de articulación intraindustrial a nivel de las ramas y luego a nivel de los sectores.

Lo anterior, es producto de un sinnúmero de factores tanto internos como externos de consistencia macroeconómica con la política industrial y comercial, y de problemas estructurales, tales como: el retraso tecnológico, los problemas de calidad, etc.

Por su parte, los problemas derivados de la estrategia de la industrialización y de la política industrial, indujeron a las empresas a una preferencia por el mercado interno, una falta de estímulo hacia la selectividad y especialización, la dificultad para apreciar las señales de rentabilidad en los mercados, la baja preferencia a los proyectos de larga duración, maduración y alto riesgo, y una carencia de estímulos para elevar la calidad y abatir costos conforme a los estándares internacion

nales.

La crisis de 1982, que se reflejó a nivel macroindustrial, con una inflación superior al 100%, con un estancamiento económico e inestabilidad cambiaria, y que tuvo su origen en 1981, con un déficit en cuenta corriente superior a los 10 mil 500 millones de dólares; también, tuvo su manifestación en una crisis microindustrial.

La empresa vio aumentados sus pasivos hasta en un 600%, se enfrentó, por consiguiente, a una situación de estancamiento en la demanda y en la dependencia de insumos importados ante la baja disponibilidad de divisas, sus costos se elevaron rápidamente.

LA ESTRATEGIA DEL CAMBIO ESTRUCTURAL.

El reto de los años ochenta en nuestro País, es hacerle frente al déficit económico crónico en la Balanza Comercial Manufacturera. ¿Cómo hemos podido crecer en los últimos treinta años? En los años cincuenta y sesenta financiábamos el déficit comercial con turismo y expor-

taciones de bienes primarios.

En los setentas, lo hicimos con la deuda externa y las exportaciones de petróleo. El reto de los ochentas, es, entonces, el de que el País ya no puede crecer originando un déficit manufacturero como en el pasado, porque ya los expedientes de deuda externa y exportaciones de petróleo están relativamente agotados.

Así el reto que tiene que afrontarse en los años ochentas, es el de que, si antes de cada cuatro dólares importados financiábamos sólo una cuarta parte con exportaciones manufactureras, para 1988 deberán de ser dos de cada cuatro, y para 1995, tres de cada cuatro. Este reto industrial deberá ayudar a crecer entre un 6% u 8% en los próximos años, con un menor déficit comercial de manufacturas. Aquí se centra el cambio estructural, y las políticas para llevarlo a cabo. De ahí la importancia de "PRONAFICE".

De ésta forma, la estrategia se orienta

a conformar un sector industrial integrado hacia adentro, articulado con el resto de la economía y competitivo hacia afuera.

Esto requiere en la empresa de un cambio mentalizado, para voltear la cara hacia los mercados internacionales. La empresa debe ahora comprender, fácilmente, que ya no puede obtener divisas acudiendo al mercado, ó bien, obteniendo crédito externo.

La exportación es la vía fundamental por la cual ahora podrá obtener sanamente el País las divisas y apoyar al desarrollo interno. Y, para ello, se requiere que todas las áreas de la empresa contribuyan con la nueva mentalidad a desarrollar y producir eficientemente los productos que demandan los mercados internacionales.

En éste contexto, las áreas de planeación, promoción al exterior y control de calidad de la empresa, podrán participar activamente definiendo los volúmenes de exportación deseados (PLANEACION), determinando el nivel mínimo de calidad requerido y exigido en el mercado del producto (PROMOCION AL EXTERIOR), participando activamente

en la instauración de la normalización internacional referente al producto; además de conocer nuevas técnicas de control de calidad.

Para la empresa, la evaluación de las necesidades de capacitación y adiestramiento de los trabajadores de la planta industrial, la atención a las necesidades de incorporación y asimilación de un nuevo patrón tecnológico, y la detección de las deficiencias en las áreas administrativas y organizacionales, así como la definición de las técnicas idóneas a la industria en función del horizonte a largo plazo y de la exportación de que se desea en la empresa, son los primeros pasos para ejecutar el cambio.

Hasta aquí hemos hablado de los problemas, y hemos expuesto que alternativa de solución es la más viable, es decir, la de la exportación de productos manufacturados: ¿Cómo vamos a lograr éste cambio?, en otras palabras, ¿A nivel empresa, cómo vamos a coordinar y dirigir todas sus partes hacia el objetivo planeado?

Para lograrlo se requiere de una serie de

cambios a nivel País; pero mi objetivo en éste Seminario de Investigaciones, proponer un Manual para el uso de Gráficas de Control, que sea el ABC de un sistema que nos permita proveer los defectos originados en todos los procesos de la entidad, ya sean administrativos u operacionales; ya que lo único que variará de unos a otros serán los insumos de entrada, logrando así tener una retroalimentación que nos permita mejorar la calidad y la productividad que se traduce en competitividad.

Este sistema nos permite tener un lenguaje común que en términos cuantitativos muestre a todos los integrantes de la organización, las tendencias en la calidad de los procesos, de tal manera, que se ubique en su rol para la obtención de la misma. Porqué es necesario trabajar hacia la calidad para mejorar constantemente.

En el primer capítulo habló del Desarrollo Organizacional (DO), su índole, sus valores, sus objetivos y su tecnología; sin entrar en detalles del proceso del DO, ya que éste primer capítulo solo pretende ubicar al lector en el marco teórico que fundamenta la filosofía que sirve de base para el desarrollo del Manual propuesto.

En el segundo capítulo, me refiero a algunos conceptos básicos que se requieren para integrar un programa de mejoras constantes a la calidad, los cuales nos servirán de puntos de apoyo para desarrollar el Manual para el uso de Gráficas de Control. Es importante aclarar que ésta filosofía tiene su origen en Japón y es parte de las técnicas administrativas japonesas a las que se les atribuye el llamado MILAGRO JAPONES. Mas, sin embargo la tecnología que las sustenta es el Desarrollo Organizacional (DO), ¿porqué?, porque básicamente el DO busca un cambio de actitud en los integrantes de la organización, y ésto se muestra a través de un programa de entrenamiento de laboratorio; es decir, para lograr implementar el uso del Manual que se propone, es necesario, elaborar un programa de capacitación a gran escala y a todos los niveles de la organización. El material contenido en el Manual es posible desarrollarlo en 40 horas, siendo éste el principio de un programa de integración de mejoras constantes dirigido fundamentalmente hacia la calidad y hacia la productividad.

El tercer capítulo, es, en sí, el Manual que propongo, el cual empieza dando una introducción sobre

el Control Estadístico del Proceso, definiendo los conceptos básicos, para luego, entrar de lleno a las herramientas para el Control del Proceso, definiendo cada uno de los pasos para la elaboración y para la interpretación de las Gráficas de Control X - R, Gráficas de Medianas, Gráficas -- por Lecturas Individuales y Gráficas de Control por Atributos. De la misma forma, se presentan las herramientas básicas para el análisis de problemas, como lo son el Diagrama de Pareto y el Diagrama Causa - Efecto.

El capítulo cuarto es un apéndice, el cual contiene fórmulas y tablas sobre las Gráficas X - R, también sobre las Gráficas de Medianas y Lecturas Individuales, sobre Gráficas por Atributos y la tabla de valores de las áreas bajo la curva normal; contiene también un glosario de términos y símbolos utilizados en el presente Manual.

Finalmente, presento las conclusiones que muestran una evaluación de la efectividad de éste, y la problemática existente generalmente en nuestro País para implantarlo.

Este trabajo, pretende ser un Manual práctico

que permita a todas las organizaciones mejorar sus niveles de calidad y productividad tanto en la parte administrativa como en la operacional.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1 Condiciones que crean la necesidad de un Desarrollo Organizacional.

1.1.1 La Burocracia.

1.1.1.1 Amenazas de la Burocracia.

1.1.1.1.1 Cambio rápido e inesperado.

1.1.1.1.2 Aumento de tamaño.

1.1.1.1.3 Creciente Diversificación.

1.1.1.1.4 Cambio en el comportamiento de los gerentes.

1.2 Indole del Desarrollo Organizacional.

1.3 Los Valores del Desarrollo Organizacional.

1.4 Objetivos de los Programas de Desarrollo Organizacional.

1.5 La Tecnología del Desarrollo Organizacional.

1. MARCO CONCEPTUAL.

1.1 Condiciones que crean la necesidad de un Desarrollo Organizacional.

1.1.1 La Burocracia.

La Burocracia puede definirse como la pirámide de las organizaciones unitarias. Como tal, es la forma típica de las organizaciones de gran tamaño. Por desgracia, el término Burocracia fué utilizado abusivamente por hombres de negocios y por otras personas para referirse a la ineficiencia gubernamental. La Burocracia crece cuando cualquier empresa, ya sea una fábrica, un almacén de ventas al público, un estado, un hospital, una universidad, un sindicato, ó bien, una cooperativa comienza a expansionarse.

La Burocracia, es, sencillamente, una disposición jerárquica de las organizaciones unitarias. Es, ó debería ser, una disposición ordenada de las unidades, basada en la división de funciones y de autoridad. Esto quiere decir, que la Burocracia es una organización ó una sociedad de desiguales. Las desigualdades básicas quedan demostradas en la jerarquía de supervisión que forma una

pirámide de autoridad. A la cabeza está el Director, que tiene el mayor poder. Sus subordinados, son los directivos, jefes de departamento, los jefes de división, mandos intermedios y trabajadores. Aunque existen variaciones en los nombres dados a los cargos en los niveles, en todas las partes de la estructura se coordina por una serie de relaciones superior - subordinado u hombre - jefe. Exceptuando al directivo y a los trabajadores en el más bajo nivel, todas las personas en el medio dependen de un jefe y, a su vez, son jefes de otras personas. Así pues, el jefe más importante mira hacia abajo en la estructura de supervisión, los trabajadores se preocupan por los jefes que están por encima de ellos y los jefes de división, cabezas de departamento, directivos y encargados, se preocupan tanto de sus jefes, como de las personas a las cuales dirigen.

Cada nivel es responsable de la realización de un trabajo específico y debe dar cuenta a alguien de lo que se desea que se realice.

La Burocracia es una invención social que se perfeccionó durante la Revolución Industrial para organi-

zar y dirigir las actividades de la empresa. En las condiciones del Siglo XIX, la Burocracia fue una respuesta adecuada, pero ésta forma de organización no puede hacer frente con éxito a las realidades y expectativas de nuestro tiempo.

De hecho, las organizaciones hoy en día encuentran graves impedimentos para alcanzar sus metas, si es que logran sobrevivir, ya que la burocracia es un modelo particularmente vulnerable a las circunstancias contemporáneas, pues cuenta con elementos sumamente rígidos, como lo pueden ser:

- . Una jerarquía ó escala de mando bien determinada.
- . Un sistema de procedimientos y reglas para manejar todas las eventualidades que se presenten en el trabajo.
- . Una división del trabajo basada en la especialización.
- . Promoción y selección basadas en la competencia técnica.

Esta es la disposición en forma de pirámide que se ve en la mayor parte de los esquemas estructurales de las empresas.

El modelo máquina - burocrático, se creó como reacción contra la subyugación personal, nepotismo y crueldad, y contra los juicios subjetivos y caprichosos que se dieron durante los primeros días de la Revolución Industrial. La Burocracia surgió como respuesta a las necesidades de orden y precisión de las organizaciones y a las demandas de trato imparcial de los obreros. Era una organización diseñada y ajustada a los valores y demandas de la época victoriana.

Actualmente, las condiciones del mundo moderno industrializado traen consigo la muerte de la Burocracia, pues se detectan por lo menos cuatro amenazas importantes: el cambio rápido e inesperado, el aumento de tamaño cuando el volumen de las actividades tradicionales de la organización no son suficientes para sustentar el crecimiento, la complejidad de la moderna tecnología que requiere armonizar actividades y personas de competencias muy diversas y sumamente especializadas; y, por último está es una amenaza

za básicamente psicológica, que deriva de un cambio en el comportamiento de los gerentes.

1.1.1.1 Amenazas de la Burocracia.

1.1.1.1.1 Cambio rápido e inesperado.

La fuerza de la Burocracia radica en su capacidad para tratar con eficiencia lo que es rutinario y previsible en los asuntos humanos, pero basta citar la explosión de los conocimientos de la población, así como las estadísticas acerca del aumento de la productividad, que ahora se dobla cada veinte años, mientras que, antes de la Segunda Guerra Mundial, se necesitaban de cuarenta años para doblarla; las estadísticas acerca del descubrimiento técnico y del reconocimiento de sus usos comerciales muestran que antes de la Primera Guerra Mundial pasaban treinta años, en el tiempo medio entre las dos Guerras Mundiales, pasaban dieciséis años. Todas estas circunstancias suscitan dudas acerca de la viabilidad de la Burocracia en nuestros días.

La Burocracia, con su escala de mando netamente determinada, sus reglas y sus rigideces,

está adaptada para el cambio rápido e inesperado de una manera sumamente deficiente para lo que requiere en éste momento el medio ambiente.

1.1.1.1.2 Aumento de tamaño.

Aunque en teoría, puede no haber límite natural a la altura de una pirámide burocrática, en la práctica se introduce casi siempre el elemento de la complejidad cuando tal pirámide alcanza gran tamaño, ésto se debe a que el volumen de las actividades tradicionales de la organización no son suficientes para sustentar el crecimiento o desarrollo, ya que intervienen varios factores en éstos gastos burocráticos, controles más estrechos e impersonalidad a causa de la dispersión burocrática, reglas completamente anticuadas en las estructuras organizacionales.

1.1.1.1.3 Creciente diversificación.

Al igual que la sociedad, en general, las organizaciones tienden a hacerse cada vez mas especializadas, logrando así, que su funcionamiento

total sea más confiable y eficaz.

En cuanto a las empresas, es notoria la proliferación de puestos y departamentos especiales, pero se debe reconocer que éstos son necesarios debido a los rápidos cambios que se producen en el medio ambiente, la creación de nuevos productos, el crecimiento en el tamaño de la empresa, y debido también, a la agresividad de los competidores en el área. También se requiere disponer del personal adecuado, con capacidades muy diversas y con un alto grado de especialización, así como de los métodos adecuados a fin de aumentar la capacidad de la empresa.

Algunas de las características generales que se buscan en las organizaciones actuales, son el que estén formándose por numerosos elementos interconectados e influenciados entre sí, y, que, constituyen generalmente un sistema probabilístico más que determinista. Que sus componentes estén en cambio constante y, que gradualmente, se vuelvan más especializados; y que todos estén abiertos al medio ambiente, para obtener los insumos necesarios y poder dar salida a todos los productos, los cuales,

a su vez, justifiquen la existencia de las organizaciones como instituciones especializadas dentro de la sociedad en que se vive.

1.1.1.1.4 Cambio en el comportamiento de los gerentes.

Un cambio sutil pero perceptible, es la filosofía que sirve de fundamento al comportamiento de los gerentes. Sin embargo, la magnitud, la naturaleza y los antecedentes de éste cambio están un poco a oscuras, a causa de las dificultades para cuantificarlos. No obstante, se está efectuando un verdadero cambio a causa de un nuevo concepto del hombre, basado en el conocimiento de sus complejas y cambiantes necesidades, que reemplazan a una idea del hombre demasiado simplista, inocente y automática; a causa de un nuevo concepto del poder basado en la colaboración y la razón, que reemplaza a un modelo de poder basado en la coerción y la amenaza, así como un nuevo concepto de los valores organizacionales, basado puramente en ideas humanísticas - democráticas, que reemplazan al sistema de valores de la Burocracia, despersonalizado y mecanicista.

El verdadero empuje hacia éstos cambios proviene de la necesidad, no solo de humanizar a la organización, sino también de organizarla y de utilizarla como un crisol para el crecimiento personal y el desarrollo de la autorrealización.

Otro aspecto de éste cambio de valores, tiene que ver con el hecho de que el hombre siempre ha buscado, a través de toda su historia, conocerse a sí mismo, usar la razón para lograr capacidades y posibilidades para ampliarlas. Las organizaciones están sometiendo sus operaciones al autoanálisis, lo que implica un cambio en la manera de como se miran los unos a los otros, los individuos que hacen la historia y los que crean el conocimiento.

1.2 Indole del Desarrollo Organizacional.

El cambio es lo más sobresaliente de hoy en día, y no se está enfrentando de la manera más adecuada a él; cambio en la naturaleza, ubicación y disponibilidad de empleos; relaciones en constante cambio, entre trabajadores

y patrones, entre estudiantes y profesores y entre generaciones; cambio violento entre las ciudades y las naciones.

Las organizaciones humanas son tan susceptibles a los tiempos cambiantes, ó quizá, más que otras instituciones sociales, y su ascenso y su caída, su éxito y su fracaso, atestiguan todos su vulnerabilidad.

El Desarrollo Organizacional es una respuesta al cambio, una compleja estrategia cuya finalidad es cambiar las creencias, las actitudes, los valores y las estructuras de las organizaciones, de tal forma que éstas puedan adaptarse a la nueva tecnología, a los mercados y a los retos, así como al ritmo vertiginoso del cambio mismo.

El ritmo acelerado en forma increíble de los cambios que se operan en la sociedad, han afectado profundamente a las instituciones sociales que se enfrentan no solo a las innovaciones en las ciencias y en la tecnología, sino también a las modificaciones en los principios y en los conceptos propios de la naturaleza del hombre. La consecuencia ha sido con ciertos cambios ingentes en el funcionamiento de los organismos. Las estructuras mecanicistas

más antiguas de los organismos están cediendo terreno ante los sistemas temporales más novedosos y más orgánicos. La autoridad administrativa basada en derechos delegados, también se repliega ante la autoridad que confiere el saber y las aptitudes. El poderío institucional, basado principalmente en coacciones y amenazas retrocede gradualmente ante el basado en la colaboración y la razón. Empieza a caer en desuso el concepto del hombre inerte, manipulado y controlado como un instrumento del organismo. Los principios de los sistemas burocráticos que restan personalidad, se desplazan generalmente de una manera gradual, y se sustituyen con principios de organización, basados en ideales puramente humanísticos y democráticos.

Las instituciones sociales aprenden, quizá con demasiada lentitud, que no son capaces de comprender ni de enfrentarse al ritmo arrasador de los cambios internos y externos, si no cuentan con la ayuda de ciertas modificaciones fundamentales en la Administración, en la Ingeniería, y en la Tecnología de la organización.

Los gerentes en ejercicio de sus funciones y quienes investigan la Administración se ven actualmente asediados

por ideas y procedimientos encaminados a perfeccionar la eficiencia del organismo y enfrentarse adecuadamente a los cambios. El conjunto incipiente de conceptos, de medios de ayuda y de procedimientos técnicos, se denomina Desarrollo Organizacional, ó simplemente DO. Este desarrollo de la organización, en general, se apoya en numerosas disciplinas, entre ellas: la Sociología, la Psicología, la Antropología, la Economía Política, y desde luego la Ingeniería Industrial. Contiene conceptos y datos tomados de las ciencias de la conducta y su objeto es facilitar el proceso de los cambios proyectados, ó bien, formulados de acuerdo a los planes. Aunque profundamente enraizado en las ciencias de la conducta, el Desarrollo Organizacional, ha evolucionado, no a causa de las teorías de las ciencias del comportamiento, sino, en primer término, como una reacción de las exigencias crecientes de los cambios propios de nuestros tiempos. Por lo tanto, el desarrollo de la organización se halla por lo común en el cambio y se encausa a perfeccionar la eficiencia en las organizaciones. Además de aprender nuevas formas de manejar las relaciones complejas en los organismos, éstos aprenden también a considerar los cambios como un proceso natural, y no como un fenómeno especial.

El proceso del cambio, por lo tanto, puede conjuntarse y fusionarse con los numerosos procesos restantes de la vida de los organismos.

El Desarrollo Organizado, es esencialmente un enfoque de sistemas, con vistas al conjunto total de relaciones funcionales e interpersonales en los organismos. La aplicación de la teoría de sistemas a la Administración y a la Ingeniería Industrial no es cosa nueva. Puede considerarse que todo organismo es un sistema de actividades humanas coordinadas, un todo complejo que contiene un cierto número de elementos ó subsistemas que actúan y se relacionan entre sí. Todo cambio en cualquier sector del sistema repercute en uno ó más de los otros. El sistema del organismo se compone principalmente de los siguientes tres elementos ó subsistemas:

- 1.- El sistema técnico ó de operación que contiene el flujo de los trabajos, la tecnología que le corresponde, el papel por desempeñar en la ejecución de las tareas y otros numerosos factores variables tecnológicos.

2.- El sistema administrativo, en el que se incluye la estructura de la organización, las normas, las reglas, las políticas, el sistema de premios y castigos, la forma en que se toman las decisiones y un gran número de otros elementos destinados a facilitar el trámite administrativo.

3.- El sistema humano ó personal y cultural, cuyo interés principal radica en el aspecto intelectual del organismo, sus principios y normas, así como en satisfacer las necesidades personales. También están contenidas, dentro de éste sistema, la organización informal, el nivel de motivaciones de los miembros y las actitudes individuales. Lo que provoca la conducta y las relaciones de los papeles desempeñados es la acción recíproca de éstos tres sistemas que afectan el rendimiento del organismo.

El Desarrollo Organizacional se enfoca a la efectivi-

dad desde el punto de vista de los sistemas.

En los cambios, fruto de planes formulados por el organismo, por su misma índole, es preciso tomar en cuenta el impacto potencial sobre todos los elementos del sistema cuando uno de ellos ó un subsistema sufre un cambio. El desarrollo mismo de la organización puede considerarse como un sistema de tres elementos relacionados entre sí: Valores (ó principios), Procesos (ó trámites) y la tecnología.

1.3 Los Valores en el Desarrollo Organizacional.

Existe un conjunto de valores o principios fundamentales relativos a la índole del hombre y de su trabajo en el contexto de la organización, el cual, requiere y ejerce una poderosa influencia en el proceso y en la tecnología para crear procesos más funcionales. Estos principios son los siguientes:

- A) Brindar oportunidades para que las personas funcionen como seres humanos y no en calidad de elementos del proceso de producción.

- B) Brindar oportunidades para que cada miembro de la organización, así como la organización misma desarrollen toda su potencialidad.
- C) Procurar aumentar la eficiencia del organismo en función de cada una de sus metas.
- D) Procurar crear un medio ambiente en el que sea posible encontrar un trabajo estimulante que ofrezca el interés de una prueba por vencer.
- E) Proporcionar oportunidades a los miembros del organismo, para que influyan en la forma de desempeñar el trabajo en la organización y también dentro del medio ambiente.
- F) Tratar a cada ser humano como una persona que tiene un conjunto de necesidades completo, todas las cuales son de suma importancia tanto para su trabajo como para su vida.

Los valores ofrecen guías ó pautas, así como indican

el sentido ó dirección de aquello que va a emprenderse en las gestiones para desarrollar la organización y, por supuesto, cual será la forma en que el programa evolucionará y se mantendrá.

Vivimos en una sociedad encauzada a la organización, en la que la eficiencia interesa siempre y en especial a los gerentes de los organismos y empresas. La trascendencia que ésto tiene es que las decisiones que se dicten en el sentido de emprender operaciones de desarrollo organizador no están exentas de principios y valores, como no lo está el, principio de efectividad. Una vez que se admita que los valores ejercen poderosa influencia en la forma en que se encauce el desarrollo organizador, será posible hacer frente a los conflictos que se hallen presentes en los organismos:

- + Conflictos entre el individualismo y la actuación en grupos.
- + Conflictos entre la libertad individual y la reglamentación de las organizaciones.

+ Conflictos entre las necesidades individuales
y las demandas de los organismos.

Pasar por alto la cuestión de valores ó principios es desentenderse por completo de la existencia de conflictos y es demorar de sobre manera la solución que se tenga que aplicar a éstos.

1.4 Objetivos de los Programas de Desarrollo Organizacional.

Aunque los objetivos interpersonales y de trabajo de los programas de desarrollo de organizaciones varían inevitablemente, de acuerdo con cada diagnóstico de los problemas de organización, por regla general, se revela un cierto número de objetivos. Estos son consecuencia de problemas muy comunes a todas las empresas u organismos:

1.- Acrecentar el grado de confianza y de apoyo entre los miembros del organismo.

2.- Acrecentar la frecuencia de confrontaciones

sobre problemas de organización; tanto internos de los grupos, como de los grupos unos con otros; en lugar de ocultar todos los problemas.

- 3.- Crear un medio ambiente en el que la autoridad esté basada en los conocimientos y aptitudes y que esté conferida a los puestos dados.
- 4.- Extender todas las comunicaciones, tanto en sentido lateral, vertical y diagonal.
- 5.- Elevar el nivel de entusiasmo personal y el bienestar de la empresa u organismo.
- 6.- Elevar el nivel de responsabilidad de personas y de grupos en la formulación e implantación de planes.
- 7.- Encontrar soluciones sinérgicas (es decir, la suma total de las energías de que puede disponer un grupo) a los problemas que

más se repitan. Las soluciones sinérgicas son las creativas; y por medio de las cuales todos los interesados logran los mejores resultados gracias a la cooperación, que a los conflictos.

1.5 La Tecnología del Desarrollo Organizacional.

La Tecnología del Desarrollo Organizacional, consiste en un conjunto que crece aceleradamente, de procedimientos técnicos y métodos provenientes en primer término de las ciencias de la conducta. Al contrario de otras técnicas que proponen concentrarse en la solución de problemas actuales específicos, la Tecnología del Desarrollo Organizacional, se encauza al desarrollo de nuevos conocimientos sobre la organización y nuevas formas de enfrentarse a los problemas y de como resolverlos. El problema consiste en perfeccionar la forma en que los sistemas culturales, técnicos, administrativos y personales actúan entre sí; así como la manera en que los organismos se vinculan con el medio ambiente externo. La formación de equipos es un ejemplo del número creciente de intervenciones que se han aplicado con éxito para éste fin, en muchos casos diferentes.

Existen, por lo tanto, numerosos elementos básicos que son parte integrante del desarrollo de las organizaciones. El procedimiento mismo comprende la recopilación de datos, el diagnóstico y las intervenciones, de acuerdo con los planes formulados sobre bases continuas. La tecnología, por lo general, se encauza al desarrollo de nuevas formas de resolver cuestiones debatibles de organización.

El campo incipiente del desarrollo de las organizaciones, refleja la aplicación creadora de éstos elementos relacionados entre sí, acrecentando la efectividad de los organismos y su idoneidad para aprender a enfrentarse a los cambios.

**2. EL CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD COMO UNA ESTRATEGIA DEL
DESARROLLO ORGANIZACIONAL.**

2.1 El Control de Calidad.

2.1.1 Cuáles son las causas de los defectos.

2.1.2 Análisis del Proceso de Producción.

2.1.3 Diez puntos sobre la estandarización.

2.2 Qué es el Control Total de la Calidad.

**2.2.1 Porqué es necesario el Control Total de la
Calidad.**

**2.2.2 Dos puntos de vista en el Control Total de
la Calidad.**

**2.2.3 El papel del Departamento de Control de Cali-
dad.**

2.3 Planificación a largo plazo del Control de Calidad.

2.3.1 Calidad Ofensiva. Desarrollo de nuevos productos.

2.3.1.1 Clasificación de nuevos productos.

2.3.1.2 Calidad Defensiva. Aseguramiento de la Calidad.

2.4 Análisis de la situación actual del Control de Calidad.

2.5 La Estadística y los productos competitivos en el mercado internacional.

2.5.1 Cómo se usan las estadísticas para mejorar la calidad y aumentar la productividad.

2.5.2 Las estadísticas y los productos competitivos en el mercado internacional.

2.5.3 Los conceptos del Doctor Deming.

2.5.4 Las catorce obligaciones de la alta gerencia dadas por el Doctor Deming.

2.5.5 Otros puntos que afectan a la Calidad por el Doctor Deming.

2.5.6 Comentarios del Señor William E. Conway, del Centro Nacional de Productividad en los Estados Unidos.

2. EL CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD COMO UNA ESTRATEGIA DEL DESARROLLO ORGANIZACIONAL.

2.1 El Control de Calidad.

Mientras idiomas y vocabularios difieren considerablemente entre empresas industriales, los conceptos que conciernen a la calidad son notablemente los mismos y universales. Las etiquetas pueden ser diferentes: puede haber mejoras constantes en la calidad (Control de Calidad), puede haber prevención de defectos, Círculos de Calidad, cero defectos, etc., etc., debemos ser cautelosos antes de adoptar cualquiera de éstas etiquetas.

Para efectos de éste estudio, la expresión CONTROL DE CALIDAD, se referirá al ciclo planeado de actividades mediante las cuales se logra la adecuación de un producto a su uso.

2.1.1 Cuáles son las causas de los defectos.

Independientemente del tipo de producto ó del método de fabricación aplicada, la causa del defecto

será siempre la misma: VARIACION.

¿Porqué se producen artículos defectuosos y no defectuosos?. Su causa reside en variaciones, ya sea en los materiales, en las condiciones en que se encuentra la maquinaria, del método de trabajo empleado, del tipo de inspección, si no existiera alguna de éstas variaciones, los productos serian exactamente iguales, y naturalmente, no existiría una diferencia de calidad entre ninguno de ellos.

Los operadores tienen una gran influencia en la variación de calidad del producto. Existen personas altas y bajas, hábiles y no hábiles, fuertes y débiles, diestras y zurdas, etc. Los operadores creen que están trabajando del mismo modo, pero se notan considerables diferencias entre ellos.

Una persona trabaja de manera distinta dependiendo de su estado de ánimo, el grado de cansancio de cada día, en algunos casos se equivocan por descuido en la inspección que se emplea, por ejemplo, un calibrador, se produce una dispersión en los datos por una avería en el instrumento, ó bien, por la manera en que éste es manejado. Tanto

en el caso de la inspección sensorial, como en la visual la fluctuación en el criterio del inspector causa variación en la calidad, pero influye sobre el proceso de decidir si un producto es defectuoso o no.

En los procesos de fabricación de un producto, existen innumerables factores que ejercen influencia sobre las características cualitativas del producto. Enfocando los procesos de producción desde el punto de vista de la variación de la calidad podemos decir que cada proceso consiste en las causas de variación. Estas causas hacen variar las características cualitativas de los productos, haciendolos defectuosos o no defectuosos. El producto se juzga no defectuoso si sus características cualitativas cumplen con las normas estándar prescritas, y defectuosos si no las cumplen. Por eso, los productos no defectuosos no son completamente iguales; ésto quiere decir que existen variaciones cualitativas en ellos dentro del marco de las normas aplicadas.

Los defectos causados por variaciones afectan a las compañías. Si se eliminan dichas variaciones, disminuirán los productos defectuosos.

Este principio es simple, fuerte y razonable, sea cual sea el tipo de producto, ó el método de producción usado.

2.1.2 Análisis de Proceso de Producción.

Aunque existen numerosas causas de variación cualitativas, no siempre es el mismo grado de defecto que tiene cada causa sobre la calidad. Algunas de ellas, afectan en realidad a la calidad de los productos en mayor medida; mientras, otras, consideradas teóricamente como muy importantes, hacen muy poco efecto sobre la variación de la calidad por estar controladas adecuadamente. Las causas se clasifican en dos grupos:

- A) El primer grupo se compone de un corto número de causas que producen un gran efecto, a éstas les llamaremos causas comunes.
- B) El segundo grupo lo forman muchas causas que hacen menor efecto, a éstas las llamaremos causas especiales.

El procedimiento que tenemos que seguir consiste en averiguar primero las causas comunes y eliminarlas. Con respecto a las causas especiales se dice frecuentemente: en el proceso que nos ocupa hay tantas causas de defectos, que no podemos controlarlas.

Sin embargo, cada proceso tiene un buen número de causas de variación de la calidad, y no ocurre que en un proceso específico exista de una manera extraordinaria un gran número de tales causas. Es muy diferente que existan causas sospechosas de defectos a que existan muchos factores que causen en realidad los defectos.

La operación de averiguar las causas de defectos de entre numerosos factores se le denomina DIAGNOSTICO DEL PROCESO. Para disminuir el número de productos defectuosos, es necesario hacer ante todo el diagnóstico correcto de la condición anormal y descubrir las verdaderas causas de los defectos. Qué es lo que debemos hacer para efectuar el diagnóstico correcto; podemos recurrir a diversos métodos entre ellos: el intuitivo, el que depende de nuestra experiencia, el de analizar los datos desde el punto de vista

estadístico y el del examen experimental.

Hoy en día, experimentamos intensos cambios en todos los sentidos y es difícil ser un experto en el problema que se trate, cuya naturaleza viene y va cambiando continuamente. El problema de los defectos reside con mucha frecuencia en un ámbito que nos es desconocido y no tenemos la experiencia suficiente para poder atacarlo; por consiguiente, no se requieren años de experiencia, antes debemos exigir una firme voluntad de reducir los defectos y una actitud de observación objetiva a la situación actual. Para éste tipo de observación, es sumamente efectivo adoptar el punto de vista estadístico y aprovechar éstos métodos según sean los más convenientes a nuestra empresa.

Los métodos estadísticos son un medio eficaz para el buen desarrollo de la nueva tecnología y el control de calidad en el proceso de fabricación. La mayoría de las más importantes firmas de países, como Japón, están desarrollando el uso de métodos y controles estadísticos y alguna de ellas ofrecen la actividad educativa de más de cien horas al año en el seno de las propias compañías. Los conocimientos estadísticos están formando una base fundamental en el desempeño correcto de las labores de

las empresas. Pero aún, cuando no hubiesen entendido dichos métodos, ésto no les serviría de nada en un futuro inmediato.

Se requiere la actitud de reconocer francamente las fallas y las variaciones producidas y la recolección de datos.

Finalmente es necesario subrayar, una vez más, que lo importante no consiste solamente en los conocimientos de los métodos estadísticos, sino también, en la actitud tomada al usarlos.

2.1.3 Diez puntos sobre la estandarización.

Estos puntos deben ser siempre tomados en cuenta al hablar de la calidad de los productos. En estos tiempos, el problema de la calidad tiene mayor efecto sobre la administración de la empresa, y se están discutiendo en serio: el alza de los costos de mano de obra, el ahorro de la misma y la mecanización; por consiguiente, el significado de la palabra estandarización debe de ser distinta a la que se tenía hace diez años.

1.- Donde hay repetición, hay estandarización. Cuando se usa el mismo material repetidas veces ó se emplea el mismo método en diferentes casos, es conveniente establecer normas para ello. Dichas normas son para estandarizar: materiales, partes comunes, métodos utilizados; relacionados entre otros, al lenguaje (términos, símbolos, claves, etc.), a los materiales, partes y componentes, procedimientos, operaciones y condiciones.

2.- Las normas estándar no son restrictivas, sino que incrementan las posibilidades técnicas. Las normas son una especie de reglas y, por lo tanto, deben ser observadas. En cuanto a ésto, se considera con frecuencia que ellas restringen la libertad del individuo privándolo de nuevas ideas ó posibilidades de cambio. Pero ésta es una opinión muy superficial. Todos tenemos que reconocer que las nuevas posibilidades se basan en cierta limitación fijada, es decir, de una cierta flexibilidad. No puede resultar una técnica que tenga libertad absoluta.

3.- Existen normas que se determinan

inevitablemente y las que deben ser establecidas. En la fabricación de una TV color, por ejemplo, existen numerosos métodos para cumplir con ciertas normas de calidad. De entre ellos el fabricante adopta un método que requiera el mínimo de costo y se pueda adaptar al producto sin mayor problema. Si se juzga inadecuado para la producción en serie, el método concebido en la etapa de investigación y desarrollo acerca de la clase de partes y componentes, la forma de montaje y otros conceptos, entonces se revisan las normas establecidas. Aún cuando el diseño mismo no salga tan bien, pero no pueda ser cambiado por el momento, será mejorado en la subsiguiente producción. En el caso de que hay límite de costo, el diseño y la producción se hacen para obtener la calidad óptima dentro del límite fijado por el costo, y así, las normas concernientes al diseño, técnicas de producción, etc., etc., tienden por naturaleza a someterse a una revisión continúa con miras a lograr las condiciones óptimas y así, se hacen mejoras paso a paso.

4.- La estandarización facilita la intercambiabilidad. Se eliminan muchos costos cuando un sistema es averiado parcialmente y se puede reestablecer con el cambio de la parte dañada sin reemplazar todo el sistema. La intercambiabilidad no se limita al aspecto

material. Cuando se efectúa un trabajo de acuerdo con ciertas normas, se obtiene el mismo resultado, aunque lo efectúe otra persona. De ésta forma, el reemplazo de los miembros de una organización no influye mucho sobre la empresa. En la fabricación nunca se permite que una persona desobedezca las normas.

5.- Las normas nos ahorran ideas y transmisión de información. Cuando se usan partes componentes normalizadas, se conoce su confiabilidad sin someterlas a prueba. En éste caso se permite omitir la mayor parte de los trabajos de diseño y desarrollo, y los ingenieros encargados del diseño, pueden crear productos de alta confiabilidad con solo prestar atención a las partes nuevas y a la interfaz entre éstas y las normalizadas. En cuanto a éstas últimas, no es necesario representarlas en dibujos, sino que basta designarlas con sus códigos ó parte de componente, y si están preparadas las normas sobre el método de prueba, resulta innecesario idear y designar en cada caso las condiciones de prueba. El manual de diseño es la esencia de las técnicas heredadas de los predecesores y contiene ricas experiencias.

6.-Con la estandarización se fabrican productos de alta confiabilidad. Los nuevos productos y metodos implican una cantidad considerable de problemas; en éstos casos, debemos utilizar las pruebas necesarias. Cuanto más se emplean las partes componentes y los métodos normalizados, menos se usan los nuevos, y las pruebas de confiabilidad pueden ser efectuadas detenidamente, sobre todo respecto a la nueva porción, de ésta manera, pueden desarrollarse en total, productos de altísima confiabilidad.

7.- La estandarización mejora el nivel técnico. Cuando se produce una condición anormal en la fabricación del producto, es muy importante averiguar su causa a fin de evitar que ocurra otra avería similar. Bajo éste aspecto de estandarización, las anomalías se deben a:

A) No existen normas determinadas;

B) Las normas establecidas no son las adecuadas; y.

C) Las normas son las adecuadas, pero no se observan en el trabajo.

No obtendrá el avance técnico para un sistema total si la investigación de cada fracaso se limita a la reparación de los productos defectuosos ó termina en incrementar las experiencias personales de los ingenieros ó técnicos. El nivel técnico mejorará al revisar las normas después de la investigación total de las fallas.

8.- No es razonable que los dirigentes estén ocupados para no poder formular normas. La prescripción minuciosa de cada trabajo u operación mediante las normas requiere de mucha mano de obra y bastante tiempo. Pero el hecho de trabajar sin normas resulta sumamente costoso. En consecuencia, la cuestión es que el porcentaje del tiempo disponible para el departamento de diseño debe ser dedicado a la tarea de estandarización considerándolo desde el punto de vista de la eficiencia.

9.- Para cumplir con las normas se requiere de educación y entrenamiento. Antes que nada hay que dar a conocer al personal las normas que están vigentes. Es esencial para el buen desempeño del trabajo, conocer y comprender las normas que rigen a la producción.

10.- Las normas deben ser revisadas. Las normas son determinadas inevitablemente como resultado de que nuestras actividades apuntan a lo óptimo desde en punto de vista económico, éstas normas se determinan al revisarlas constantemente para obtener las óptimas condiciones técnicas y económicas. Aunque las normas son óptimas, en un momento dado, el objeto de la aplicación de las normas cambia y el alcance de ellas se desvía del punto óptimo. Las normas convencionales siempre se hacen menos adecuadas con el cambio de las condiciones de sus usos, del desarrollo de nuevas aplicaciones y la aparición de nuevos materiales.

2.2 Qué es el Control Total de la Calidad.

El Control Total de la Calidad se da cuando todos los departamentos de una empresa participan en las actividades del Control de Calidad, desarrollandose con la participación de todo el personal de la compañía dando instrucciones sobre dicho control a todos sin excepción; que abarca desde la dotación del departamento de diseño hasta el departamento de ventas.

2.2.1 Porqué es necesario el Control Total de la Calidad.

En la producción, la calidad de los productos se forma por la cooperación de muchas personas. Para lanzar un producto al mercado, se reúnen las siguientes funciones:

- 1.- Planeación del producto.
- 2.- Diseño del producto.
- 3.- Adquisición de materiales.
- 4.- Producción del bien.
- 5.- Inspección del producto.
- 6.- Servicio post - venta.

Para fabricar productos de calidad, es necesario que éstas funciones respondan equilibradamente a los requisitos de los clientes. Las funciones están especializadas y se encomiendan a muchos individuos, por lo cual la Ingeniería Industrial es indispensable.

Por lo tanto, en la producción industrial moderna, la calidad de los productos depende de muchos departamentos de la compañía. Para controlar la calidad es imprescindible especificar las funciones y facultades de cada departamento y establecer su meta al cargo que debe cumplir. Puesto que se necesitan muchas funciones para realizar la calidad determinada es inevitable que muchos departamentos participen integralmente en la tarea de Control del Calidad. Si no se efectúan más que la reducción de productos defectuosos en el departamento de producción y el aumento de la eficiencia en la inspección, ésto resultará insuficiente y será solamente una parte de las funciones de lo que es el Control Total de la Calidad.

En éste caso, la actividad de la Ingeniería Industrial consiste en: I. Definir el proceso de integración de la calidad de un producto a través de los departamentos encargados de dichas funciones, y II. Promover el cumplimiento de éstas y controlarlas.

2.2.2 Dos puntos de vista en el Control Total de la Calidad.

1.- Cuando la calidad de un producto se perfecciona por muchos departamentos, el trabajo que efectúa cada uno de ellos no siempre influye de una manera directa en las características de la calidad de los productos finales. A medida que se intensifica la división del trabajo y su especialización, a cada departamento se le exige llevar a cabo con toda seguridad el trabajo asignado, y se le indica un objetivo que no representa la meta final y, por eso, no tienen relación con los otros departamentos.

La palabra "Calidad" del término "Control de Calidad" tiene el significado de "calidad en los productos". Pero cuando las funciones de la producción de calidad están divididas ó especializadas, ningún departamento de la empresa está encargado de controlar las características de la calidad final. Bajo estas condiciones, debemos considerar que el mejoramiento final de la calidad de los productos podrá lograrse con la definición del trabajo requerido para cada departamento y la buena ejecución del mismo.

Desarrollando ésta consideración, el Control

de Calidad consiste en mejorar el nivel ó calidad de trabajo y éste no tiene necesariamente que afectar a la calidad de los productos. De ésta manera, el Control Total de la Calidad puede referirse no solo a las actividades de mejorar unicamente la calidad de los productos, sino también a la de aumentar la calidad de los trabajos de la compañía.

Este concepto constituye el Control de Calidad en sentido amplio, y se adopta con frecuencia al intentar mejorar la constitución de la empresa mediante el Control de Calidad. El mejoramiento de la calidad del trabajo debe iniciarse por definir el método de ejecución de las actividades requeridas para el funcionamiento de toda la empresa y distinguir sus puntos débiles. En cuanto al trabajo asignado para los departamentos, se fija un criterio para apreciar el grado de cumplimiento y así se efectúa su control. El trabajo que se reparte a cada departamento se precisa en un programa a mediano plazo (de tres a cinco años), un programa anual ó uno de temporada, de acuerdo con éste se prepara un plan concreto de actividades para cada división. Todas éstas actividades se llevan

a la práctica bajo el concepto llamado "Círculo de Deming", formado por la planeación, ejecución, comprobación, y acción respectivamente.

Como hemos visto, ésta operación se integra por una cantidad considerable de actividades y ha de ser realizada en el plano de toda la compañía. Pero la ventaja que dicha operación se extienda a toda la empresa se convierte (de una manera potencial), en desventaja ya que el objetivo tiende a hacerse vago. El emprender el cambio de actitud hacia el trabajo en la organización a nivel de toda la compañía necesita de un esfuerzo considerable, y no es raro el fracaso de ésta actividad por culpa de los altos ejecutivos y otros directivos al no comprender la necesidad de mejorar la constitución de la empresa y, desde luego, la racionalidad de sus procedimientos.

2.- Por otra parte, las actividades del Control de Calidad con miras al mejoramiento de la calidad del producto, se considera como el Control Total de la Calidad en su sentido exacto.

Las funciones concernientes al Control de Calidad, existen de una manera más amplia dentro de la empresa en todos los departamentos. En éste caso no solo se pretende mejorar la calidad de los productos, sino que también se pretende distinguir que trabajos son los necesarios en los departamentos que tengan a su cargo la ejecución de la planeación, diseño, producción, inspección, ventas y servicios, para resultar productos de excelente calidad. En el caso que tratamos, la necesidad de mejoramiento se reconoce por los hechos concretos que se nos presentan, entre ellos, las reclamaciones, la acumulación de productos defectuosos fabricados, y la demora en el desarrollo de nuevos productos debido a los problemas presentados en los productos anteriores; en consecuencia, para llevar a la práctica las actividades del Control Total de la Calidad, es suficiente con el hecho de coordinar las opiniones acerca de la metodología entre los departamentos correspondientes.

2.2.3 El Papel del Departamento de Control de Calidad.

Los problemas de calidad se encuentran en

la interfase entre un grupo de tabajadores y otro, y muy contadas ocasiones pueden localizarse en el interior de dicho grupo.

Bajo éstas condiciones, es frecuente la carencia de la conciencia crítica de tales problemas, con la consecuente demora ó inexistencia de contramedidas. Como organización para el Control de la Calidad, se considera útil la que recoge los problemas que puedan surgir en dichas interfases uno por uno y promueve la aplicación de sus medidas de una manera sistemática previniendo la repetición de los problemas. Tal organización se realiza ya sea en forma de comité, ó bien, en el de una junta.

Para hacer funcionar con mayor eficiencia tal organización, es necesario confirmar el cumplimiento de las materias resueltas por ella misma y aclarar su efecto; ésta tarea es encargada, en muchos casos, al departamento de Control de Calidad. Esto tiene como fin supervisar el conjunto de actividades del Control de Calidad en el plano de toda la empresa y corregir las funciones

inadecuadas. El Departamento de Control de Calidad debe considerar siempre a los defectos de la calidad como fallas existentes en el sistema.

El conjunto de reglas del Control de Calidad no deben limitarse a tomar medidas contra los problemas de calidad, sino que tiene que abarcar también el mejoramiento sistemático de las funciones de calidad básicas asignadas a los departamentos de la compañía. Esto es porque los problemas cualitativos se atribuyen finalmente a la falta de algunas de éstas funciones de calidad, de las cuales podemos citar las siguientes:

- A) Estandarización.
- B) Métodos y condiciones de prueba del producto.
- C) Selección, evaluación y orientación de las fábricas que trabajan con nosotros.
- D) Facilidades de producción.
- E) Adiestramiento de los operadores del taller, grupo ó Círculo de Control de Calidad.

F) Medición.

G) Calidad del servicio postventa.

Estos factores forman parte fundamental de las funciones de calidad, cada uno de los puntos citados no se extienden entre un departamento y otro sino que se limita a uno competente. Sin estas funciones nunca se logrará el mejoramiento de la calidad. Es indiscutible que para impulsar las actividades de calidad es indispensable impulsar a cada departamento a que eleve el nivel de dichas funciones.

2.3 Planificación a largo plazo del Control de Calidad.

El Control de Calidad es uno de los elementos principales de las operaciones administrativas de una empresa y su modalidad debe estar de acuerdo con el programa de administración a largo plazo de la empresa. Por consiguiente, la firma debe tener dicho programa antes de trazar un plan a largo plazo de Control de Calidad. Los planes a largo plazo se deben clasificar en dos grupos principalmente:

I. Uno es el que abarca la planeación adecuada de mercancías, el desarrollo de nuevos productos, etc.; concerniendo a la llamada calidad hacia adelante, ó bien, calidad ofensiva.

II. El otro es el que tiene relación con la calidad hacia atrás ó calidad defensiva, y se ve, por ejemplo, en la lucha contra la repetición de reclamaciones.

Estos dos grupos tienen algo de interrelación pero difieren entre sí en su naturaleza temática; por eso, se recomienda tratarlos por separado. Para toda empresa que opera con dificultades en la calidad tenemos como resultado una clientela inconforme, al suceder ésto, las operaciones de la empresa caen en dificultades. La palabra calidad aquí usada se refiere tanto a la ofensiva, como a la defensiva.

Al considerarse el Control de la Calidad en una empresa debe tenerse en cuenta el control de ambas calidades.

2.3.1 Calidad Ofensiva. Desarrollo de nuevos productos.

Generalmente, cuando los productos principales de una compañía son de buena calidad, cada año aumentan las ventas pero baja aceleradamente la tasa de beneficio por producto. Esto se explica de la siguiente manera: cuanto más atractivo tienen las circunstancias de venta de mercancías, tanto más rivales aparecen bajo el sistema de libre empresa, salvo que estén impuestas algunas condiciones especiales ó alguna protección ó restricción legal como las patentes. En consecuencia, desciende el precio unitario de fábrica debido a la racionalización de diseño y la producción en serie. Pero en éste caso, en comparación con éste precio, desciende en mayor medida el precio unitario de venta.

Para crecer más cada año, y asegurar sus beneficios, toda empresa tiene que desarrollar nuevos y atractivos productos uno tras otro en el momento propicio; ya que las principales mercancías que están sosteniendo ahora a dicha empresa no pueden evitar el caer en desuso cualquier día.

En éstos tiempos, se aumenta la intensidad de la Revolución Tecnológica y se ve limitada la disponibilidad de recursos naturales y materiales, la fuerza competitiva y la duración de los productos imperecederos y de alta confiabilidad, tienen mucha importancia en las operaciones empresariales.

Desde el punto de vista de la estabilidad de la empresa, no se debe promover el desarrollo de productos que terminen en un gran éxito, ó bien, en un gran fracaso, sino que debe hacerse una reflexión y una evaluación al completarse cada mejora. Planear el perfeccionamiento del siguiente desarrollo, e impulsar los nuevos productos que puedan obtener un resultado positivo más ó menos constante. Para realizar tal desarrollo, es inevitable llevar a cabo el control de los nuevos productos a largo plazo, basado en un estudio de mercado para descubrir los usos que se les pueden dar o los bienes en el futuro. En otras palabras, se requiere trazar un plan de desarrollo a largo plazo teniendo en cuenta la marca de toda la sociedad.

2.3.1.1 Clasificación de los nuevos productos.

Es raro que los nuevos productos sean completamente originales. Generalmente, éstos tienen relaciones con la tecnología y el sistema de ventas empleado hasta ahora, en mayor ó menor grado. Los casos de desarrollo de nuevos productos se clasifican como sigue:

I. Ampliación de la línea de productos anteriores.-

Se cuenta con el fortalecimiento de una agrupación de productos, el mejoramiento de la calidad, la reducción del costo, etc., para el fortalecimiento de una agrupación se requiere tener en cuenta, entre otros, los siguientes factores:

A) Número de mercancías necesarias para la formación de esa agrupación.

B) Precio de cada mercancía y el rendimiento que debe ofrecer la misma.

C) Oportunidad de lanzamiento del producto.

D) Influencia sobre las mercancías ya existentes.

E) Orden de fortalecimiento, particularmente en el caso de artículos que se darán a conocer por su fisonomía.

II. Desarrollo de nuevos productos, utilizando los materiales, las tecnologías y las facilidades existentes. En éste punto tenemos dos situaciones:

A) El desarrollo de los nuevos productos se efectúa por medio de la tecnología productiva que tenemos.

B) Los nuevos productos aparecen en el curso de ampliación de la división de los trabajos.

En toda empresa perteneciente a la industria de la transformación, la operación de venta y la tecnología forman las ruedas de una bicicleta, sien-

do esencial entre las dos un sutil equilibrio para la estable administración de la compañía. Si ésta procede a su nueva operación con una sola rueda para entrar en el desarrollo de nuevos productos debe planear minuciosamente el refuerzo de la rueda más débil. El arreglo de cualquiera de las dos en corto tiempo es difícil, por eso, se requiere un plan a corto plazo.

III. Desarrollo de los nuevos productos que no tienen relación con los productos anteriores. Esto es en el aspecto técnico y en el de venta parecen casi igual que fundar una nueva compañía. Una empresa ya establecida ocupa su tiempo muy pocas veces en el nuevo proyecto. El mayor problema en éste caso es la financiación. Generalmente, la tarea de desarrollar una tecnología y crear una red de distribución requiere de mucho tiempo; en consecuencia es necesario utilizar los fondos disponibles para sostener la empresa durante ese tiempo ó sostener los productos nuevos. Es más recomendable establecer una nueva compañía que proceda a dicha tarea dentro del sistema ya existente, en vista de la responsabilidad departamental.

IV. Desarrollo de nuevos productos empleando la misma cadena de distribución de los productos ya existentes. Podemos poner como ejemplo a una empresa fabricante de aparatos eléctricos de uso doméstico que intenta lanzar al mercado estufas, puede aprovechar la misma cadena de distribución de los ventiladores, los refrigeradores, etc. En éste punto, la cuestión está en la creación de la ruta ideal de distribución.

2.3.1.2 Control del Desarrollo.

Para que una idea tome forma de producto, es necesario efectuar numerosos pasos, tales como el diseño, la fabricación de prototipos, las pruebas, la producción, las ventas y el servicio; si falta cualquiera de éstos puntos, surgirá un problema. El desarrollo de los nuevos productos, requiere de la administración global y, además, cada paso debe ser controlado integralmente.

Se dan muchos casos en que los nuevos productos no obtienen el éxito, debido a un mal fun-

cionamiento del control. En éstos casos, no se sabe con certeza cuales son las causas que influyen, y, a veces, éstas se distribuyen a la idea adoptada. Con anterioridad al Control de Desarrollo, tenemos que determinar los siguientes puntos:

- 1.- Fecha de lanzamiento ó de venta.
- 2.- Precio de venta.
- 3.- Red de distribución.
- 4.- Publicidad.
- 5.- Cantidad que se va a producir.
- 6.- Método de obtención de las materias primas.
- 7.- División de los productos para la fabricación dentro y fuera de la empresa.
- 8.- Plan de equipamiento.

9.- Plan de aseguramiento de la calidad y sistema de servicio.

2.3.2 Calidad Defensiva. Aseguramiento de la calidad.

Esta se evalúa no por criterios cualitativos, sino por cuantitativos. Esto se hace con objeto de juzgar a largo plazo si han sido fructíferas ó no las actividades del Control de Calidad. El grado de éste último se juzga, entre otras cosas, por las siguientes variables:

A) En cuanto a las reclamaciones en el mercado. Un número de reclamaciones importante, gastos para atender las reclamaciones. Se incluyen los servicios deficientes, estado del suministro de las partes y repuestos.

B) Respecto a las deficiencias en el proceso de fabricación. Tasa de paso directo en línea, por esto se entiende la relación del número de unidades que se embarcan sin ser enmendadas en una línea de ensamble

al número total de las unidades entregadas en la misma línea. Tasa de enmienda, (ésta expresión significa que la relación del número total de defectos o reparaciones presentadas en todos los procesos de una fábrica, al número de unidades ensambladas) en ambos casos, ésta tasa puede llegar al 100%.

C) Problemas en los pedidos al exterior de la propia fábrica; tasa de rechazo de lotes en la inspección de aceptación; número de defectos presentados en los productos de la propia fábrica y de las fábricas exteriores (generalmente, la competencia), estado de demora de la entrega, etc.

D) Diseño deficiente. Número de modificaciones en el diseño de la etapa inicial y en la de producción en serie. Por otro lado, comprobar el grado de cumplimiento de cada tarea perteneciente al Control de Calidad, se deben preparar de antemano los datos sobre los puntos que se describen a continuación, los cuales se someterán a revisiones periódicas:

1.- Estado de atención a las reclamaciones importan-

tes: recepción de reclamaciones, análisis de error, toma de medidas, confirmación del efecto de las medidas tomadas.

- 2.- Estado de disposición frente a los problemas en el proceso de fabricación.
- 3.- Estado de orientación para los pedidos al exterior, y un estado de arreglo de la deficiencia presentada en pérdidas al exterior.
- 4.- Estado de revisión de diseño y de prueba de productos de ensayo.
- 5.- Estado de actividad para el desarrollo de nuevos productos.
- 6.- Número de normas establecidas y número de normas revisadas.
- 7.- Planeación para el adiestramiento y resultados.

Se puede encargar de la revisión de éstos

puntos al jefe del departamento del Control de la Calidad y a otros jefes departamentales.

Se han descrito los conceptos que servirán como índices para las actividades promocionales de Control de Calidad. Para mejorarlos es recomendable formar programas más ó menos a largo plazo, teniendo en cuenta lo siguiente:

1.- Con respecto a las medidas contra las reclamaciones será necesario realizar lo siguiente:

- a) Recolección de información sobre las reclamaciones y su tratamiento, y desde luego, el registro de las reclamaciones que tengan mayor importancia.
- b) Establecimiento de los canales de retiro de los productos averiados.
- c) Instalación del departamento de análisis y averías como de educación y entrenamiento al personal correspondiente.

d) Identificación de los métodos para confirmar el avance de las medidas que se decidió tomar.

2.- En cuanto a las deficiencias en el proceso de fabricación, debe lograrse lo siguiente:

- a) Establecimiento de un sistema que estratifique los contenidos de deficiencia detectados en el departamento de inspección, por proceso causante de fallas para realimentar el resultado a los procesos precedentes.
- b) Registro de los problemas importantes.
- c) Acción contra los defectos en el diseño y los pedidos hechos al exterior.
- d) Entrenamiento sobre los métodos estadísticos.
- e) Aumento de la habilidad técnica y evaluación de la misma.
- f) Control de la medición.

g) Control de las facilidades de fabricación y todas las herramientas utilizadas.

h) Organización de los Círculos de Control de Calidad.

3.- Frente a los problemas en los pedidos al exterior, es necesario cumplir con los siguientes puntos:

a) Decisión de las políticas de pedido al exterior, por la fábrica colaboradora.

b) Organización de un departamento de orientación de pedidos al exterior, y la planación de las formas de orientación.

c) Establecimiento de los métodos de evaluación del pedido.

d) Mejoramiento del sistema inspección - aceptación.

e) Administración de la configuración.

f) Exploración y obtención de nuevos clientes y fuentes provechosas de abastecimiento.

4.- Para el departamento de diseño, debemos esperar a que se realicen cabalmente las siguientes actividades:

- a) Determinación de las partes y componentes recomendables.
- b) Establecimiento de métodos de fabricación estandarizados.
- c) Recopilación de los problemas de calidad con sus datos.
- d) Preparación de una lista con puntos de comprobación para la revisión del diseño.
- e) Organización de la revisión del diseño.
- f) Instalación de un equipo más completo y dispositivos de pruebas de confiabilidad.
- g) Mejoramiento de los métodos para recoger la información sobre la calidad.

- h) Establecimiento de un sistema para controlar el programa de diseño.

2.4 Análisis de la situación actual del Control de Calidad.

Las actividades del Control de Calidad tienen por objeto suprimir los problemas de la calidad presentados por los productos, así como el de eliminar sus causas e incorporar un sistema de aseguramiento de la calidad en la organización. En la planeación a largo plazo, su contenido variará bastante según sea el resultado del análisis de la situación actual del Control de Calidad. Esta evaluación puede hacerse en base a los siguientes factores:

- 1.- El estado de desarrollo de los nuevos productos en comparación con el estado de otras empresas del mismo sector industrial.
- 2.- Estado de retraso en el programa de desarrollo de los nuevos productos.

3.- Aparición de problemas en el mercado.

Por otro lado, teniendo en cuenta las formas de realización de trabajo y la manera de pensar de los empleados sobre el Control de Calidad y su situación actual dentro de la empresa, puede considerarse como bien cumplida cuando:

1) Existen muchas personas que reconocen por sus experiencias que el Control de la Calidad es indispensable para el desarrollo de la empresa.

2) Todos los trabajos están estandarizados y el entrenamiento técnico está realizándose de acuerdo al programa correspondiente.

3) Los datos sobre los defectos encontrados están bien estratificados y se utilizan en los procesos en que causaron defectos, no en los que se hallaron. Se está llevando a la práctica con seguridad y regularidad las medidas para evitar la repetición de defectos similares.

4) Los empleados están seguros que la calidad

de sus productos ocupa el primer lugar en el mercado.

5) El desarrollo de nuevos productos se efectúa global y dinámicamente.

6) Los diseñadores reconocen la necesidad de la estandarización y tienen en consideración las funciones de los productos, la facilidad de su fabricación, la facilidad y comodidad de su uso y hasta la forma de su reparación.

7) Es posible dedicar el tiempo suficiente para llevar a cabo la revisión del diseño y las pruebas de los prototipos. El cumplir éstos puntos, encontramos pocos problemas en lo que se refiere a la calidad de la producción en serie.

8) Se mejora la organización interna de la empresa escuchando las opiniones de los contratistas de pedidos al exterior, y al mismo tiempo se está desplegando un mayor esfuerzo para buscar a los mejores contratistas.

9) Se encuentra establecido un sistema de retiro de los productos tachados en el mercado y se analizan las

fallas de los productos retirados.

10) Es muy seguro el control de manuales de servicio, partes de servicio, técnicas de servicio y tiempo de paralización de trabajo.

11) El departamento de Control de Calidad, tiene reunidos y ordenados los datos sobre la calidad de todas las etapas que abarcan desde el diseño hasta las ventas y el servicio postventa, y de acuerdo con ellos, se trata de mejorar metódicamente el aseguramiento de la calidad.

12) Entre los mandos superiores existe el Sr. Calidad, hemos descrito los criterios para juzgar la situación actual del Control de Calidad desde diversos ángulos, es decir, conciencia del Control de Calidad, fabricación, pedido al exterior de la propia fábrica, técnica, departamento del Control de Calidad y mandos superiores. En realidad, toda empresa tiene aspectos avanzados y retrasados.

Para trazar un plan a largo plazo de Control de Calidad, se sugiere primero que se analice la situación actual, haciendo referencia a todos los criterios citados y, luego, se determine un procedimiento concreto de mejoramiento.

2.5 La Estadística en la Producción y en el Control de Calidad.

Para poder entender el Control Estadístico de la Calidad, conviene definir lo que es la Estadística: "Ciencia que tiene por objeto agrupar metódicamente todos los hechos que se presentan en una valuación numérica". No se limita a recopilar datos, sino que responde a preguntas como cuál es la forma de planear un programa para obtener datos, de tal manera que puedan inferir buenas conclusiones a partir de ellas; cómo se van a analizar los defectos; que tan dignas de confianza son las conclusiones; los métodos estadísticos consisten en hacer inferencias a partir de los datos recopilados para llegar a conclusiones satisfactorias en el estudio de un evento determinado. Obviamente, el Control Estadístico de la Calidad, es el Control de la Calidad en el que se utili-

zan los métodos estadísticos.

Existe una relación directa entre los conceptos de calidad y productividad: al aumentar la calidad, también se incrementa la productividad. Este acercamiento está basado en el Control Estadístico de la Calidad que ofrece un nuevo método para manejar efectivamente los negocios.

Los fabricantes japoneses que utilizaron el Control Estadístico de la Calidad, están barriendo al mundo desde la segunda mitad del Siglo XX, así como los fabricantes estadounidenses que utilizaron la producción en masa arrasaron al mundo durante la primera mitad del presente Siglo.

Si consideramos es impacto que produce a nivel de productividad el que cada uno de los empleados y cada una de las máquinas de la compañía realizará sin cometer errores ó tendrán problemas en sus funciones. El resultado sería que el mismo número de empleados podría estar manejando mayores volúmenes de trabajo. Los altos costos del Control de Calidad podrían aplicarse a actividades productivas. Las correcciones, los deterioros y los

desgastes podrían eliminarse, entonces la eficiencia sería mayor.

Los costos totales de operación podrían reducirse entre un 10 y un 50%.

Por más de treinta años, los japoneses han estado usando estadísticas y gráficas para medir, evaluar, y desde luego, mejorar sus operaciones aumentando la productividad y bajando los costos, con la calidad permanente que satisface el mercado. Esta es la clase de competencia a la que se enfrenta el resto del mundo en la actualidad. Sin la participación personal y constante de la alta gerencia en el uso de estadísticas el programa de calidad no funcionaría. Cada empresa cuenta con ingenieros, personal de Control de Calidad, etc., que han sido entrenados en técnicas estadísticas. En la mayoría de las compañías, éstas técnicas son usadas solamente en unas cuantas áreas especializadas. No son utilizadas efectivamente para manejar la calidad del producto ni la productividad en una base diaria.

La razón de ésto obedece a que el amplio uso basado en estadísticas no ha tenido el apoyo de la alta ge-

rencia ni en los Estados Unidos ni en Europa Occidental, por consiguiente, solamente la alta gerencia puede emplear y difundir su uso. Hasta que no funcione el área técnica de la Estadística del Control de Calidad en la empresa, los directivos son los responsables de la baja productividad y calidad en comparación con la obtenida por los japoneses.

2.5.1 Cómo se usan las estadísticas para mejorar la calidad y aumentar la productividad.

Las técnicas estadísticas proporcionan los indicadores que ayudan a resolver los problemas que se vayan presentando. Las estadísticas dirigen la atención de la gerencia hacia los errores. Las estadísticas no resuelven los problemas, éstas solo identifican dónde están dichos problemas y señalan a los gerentes y trabajadores cuál es su posible solución. Las estadísticas proporcionan los datos que permiten a los gerentes y trabajadores de las empresas el tomar decisiones basadas en los hechos, más que en las especulaciones y las adivinanzas.

Sin la ayuda de la estadística, la reacción

normal de la gerencia es culpar al trabajador. En la mayoría de los casos, los trabajadores no son los verdaderos culpables, ya que ellos se enfrentan a problemas que son derivados y generados por el mismo sistema de operación.

El Doctor Deming señala que aproximadamente el 85% de los problemas de cualquier operación pueden ser provocados directamente por el sistema.

Únicamente el 15% de los problemas son causas especiales que pueden involucrar a un trabajador ó a una máquina en particular. Por lo tanto, si la gerencia no ejercita su responsabilidad de averiguar y solucionar las causas comunes, todos los demás esfuerzos para mejorar la productividad, sólo proporcionarán una ligera mejora.

El pensar estadísticamente conduce a la creatividad. Las estadísticas presentadas en gráficas son fáciles de interpretar y en muchos casos se convierten en estadísticas de control. Tales gráficas de control permiten separar las causas comunes de las causas espe-

ciales:

A) Las causas comunes son fallas que permanecen en el sistema hasta que interviene la gerencia y las reduzca ó elimine.

B) Las causas especiales son específicas a cierto periodo de tiempo.

Una señal estadística detecta la existencia de una causa especial, que el trabajador usualmente puede identificar y corregir.

Algunas causas comunes pueden ser aisladas a juicio, otras pueden identificarse por medio de métodos experimentales, y otras, por el estudio de registros de operaciones y materiales.

Las gráficas indican cuando el proceso está dentro ó fuera del Control Estadístico, lo que permite ejecutar la acción apropiada.

Los gerentes estadounidenses y europeos, han sido lentos en adoptar el Control Estadístico de la

Calidad, ya sea porque no les es muy comprensible, o bien, porque sienten el temor de ejecutar algún tipo de cambio.

El manejar la empresa por medio de estadísticas es un trabajo arduo y diferente. Es una combinación lógica y estadística. La lógica debe dedicarse a visualizar el proceso, la acción ó negocio bajo consideración. El pensamiento y métodos estadísticos son las áreas técnicas que analizan los problemas. Se tiene que ver que área puede ó debe ser estudiada, al hacerlo puede visualizarse los ingredientes que son la clave de éxito.

Deben encontrarse los elementos para medir las partidas, registrarlas en gráficas y analizarlas, ello significa un duro trabajo.

En varias compañías se ha encontrado que la mayoría de los gerentes (Habiendo de los Estados Unidos y de Europa) en todos los niveles, trabajan inicialmente con estadísticas solo bajo presión. Aún cuando creen que la mejoría de la calidad y de la productividad es necesaria y posible, y que el uso de éstos métodos los ayudará a lograr buenos resultados, la mayoría de los gerentes están frustrados. Ellos no saben como unir sus

deseos de calidad y de productividad con las estadísticas. Aquí es donde se requiere de la lógica y de la imaginación. A veces, cuando el gerente aplica las estadísticas exitosamente a sus propios problemas, éstas le cambian totalmente la actitud. El está ahora preparado para avanzar por sí mismo, con ayuda ocasional de un maestro en estadística.

Los requisitos principales para desarrollar estadísticas, como el nuevo modo de manejar un negocio, son los siguientes:

- 1.- Compromiso total del gerente.
- 2.- Entrenamiento en estadísticas.
- 3.- Intervención permanente de la gerencia y de los demás directivos, hay que predicar con el ejemplo.

El usar estadísticas es el método más fácil - no al principio -, de manejar una empresa después de saber como. Los gerentes no son diferentes de los

demás empleados. A muchos no les gusta el cambio y el uso del Control Estadístico de la Calidad, lo consideran un cambio completamente radical. La primera información y gráficas estadísticas de los gerentes usualmente implican resultados tales como rendimiento, desgaste, unidades vendidas, etc.

Solo cuando ellos investiguen las causas, efectos, problemas, errores y complejidades, y las gráficas nos muestren la información, se podrán efectuar mejoras en cuanto a calidad y productividad.

El liderazgo continuo, el entrenamiento y la persistencia de la alta gerencia, conducirá al progreso y éxito de la empresa.

Las operaciones administrativas son un campo fértil para el uso de estadísticas. El paso convencional es utilizar la medida de trabajo, varios medios motivacionales y algunos métodos mejorados. Aunque el esfuerzo tenga alguna mejoría en la productividad, el efecto será relativamente pequeño y difícil de mantener. Las estadísticas se usan en infinidad de puntos, tales como:

- 1.- Nivel de carga de trabajo en el mes.
- 2.- Reducir ó eliminar errores.
- 3.- Simplificar procedimientos atacando la complejidad.
- 4.- Reducir el número de documentos.

Debemos enfatizar que cuando la alta gerencia no entiende y no se integra, no pasa nada. Se estima que para lograr que todos los gerentes y directivos piensen estadísticamente, se necesitarán de tres a cinco años. Si se usan continuamente los métodos estadísticos, la compañía se comprometerá a llevar a cabo una búsqueda inflexible de aumentar la calidad, y por lo tanto, la productividad.

2.5.2. Las estadísticas y los productos competitivos en el Mercado Internacional.

En 1950, aproximadamente 150 grandes compañías japonesas comenzaron a usar estadísticas como la mejor arma de dirección. Ahora muchas empresas japonesas han hecho lo mismo. Solo el uso de estadísticas como la mejor arma técnica de la dirección permitirá a la industria ser competitiva en cuanto a la calidad y a la

productividad. Aún si el amplio uso de estadísticas empezará ahora, se tomaría de cinco a diez años para que los productos occidentales se volvieran competitivos para los productos del Japón, hechos bajo el Control Estadístico.

Sin las estadísticas las industrias de los Estados Unidos y Europa están propensas a una declinación gradual en sus ya irregulares economías. El Doctor Deming, que ayudó a la reconstrucción de la industria japonesa después de la guerra, piensa que los días de dominación de la industria de los Estados Unidos ha terminado.

Deming culpa a la administración de dichos países de querer acelerar el proceso y afirma que en Japón la administración tiene décadas de desarrollo por delante. Estos conceptos estadísticos, se aplican a todas las operaciones incluyendo el servicio a clientes, ventas, administración y funciones de apoyo. El paso estadístico se aplica también externamente. Es importante entender lo que satisface los requerimientos del cliente, y entonces, medir continuamente el diseño y la producción contra dichos requerimientos.

Poco se obtendrá teniendo bajos costos y -----

calidad consistente de productos que no quieran los clientes. La mayoría de las empresas utilizan materiales, suministros, refacciones, etc. Es vital para sus proveedores lograr el Control de Calidad Estadístico para que las empresas logren mantener el suyo propio. Por lo tanto, hasta que una parte substancial de la industria participe en dicho control, las naciones industrializadas de Occidente, no serán competitivas con los japoneses en aquellos negocios donde éstos usen los principios estadísticos.

La productividad mejorada mediante la calidad a través del uso de estadísticas no es tan fácil ni de tan rápida solución. El proceso es continuo y dura siempre. Las mejoras comienzan lentamente, pero son acumulativas. El paso requiere de trabajo duro y total apoyo de la alta gerencia. No es posible delegar el compromiso total de una compañía al Control Estadístico de la Calidad. La alta gerencia debe incorporarse activamente al programa de calidad. Una vez que se entienda el poder de la estadística, se pensará estadísticamente noche y día. El Doctor Deming nos dice que en el Japón los trabajadores laboran menos y producen más, mientras que la calidad sube y aunque ellos lo desearán, no pueden evitarlo.

2.5.3 Los conceptos del Doctor Deming.

El Doctor Deming tiene varios conceptos que se refieren a la aplicación de las técnicas estadísticas en el Control de la Calidad. Entre los más importantes se encuentran:

A) La administración debe dedicarse al continuo mejoramiento de la calidad, no al perfeccionamiento fortuito. La administración debe tener la voluntad de ejecutar cambios de la misma manera en que la empresa hace sus negocios, de tal forma, que se logre la mejora de la calidad.

B) Un aspecto importante del Control Total de la Calidad es el "Proceso de Control" que solo puede ser efectivo si se hacen a través de gráficas de control (estadístico). Las decisiones deben estar basadas en las gráficas de control, cuando se debe modificar ó ajustar el proceso (ó procesos) de trabajo.

C) Es responsabilidad de la administración el implantar el proceso de Control Estadístico. Se debe

reconocer que el 85% de los problemas son por causa del sistema en lo que se refiere a la calidad. El sistema incluye todos los aspectos generales de la empresa como son: Ingeniería, producción, compras, mercadotecnia, etc., todas éstas actividades deben compartir la responsabilidad de las acciones de la calidad de la compañía y participar en la solución de los problemas.

D) El 15% de los problemas restantes de la calidad son por causas especiales que pueden ser resueltas por los trabajadores. A éstos se les debe dar la información adecuada para ello, incluyendo los costos de las fallas y del entrenamiento en las técnicas estadísticas. Esto debe ser consistente en lo que se refiere a la participación de los empleados en los problemas de la empresa.

E) Similar a la práctica japonesa las relaciones con los proveedores deben estar basadas en la camaradería, que trae consigo un balance entre la calidad y los pedidos, y en consecuencia, buenos precios. En lugar de basarse en una relación precio - competencia. Como los proveedores afectan significativamente la calidad, éstos deben tener en cuenta las técnicas estadísticas, y si es necesario, se les dará el entrenamiento estadístico necesario para mejorar sus insumos.

F) La calidad y la productividad no son metas conflictivas; las mejoras en la calidad repercuten en las ganancias de la productividad.

G) Las técnicas estadísticas pueden ayudar a la administración a distinguir las causas comunes de las causas especiales. El resultado es una identificación más efectiva de los problemas con menos recursos invertidos y ahorro de investigaciones innecesarias.

2.5.4 Las catorce obligaciones de la alta gerencia por el Doctor Deming.

1.- Innovar y asignar recursos para satisfacer las necesidades a largo plazo de la compañía y de los clientes, antes que buscar ganancias a corto plazo.

2.- Descartar la vieja filosofía de aceptar productos defectuosos.

3.- Eliminar la dependencia de la inspección en masa para el Control de Calidad; en su lugar depender de un proceso de control a través de técnicas estadísticas.

4.- Reducir el número de proveedores.

El precio no tiene significado sin una consideración especial e integral de la calidad. Estimular a los proveedores para que utilicen controles estadísticos en sus procesos.

5.- Utilizar técnicas estadísticas para identificar las fallas comunes y las especiales. Esforzarse al máximo para eliminar dichas fallas.

6.- Instituir mejoras en los sistemas de capacitación.

7.- Proporcionar supervisión con conocimiento de métodos estadísticos, estimular el uso de éstos para identificar los defectos que deben investigarse para su solución.

8.- Reducir el temor de la comunicación, estimulando la comunicación abierta, la pérdida económica que resulta del medio hacer preguntas ó reportar problemas es considerable.

9.- Ayudar a reducir las pérdidas estimu-

lando el diseño, la investigación y las ventas, a través de mejores conocimientos sobre los problemas de producción.

10.- Eliminar el uso de lemas (slogans) y metas para impulsar la productividad a no ser que se proporcione la adecuada capacitación y el apoyo de parte de la dirección.

11.- Eliminar minuciosamente el impacto de las condiciones de trabajo. Considerar si éstas aportan calidad y ayudan a hacer un mejor trabajo. A menudo los sistemas de trabajo actúan como impedimento para mejorar la productividad.

12.- Instituir un entrenamiento estadístico rudimentario en amplia escala.

13.- Implantar un vigoroso programa para recapacitar al personal en nuevos niveles, para mantenerlo al día sobre cambios en materiales, métodos, diseño de producción y maquinaria.

14.- Usar al máximo el conocimiento y talento

estadístico de asesores externos a la compañía.

2.5.5 Otros puntos que afectan a la calidad por el Doctor Deming.

A) La inspección llega tarde porque se conoce la calidad ya está elaborada.

B) Hay que evitar equivocaciones antes de hacer la calidad, en ciertos casos la experiencia no enseña nada, la teoría es la que lleva a cabo los métodos.

C) La estadística nos indica el tipo de falla (tanto del sistema como de la fuerza laboral). Las del sistema son las más importantes.

D) La confiabilidad que se requiere ahora en el mundo es en base a la perfección. No cometer errores, muchos creen que la fuerza laboral es la responsable de las fallas, el sistema tiene la obligación de corregir dichas fallas. Para saber que se tiene que hacer se utilizan las estadísticas.

E) La integración del personal es en fun-

ción de que se entregue una buena producción.

F) Con la inspección no se resuelve el problema de la mala calidad, se resuelve con mejorar el proceso de manufactura.

G) Es muy importante no aceptar materias primas defectuosas.

H) El Control de Calidad es responsabilidad de todos.

I) Es importante que la empresa conozca sus procesos, sus costos y su capacidad de producción. Si lo hace, es una empresa confiable.

J) Se debe tener en cuenta primero el problema y después la búsqueda de la técnica para resolverlo, normalmente se hace al revés.

K) El método estadístico del Control de Calidad es la base del sistema para el aumento de la productividad.

L) El cambio necesario para obtener beneficios en la productividad toma mucho tiempo.

M) En el Control de Calidad es todo ó nada ya que cualquier cosa intermedia incrementa considerablemente los costos.

N) Es primordial conocer nuestros equipos.

2.5.6 Comentarios de Sr. William E. Conway en el Centro Nacional de Productividad de los Estados Unidos.

1.- México tiene la oportunidad de desarrollarse y obtener beneficios por medio de un programa bien dirigido.

2.- Se debe mantener un buen ambiente de trabajo.

3.- Se tienen que dar todas las facilidades a las personas para que puedan desempeñar su trabajo de una manera correcta para aumentar la productividad.

4.- Se debe desarrollar el sentido de ahorro, en un proceso caro tener bajos costos, buena calidad y productividad para poder competir internacionalmente.

5.- Las estadísticas que no son practicadas por algunas empresas, son un tesoro desperdiciado, ya que éstas se volverán totalmente obsoletas y no progresarán.

3. MANUAL PARA EL USO DE GRAFICAS DE CONTROL PARA MEJORAR LA CALIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD.

3.1 Preámbulo.

3.2 Introducción al Control Estadístico del Proceso.

3.2.1 El significado de Calidad.

3.2.2 Prevención en vez de detección.

3.2.3 Un sistema para el Control del Proceso.

3.2.3.1 El Proceso.

3.2.3.2 Información sobre el Comportamiento del proceso.

3.2.3.3 Acción sobre el Proceso.

3.2.3.4 Acción sobre resultados.

3.2.4 Variación: acciones locales para causas especiales y acciones sobre el sistema para

causas comunes.

3.2.5 Control del Proceso y Habilidad del Proceso.

3.2.6 Gráficas de Control: herramientas para el Control del Proceso.

3.2.7 Beneficios de las Gráficas de Control.

3.3 Herramientas para el Control del Proceso.

3.3.1 Gráficas de Control X - R.

3.3.2 Elaboración de las Gráficas de Control X - R.

3.3.2.1 Diagrama de Flujo.

3.3.2.2 Interpretación del Proyecto.

3.3.2.3 Interpretación de la Habilidad del Proceso.

3.4 Gráficas de Medianas.

3.5 Gráficas por lecturas individuales.

3.6 Gráficas por Control de Atributos.

3.6.1 Tipos de Gráficas de Control por Atributos.

3.6.2 Gráfica p para Porcentaje de Unidades Defectuosas.

3.6.3 Gráfica np para Cantidad de Unidades Defectuosas.

3.6.4 Gráfica c para Número de Defectos.

3.6.5 Gráfica u para Cantidad de Defectos por Unidad.

3.7 Diagrama de Pareto.

3.7.1 Elaboración de un Diagrama de Pareto.

3.7.2 Interpretación de un Diagrama de Pareto.

3.8 Diagrama Causa - Efecto.

3.8.1 Importancia de un Diagrama Causa - Efecto.

3.8.1.1 Un Diagrama Causa - Efecto enseña.

3.8.1.2 Un Diagrama Causa - Efecto muestra el nivel tecnológico.

3.8.1.3 Un Diagrama Causa - Efecto puede utilizarse para analizar cualquier problema.

3.8.2 Elaboración de un Diagrama Causa - Efecto.

3.8.3 Interpretación de un Diagrama Causa - Efecto.

3. MANUAL PARA EL USO DE GRAFICAS DE CONTROL PARA MEJORAR LA CALIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD.

3.1. Preámbulo.

Para poder explicar los nexos que tiene el DO con la filosofía del sistema del Control Total de la Calidad, tengo que aclarar que la célula más pequeña del sistema son los Círculos de Control de Calidad y/o grupos especiales de estudio; para explicar su origen se requiere hacer un poco de historia: después de la Segunda Guerra Mundial, los japoneses se propusieron revolucionar la calidad de sus productos, con el objeto de que sus mercancías pudieran venderse en el Mercado Mundial, ya que era su única forma de sobrevivir como país.

La característica central de esa revolución fue un programa masivo de capacitación para directores, gerentes, supervisores y especialistas.

Conforme éste programa atravesaba las jerarquías empresariales desde la más alta hasta la más baja, se preguntaron si no sería conveniente impartir también progra-

mas de capacitación a la fuerza laboral en lo referente a la forma de mejorar la calidad. La conclusión fué la de llevar a cabo dicho Programa de Capacitación, pero sería voluntario; es decir, las empresas ofrecerían los cursos de capacitación, pero los trabajadores decidirían si deseaban ó no aceptar su participación en el Programa.

La respuesta de los japoneses fue general y desde 1962, alrededor de siete millones de trabajadores han recibido capacitación. La forma de capacitación que se practicó fue la de grupos interdepartamentales de diez trabajadores aproximadamente, sentados alrededor de una mesa y de ahí el nombre de Círculos de Control de Calidad; al difundirse éstos conocimientos, el nombre ha variado de acuerdo al país en los que se ha tratado de implementar, ha sido necesario tomar en cuenta no solo las características específicas y diferentes de cada país, sino también aquellas características particulares de la organización, y aquellas aún más particulares de la organización y la localidad en donde tiene funcionando alguna planta u oficina.

Los Círculos de Calidad fueron concebidos en Japón entre 1961 y 1962, bajo el liderato del Doctor

Ishikawa, entonces profesor de Ingeniería de la Universidad de Tokio.

El Doctor Ishikawa, bajo el patrocinio de la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses (JUSE), fusionó las teorías conductuales de científicos como Maslow, Herzberg y Mc. Gregor, a las técnicas estadísticas introducidas en el Japón por los doctores Deming y Juran.

Es éste el punto medular entre el Desarrollo Organizacional y el Control Total de la Calidad, ya que siendo los precursores del DO los científicos antes mencionados, el Control Total de la Calidad es entonces una estrategia del Desarrollo Organizacional.

Pero el objetivo de éste tercer capítulo de éste trabajo de investigación, es presentar el Manual que contiene el material a desarrollar en los cursos de capacitación básica en técnicas estadísticas a nivel general de toda la organización, con el fin de establecer las reglas de un lenguaje común que en términos cuantitativos muestre a todos los integrantes de la organización, las tendencias en la calidad de los procesos, de tal manera que se ubiquen en su papel que deben desempeñar para la

obtención de la misma.

3.2 Introducción al Control Estadístico del Proceso.

3.2.1 El significado de Calidad.

Comenzaré éste módulo con el análisis del significado de la Calidad por sí misma. Tradicionalmente, el término Calidad ha significado cumplir con las especificaciones. Esto implica que la responsabilidad por la calidad ha sido asociada, generalmente, con las áreas de Ingeniería, Calidad del Producto y Manufacturera de la Organización. Las personas de éstas áreas eran las responsables de que nuestros productos cumplieran con las especificaciones.

Rocientemente, el término calidad ha evolucionado a un significado más amplio. Ahora significa "estar adecuado al uso". Como puede observarse al contrastar ambos conceptos, el enfoque ha cambiado. Antes nos centrábamos en nosotros, en los empleados de la organización, quienes nos preocupábamos por alcanzar las especificaciones. Actualmente, el significado amplio de la calidad se enfoca al cliente, en las necesidades y expectativas que éste tiene.

3.2.2 Prevención en vez de detección.

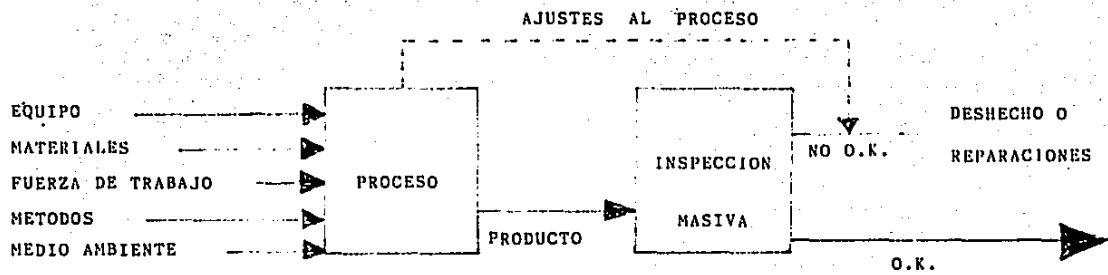
Nuestro enfoque hacia la calidad en la organización ha evolucionado, a través de los años, de la detección de defectos a su prevención.

El enfoque de detección de defectos podría ser ilustrado como se muestra en el esquema no. 1.

Este esquema puede representar un proceso de manufactura ó un proceso administrativo. En cualquier caso, lo que tenemos aquí son una serie de elementos que influyen el proceso. Ya sea que se trate de operar un torno ó de mecanografiar una carta, los cinco elementos básicos que intervienen en el proceso son generalmente los mismos: máquinas, materiales, gente, métodos para desempeñar el trabajo y determinado medio ambiente.

Tenemos una serie de elementos que influyen en el proceso y obtenemos un cierto resultado de ese proceso, algún producto y una función de inspección que separa el producto bueno del malo. Con base en el que se encuentre el producto malo, podemos ajustar el proceso. Esos

GRAFICA 1. DETECCION DE DEFECTOS.



DETECCION

productos se retrabajan ó se deshechan. Desafortunadamente, éste enfoque propicia el que haya desperdicio, ya que significa que tenemos que hacer el producto y luego revisar lo que tenemos que hacer para corregirlo. Toma tantos recursos el hacer un mal producto, como el producir un producto bien hecho; e incluso, en el caso del primero, necesitamos regresarnos para repararlo ó deshecharlo. Dentro de éste enfoque, la energía está concentrada en la inspección masiva, en inspeccionar el producto terminado en el lugar del proceso. Así, cuando el producto ha estado saliendo mal, la reacción general que se ha tenido, es la de incrementar la inspección masiva. La energía no se ha concentrado en el proceso, aún cuando ahí fue donde se produjo el producto defectuoso.

El énfasis en el enfoque de detección de defectos ha sido la inspección después de los hechos; en éste sentido, se ha pensado que lo importante es que el producto cumpla con las especificaciones. Después de todo, si íbamos a inspeccionar, necesitamos tener ciertos estándares contra los cuales podíamos comparar el producto. Entonces, se da por hecho que una vez que se ha alcanzado la especificación, ya no puede haber posibilidades de mejora. Este punto de vista, impide que se bus-

quen mejoras constantes en la calidad del producto.

Otro aspecto del sistema de detección de defectos, es el que involucra la relación de la organización con sus proveedores. Implica dar un mayor énfasis al precio que a la calidad y a otros aspectos del servicio del proveedor. En éste sentido, el rol tradicional se centra en disponer de una muestra inicial, hacer el seguimiento a los problemas con los proveedores y utilizar la especificación de calidad basada en la inspección y en el muestreo de lotes, entonces, en otras palabras, en la detección de los defectos.

Hay muchos aspectos de nuestra organización en los que se refleja el enfoque de la detección. Con ésta apreciación, se da la impresión de que la calidad es responsabilidad del Departamento del Control de Calidad y con frecuencia el personal de producción se hace responsable del volumen. La tendencia es mantener líneas rígidas que separan a los departamentos, con lo que no se favorece el trabajo en equipo.

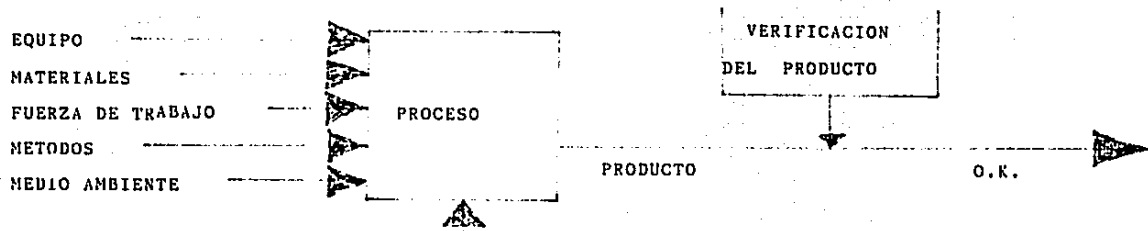
La alternativa diferente que propone la organización, es el enfoque de sistemas llamado prevención

de defectos.

El enfoque hacia la prevención puede ilustrarse como se muestra en el esquema no. 2.

Aquí tenemos algunos insumos (máquinas, materiales, fuerza de trabajo, métodos y medio ambiente), los mismos que teníamos en la detección de defectos y tenemos también algún resultado. Creemos que, al final de cuentas, el enfoque de prevención de defectos significará el reemplazar la inspección masiva que vimos antes, por lo que lo llamamos verificación del producto. El énfasis aquí no está en la inspección masiva, sino en el proceso en sí mismo. Cuando algo sale mal, podemos detectarlo observando el proceso, en lugar de esperar a la inspección final. Este esquema también puede representar lo mismo un proceso de oficina que un proceso de manufactura.

El enfoque hacia la prevención reconoce que el resultado de un proceso no va a ser el mismo producto tras producto, parte tras parte. Esto significa que existe cierta variación asociada con el resultado.



CONTROL ESTADISTICO
DEL PROCESO

P R E V E N C I O N .

GRAFICA 2. PREVENCION DE DEFECTOS.

La variación en el resultado dependerá de las variaciones que se presenten en el equipo, los materiales, los métodos de trabajo, la gente que participe en el proceso y todos los cambios que se presenten dentro del medio ambiente.

La herramienta con la que contamos para conocer como varía un proceso en el Control Estadístico del Proceso; a través de ésta herramienta podemos observar y mejorar la variabilidad en el proceso.

Los métodos estadísticos nos permiten observar lo que ocurre en el proceso a través del tiempo. No tenemos que esperar un día ó una semana ó un mes para conocer los resultados del proceso que se está operando; es posible obtener ésta información casi de modo instantáneo.

El papel del Control Estadístico del Proceso (C.E.P.) no es la inspección, no es separar las partes buenas de las malas, sino controlar y mejorar el proceso proporcionando los insumos necesarios. El Control Estadístico del Proceso no es una parte del proceso en

si, es el enfoque que nos permite mejorar el proceso cotidianamente.

La clave para el enfoque de prevención de defectos, son los métodos de estadística y el uso del Control Estadístico del Proceso, tanto internamente como con los proveedores de la organización.

3.2.3 Un Sistema para el Control del Proceso.

Un sistema para el Control del Proceso puede ser descrito como un sistema para conocer nuestros resultados. En esta sección definiremos los elementos básicos de este sistema.

3.2.3.1 El Proceso.

Por Proceso nos referimos a la combinación de gente, máquinas, equipos, materiales, métodos y medio ambiente que trabajan juntos en una organización para producir un resultado. El desempeño total del proceso - la calidad del resultado y su eficiencia productiva - depende de la manera en que éste proceso haya sido diseñado y de la manera en que lo estemos operando.

3.2.3.2 Información sobre el comportamiento del Proceso.

Podemos aprender mucho sobre el comportamiento actual del proceso analizando el resultado del mismo. Si ésta información la colectamos e interpretamos todo correctamente, nos puede mostrar las acciones que es necesario tomar para corregir el Proceso. Si no tomamos las acciones apropiadas y en el tiempo requerido, cualquier información de la que dispongamos se estará desperdiciando.

3.2.3.3 Acción sobre el Proceso.

Las acciones que tomemos para mejorar el Proceso están orientadas hacia el futuro, en el sentido de que prevendrán que vuelva a ocurrir un problema. Estas acciones pueden consistir en cambios que se efectúen en las operaciones (por ejemplo: adiestrar al operario, cambiar los materiales, etc.), ó en elementos más básicos del proceso en sí (por ejemplo: el equipo, el cual puede necesitar reparación; ó el diseño del proceso, el cual también puede ser susceptible de cambios). Solo debemos efectuar un cambio a la vez y observar cui-

dadosamente los efectos para conocer con precisión si el cambio que hicimos fue ó no la causa de nuestro problema. Esto nos da la pauta para realizar futuros análisis y para tomar acciones en caso de que se requieran.

3.2.3.4 Acción sobre resultados.

Las acciones que tomemos sobre el resultado, están orientadas hacia el pasado, ya que implica detectar los productos que están fuera de especificaciones cuando ya fueron producidos. Desafortunadamente, si los resultados actuales no están cumpliendo consistentemente con los requerimientos de nuestros clientes, puede ser necesario inspeccionar todos los productos y deshechar ó retrabajar aquellos que no se adecuen a dichos requerimientos. Esto debe continuar hasta que se tomen las acciones necesarias sobre el proceso, ó hasta que cambien las especificaciones del producto.

3.2.4 Variación: acciones locales para causas especiales y acciones sobre el sistema para causas comunes.

Para utilizar efectivamente los datos que

obtenemos al controlar un proceso, es importante comprender el concepto de variación.

No hay dos productos que sean exactamente iguales, debido a que cualquier proceso tiene muchas fuentes de variación. Las diferencias entre los productos pueden ser muy grandes ó pueden ser tan pequeñas que no puedan medirse, pero siempre están presentes. El diámetro de una flecha maquinada, por ejemplo, puede ser susceptible a una variación potencial de la máquina (claros, valores muy usados); de la herramienta (fuerza, promedio de uso); del material (diámetro, dureza); del operador (alimentación de las partes, precisión del centrado); de mantenimiento (lubricación, reemplazo de partes usadas) y del medio ambiente (temperatura, uniformidad de la corriente administrada)

Algunas fuentes de variación en el proceso causan diferencias en períodos de tiempo muy cortos; por ejemplo, los claros y la precisión del operario. Otras fuentes de variación tienden a causar cambios en el producto solamente después de un largo período de tiempo; también puede presentarse un cambio gradualmente, como el desgaste de una herramienta ó alguna máquina, ó pa-

so a paso, por ejemplo, al cambiar un procedimiento; puede haber también cambios irregulares, por ejemplo, cambios ambientales tales como variaciones en la corriente eléctrica. Por lo tanto, el período de tiempo y las condiciones bajo las cuales sean hechas las mediciones, afectarán también la cantidad de la variación total que se presente.

Desde el punto de vista de requerimientos mínimos, el resultado de la variación es frecuentemente simplificado: las partes dentro de la tolerancia de la especificación son aceptadas, las partes fuera de la tolerancia no son aceptadas; los reportes que se entreguen a tiempo son aceptados, los que llegan tarde no se aceptan. Sin embargo, para dirigir cualquier proceso y reducir su variación, ésta debe analizarse en función de las fuentes que la ocasionan. El primer paso para lograr esto, es hacer la distinción entre las causas comunes y las causas especiales de variación y el tipo de acciones que deben tomarse para cada caso, con el propósito de reducir dicha variación.

Las causas especiales de variación pueden ser detectadas a través de las técnicas de estadis-

ticas que se tratarán en los módulos subsecuentes. Estas causas de variación no son comunes a todas las operaciones involucradas; por ejemplo, en una máquina particular puede existir un operario nuevo que apenas se le está adiestrando, y por consiguiente ocasiona cierta variación, diferente a la de un operario ya entrenado o, si se tiene una herramienta sin afilar, esta puede ocasionar una variación mayor. El descubrimiento de una causa especial de variación y su arreglo es, usualmente, responsabilidad de alguien que está directamente conectado con la operación. Entonces, la solución de una causa especial de variación requiere generalmente de una acción local.

La magnitud de las causas comunes de variación, también puede ser detectada a través de las técnicas de estadística que se revisarán posteriormente, pero éstas causas, por sí mismas, requieren de un análisis más detallado, ya que pueden implicar el cambio de un proceso de manufactura ó el cambio de un proveedor que no está surtiendonos el material que satisfaga las necesidades del cliente, etc. Para corregir las causas comunes de variación, se requiere, generalmente, de decisiones que deben tomar las personas que son responsables de proporcionar servicios al área productiva y de administrar

el sistema; sin embargo, las personas directamente relacionadas con la operación son quienes, algunas veces, están en una mejor posición para identificar éstas causas y comunicarlas a las personas que puedan corregirlas. Entonces, la solución de las causas comunes de variación requieren generalmente de acciones sobre el sistema.

3.2.5 Control del Proceso y Habilidad del Proceso.

El Control Estadístico del Proceso, es el uso de técnicas estadísticas, tales como las Gráficas de Control, para analizar un proceso, de tal manera que puedan tomarse las acciones apropiadas para lograr y mantener un proceso en control y para mejorar la habilidad del proceso. El estado de Control Estadístico es la condición que describe un proceso en el que han sido eliminadas todas las causas especiales de variación y únicamente permanecen las causas comunes. Pero un estado de Control Estadístico no es un estado natural de un proceso de manufactura, implica un logro, implica alcanzar la eliminación de cada una de las causas especiales de excesiva variación de un proceso y prevenir su repetición.

La habilidad del proceso está determinada

por la variación total que se origina por las causas comunes, es la variación mínima que puede ser alcanzada una vez que todas las causas especiales han sido eliminadas. La habilidad representa el rendimiento del proceso en sí mismo, una vez que se ha demostrado que ese proceso está en Control Estadístico.

En resumen, el proceso debe tenerse primero en Control Estadístico detectando y eliminando las causas especiales de variación. Una vez que el proceso es estable y predecible, puede entonces ser evaluada su habilidad para lograr las expectativas del cliente. Esto es la base para una mejora continua.

3.2.6 Gráficas de Control: herramientas para el Control del Proceso.

El Doctor Walter Shewhart de los laboratorios Bell, mientras estudiaba los datos de un proceso en 1920, hizo por primera vez la distinción entre variación controlada y variación no controlada, debido a lo cual ahora nosotros distinguimos las causas comunes y las causas especiales. Él desarrolló una simple pero poderosa herramienta para distinguir las causas especiales de las comunes, las Gráficas de Control. Desde aquella época, las Gráficas de Control han sido utilizadas exitosa-

mente en una amplia variedad de situaciones para el Control del Proceso, tanto en los Estados Unidos como en otros países, especialmente en el Japón. La experiencia ha demostrado que las Gráficas de Control efectivamente dirigen la atención hacia las causas especiales de variación, cuando éstas aparecen y reflejan la magnitud de una variación debida a las causas comunes.

Todos los tipos de Gráficas de Control tienen dos usos básicos, en términos de Shewhart las Gráficas de Control:

- . Dan evidencia acerca de si un proceso ha estado operando bajo Control Estadístico y señala la presencia de causas especiales de variación que deben ser corregidas en cuanto se presentan.
- . Permiten mantener el estado de Control Estadístico, ya que pueden tomarse decisiones con base en el comportamiento del proceso a lo largo del tiempo.

3.2.7 Beneficios de las Gráficas de Control.

Es importante resumir algunos de los principales beneficios que pueden derivarse del uso de las Gráficas de Control. La siguiente lista incluye las ventajas encontradas por los escritores en este campo tales como el Doctor Deming:

Las Gráficas de Control son herramientas simples y efectivas para lograr un mejor Control Estadístico. Se prestan para que el operario las maneje en su propia área de trabajo. Dan información confiable a la gente cercana a la operación sobre cuando debieran tomarse ciertas acciones y cuando no debieran tomarse.

Quando un proceso está en Control Estadístico, puede predecirse su desempeño respecto a las especificaciones. Por consiguiente, tanto el productor como el cliente pueden contar con niveles consistentes de calidad y ambos pueden contar con costos estables para lograr ese nivel de calidad.

Una vez que un proceso se encuentra en Control Estadístico, su comportamiento puede ser mejorado posteriormente reduciendo la variación. A tra-

ves de los datos de las Gráficas de Control pueden anticiparse las mejoras que se requieren en el sistema. Estas mejoras en el proceso deberán:

- Incrementar el porcentaje de productos que satisfagan las expectativas de los clientes (mejoras en la calidad).
- Disminuir los productos que necesiten re-trabajarse o deshecharse (mejoras en el costo por unidad ó bien producido).
- Incrementar la habilidad y la calidad total de los productos a través del proceso (mejoras efectivas en la habilidad).

Las gráficas de Control proporcionan un lenguaje común para comunicarse sobre el comportamiento de un Proceso; entre los diferentes turnos que operen un proceso; entre la línea de producción (supervisor, operario, etc.) y las actividades de soporte (mantenimiento, control de materiales, Ingeniería de manufactura, calidad del producto, etc.); entre las diferentes estaciones en el proceso, entre el proveedor y el usua-

rio, entre la Planta de manufactura ó ensamble y las actividades de Ingeniería del Producto.

Las Gráficas de Control, al distinguir entre las causas especiales y las causas comunes de variación, dan una buena indicación de cuando algún problema debe ser corregido localmente y cuando se requiere de una acción en la que deben participar todos los niveles de la organización. Esto minimiza la confusión tanto como la frustración y el costo excesivo que se deriva de los problemas no resueltos.

En las siguientes secciones de éste capítulo se describen las técnicas necesarias para elaborar las Gráficas de Control, así como las técnicas para elaborar e interpretar el Diagrama de Pareto y el Diagrama de Causa - Efecto. Estas dos últimas herramientas de Estadística facilitarán el proceso de fijar prioridades y de analizar los problemas respectivamente.

3.3 Herramientas para el Control del Proceso.

3.3.1 Gráficas de Control \bar{X} - R.

Las Gráficas de Control por variables son una herramienta poderosa que puede utilizarse cuando se dispone de mediciones de los resultados del proceso. El diámetro de un cojinete en milímetros, el esfuerzo del cierre de una puerta en libras ó el torque de un tornillo en libras - pie, son algunos de los ejemplos típicos de aplicación. Las Gráficas de Control por variables más conocidas, son seguramente las Gráficas de Control \bar{X} - R.

Las Gráficas de Control por variables se consideran particularmente útiles por las siguientes razones:

- 1.- En la mayoría de los procesos y de sus resultados, tienen las características de que son medibles, por lo que su aplicación potencial es amplia.
- 2.- Un valor medible (por ejemplo, el diámetro es de 16.45 mm.) contiene más información que una simple afirmación ó negación, si - no (por ejemplo, la pieza está dentro de la tolerancia).

3.- A pesar de que el costo en la medición precisa de una pieza, es mayor que establecer simplemente si la misma está bien ó no, como se requieren en algunos casos, menos piezas para obtener más información sobre el proceso, en algunos casos, los costos totales de inspección pueden ser menores.

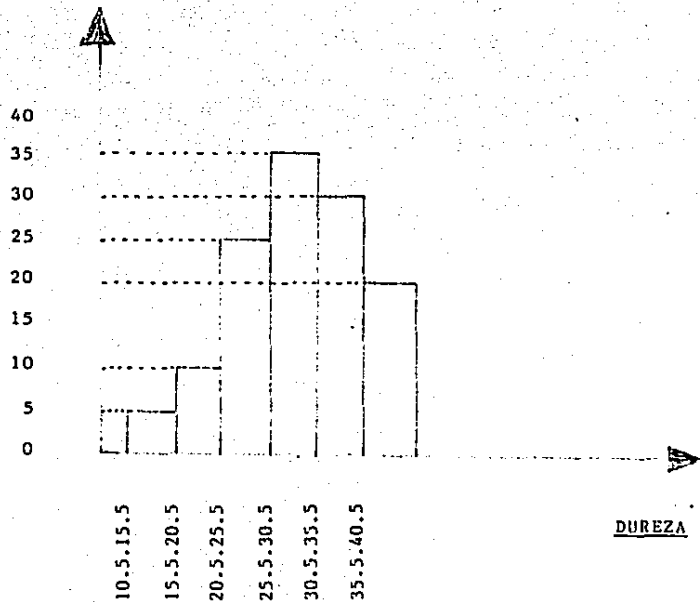
4.- Debido a que se requiere medir una menor cantidad de piezas para tomar decisiones confiables, el período de tiempo entre la producción de las piezas y la acción correctiva puede ser acortado muy significativamente.

Si graficamos la dureza con la que es producida una pieza en nuestro proceso, obtendríamos los datos en la gráfica no. 3.

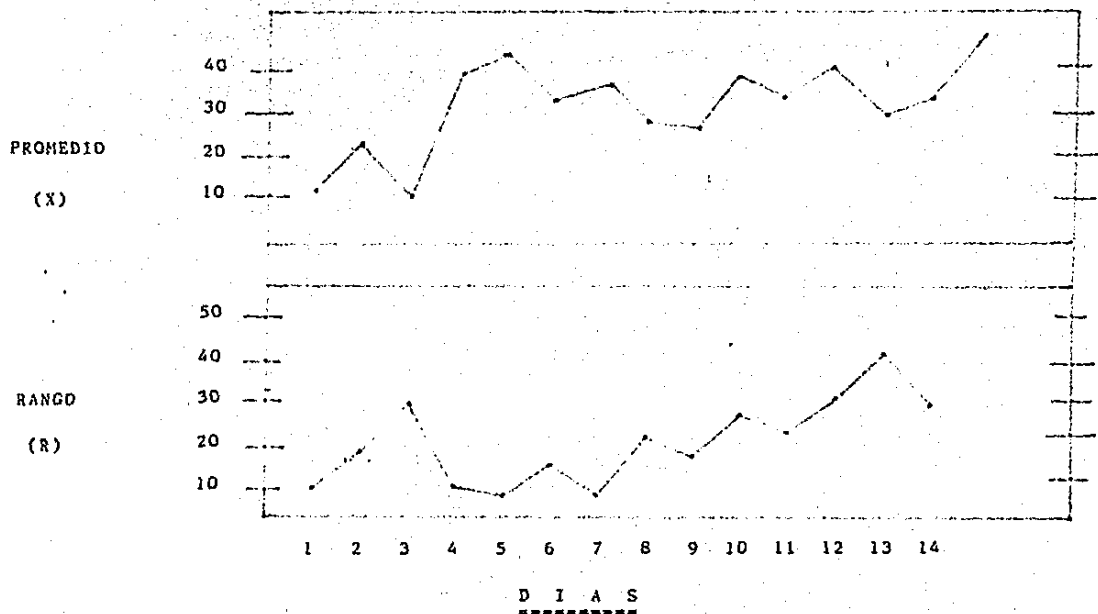
Este tipo de gráficas es conocida dentro de la Estadística como Histogramas de Frecuencia.

Con el solo hecho de ver los datos que se muestran en los histogramas no. 4 y no. 5, ¿Podría usted determinar cuál es la tendencia del proceso? y, como consecuencia, ¿Podría usted predecir cuáles serían los valo-

GRAFICA 3. GRAFICAS DE CONTROL X - R. (GRAFICA DE LA DUREZA).



GRAFICA 4. HISTOGRAMAS DE FRECUENCIA.



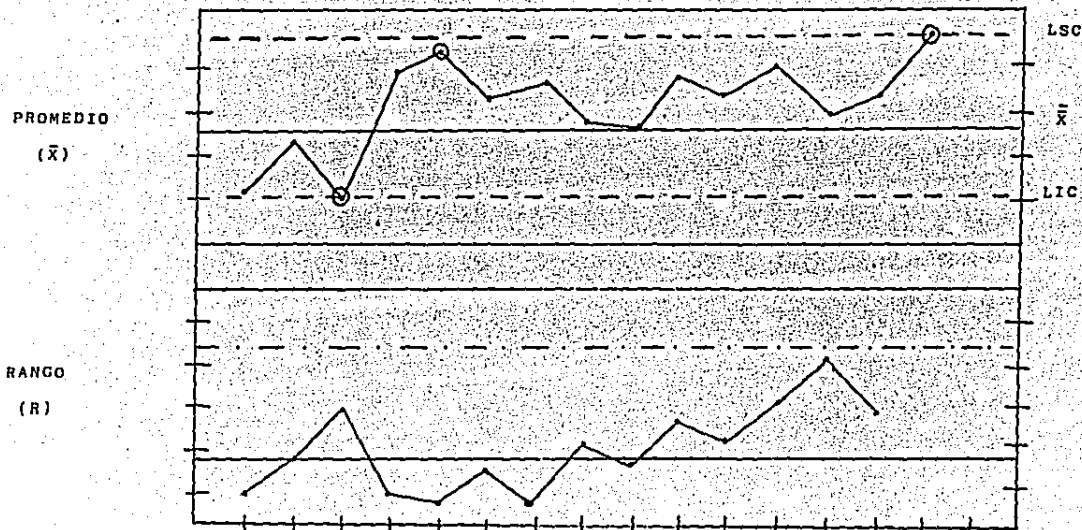
res futuros en cuanto a la dureza de la pieza?. Es imposible contestar éstas preguntas cuando solo se cuenta con los histogramas que se muestran, en los que se indica el número de veces que ocurre cierta dureza según los rangos preestablecidos.

La única manera de saber si un proceso es estable y predecible es a través del registro de la formación en las Gráficas de Control.

Tomando como base los mismos datos anteriores, construyamos una gráfica, la no. 5, indicando el valor diario promedio (\bar{X}) de la dureza y del rango diario (R), (el rango es la diferencia entre el máximo y mínimo valor obtenido en un periodo de tiempo en particular; en éste caso, la diferencia diaria).

Esta gráfica muestra que los valores de los promedios eran bajos en el inicio, pero que mostraban una tendencia a elevarse con el tiempo, no hubieramos conocido ésto con solo ver los histogramas. En otras palabras, fuimos capaces de obtener información adicional al ver el movimiento ó variación de los datos a través del tiempo.

GRAFICA 5. HISTOGRAMAS DE FRECUENCIA.



La siguiente pregunta sería: ¿Cuáles valores de los mostrados en ésta gráfica son normales y cuales anormales? para ésto tracemos líneas límites sobre las gráficas y una línea que nos muestre el promedio total de nuestras lecturas, ésto nos permitirá apreciar la dispersión o variación de los datos y así saber cuando se presenta una situación anormal en el proceso.

De la gráfica anterior tenemos:

LSC - Límite Superior de Control.

LIC - Límite Inferior de Control.

$\bar{X} - E$ - línea Central ó de Promedio.

En ésta Gráfica de Control $\bar{X} - R$, podemos ver algunos puntos que son anormales (los circulados), ya que sobrepasan nuestra línea límite; a partir de éstos datos, podremos investigar la causa y tomar alguna acción correctiva.

3.3.2 Elaboración de las Gráficas de Control

$\bar{X} - R$.

Una Gráfica de Control \bar{X} - R muestra tanto el valor promedio (\bar{X}), como el rango (R) de nuestro proceso.

La porción \bar{X} de una gráfica, muestra cualquier cambio en el valor promedio del proceso, mientras que la porción R muestra cualquier dispersión ó variación del proceso. A continuación se describen los pasos a seguir para elaborar una Gráfica de Control \bar{X} - R.

3.3.2.1 Diagrama de Flujo.

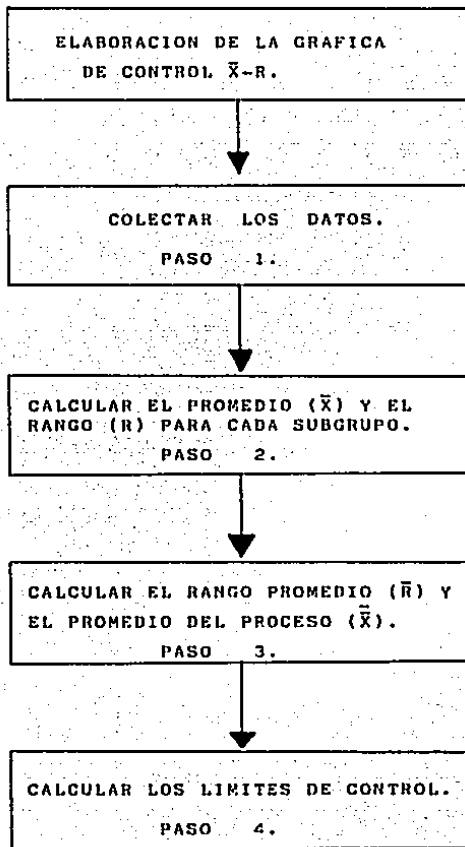
Para comprender gráficamente éste punto, punto tenemos el esquema no. 6.

PASO 1.- COLECTE LOS DATOS.

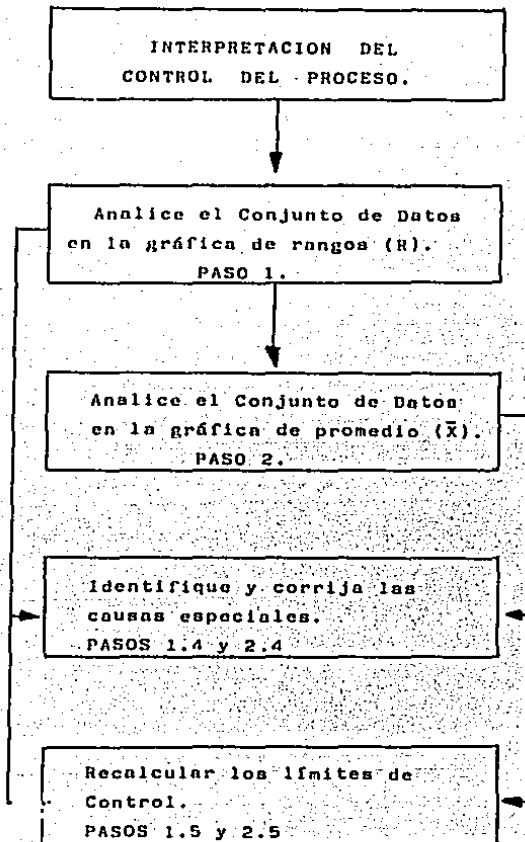
Los datos son el resultado de la medición de las características de nuestro producto, los cuales deben ser registrados y agrupados de acuerdo al siguiente plan:

1.1 Seleccione la frecuencia y el tamaño de la muestra.

GRAFICA 6. GRAFICAS DE CONTROL \bar{X} -R.
Diagrama de Flujo.

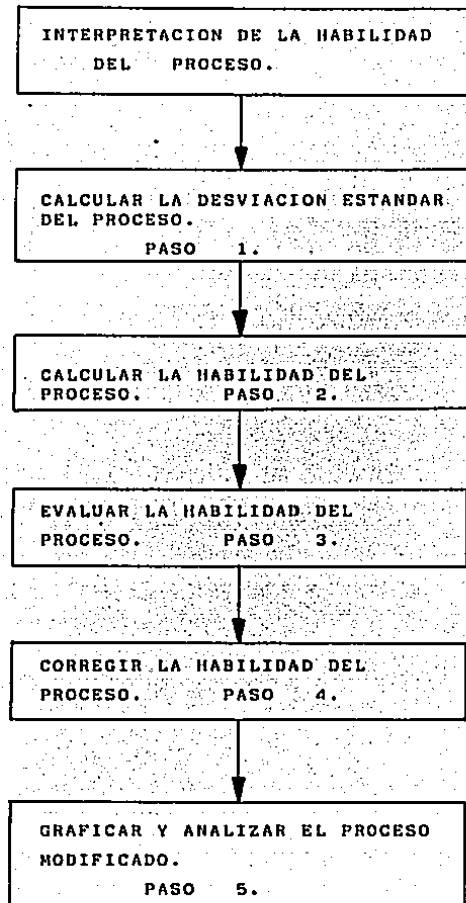


GRAFICA 7. GRAFICA DE CONTROL \bar{X} -R.
Diagrama de Flujo.



GRAFICA 8. GRAFICAS DE CONTROL \bar{X} -R.

Diagrama de Flujo.



Para un estudio inicial de un proceso, las muestras (subgrupos) deben estar formados de dos a diez piezas producidas consecutivamente; de ésta manera, las piezas de cada subgrupo estarán producidas bajo condiciones similares de producción.

Durante un estudio inicial, los subgrupos pueden ser tomados consecutivamente ó a intervalos cortos para detectar si el proceso puede cambiar ó mostrar inconsistencia en breves períodos de tiempo. Cuando el proceso es estable (ó cuando fue hecha una mejora al proceso), los períodos de tiempo en cada subgrupo pueden ser incrementados.

En cuanto al número de subgrupos, desde el punto de vista del proceso, se recomienda capturar todas las fuentes de variación (a través del Diagrama Causa - Efecto) y, desde el punto de vista estadístico deben colectarse al menos de veinte a veinticinco subgrupos.

1.2 Establezca la forma en que se registraran los datos.

Las Gráficas de Control normalmente son dibujadas con la gráfica \bar{X} arriba de la gráfica R, e incluyen un conjunto de datos de identificación en la parte superior.

Los valores de \bar{X} y R serán registrados en forma vertical y la secuencia de los subgrupos a través del tiempo estarán en forma horizontal.

PASO 2.- CALCULE EL PRONEDIO (\bar{X}) Y EL RANGO (R) PARA CADA SUBGRUPO.

El cálculo de \bar{X} y R para cada subgrupo se hace de la siguiente forma:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + \dots + X_n}{n}$$

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

Donde $X_1, X_2, X_3, X_4, \dots$ son los valores individuales

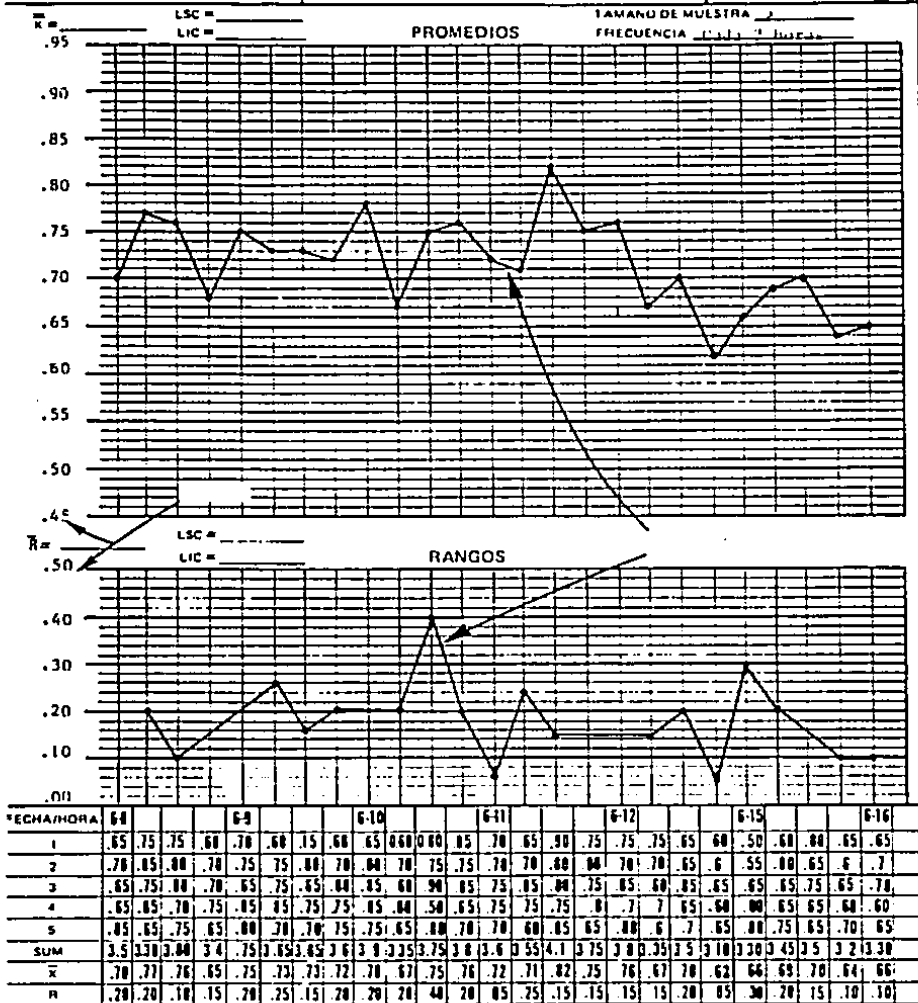
en cada subgrupo y n es el tamaño de la muestra.

2.1 Seleccione la escala para las gráficas de control.

En las escalas verticales de las gráficas $\bar{X} - R$ se indican los valores calculados de \bar{X} y R , se indican los valores calculados de \bar{X} y R respectivamente. A continuación se presenta una forma general para determinar las escalas, aunque en circunstancias especiales deban ser modificadas. Para la gráfica \bar{X} la amplitud de valores en la escala debe de incluir como mínimo el mayor de los siguientes valores: a) los límites de tolerancia especificados, ó b) dos veces el rango promedio (\bar{R}). Para la gráfica R , los valores deben extenderse desde el valor cero hasta un valor equivalente de $1\ 1/2$ a 2 veces el rango mayor obtenido en el periodo inicial de estudio. En general, la escala en la gráfica de rangos debe ser la mitad de la correspondiente a la gráfica promedio.

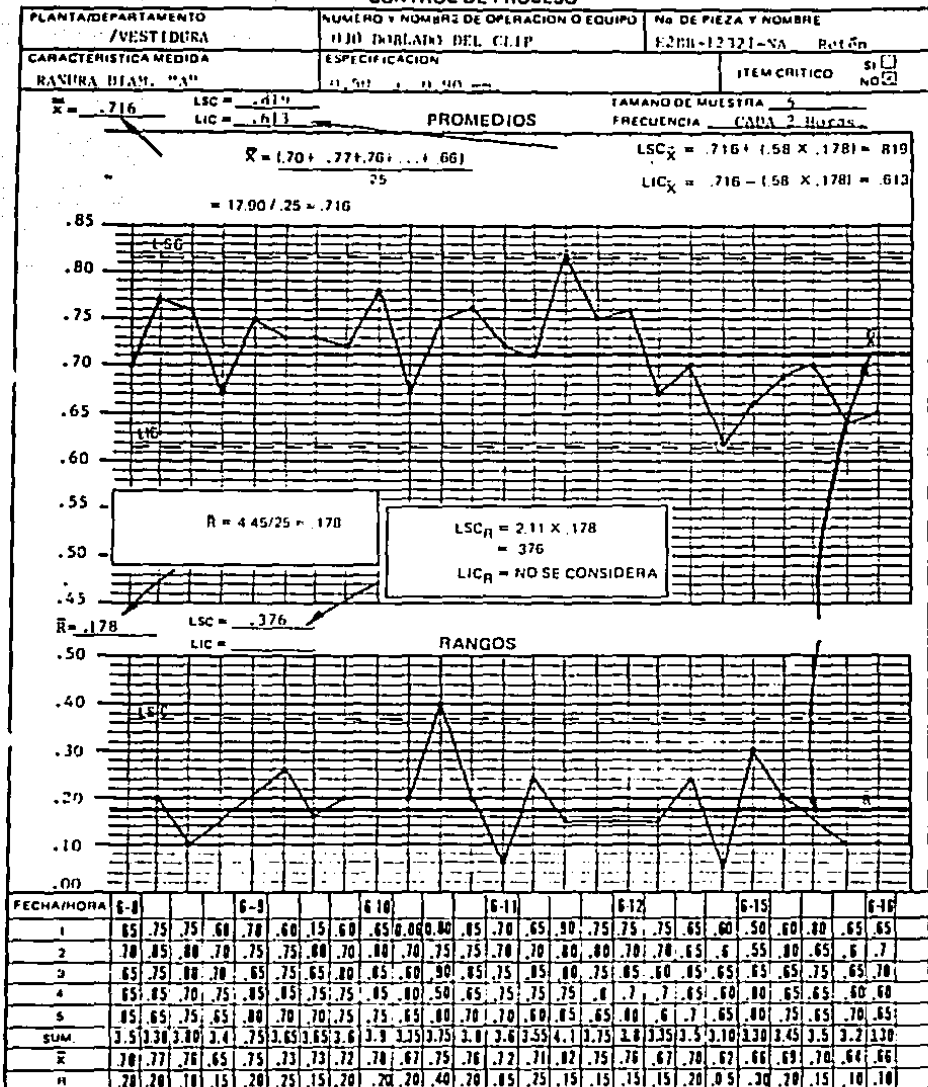
**GRAFICA DE CONTROL POR VARIABLES
CONTROL DE PROCESO**

PLANTA/DEPARTAMENTO Vestidura	NUMERO Y NOMBRE DE OPERACION O EQUIPO 030 Doblado del Clip	No. DE PIEZA Y NOMBRE 0258-12321-A Reton
CARACTERISTICA MEDIDA Ranura Diam. "A"	ESPECIFICACION 0,50 ± 0,40 mm.	ITEM CRITICO SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>



Para tamaños de muestra inferiores a siete no se determina el limite de control inferior para rangos

**GRAFICA DE CONTROL POR VARIABLES
CONTROL DE PROCESO**



Para tamaños de muestra inferiores a siete no se determina el límite de control inferior para rangos

2.2 Trace la gráfica de rangos y promedios.

Marcas con puntos los promedios y los rangos en sus respectivas gráficas y unirlos con líneas; esto nos ayudará tanto a visualizar la situación del proceso como su tendencia.

PASO 3.- CALCULE EL RANGO PROMEDIO (\bar{R}) Y EL PROMEDIO DEL PROCESO.

Para el estudio de los K subgrupos, calcular:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_K}{K}$$

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

Donde K es el número de subgrupos, R1 y X1 son el rango y el promedio del primer subgrupo, R2 y X2 son del segundo grupo, etc.

PASO 4.- CALCULE LOS LIMITES DE CONTROL.

Los límites de control son calculados para mostrar la extensión de la variación de cada subgrupo. El cálculo de los límites de control está basado en el tamaño de los subgrupos y éstos se calculan de la siguiente forma.

$$\begin{aligned} \text{LSC}_R &= D_4 \bar{R} \\ \text{LIC}_R &= D_3 \bar{R} \\ \text{LSC}_{\bar{X}} &= \bar{X} + A_2 \bar{R} \\ \text{LIC}_{\bar{X}} &= \bar{X} - A_2 \bar{R} \end{aligned}$$

Donde: D_4 , D_3 , y A_2 son constantes que varían según el tamaño de la muestra, a continuación se presentan los valores de dichas constantes para tamaños de muestra de dos a diez:

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D_4	3.27	2.57	2.28	2.11	2.00	1.92	1.86	1.82	1.78
D_3	----	----	----	----	----	0.08	0.14	0.18	0.22
A_2	1.88	1.02	0.73	0.58	0.48	0.42	0.37	0.34	0.31

4.1 Dibujo de las líneas promedios y límite de control en las gráficas.

Se dibujan el rango promedio (\bar{R}) y el promedio del proceso (\bar{X}) con una línea horizontal continua y los límites de control LSC_R , LIC_R , $LSC_{\bar{X}}$ y $LIC_{\bar{X}}$ con una línea horizontal discontinua.

3.3.2.2 Interpretación del Proyecto.

El objeto de analizar una Gráfica de Control, es identificar cual es la variación del proceso, las causas comunes y las causas especiales de dicha variación, y en función de esto, tomar alguna acción correctiva apropiada cuando se requiera.

PASO 1.- ANALIZAR EL CONJUNTO DE DATOS EN LA GRAFICA DE RANGOS (R).

Dado que la interpretación de los rangos (R) y promedios (\bar{X}) de los subgrupos dependen de la variación de nuestro proceso, se analizará en primer lugar la gráfica de rangos.

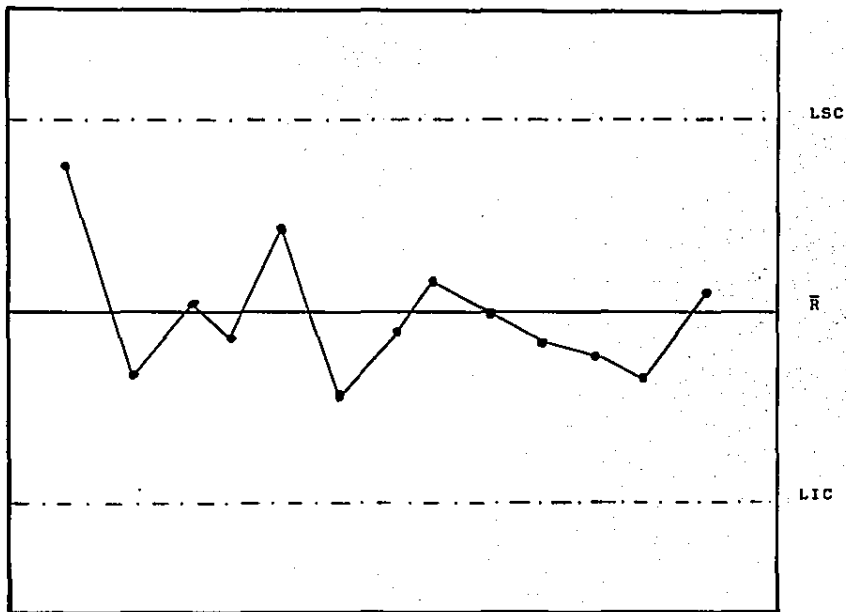
1.2 Puntos fuera de los Límites de Control.

La presencia de uno ó más puntos más allá de los límites de control, es evidencia de una inconsistencia en el proceso. La variación de los puntos dentro de los límites de control es debida a causas comunes (fallas del sistema). Cuando se presentan puntos fuera de los límites de control, se deben a causas especiales; es decir, a fallas de tipo local. Un punto más allá de los límites de control, es una señal de que se requiere un análisis inmediato en la operación para buscar cual fue la determinada causa especial que lo originó. Marque todos los puntos que están fuera de los límites de control.

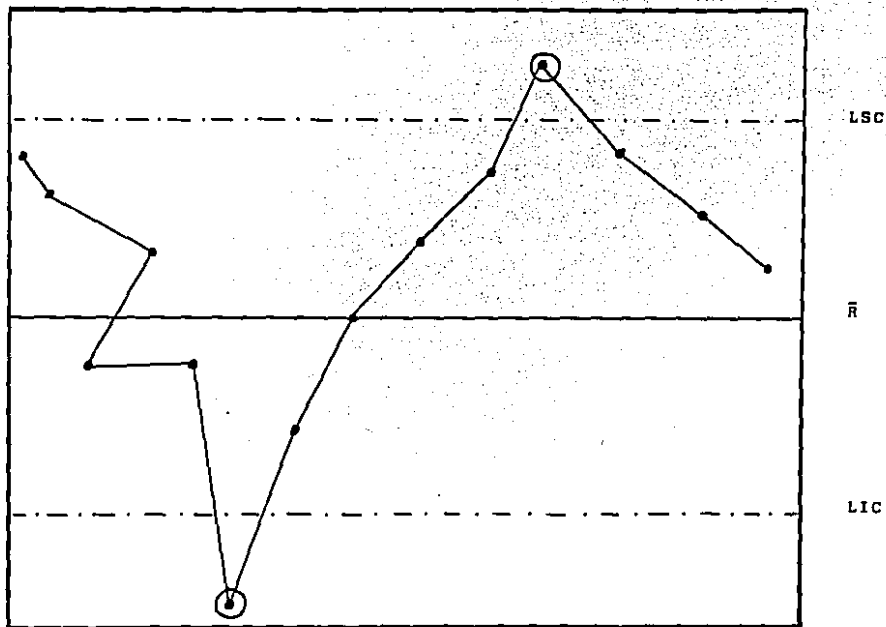
Un punto fuera de los límites de control es una señal de:

- El límite de control está mal calculado ó los puntos están mal agrupados.

GRAFICA 9. PROCESO EN CONTROL PARA RANGOS.

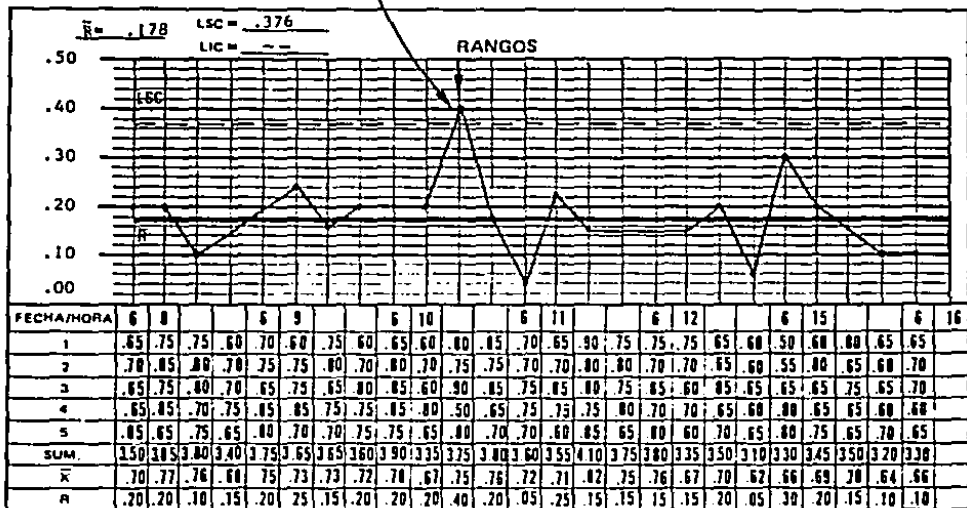


GRAFICA 10. PROCESO NO CONTROLADO (PUNTOS FUERA DE LOS LIMITES DE CONTROL).



Del ejemplo:

Un punto está fuera del Límite de Control.



Para tamaños de muestra inferiores a siete no se determina el límite de control inferior para rangos.

- La variación de pieza a pieza ó la dispersión de la distribución ha empeorado.
- El sistema de medición ha cambiado (es diferente el inspector ó el calibrador).

1.2 Adhesión a las líneas de control.

Cuando en la Gráfica de Control los puntos se agrupan junto a la línea central ó junto a las líneas de control, hablamos de adhesión.

Para evaluar y poder decidir si hay ó no adhesión a la línea central, se procede de la siguiente manera: Dividir la distancia que hay entre LSC y el LIC en tres partes iguales - como se muestra en la gráfica.

Si una cantidad substancialmente mayor de $2/3$ de los grupos graficados se encuentra concentrada dentro del tercio medio, existe

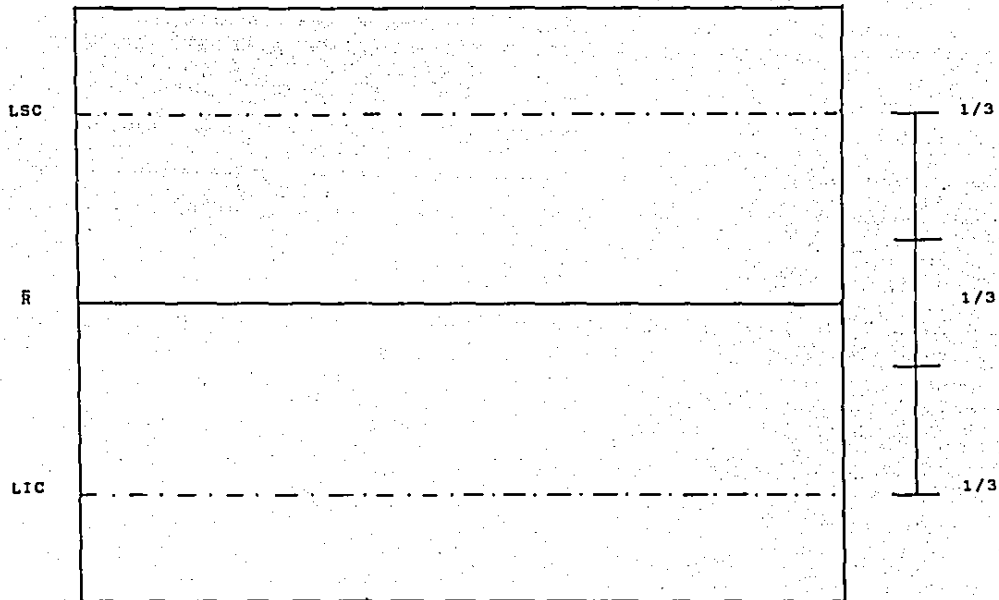
Ver el esquema donde el proceso de adhesión a la línea central, donde 23 de 25 puntos están dentro del tercio medio.

Si existe adhesión a la línea central se tiene que verificar lo siguiente:

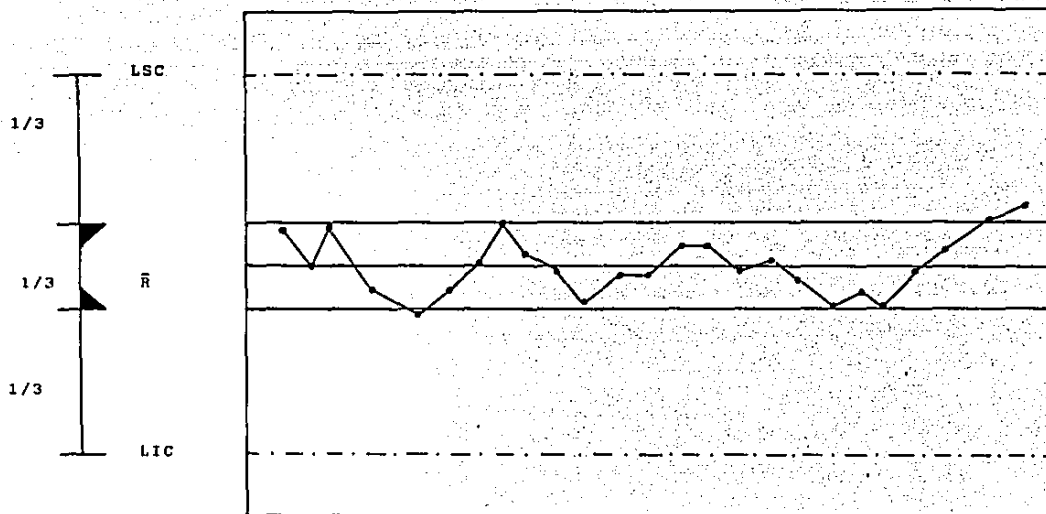
- Los límites de control han sido mal calculados ó los puntos fueron mal graficados.
- Los datos han sido adulterados (los valores que se alejan mucho del promedio \bar{R} fueron alterados u omitidos).
- Suelen haberse mezclado en el subgrupo un tipo diferente de datos ó datos de factores diferentes (maquinas, materiales y mano de obra diferentes).

Si una cantidad es substancialmente mayor a $1/3$, se encuentra dentro de los tercios

GRAFICA 11. ADHESION A LAS LINEAS DE CONTROL.



GRAFICA 12. PROCESO DE ADHESION A LA LINEA CENTRAL. (23 de 25 puntos estan dentro del tercio medio).



anteriores, existe adhesión a los límites de control.

Cuando la situación se presenta, es necesario verificar lo siguiente:

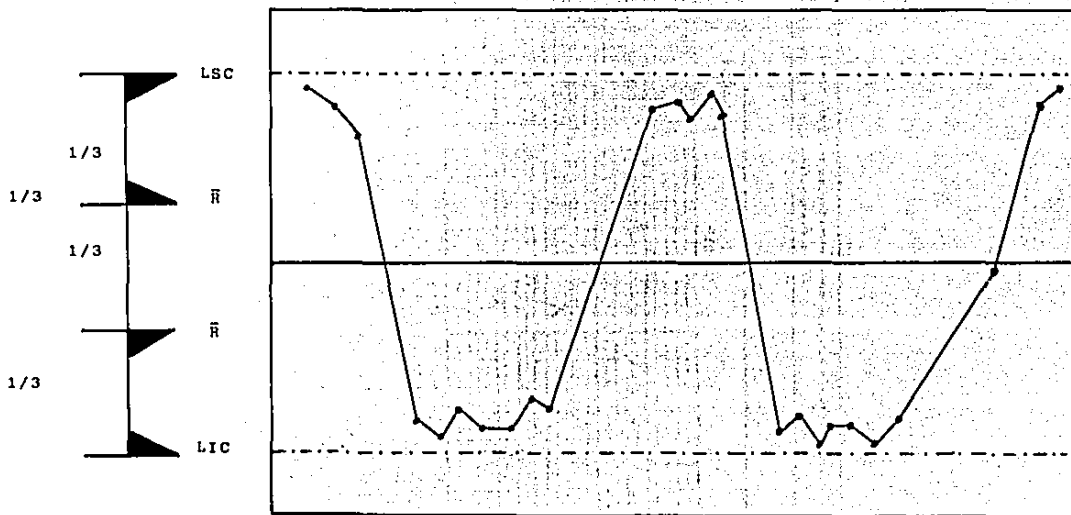
- Los límites de control han sido mal calculados ó los puntos mal graficados.
- El proceso ó el método de muestreo es tal, que los subgrupos contienen mediciones de dos ó más factores diferentes.

1.3 Series.

Una serie es una sucesión de puntos que indican que la iniciación del proceso se encuentra dentro de una tendencia ó desplazamiento.

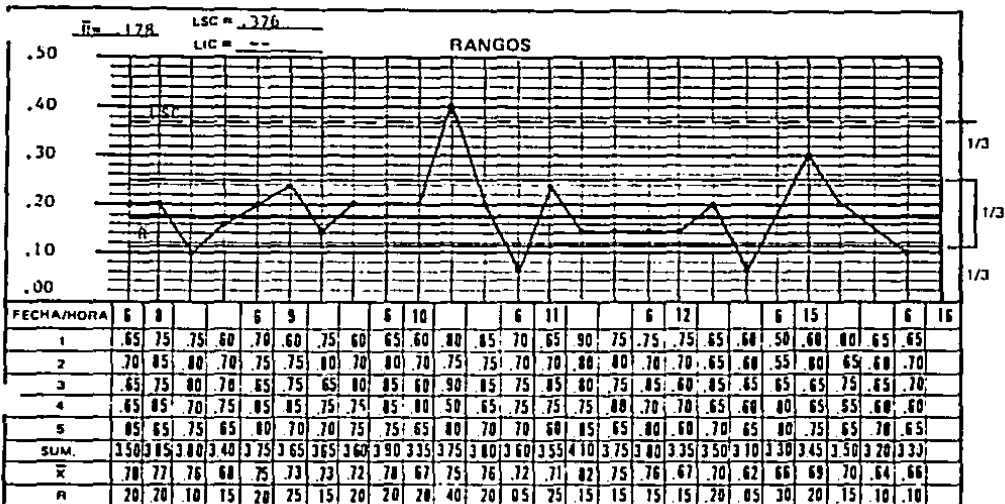
Cuando 7 ó más puntos consecutivos se alinean hacia un lado del promedio, la serie

GRAFICA 13. PROCESO CON ADHESION A LOS LIMITES DE CONTROL. (24 de 25 puntos están en los tercios exteriores).



Del ejemplo

Alrededor de 2/3 de los puntos están dentro del tercio medio de los Límites de Control, (16 de 25) Por lo cual no hay adhesión en este proceso.



Para tamaños de muestra inferiores a siete no se determina el límite de control inferior para rangos

recibe el nombre de "corrida".

Si 7 ó más intervalos consecutivos se presentan con valores crecientes ó decrecientes, la serie recibe el nombre de tendencia.

Una serie por arriba del rango promedio (\bar{R}), puede significar:

- Mayor dispersión de los resultados, la cual puede venir de una causa irregular (tal como el funcionamiento del equipo) ó un cambio en la distribución de los materiales (de un nuevo material); éstos problemas requieren de una acción correctiva inmediata.
- Un cambio en el sistema de medición (se cambio el inspector, ó bien, el calibrador).

Una serie por debajo del rango (\bar{R}) significa:

- Menor variación en los resultados, lo cual es generalmente una buena condición que debe estudiarse para ampliar su aplicación.
- Un cambio en el sistema de medición.

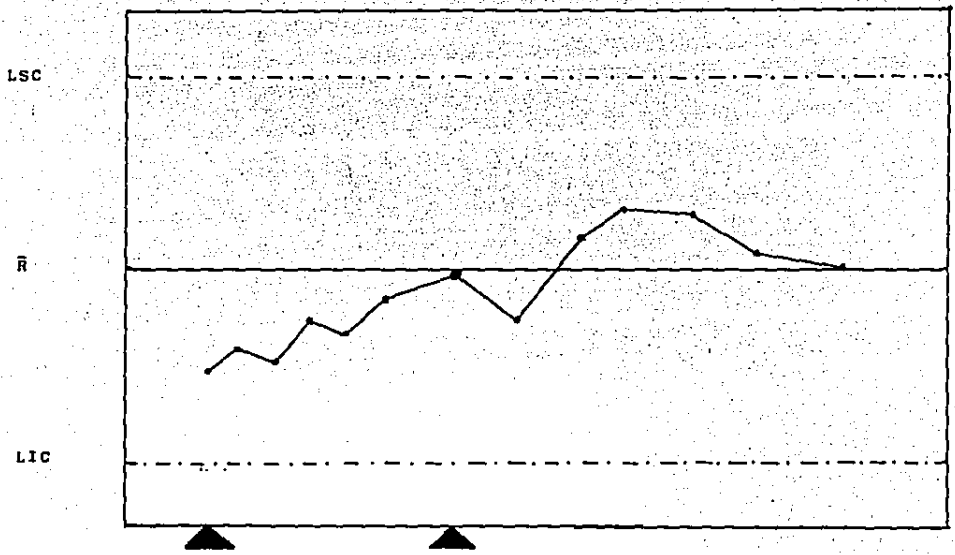
Una serie por debajo del rango promedio (\bar{R}), puede significar:

- Menor variación en los resultados, lo cual es generalmente, una buena condición que debe estudiarse para ampliar su aplicación.
- Un cambio en la medición.

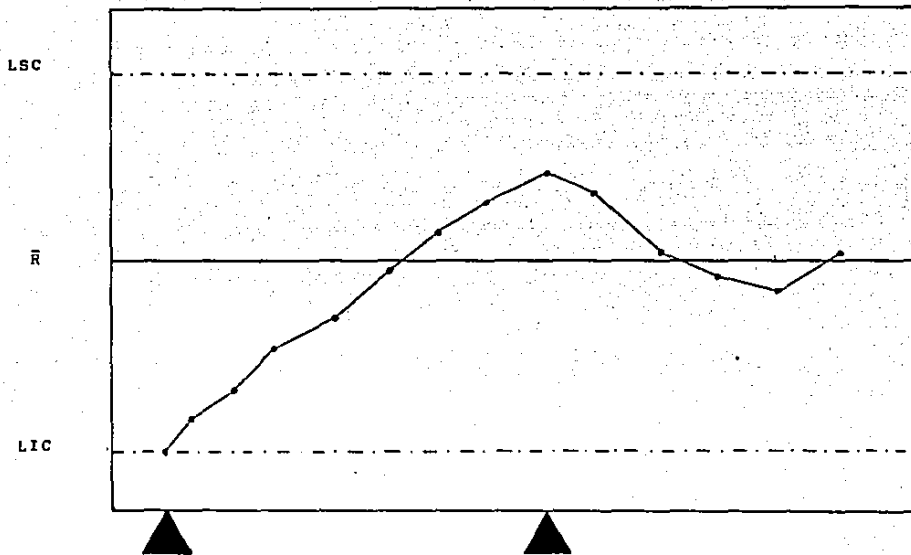
1.4 Identificar y corregir las causas especiales en la Gráfica de Rangos.

Deberá efectuarse un análisis de la operación del proceso ante cada una indicación de falta de control proveniente de la Grá-

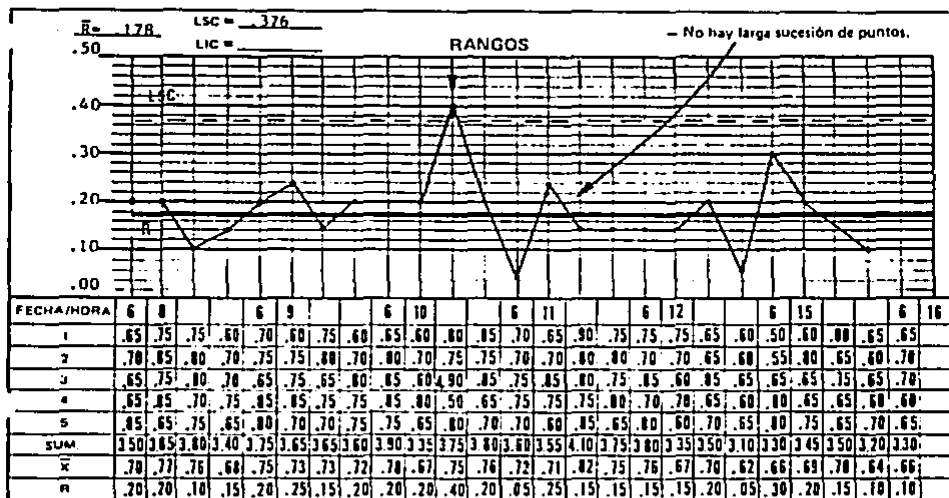
GRAFICA 14. PROCESO QUE PRESENTA UNA CORRIDA DE 8 PUNTOS ABAJO DE \bar{R} .



GRAFICA 15. PROCESO QUE MUESTRA UNA TENDENCIA ASCENDENTE. (8 intervalos en ascenso).



Del ejemplo:



Para tamaños de muestra inferiores a siete no se determina el límite de control inferior para rangos.

ficas de Rangos para determinar sus causas, corregiría condición y prevenir su repetición. La Gráfica de Control es una guía útil para el análisis del problema, pues indica cuando se inició el mismo.

Es importante la rapidez en el análisis de los problemas, a fin de minimizar la producción de piezas fuera de control y de tener datos recientes para el diagnóstico. Por ejemplo, la aparición de un punto más allá de los límites de control, es razón suficiente para iniciar un análisis inmediato del proceso.

1.5 Recalculo de los Límites de Control.

Una vez identificadas y corregidas las causas especiales de variación, deberá recalcular los Límites de Control para excluir los efectos de los puntos fuera de control cuyas causas fueron identificadas y corregidas. Se deben omitir los puntos fuera de control, recalculo y grafique el rango

promedio (\bar{R}) y los límites de Control. Confirme que todos los puntos correspondientes a los rangos de los subgrupos están bajo control cuando se los compare con los nuevos límites, repitiendo la secuencia de identificación, corrección y recalcu lo si fuera necesario.

Si algún punto de la Gráfica de Rangos fuera omitido debido a la identificación de una causa especial, deberá también excludido dicho punto de la gráfica \bar{X} . Los valores de \bar{X} y R modificados deberán ser utilizados para recalcular los límites de control en la Gráfica de Promedios ($\bar{X} \pm A_2 \bar{R}$).

PASO 2.- ANALIZAR EL CONJUNTO DE DATOS EN LA GRAFICA DE PROMEDIOS (\bar{X}).

Una vez concluido el análisis de la Gráfica de Rangos, se procede al análisis de la Gráfica de Promedios. Los pasos para dicho análisis son iguales a los ya descritos para la Gráfica de Rangos.

2.1 Puntos fuera de los límites de Control. (ver la gráfica no. 10).

2.1 Adhesión (Gráfica X).

16 de 25 puntos se encuentran en los tercios exteriores, por lo cual existe una adhesión a los límites de control; posible falta de control en el proceso.

2.3 Series (Gráfica X).

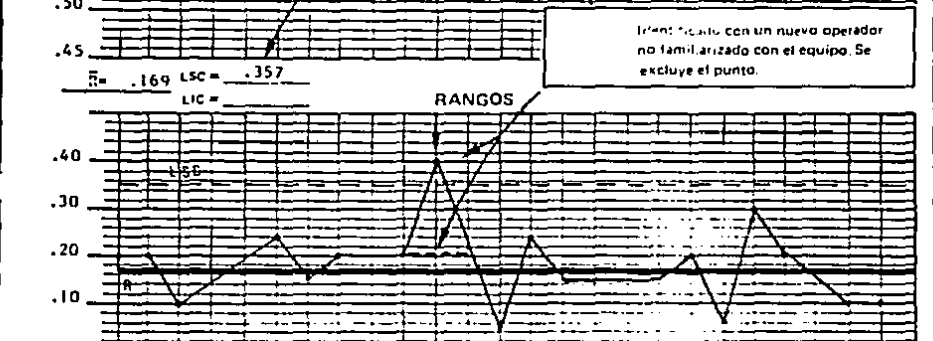
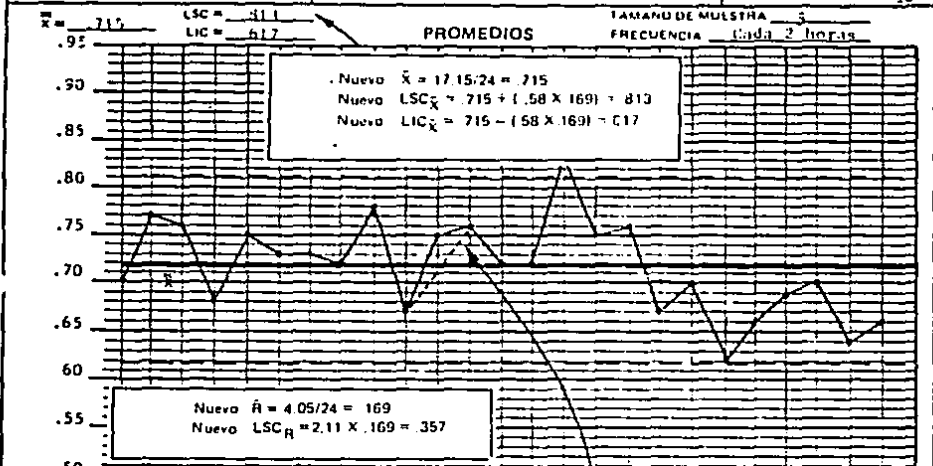
Ver la gráfica correspondiente.

2.4 Identificar y corregir las causas especiales. (Gráfica X).

Efectúe el análisis de la operación del proceso para determinar las causas ante las cuales se indica la falta de control proveniente de la Gráfica de Promedios; se corrige la condición y se toman las medidas y acciones que permitan prevenir su repetición. La Gráfica de Control es muy útil como guía

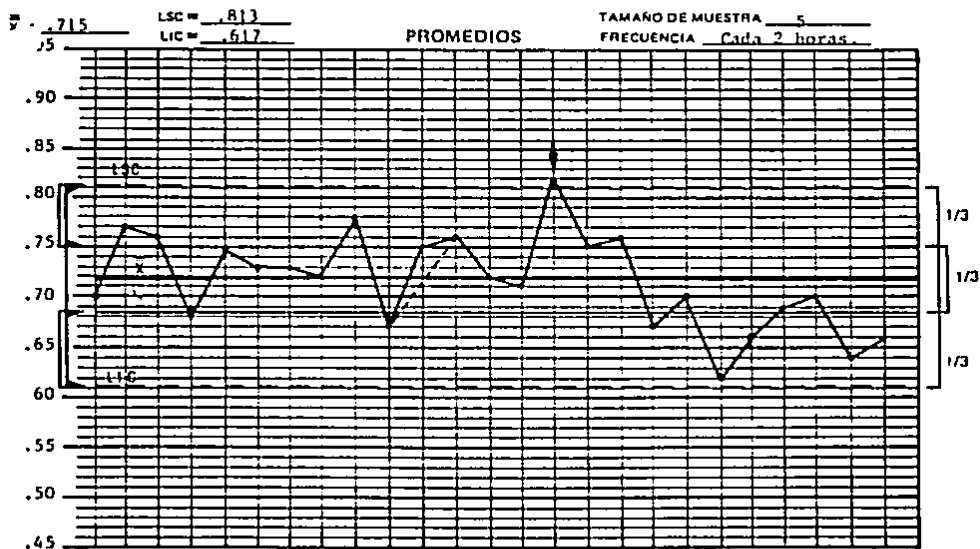
GRAFICA DE CONTROL POR VARIABLES CONTROL DE PROCESO

PLANTA/DEPARTAMENTO Vestidura	NUMERO Y NOMBRE DE OPERACION O EQUIPO 03 Tendido del clip	No DE PIEZA Y NOMBRE 200-12321-A Reten
CARACTERISTICA MEDIDA Naturaleza "A"	ESPECIFICACION 0.57 ± 0.01 mm	ITEM CRITICO SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>



FECHA/MORA	6	8	6	9	6	10	6	11	6	12	6	15	6	16												
1	65	75	75	68	70	60	75	60	65	60	80	85	70	65	90	75	75	75	75	65	60	50	60	80	65	65
2	70	85	80	70	75	75	80	70	80	70	75	75	70	70	80	80	70	70	65	60	55	80	65	60	70	
3	65	75	80	70	65	75	65	80	85	60	90	85	75	85	80	75	65	60	85	65	65	65	75	65	70	
4	65	85	70	75	85	85	75	75	85	80	50	65	75	75	75	80	70	75	65	60	80	65	65	60	60	
5	85	65	75	65	80	70	70	75	75	65	80	70	70	60	85	65	80	60	70	65	80	75	65	70	65	
SUM	350	385	380	340	375	365	365	380	390	335	375	380	360	355	410	375	380	335	350	310	330	345	350	320	330	
\bar{X}	70	77	76	68	75	73	73	77	78	67	75	76	72	71	82	75	76	67	70	62	66	69	70	64	66	
R	20	20	10	15	20	25	15	20	20	40	20	25	25	15	15	15	15	20	25	30	20	15	10	10		

Para tamaños de muestra diferentes a siete se debe utilizar el formato de control "Industria y Comercio"



para determinar cuando se inició el programa y cuanto tiempo lleva. Es muy importante la rapidez con la que se analice el problema para minimizar la producción de piezas que estén fuera de control.

2.5 Recalcular los Límites de Control (Gráfico X).

Una vez identificadas y corregidas las causas especiales de variación, debe eliminar todos los puntos fuera de control para los cuales se encontraron las causas; se recalcula y grafica el promedio del proceso y sus límites de control. Hay que confirmar que todos los puntos bajo control, cuando se les compare con los nuevos límites, repitiendo la secuencia de identificación, corrección y recalcule si esto fuese necesario.

2.6 Extender los Límites de Control para un control cotidiano.

Una vez que se ha logrado mantener nuestro

proceso dentro del control; es decir, cuando los datos se encuentren contenidos en forma consistente dentro de los límites del control es necesario extender dichos límites para cubrir periodos futuros. Estos límites serán utilizados como referencia para el control continuo del proceso, con el objeto de que el operario y/o supervisor tomen las medidas necesarias ante cualquier indicación de falta de control en las gráficas X - R.

Un cambio en el tamaño de los subgrupos muestreados afectaría el rango promedio esperado y los límites de control en las gráficas de rangos y promedios. Esta situación pudiera ocurrir, por ejemplo, si se decide tomar muestras más pequeñas y más frecuentemente, de manera que puedan detectarse grandes cambios en el proceso más rápidamente sin aumentar el número de muestreo por día. Para ajustar las líneas centrales y los límites de control para un nuevo tamaño de los subgrupos muestreados, se debe proceder de la siguiente manera:

- 1.- Estime la desviación estándar del proceso (la estimación se muestra como $\bar{\sigma}$). Con base en el tamaño de la muestra anterior calcular:

$$\bar{\sigma} = \bar{R} / d_2$$

Donde \bar{R} es el promedio de los rangos de los subgrupos (en los períodos en que los rangos estuvieron dentro del control) y d_2 es una constante que se modifica en -- función del tamaño de la muestra, como se indica en la siguiente tabla:

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_2	1.13	1.69	2.06	2.33	2.53	2.70	2.85	2.97	3.08

- 2.- Con base en los factores tabulados anteriormente, es decir, d_2 , D_3 , D_4 y A_2 correspondientes al nuevo tamaño de la muestra, calcular el nuevo rango promedio y los límites de control.

\bar{R}_{nuevo}

$$= \bar{\sigma} d_2$$

 LSC_R

$$= D_4 \bar{R}_{\text{nuevo}}$$

 LIC_R

$$= D_3 \bar{R}_{\text{nuevo}}$$

 $LSC_{\bar{X}}$

$$= \bar{X} + A_2 \bar{R}_{\text{nuevo}}$$

 $LIC_{\bar{X}}$

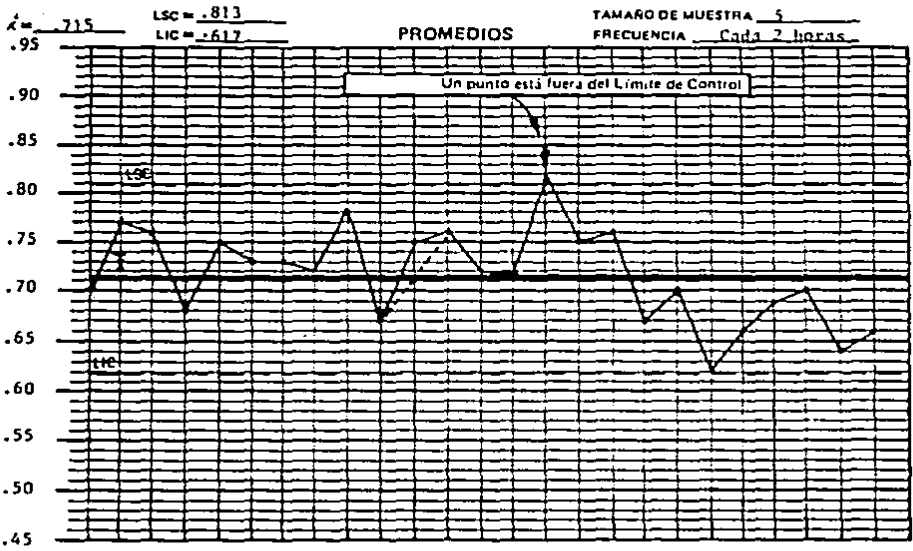
$$= \bar{X} - A_2 \bar{R}_{\text{nuevo}}$$

Estos límites de control hay que marcarlos en las gráficas como base para el control continuo del proceso.

NOTA: Se deberá usar el promedio (\bar{X}) del proceso anterior.

3.3.2.3 Interpretación de la Habilidad del Proceso.

Una vez que se ha determinado si el Proceso está dentro del Control Estadístico, (puntos dentro de los límites de control ó puntos distribuidos sin ninguna tendencia), la siguiente pregunta será si el proceso es hábil, es decir si cumple con las especifica-

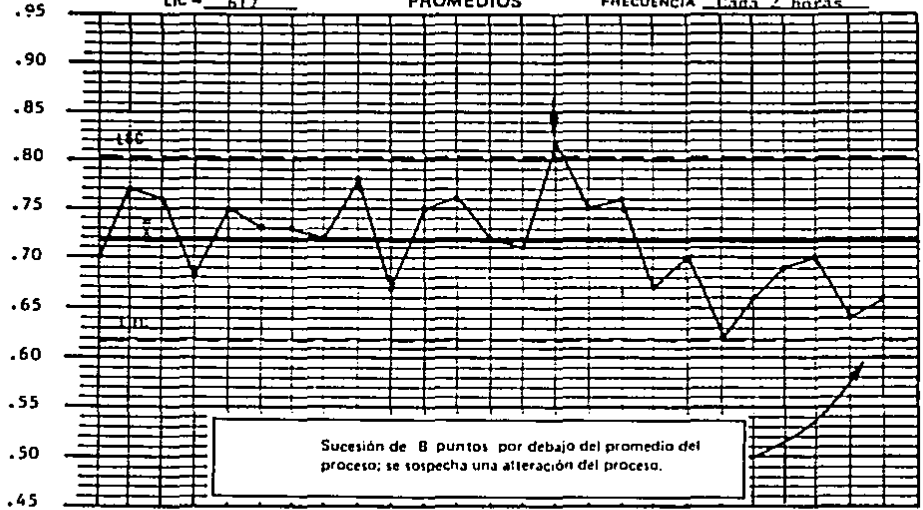


$\bar{x} = .715$

LSC = .813
LIC = .617

PROMEDIOS

TAMAÑO DE MUESTRA 5
FRECUENCIA Cada 2 horas



Sucesión de 8 puntos por debajo del promedio del proceso; se sospecha una alteración del proceso.

ciones de Ingeniería en forma consistente.

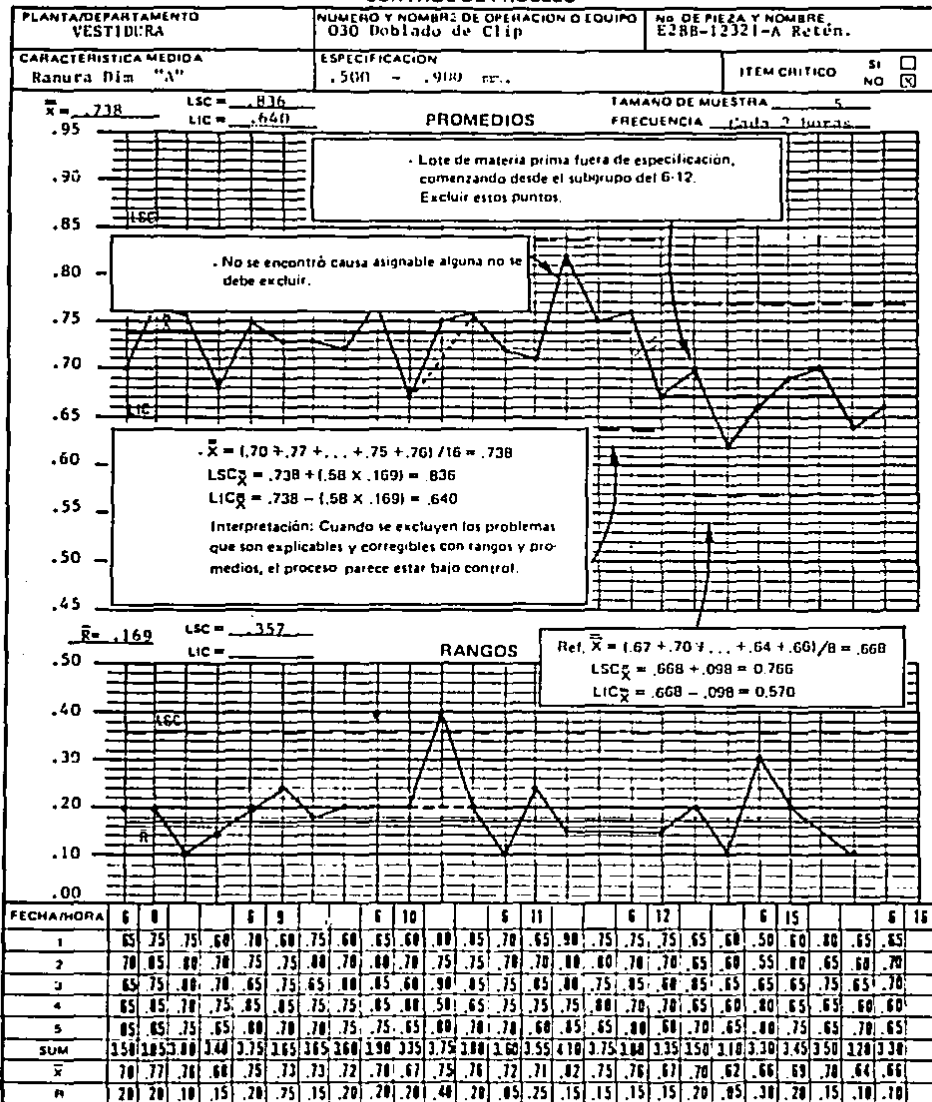
La gráfica no. 8, muestra el concepto de un proceso hábil.

Si la habilidad no es aceptable, entonces debe realizarse un cambio importante para mejorar el sistema. Dado que la habilidad refleja una variación de causas comunes (ya que la habilidad refleja una variación de causas especiales que fueron corregidas para mantener el proceso bajo control), la falta de dicha habilidad en un proceso casi siempre se puede hacer la afirmación de que el motivo se debe a fallas en el sistema.

El procedimiento para evaluar la habilidad del proceso comienza después de que el problema de control en las gráficas \bar{X} y R ha sido resuelto (causas especiales para evitar su repetición) y el control continuo de las gráficas refleja que el proceso está en Control Estadístico en 25 ó más grupos.

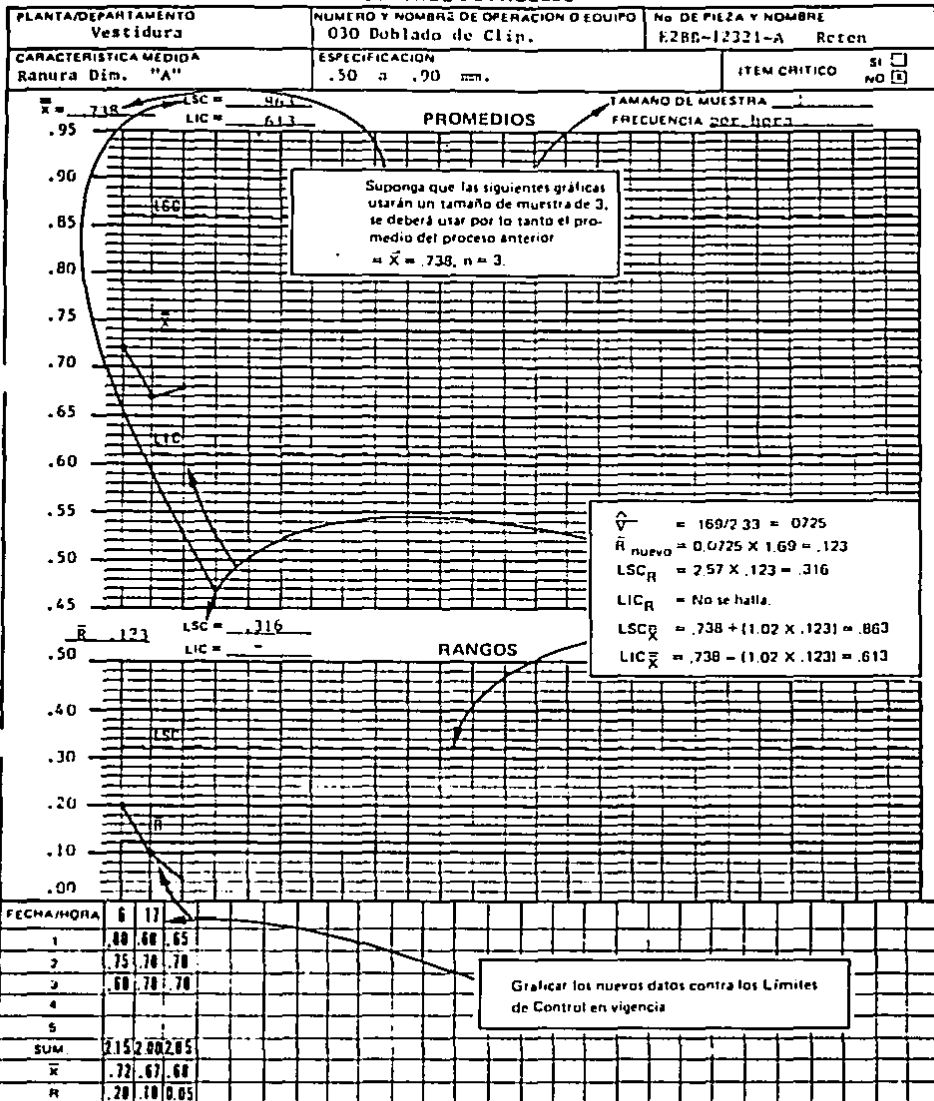
A continuación se describe la secuencia para determinar la habilidad del proceso:

GRAFICA DE CONTROL POR VARIABLES CONTROL DE PROCESO



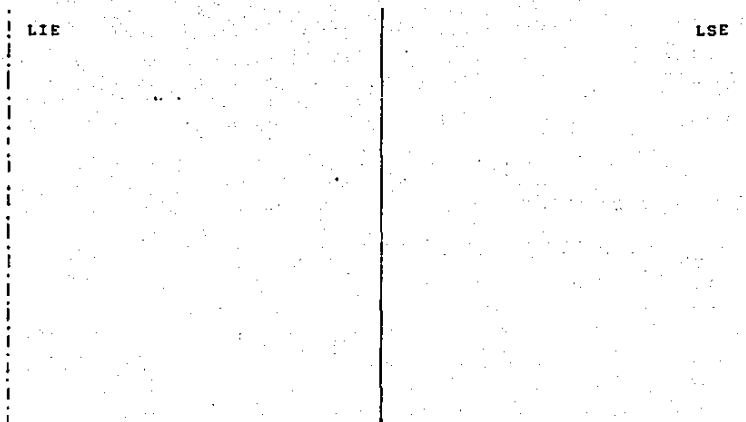
Para tamaños de muestra inferiores a siete no se determina el límite de control inferior para rangos.

GRAFICA DE CONTROL POR VARIABLES CONTROL DE PROCESO



Para tamaños de muestra inferiores a siete no se determina el límite de control inferior para rangos.

GRAFICA 16. INTERPRETACION DE LA HABILIDAD DEL PROCESO.



LIE.- LIMITE INFERIOR ESPECIFICADO.

LSE.- LIMITE SUPERIOR ESPECIFICADO.

PASO 1.- CALCULAR LA DESVIACION ESTANDAR DEL PROCESO.

Dado que la variación en el proceso de una pieza a otra se refleja en el rango del subgrupo, la estimación de la desviación estándar σ (se lee sigma testada), está basada en el promedio de rangos (\bar{R}) calculado en la gráfica de control mediante la siguiente fórmula:

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

Donde \bar{R} es el promedio de rangos de los subgrupos (para períodos en que el rango se encuentra en el control), y d_2 es una constante que cambia en función del tamaño de la muestra, como se indica en la siguiente tabla:

Tamaño de la muestra (n)	2	3	4	5	6
d_2	1.13	1.69	2.06	2.33	2.53

Para el ejemplo en estudio:

$$\bar{R} = .169$$

$$n = 5$$

$$d_2 = 2.33$$

$$\sigma = R / d_2 = .169 / 2.33 = .0725$$

$$\bar{x} = 0.738$$

$$LIE = 0.500$$

$$LSE = 0.900$$

PASO 2.- CALCULE LA HABILIDAD DEL PROCESO.

La habilidad de un proceso es descrita en términos de la distancia que hay entre el promedio del proceso y los límites de especificación, para esto definiremos dicha distancia en unidades que llamaremos Z.

Cuando la tolerancia de la especificación es unilateral, es decir, hacia un solo lado:

$$Z = \frac{lc - \bar{x}}{\sigma}$$

donde:

LE = Límite especificado.

X = Promedio del proceso, y:

o = Desviación estándar del promedio.

Para tolerancias bilaterales, es decir, hacia ambos lados, -
tenemos:

$$Z_s = \frac{LSE - X}{o}$$

$$Z_i = \frac{X - LIE}{o}$$

Donde:

LSE = Límite Superior de Especificación.

LIE = Límite Inferior de Especificación.

Z_s = Z superior.

Z_i = Z inferior.

Z es usada en conjunto con la tabla de distribución normal para estimar la fracción de piezas que estarán fuera de especificación (una vez que el proceso está bajo control estadístico).

- Para una tolerancia unilateral (buscar el valor de Z a lo largo de los bordes de la tabla de distribución normal). Los dígitos de unidades y decenas están colocados a lo largo de la columna izquierda y el de las centenas está ubicado a lo largo del renglón superior.

El Número que corresponde a la intersección de estas columnas y renglones, lo llamaremos P_Z y representa la fracción de piezas fuera de especificación. Por ejemplo, para $Z = 1.56$; la intersección de la columna en 1.5 y el renglón $x.x6$ nos dará $P_Z = 0.0594$ (ver tabla del área bajo la curva normal en el apéndice).

- Para una tolerancia bilateral, calcule las fracciones fuera de los límites superior e

inferior por separado y súmelos, por ejemplo, si $Z_s = 2.21$ y $Z_l = 2.85$, el total fuera de especificación será:-----

$$P_{Z_s} + P_{Z_l} = 0.0136 + 0.0022 = 0.0158 \text{ en}$$

términos generales, el porcentaje (multiplicar por 100), será de 1.58% de piezas que están fuera de especificación.

Para el ejemplo en estudio:

$$\bar{x} = 0.738$$

$$\sigma = 0.0725$$

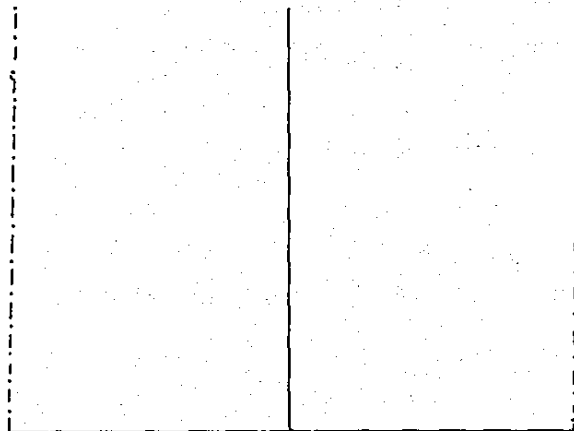
$$LSE = 0.900$$

$$LIE = 0.500$$

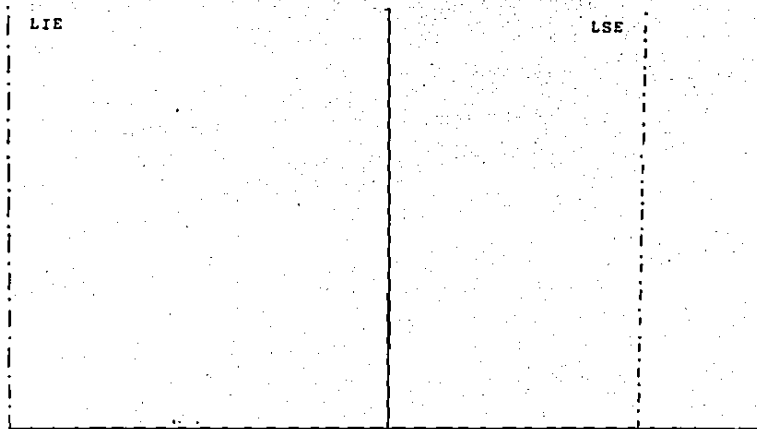
Como éste proceso tiene tolerancias bilaterales:

$$Z_s = \frac{LSE - \bar{x}}{\sigma} = \frac{.900 - .738}{.0725} = 2.23$$

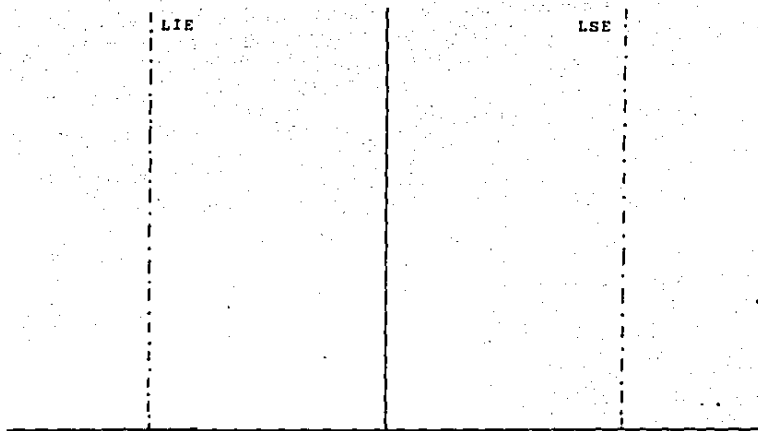
GRAFICA 17. INTERPRETACION DE LA HABILIDAD DEL PROCESO.



GRAFICA 18. INTERPRETACION DE LA HABILIDAD DEL PROCESO.



GRAFICA 19. INTERPRETACION DE LA HABILIDAD DEL PROCESO.



$$Z_1 = \frac{\bar{x} - LIE}{\hat{\sigma}} = \frac{.738 - .500}{.0725} = \frac{.238}{.0725} = 3.28$$

Las fracciones fuera de especificación serán:

$$P_{Z_s} = 0.0129 \text{ (valor encontrado en tabla)}$$

$$P_{Z_l} = 0.0005 \text{ (valor encontrado en tabla)}$$

$$P_{\text{Total}} = 0.0134$$

en términos de porcentaje 1.34%.

Tomando en consideración que un proceso puede considerarse hábil cuando el 99.73% de las observaciones están dentro de la especificación para $\pm 3 \sigma$ y 99.996% para $\pm 4 \sigma$. Este -- proceso no es hábil para $\pm 3 \sigma$ ni para $\pm 4 \sigma$, ya que solo el -- 100% - 1.34% = 98.66% se encuentra dentro de las especificaciones.

Otra forma de evaluar la habilidad en los procesos es a través de los parámetros C_p y C_{pk} .

El parámetro C_p muestra la habilidad potencial que tiene el

proceso para cumplir con las especificaciones del diseño.

El parámetro C_{PK} muestra la habilidad real que tiene el proceso.

El parámetro C_p está definido como la comparación entre la variación actual del proceso y la variación permitida por especificación.

Así, entonces, la habilidad potencial del proceso queda definida como:

$$C_p = \frac{\text{Variación especificada ó permitida}}{\text{Variación actual del proceso}}$$

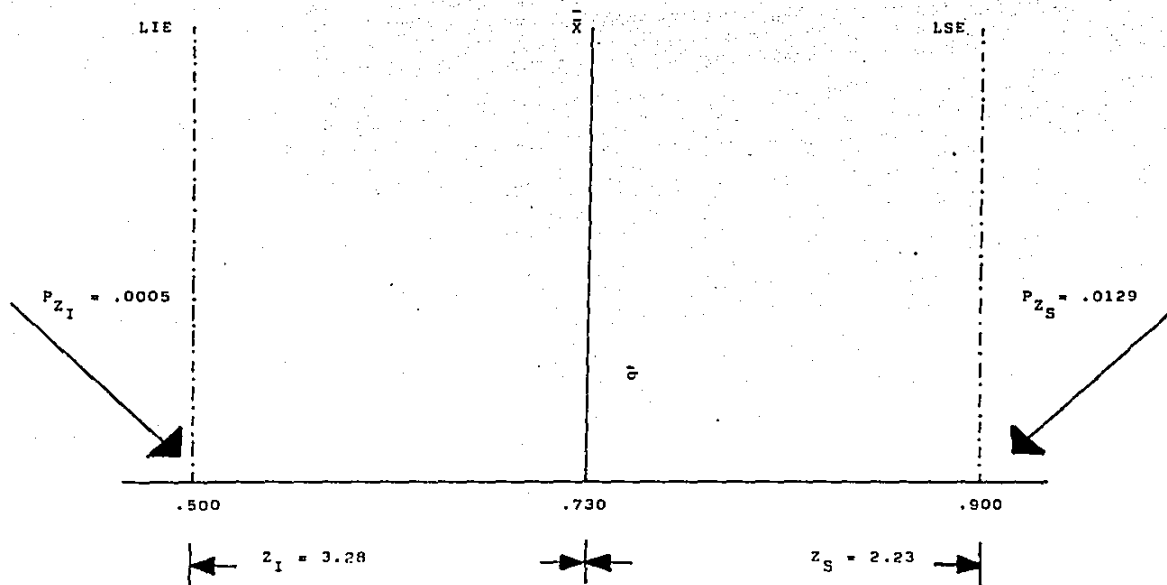
$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6 \sigma}$$

$$W = LSE - LIE$$

$$C_p = W / 6 \sigma$$

donde:

GRAFICA 20. TOLERANCIA BILATERAL PARA LA INTERPRETACION DE LA HABILIDAD DEL PROCESO.



W = LSE - LIE

LSE = Limite Superior Especificado.

LIE = Limite Inferior Especificado.

Así un valor de $C_p = 1.00$ para $\pm 3 \sigma$ y $C_p = 1.33$ para $\pm 4 \sigma$, son los requerimientos mínimos para decir que un proceso es potencialmente hábil.

Cualquier valor menor que 1 del índice C_p implica que el proceso no es potencialmente hábil.

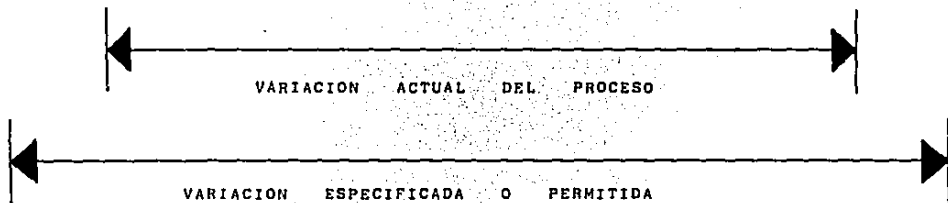
Es deseable conocer cual es el potencial de habilidad del proceso, pero también es necesario evaluar la habilidad real del proceso, lo cual es posible a través del parámetro C_{pk} y puede calcularse de dos formas:

1.- A través del parámetro Z definido anteriormente:

$$C_{pk} = \frac{Z_{\min.}}{3}$$

2.- A través del parámetro C_p se obtiene en la siguiente formula.

GRAFICA 21. VARIACIONES PERMITIDAS POR ESPECIFICACION.



$$M = \frac{LSE + LIE}{2}$$

Esta fórmula nos va a definir el punto medio de la especificación.

La siguiente fórmula nos va a definir la diferencia entre el punto medio de la especificación y el promedio del proceso.

$$D = M - \bar{X}$$

M = Punto medio especificado.

\bar{X} = Promedio del Proceso.

NOTA: Se debe considerar como valores absolutos l.

Para definir el índice de localización K:

$$K = 2D / W$$

donde:

$$W = LSE - LIE$$

Finalmente, C_{PK} quedará definido de la siguiente manera:

$$C_{PK} = C_p (1 - K)$$

Para considerar que un proceso es realmente hábil debemos tener en cuenta, que como mínimo, $C_{PK} \geq 1.00$ para $\pm 3 \sigma$ y $C_{PK} \geq 1.33$ para $\pm 4 \sigma$.

Así; para el ejemplo que veníamos manejando:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6 \sigma} = \frac{0.900 - 0.500}{6 (0.0725)} = 0.919$$

$C_p = 0.919$, es menor que 1 por lo tanto el proceso potencialmente no es hábil.

Por lo tanto, ya no sería necesario evaluar la habilidad real, pero como ejercicio vamos a realizarlo:

$$C_{PK} = \frac{Z_{min.}}{3}$$

$$Z_S = 2.23$$

$$Z_I = 3.28$$

Por lo tanto, $Z_{\min.} = 2.23$

$$C_{PK} = \frac{2.23}{3} = 0.734$$

Como $C_{PK} = 0.734$, es menor que 1, por lo tanto este proceso no es realmente hábil ni para $\pm 3\sigma$ ni para $\pm 4\sigma$.

Calculando ahora el C_{PK} por otro método tenemos:

$$A) M = \frac{LSE + LSI}{2}$$

$$M = \frac{.900 + .500}{2} = 0.7$$

$$M = 0.7$$

$$B) D = \bar{I}_m - \bar{X}_I$$

$$D = 10.7 - 0.7381$$

$$D = 0.038$$

$$C) K = \frac{2D}{W} = \frac{2(0.038)}{0.400} = 0.19$$

$$D) C_{PK} = C_p (1 - K) = 0.919 (1 - 0.19) = 0.744$$

La conclusión es similar a la del método donde usamos el parámetro Z, ya que los valores son casi iguales.

PASO 3.- EVALUE LA HABILIDAD DEL PROCESO.

En este punto, el proceso está bajo el Control Estadístico, y su habilidad ha sido calculada, el próximo paso es evaluar la habilidad del proceso y decidir si es aceptable ó no.

Es necesario recordar que el objetivo fundamental de nuestras acciones es el constante mejoramiento en la habilidad del proceso durante su desarrollo; pero se deben establecer prioridades para dar atención al proceso. Esta es una decisión que generalmente implica repercusiones económicas, sin embargo, las circunstancias varían de un caso a otro dependiendo de la naturaleza del proceso en particular y de la habilidad de otros procesos que también deberán de ser sometidos a una acción de mejoramiento inmediato.

Mientras cada una de éstas decisiones es resuelta indi-

vidualmente, es útil usar pautas más amplias para establecer prioridades y facilitar la consistencia de los esfuerzos para el mejoramiento.

Cuando existe un criterio de habilidad, la regla para decidir se simplifica; los procesos que fallan en cumplir con el criterio, requieren de una acción inmediata. En estas situaciones, se exige un grupo limitado de opciones disponibles.

- Seleccionar el producto y deshechar ó reparar cualquier pieza que no cumpla con las especificaciones (una propuesta costosa y no confiable que tolere un derroche continuo), ó;
- Requerir que las tolerancias de las especificaciones no sean alteradas y sean consistentes con la habilidad del proceso actual (acción administrativa que no mejorará directamente al producto y que sería aprobada solamente si las características del diseño no estuvieran comprometidas, ó;
- Mejorar la habilidad del proceso mediante la reducción de la variación de las causas comunes.

GRAFICA 22. CALCULO DE LA HABILIDAD DEL PROCESO.

SUMA DE \bar{x} = A

SUMA DE R = B

PROMEDIO DE \bar{x} $\bar{\bar{x}} = \frac{A}{\text{Número de Muestras}} = \dots = \dots$

$\bar{\bar{x}}$

PROMEDIO DE R $\bar{R} = \frac{B}{\text{Número de Muestras}} = \dots = \dots$

\bar{R}

LIMITE SUPERIOR DE CONTROL \bar{x} .

$LSC = \bar{\bar{x}} + A_2 \times \bar{R} = \dots \times \dots = \dots$

$LSC_{\bar{x}}$

LIMITE INFERIOR DE CONTROL \bar{x} .

$LIC = \bar{\bar{x}} - A_2 \times \bar{R} = \dots - \dots \times \dots = \dots$

$LIC_{\bar{x}}$

LIMITE SUPERIOR DE CONTROL R.

$LSC = D_4 \times \bar{R} = \dots \times \dots = \dots$

LSC_R

DESVIACION ESTANDAR

$\sigma = \bar{R} / d_2 = \dots / \dots = \dots$

PARAMETRO INFERIOR

$Z_I = \frac{\bar{\bar{x}} - LIC}{\sigma} = \frac{\dots - \dots}{\dots} = \dots$

Z_I

PARAMETRO SUPERIOR

$Z_S = \frac{LSC - \bar{\bar{x}}}{\sigma} = \frac{\dots - \dots}{\dots} = \dots$

Z_S

GRAFICA 23. CALCULO DEL PORCENTAJE DEFECTUOSO.

$P_Z = P_{ZI} + P_{ZS}$ (VER TABLA)

PROBABILIDAD $P_Z =$ + =

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

$K = 1 - (C_{PK} / C_p)$ = $1 -$

$C_{PK} = C_p (1 - K)$ = $(1 -$ $)$ =

$C_{PK} = 2 \text{ min.} / 3$ = / =

TAMAÑO DE LA MUESTRA	2	3	4	5
A_2	1.88	1.02	0.73	0.58
D_4	3.27	2.57	2.28	2.11
d_2	1.13	1.69	2.06	2.33

PASO 4.- CORRECCION DE LA HABILIDAD DEL PROCESO.

A partir del momento en que las causas especiales que afectan el Control del Proceso han sido eliminadas (es conveniente recordar que ésto es necesario para mantener el Proceso en Control Estadístico), los problemas que hacen que la habilidad del mismo sea inaceptable, son generalmente debido a las causas comunes por fallas del sistema. Las acciones deben ser dirigidas hacia los factores del proceso que generan su variabilidad, tales como la habilidad inherente a la máquina, consistencia en la calidad de los materiales utilizados, los métodos básicos de operación del proceso ó las condiciones ambientales de trabajo. Como regla general, la falta de habilidad en un proceso por causas relacionadas con los sistemas van más allá de las posibilidades de corrección por parte de los operadores ó supervisores. Frecuentemente, requieren la ayuda del grupo gerencial para efectuar los cambios necesarios en la aprobación del recurso y proveer de la coordinación necesaria para mejorar la habilidad. Los intentos para corregir las fallas del sistema con acciones locales independientes no tendrán éxito.

PASO 5.- GRAFICAR Y ANALIZAR EL PROCESO MODIFICADO.

Una vez tomadas las acciones correctivas en el sistema, sus efectos deben hacerse visibles en las Gráficas de Control, especialmente en la reducción de los valores de los rangos. Las gráficas en éste caso, son una forma de verificar la efectividad las acciones tomadas.

En la medida que se implementen cambios en el proceso, debe realizarse con un seguimiento cuidadoso a través de las Gráficas de Control. El periodo de cambio puede generar nuevos problemas potenciales en otras operaciones que puedan encubrir el efecto real del cambio del sistema.

3.4 Gráficas de Medianas.

Las Gráficas de Medianas son alternantes a las $\bar{X} - R$ para el Control de Procesos con datos medidos, éstas proporcionan conclusiones similares, pero tienen varias ventajas específicas.

Las Gráficas de Medianas son fáciles de usar, y no se requieren cálculos día con día. Estas pueden incrementar ó iniciar la aceptación a nivel planta (operario)

del uso de las Gráficas de Control.

- . Dado que los valores individuales (al igual que las medianas) son graficados, la gráfica de las medianas muestra la dispersión del proceso y ofrece un panorama continuo de las variaciones del proceso.
- . Dado que una misma gráfica muestra tanto la mediana como la dispersión, ésta puede ser usada para comparar los comportamientos de diferentes procesos ó del mismo en etapas sucesivas.

PASO 1.- OBTENCION DE DATOS.

Las instrucciones para el uso de las Gráficas de Medianas son similares a las de las Gráficas de Control --- X - R, excepto por:

- a) Generalmente, las Gráficas de Medianas Medianas se emplean con un tamaño de muestras de subgrupos de diez ó menos. Los tamaños de muestra son none los más convenientes.

b) Solo una gráfica es usada, se debe establecer una escala de manera que: 1) incluya el Límite Superior Especificado, ó; 2) que incluya de 1 1/2 a 2 veces la diferencia entre el valor mayor y menor de las lecturas individuales. El calibrador usado deberá dividir la tolerancia del producto en al menos 20 divisiones y, las escalas de la gráfica deben ser congruentes con el calibrador.

c) Se deben graficar las mediciones individuales para cada subgrupo en línea vertical. Y hay que circular la mediana de cada subgrupo (número central; si el tamaño de la muestra es par, la mediana será la media de los dos puntos centrales).

Con ayuda para la interpretación de las tendencias, se deben de unir las medianas de los subgrupos con una línea sólida y muy bien definida.

d) Se debe registrar la mediana de cada sub-

grupo (\bar{X}) y el rango (R) en la tabla de datos.

PASO 2.- CALCULO DE LOS LIMITES DE CONTROL.

Las instrucciones dentro de éste paso son completamente similares a las de las Gráficas de Control $\bar{X} - R$, las excepciones son las que se muestran a continuación:

- a) Hay que encontrar el promedio de las medianas de los subgrupos y dibujarlos como la línea central en la gráfica. Debemos de registrarlo como $\bar{\bar{X}}$.
- b) Se debe de encontrar el promedio de los rangos, y hay que registrarlo como \bar{R} .
- c) Se deben calcular los límites de control superior e inferior para rangos y medianas (LSC_R , LIC_R , $LSC_{\bar{X}}$ y $LIC_{\bar{X}}$).

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

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

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + \bar{A}_2 \bar{R}$$

$$LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - \bar{A}_2 \bar{R}$$

DONDE: D_4 , D_3 y \bar{A}_2 son constantes que varían de acuerdo a los tamaños de la muestra. Los valores para los tamaños de la muestra de 2 a 10 se muestran en la siguiente tabla:

n	2	3	4	5	6	7	8	9
D_4	3.27	2.57	2.28	2.11	2.00	1.97	1.86	1.78
D_3	---	---	---	---	---	0.08	0.14	0.18
A_2	1.88	1.19	0.80	0.69	0.55	0.51	0.43	0.41

d) No hay límites inferiores de control para rangos en tamaños de muestra menores a 7.

e) Debemos graficar los Límites de Control para las medianas en la gráfica.

PASO 3.- INTERPRETACION DEL CONTROL DEL PROCESO.

Las excepciones se muestran a continuación:

- . Comparar el LSC_R y el LIC_R con cada rango calculado. Alternativamente marcar el filo de una tarjeta cualquiera con los límites de control para R y comparar éstas marcas con la distancia entre el valor mayor y menor en cada subgrupo de la gráfica \bar{X} . Enmarcar aquellos subgrupos con rangos excesivos.
- . Marcar cualquier mediana de subgrupos que esté fuera de los límites de control de medianas y observar la dispersión de medianas dentro y fuera de los límites de control. (2/3 de los puntos dentro del tercio medio de los límites) ó la existencia de patrones ó medianas.
- . Tomar acciones correctivas para las causas especiales que afecten a los rangos ó a las medianas.

Ejemplo de Control de Proceso:

Solamente se usa la gráfica de Medianas.

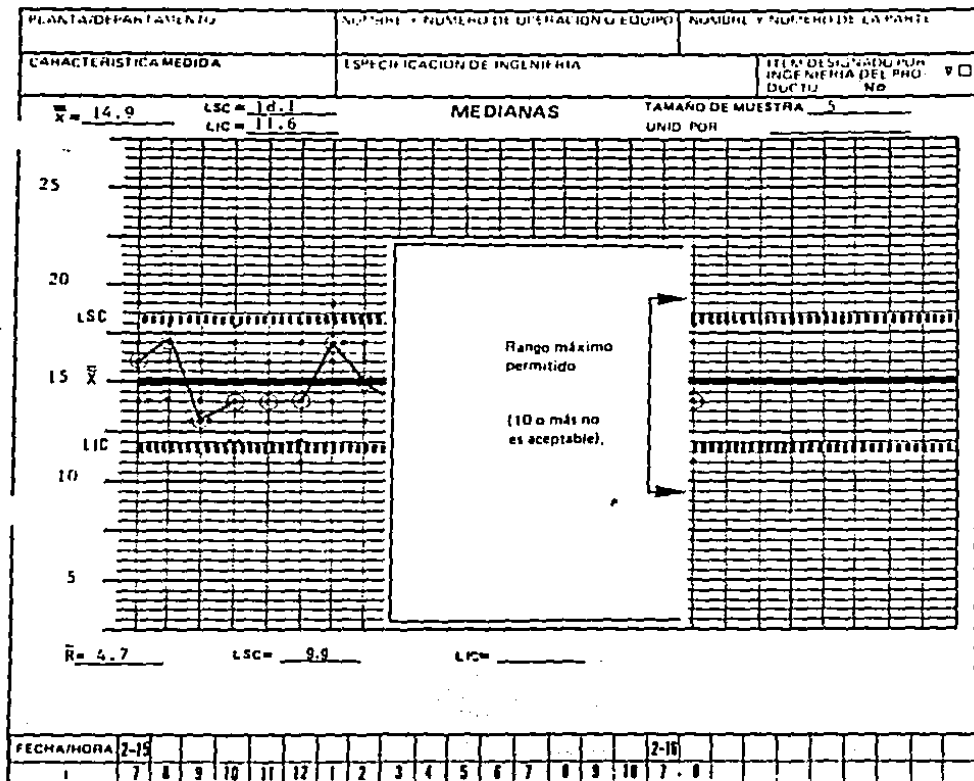
La línea central es el promedio de las medianas de los subgrupos del período de estudio anterior.

Los límites de control están basados en los rangos del período de estudio anterior.

Los datos son marcados directamente en la gráfica.

Las medidas son circulares y comparadas con los límites de control.

Una tarjeta marcada con el LSC_R es usada para verificar los rangos de cada subgrupo.



PASO 4.- INTERPRETACION DEL CONTROL DEL PROCESO.

Las excepciones se muestran a continuación:

- Estimar la desviación estándar del proceso, $\sigma = \bar{R} / D_2$, donde: \bar{R} es el promedio de los rangos de las muestras (para periodos con los rangos bajo control) y D_2 es una constante que varía de acuerdo al tamaño de la muestra indicada a continuación para tamaños de muestra de dos diez.

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D_2	1.13	1.69	2.06	2.33	2.53	2.70	2.85	2.97	3.08

- Si el proceso tiene una distribución normal, el estimado de la desviación estándar puede ser usado directamente en la determinación de la habilidad del proceso, siempre y cuando los rangos y las medianas estén bajo el Control Estadístico.

NOTA: Para un control continuo del proceso donde los límites de control están basados en datos dados anteriormente, el proceso de elaboración de la gráfica puede ser simplificado de la siguiente manera:

- Una sola gráfica es usada con las escalas establecidas con las mismas divisiones que el calibrador usado (al menos 20 divisiones entre los límites especificados del producto), y con la línea central y los límites de control para medianas ya registrados.
- El operador marca la gráfica con cada lectura individual, pero los valores numéricos no necesariamente serán registrados.
- Una tarjeta (posiblemente de plástico) es usada, marcada con los límites de control para los rangos.

- Para cada subgrupo, el operador compara la tarjeta de rangos con las marcas mayores y menores del subgrupo; cualquier subgrupo con un rango fuera de los límites de la tarjeta se enmarca.

- El operador identifica la mediana de cada subgrupo y la circula; cualquier mediana fuera de los límites de control se identifica necesariamente con una marca.

- Para rangos ó medianas fuera de los límites de control, el operador toma acciones apropiadas para ajustar ó corregir el proceso, ó bien, lo notifica a su supervisor.

3.5 Gráficas por Lecturas Individuales.

En algunos casos, es necesario que los controles del proceso estén basados en las lecturas individuales,

en vez de un subgrupo. Esto sucedería cuando las mediciones son muy costosas (por ejemplo, algunas pruebas destructivas), ó cuando la característica a medir en cualquier punto en el tiempo es relativamente homogénea (por ejemplo, el PH de una solución química). En éstos casos, las Gráficas de Control para Lecturas Individuales pueden ser construidas como se describe a continuación; debiendo tomar en cuenta las siguientes cuatro precauciones:

- 1.- Las gráficas por lecturas individuales no son tan sensibles a los cambios en los procesos como las gráficas $\bar{X} - R$.
- 2.- Las gráficas por lecturas individuales deben ser interpretadas cuidadosamente si la distribución del proceso no es simétrica.
- 3.- Las gráficas por lecturas individuales no segregan la repetibilidad pieza a pieza del proceso. Por ésta razón en muchas aplicaciones es más conveniente usar una gráfica $\bar{X} - R$ con tamaños pe-

queños de muestra para subgrupos (2 de 4) aunque ésto requiera de un período mayor entre subgrupos.

4.- Debido a que solamente existe un individuo por subgrupo, los valores de \bar{X} y \bar{R} , pueden tener una variabilidad sustancial (aún si el proceso es estable), hasta que el número del subgrupo sea 100 ó mayor.

Los detalles de instrucción para las gráficas por lecturas individuales, son de alguna forma similares a aquellas para las gráficas $\bar{X} - R$; las excepciones se muestran a continuación.

PASO 1.- OBTENCION DE DATOS.

A) Las lecturas individuales (X) son registradas de izquierda a derecha en la gráfica.

B) Se calcula el rango móvil (R) entre individuos. Es generalmente mejor registrar la diferencia entre cada par sucesivo de lecturas (por ejemplo, la diferencia entre la primera y la segunda lectura, la segunda y la ter-

cera, y así sucesivamente). Habrá un rango menos que el número de lecturas individuales (25 lecturas dan 24 rangos). En algunos casos el rango puede estar basado en un grupo móvil mayor (por ejemplo de 3 a 4) ó en un subgrupo fijo (por ejemplo, todas las lecturas tomadas en un solo turno). Se observa que aunque las mediciones sean muestreadas individualmente, es el número de lecturas agrupadas para formar el rango móvil (por ejemplo, 2,3 ó 4) el que determina el tamaño de muestra nominal (n).

C) Tenemos que seleccionar las escalas para la gráfica de individuos (X) igual al mayor de: 1) la tolerancia especificada, más la tolerancia para lecturas fuera de especificación ó; 2) $1\frac{1}{2}$ a 2 veces la diferencia entre las lecturas individuales mayores y menores. El espaciamento de escala para la gráfica de rangos (R) debe ser igual a la de la gráfica (X).

PASO 2.- CALCULO DE LOS LIMITES DE CONTROL.

Las excepciones se muestran a continuación:

A) Hay que calcular y graficar el promedio del proceso (\bar{X}) y calcular el promedio del rango (\bar{R}); obser-

var que hay un valor de rangos (R) menor que el número de lecturas individuales (X).

B) Calcular los límites de control.

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

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

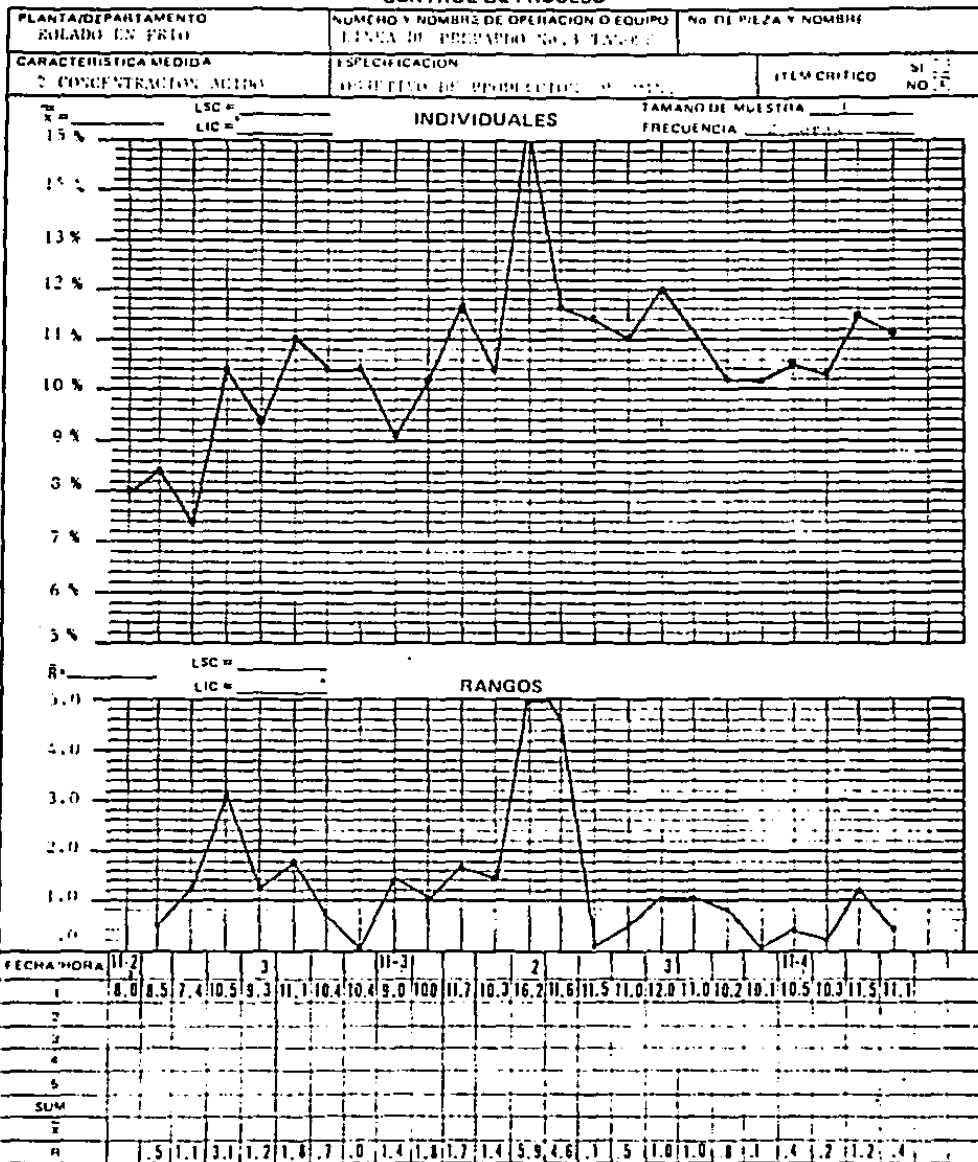
$$LSC_X = \bar{X} + E_2 \bar{R}$$

$$LIC_X = \bar{X} - E_2 \bar{R}$$

DONDE: \bar{R} es el promedio del rango móvil, \bar{X} es el promedio -- del proceso D_4 , D_3 y E_2 , son constantes que varían de acuerdo al tamaño de la muestra usado para agrupar los rangos móviles como se muestra en la siguiente tabla:

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D_4	3.27	2.57	2.28	2.11	2.00	1.92	1.86	1.82	1.78
D_3	---	---	---	---	---	0.08	0.14	0.18	0.22
E_2	2.66	1.77	1.46	1.29	1.18	1.11	1.05	1.01	0.98

**GRAFICA DE CONTROL POR VARIABLES
CONTROL DE PROCESO**



C) No hay límite inferior de control para tamaños de muestra menores a 7.

PASO 3.- INTERPRETACION DEL CONTROL DEL PROCESO.

Las excepciones se muestran a continuación:

A) Debemos revisar cuidadosamente la gráfica de rangos para puntos fuera de los límites de control como signo de la existencia de causas especiales. Note que los rangos sucesivos están correlacionados, debido a que tienen un punto en común y debido a ésto, se debe tener cuidado al interpretar las tendencias.

B) Las gráficas por lecturas individuales pueden ser analizadas para puntos fuera de los límites de control, dispersión de puntos dentro de los límites de control y para tendencias ó patrones. Cabe hacer notar que si la distribución del proceso no es simétrica, las reglas mostradas anteriormente para las gráficas \bar{X} podrán dar señales de causas especiales sin que éstas existan.

PASO 4.- INTERPRETACION DE LA HABILIDAD DEL PROCESO.

Las excepciones se muestran a continuación:

A) Al igual que en las gráficas $\bar{X} - R$, la desviación estándar puede ser estimada a partir de:

$$\sigma = \bar{R} / D_2$$

DONDE: \bar{R} es el promedio de los rangos móviles y D_2 es una constante que varía de acuerdo al tamaño de la muestra como se puede observar en la siguiente tabla:

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D_2	1.13	1.69	2.06	2.33	2.53	2.70	2.85	2.97	3.08

B) Si el proceso presenta distribución normal, éste estimado puede ser usado directamente en la determinación de la habilidad del proceso siempre y cuando el proceso se encuentre en Control Estadístico.

3.6 Gráficas de Control por Atributos.

- Son potencialmente aplicables a cualquier proceso.

- Los datos están a menudo disponibles.
- Son rápidos y simples de obtener.
- Son frecuentemente usados en los informes de la gerencia.
- Pueden ayudar a dar prioridad a las áreas con problemas.
- Son fáciles de interpretar.

3.6.1 Tipos de Gráficas de Control por Atributos.

p

np

c

u

A pesar de que las Gráficas de Control por variables (\bar{X} - R) son las más conocidas, se han desarrollado versiones para el caso de atributos. Los datos

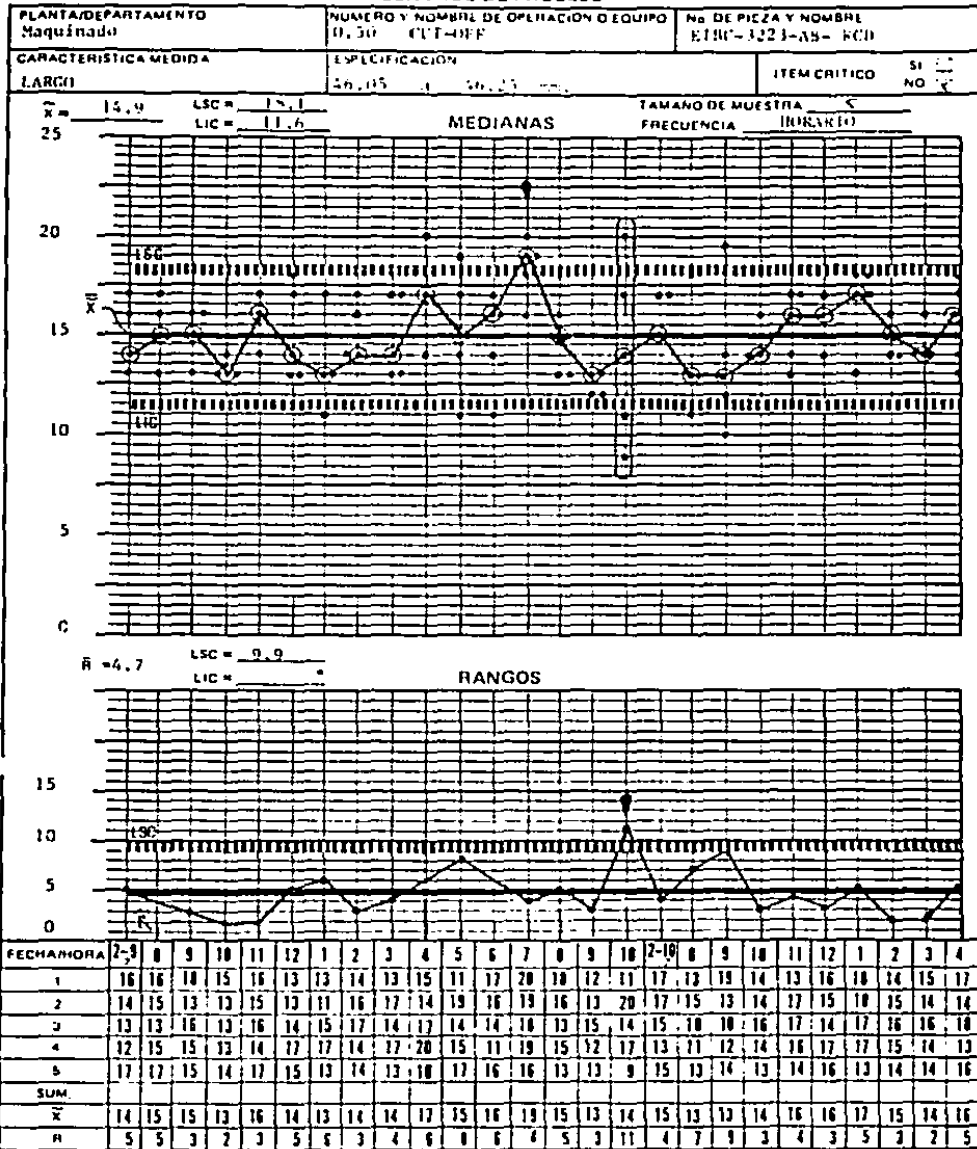
por atributos tienen solo dos posibilidades (conforme / ó no conforme, pasa / ó no pasa, O.K / ó no O.K., presente / ó ausente) pero pueden ser contados para registro y análisis. Como por ejemplo, se puede mencionar la presencia de una etiqueta requerida, la instalación de los tornillos especificados, la presencia de salpicaduras de soldaduras ó la continuidad de un circuito eléctrico. Las gráficas de control por atributos, son importantes por las siguientes razones:

- 1.- Las operaciones medidas por atributos, existen en cualquier proceso de manufactura ó ensamble, por lo que éstas técnicas de análisis son muy útiles.
- 2.- Los datos por atributos, están disponibles en múltiples situaciones siempre que exista inspección, listado de reparaciones, material seleccionado ó rechazado, etc., en éstos casos, no se requiere gasto adicional de búsqueda de datos que solo el trabajo de incorporarlos a la Gráfica de Control.
- 3.- Cuando se requiere obtener datos, la información

por atributos es generalmente rápida y barata de obtener y con medios simples (por ejemplo ---- pasa / no pasa), no necesita de personal especializado.

- 4.- Muchos de los datos presentados a la gerencia, en forma de resúmenes es del tipo de atributos y puede beneficiar con el análisis de Gráficas de Control. Ejemplos: desarrollo del departamento en cuanto al número de unidades aceptadas de primera vuelta, índices de deshecho, auditorías de calidad y rechazo de materiales.
- 5.- Al introducir las Gráficas de Control en las plantas, es importante dar prioridad a las áreas con problemas y utilizarlas donde más se necesiten. El uso de las Gráficas de Control por Atributos en las áreas claves de Control de Calidad indicarían cuales son los procesos que requieren un análisis más detallado, incluyendo la posibilidad de utilizar gráficas de Control por Variables.
- 6.- Finalmente, las Gráficas de Control por Atributo son más fáciles de construir e interpretar que

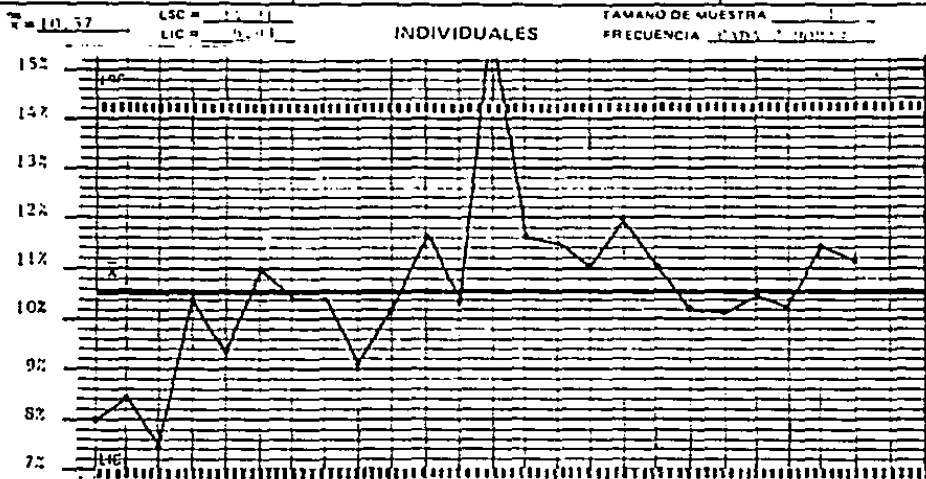
GRAFICA DE CONTROL POR VARIABLES CONTROL DE PROCESO



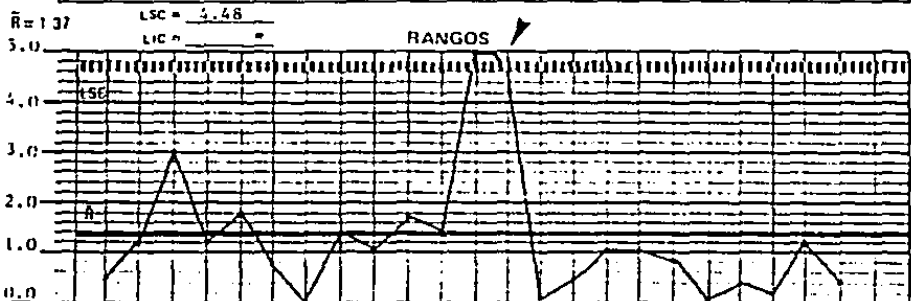
Para tamaños de muestra inferiores a siete no se determina el limite de control inferior para rangos

GRAFICA DE CONTROL POR VARIABLES CONTROL DE PROCESO

PLANTA/DEPARTAMENTO ROLADO EN FRIO	NUMERO Y NOMBRE DE OPERACION O EQUIPO LÍNEA DE PREPARADO # 3 TANQUE	NO. DE PIEZA Y NOMBRE
CARACTERÍSTICA MEDIDA % CONCENTRACION DE ALTO	ESPECIFICACION 10.00 ± 0.25 PROYECCION DE 10 MIN.	ITEM CRÍTICO



Analisis: (1) El primer punto del 2o turno de 11.3 fue muy cercano al punto en control. (2) Límites revisados el tercer punto en 11.2 está debajo del nuevo LSC es un promedio que empieza en los tres primeros puntos. (3) Revisar otra vez los valores: ahora utilizando $R = 34$, $LSC_R = 2.75$, $X = 10.68$, $LSC_X = 12.91$, $LIC_X = 8.45$



FECHA/HORA	1-2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	8.0	8.5	7.4	10.5	9.3	11.1	10.4	10.4	9.0	10.0	11.7	10.3	
2												11.6	11.5
3												11.0	12.0
4												11.0	10.2
5												10.2	10.5
6												10.3	10.5
7												11.5	11.1
SUM.													
\bar{X}													
R	.5	1.1	3.1	1.2	1.8	.7	.8	1.4	1.0	1.7	1.4	5.9	4.6

Para tamaños de muestra inferiores a siete no se determina el límite de control inferior para rangos

las Gráficas por Variables.

Los criterios de aceptación al utilizar gráficas de control por atributos, deben de estar claramente definidas y el procedimiento para decidir si esos criterios se están alcanzando, es producir resultados consistentes a través del tiempo. Este procedimiento consiste en definir operacionalmente lo que se desea medir. Una definición operacional consiste en:

- 1.- Un criterio que se aplica a un objeto ó a un grupo.
- 2.- Una prueba del objeto ó del grupo, y;
- 3.- Una decisión, si ó no; el objeto ó el grupo alcanza ó no el criterio.

Si por ejemplo, queremos medir a través de una gráfica por atributos si la superficie de los vehículos está ó no libre de suciedad, necesitaremos definir claramente que es la suciedad y requerimos probar si los inspectores están de acuerdo ó no con esa definición. Una vez que está definida operacionalmente la especificación, cuando se esté midiendo en la gráfica de control, si la su-

perficie de los vehiculos está ó no libre de suciedad, podrá decidirse fácilmente si se alcanza ó no el criterio en la superficie revisada.

Las próximas cuatro subsecciones cubren los fundamentos de las principales formas de Gráficas de Control por Atributos:

- 1.- La gráfica p para Porcentaje de Unidades Defectuosas (para tamaños de muestras no necesariamente constantes).
- 2.- La gráfica np para Número de Unidades Defectuosas (para tamaños de muestra constantes).
- 3.- La gráfica c para Número de Defectos (para tamaños de muestra constantes).
- 4.- La gráfica u para Número de Defectos por Unidad (para tamaños de muestra no necesariamente constantes).

La presencia de la gráfica p aquí expuesta, es mucho más amplia que las otras, dado que se introducen los conceptos principales. Las restantes subsecciones

se concentran en los factores que las diferencian de la primera.

3.6.2 Gráfica p para Porcentaje de Unidades Defectuosas.

La gráfica p mide la fracción defectuosa ó sea las piezas defectuosas en el proceso. Se puede referir a muestras de 75 piezas tomada dos veces por día; 100% de la producción durante una hora, etc. Se basa en la evaluación de una característica ó de muchas características. Es importante que cada componente ó vehículo verificado se registre como aceptable ó defectuosa (aunque una pieza tenga varios defectos específicos se registrará solo una vez como defectuosa).

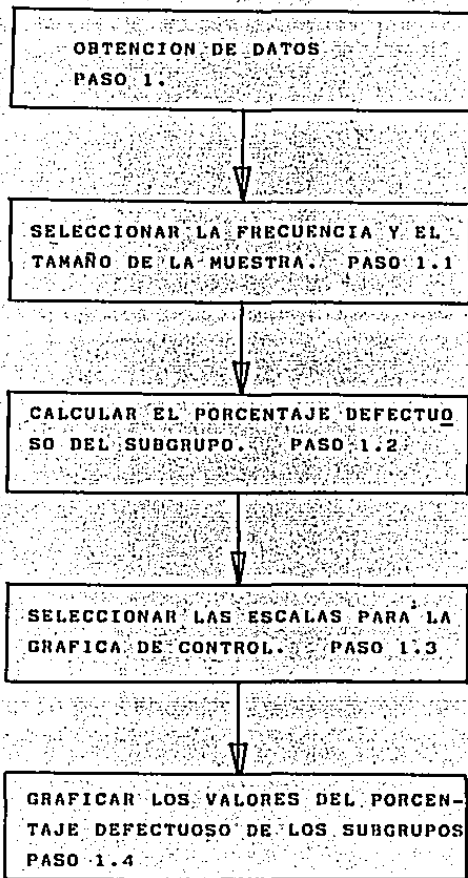
PASO 1.- OBTENCION DE DATOS.

1.1 Seleccionar la frecuencia y el tamaño de la muestra.

Es importante establecer cual es la frecuencia de los subgrupos (horaria, diaria, semanal, mensual, etc.), y la cantidad a controlar del 100% de una muestra. Los intervalos cortos entre tomas de muestras

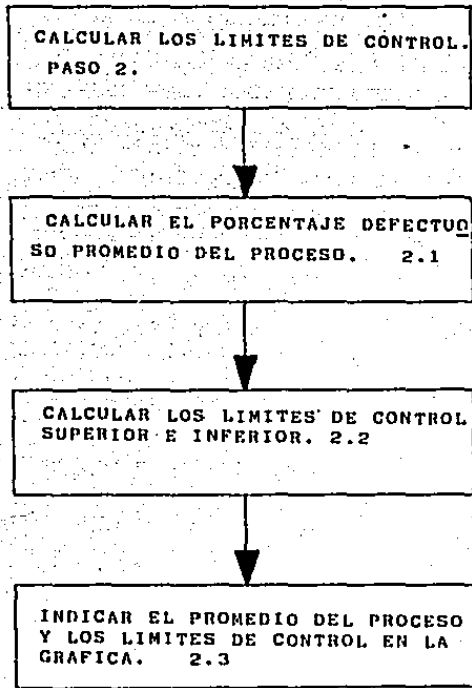
GRAFICA 24. GRAFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS.

Diagrama de Flujo.

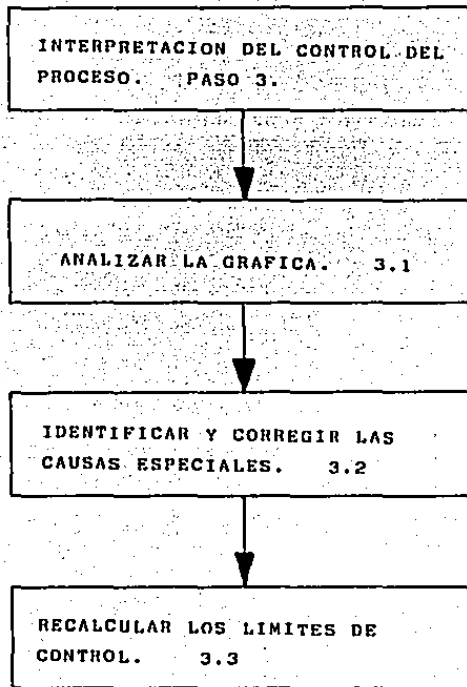


GRAFICA 25. GRAFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS.

Diagrama de Flujo.

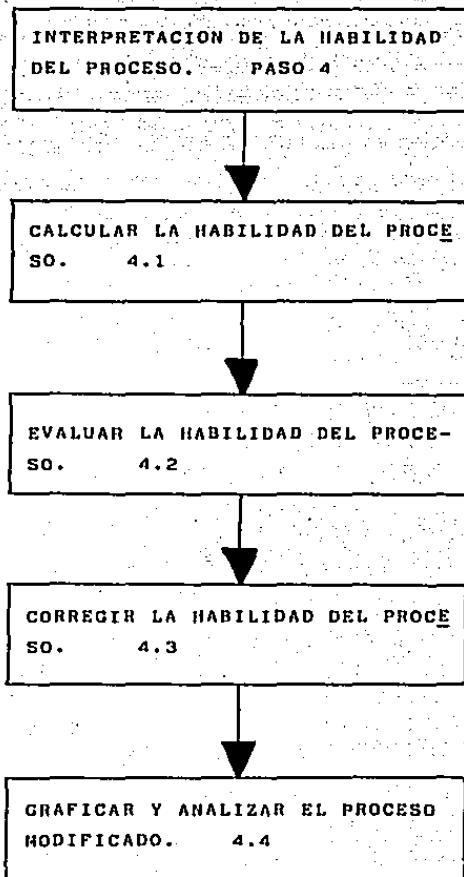


GRAFICA 26. GRAFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS.



GRAFICA 27. GRAFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS.

Diagrama de Flujo.



permitirán una rápida retroalimentación al proceso ante la presencia de problemas. Los tamaños de muestra grandes permiten evaluaciones más estables del desarrollo del proceso y son más sensibles a los pequeños cambios en el promedio del mismo. Los tamaños de muestra son generalmente iguales entre períodos pero no tiene porque darse ésta situación. Si son iguales mejor (dentro de más ó menos el 25% del promedio).

1.2 Calcular el Porcentaje Defectuoso (p) del subgrupo.

Tenemos que registrar la siguiente información para cada subgrupo:

El número de partes inspeccionadas - n .

El número de partes defectuosas - np .

A partir de éstos datos deben registrarse en la forma 301h para al menos 10 y preferiblemente 25 ó más subgrupos, como base de un análisis inicial.

Cuando se dispone de datos históricos recientes, éstos podrán utilizarse para acelerar la parte

inicial del estudio.

1.3 Seleccionar las Escalas para las Gráficas de Control.

La fracción ó porcentaje defectuoso debe indicarse en la escala vertical de la gráfica y los subgrupos (horas, días, etc.) en la escala horizontal. La escala vertical debe extenderse desde cero hasta alrededor de $1\frac{1}{2}$ a 2 veces al valor máximo de la fracción defectuosa medida durante la etapa inicial del estudio.

1.4 Graficar los Valores del Porcentaje Defectuoso de los subgrupos.

Se tienen que graficar los valores de p de cada subgrupo. Es útil unir los puntos graficados con líneas para visualizar mejor los patrones ó tendencias.

A medida que se grafiquen los puntos, analizarlos brevemente para evaluar si son razonables. Si hay algún punto substancialmente más alto ó más bajo que los otros, debemos de confirmar que los cálculos sean correctos.

GRAFICA DE CONTROL POR ATRIBUTOS

PLANTA MEXICO		p <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	c <input type="checkbox"/> u <input type="checkbox"/>	No. DE PIEZA Y NOMBRE EIRH-12121-A	Control Cont.
DEPARTAMENTO 65	No. DE OPERACION Y NOMBRE Ensayo funcional final			ITEM CRITICO	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
PROM = _____		LSC = _____		LIC = _____	
				TAMAÑO DE MUESTRA PROMEDIO 500	
				FRECUENCIA Cada envío.	

RECHAZOS		TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)
CANTIDAD (n, p)		500
PORCENTAJE (n, p)		500
FECHA	MAYO	6
		7
		8
		11
		12
		13
		14
		15
		18
		19
		20
		21
		22
		26
		27
		28
		29
	JUNIO	1
		2
		3
		4
		5
		8
		9
		10

OBSERVACIONES

PASO 2.- CALCULAR LOS LIMITES DE CONTROL.

2.1 Para calcular el Porcentaje Defectuoso del Proceso (\bar{p}).

Para calcular el Porcentaje Defectuoso promedio para los k subgrupos del periodo en estudio:

$$\bar{p} = \frac{np_1 + np_2 + \dots + np_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k}$$

DONDE: np_1, np_2, \dots son los números de partes defectuosas; y n_1, n_2, \dots son el número de partes inspeccionadas en cada subgrupo.

2.2 Cálculo de los Límites de Control Superior e Inferior (LSC, LIC).

Los Límites de Control se establecen a partir del promedio del proceso más o menos una tolerancia para la variación promedio esperada, en función del tamaño de la muestra. Cal-

cular los Límites de Control Superior e Inferior para los k subgrupos del período en estudio en base a las siguientes fórmulas:

$$LSC_p = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

$$LIC_p = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

DONDE: \bar{n} es el tamaño de la muestra promedio.

NOTA: Cuando \bar{p} es pequeño y/o \bar{n} es pequeño, el Límite de Control Inferior puede resultar negativo. En éstos casos, no existe Límite de Control Inferior dado que aunque el valor de $p = 0$ para un subgrupo en particular, éste valor estará dentro de la variación aleatoria posible.

2.3 Indicar el Promedio del Proceso y los Límites de Control en la Gráfica.

- Indicar el promedio del proceso (\bar{p}) con un línea horizontal continua.
- Indicar los límites de control (LSC, LIC) con líneas horizontales discontinuas.

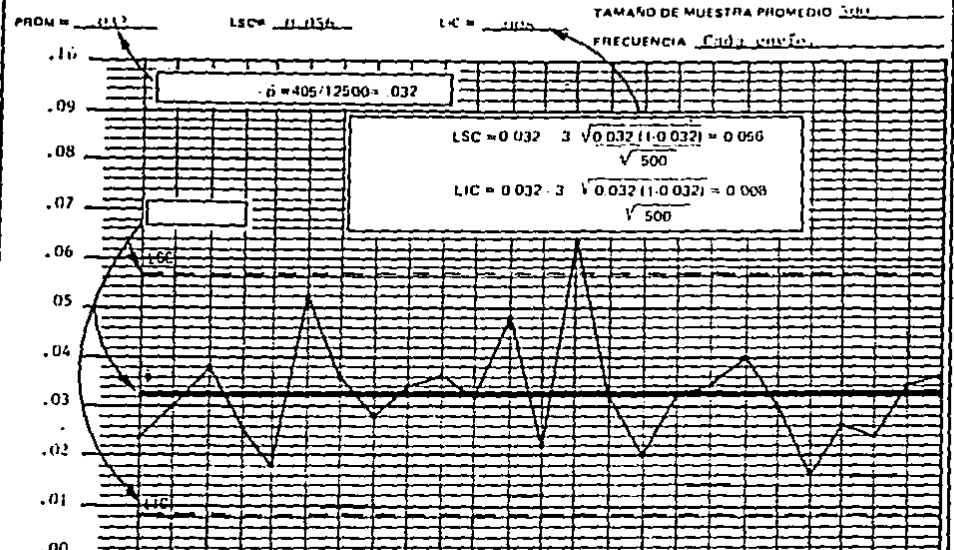
NOTA: El cálculo de los límites de control indicado previamente, tiene validez cuando los tamaños de las muestras son iguales (como en el caso de un muestreo controlado) ó cuando los tamaños de los subgrupos no varían en más ó menos el 25% con respecto a la muestra promedio (típico de condiciones reales de producción bajo condiciones relativamente estables). Cuando el tamaño de un subgrupo varía más que esa cantidad, podrá ser necesario el cálculo de nuevos límites de control para el subgrupo en particular.

El Procedimiento para determinar los nuevos límites de control es el siguiente:

- Si el nuevo límite de control modifica la condición de rechazo ó aceptación

GRAFICA DE CONTROL POR ATRIBUTOS

PLANTA MEXICO	<input type="checkbox"/> p <input type="checkbox"/> pd	<input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> m	No. DE PIEZA Y NOMBRE EIBS-12121-A	CONTROL Cont.
DEPARTAMENTO 65	No. DE OPERACION Y NOMBRE Prueba funcional final		ITEM CRITICO	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO



RECORDES		TAMANO DE LA MUESTRA (n)																														
		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
RECORDES	CANTIDAD (No. d)	12	15	19	13	9	26	18	84	17	18	16	24	11	31	16	10	16	17	20	15	8	13	12	17	18						
	PORCENTAJE (p. d)	.024	.030	.038	.026	.018	.052	.036	.028	.015	.036	.032	.048	.022	.062	.032	.020	.032	.034	.040	.030	.016	.026	.024	.034	.036						
FECHA		6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	26	27	28	29	JUNIO						1	2	3	4	5	8	9	10

OBSERVACIONES

(debido al menor tamaño de la muestra, el punto resulta aceptable ó debido al mayor tamaño de la muestra resulta inaceptable) hay que modificar el límite en la gráfica, en caso contrario no lo altere.

NOTA: Cualquier procedimiento para el manejo de los límites de Control variables será incómodo y llevará a una gran confusión entre la gente que trate de interpretar las gráficas.

Es mejor, hasta donde sea posible, estructurar el plan de obtención de datos de manera que puedan usarse tamaños de muestra constantes.

PASO 3.- INTERPRETACION DEL CONTROL DEL PROCESO.

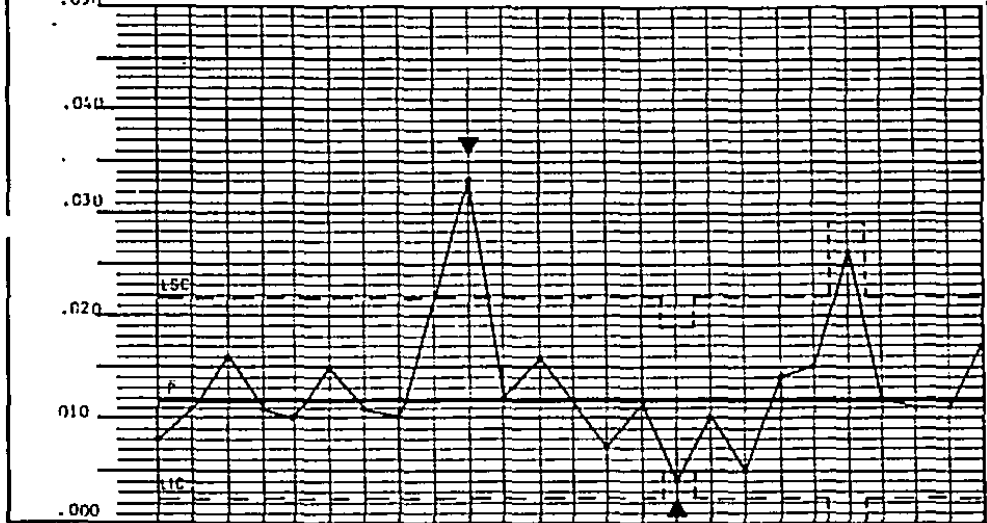
OBJETIVO: Identificar la información relevante que indique cuando el proceso no está operando en forma consistente. Si está fuera de control, tomar las acciones correspondientes.

3.1 Analizar la gráfica.

GRAFICA DE CONTROL POR ATRIBUTOS

PLANTA PLASTICOS		p <input checked="" type="checkbox"/> np <input type="checkbox"/>	c <input type="checkbox"/> u <input type="checkbox"/>	No. DE PIEZA Y NOMBRE E 114-1150 50-33 Refriger 502
DEPARTAMENTO Noldeo	No. DE OPERACION Y NOMBRE Rechazos por depresiones			ITEM CRITICO SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>

PROM = .012 LSC = .0215 LIC = .0025 TAMANO DE MUESTRA PROMEDIO 1194
 FRECUENCIA Pres. Diaria



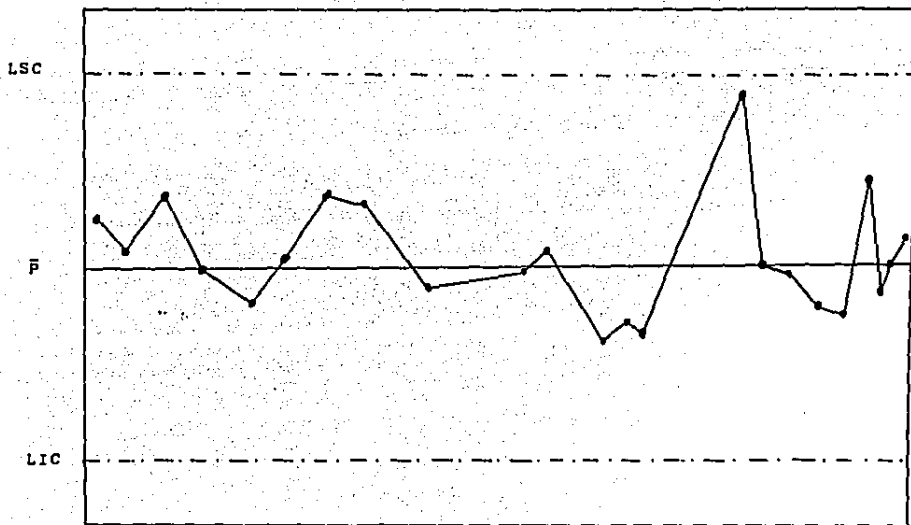
TAMANO DE LA MUESTRA (NI)																										
RECHAZOS	CANTIDAD (np, p)	962	1216	804	1401	1376	995	1202	1028	1184	562	1225	1056	1721	1305	1190	2306	1365	973	1058	1244	142	1433	1225	1225	1187
	PORCENTAJE (p, p)	.008	.011	.016	.011	.010	.015	.011	.010	.020	.033	.012	.016	.011	.007	.012	.005	.010	.005	.014	.014	.015	.026	.012	.011	.011
FECHA		E 20	N 21	E 22	R 25	D 26				F 1	E 2	R 3	R 4	E 5	R 8	O 9										

OBSERVACIONES $\bar{n} = 356/29858 = .012$ $\bar{n} = 29858 / 25 = 1194$

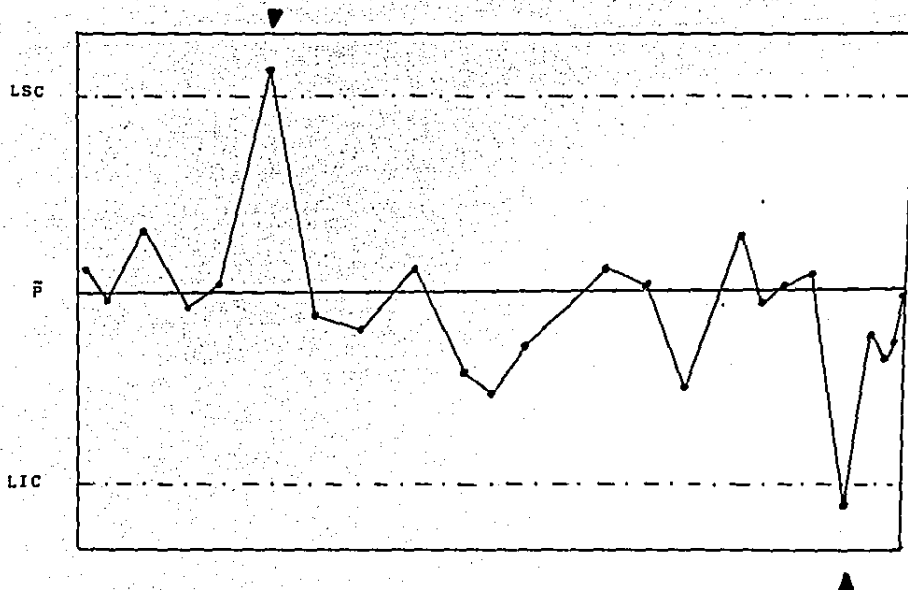
LSC, LIC = $.012 \pm 3 \sqrt{.012} \times .988 \sqrt{1194} = .0215, .0025$

Estos límites son para el tamaño de muestra 1194; 25: = $895 \pm 1493/1-22$; LSC, LIC = $.012 \pm .327 \sqrt{804} = .0235, .0005$; 2-2: = $.012 \pm .327 \sqrt{542} = .026, -$; 2-5: $.012 \pm .327 \sqrt{721} = .0199, .0041$; 2-10: $.012 \pm .327 \sqrt{2100} = .0188, .0052$; 2-17: $.012 \pm .327 \sqrt{390} = .0285, -$. Dado que solo los nuevos límites de Feb. 10 y 17 cambian la decisión, son los únicos que se grafican

GRAFICA 28. gráfica de un proceso bajo control.



GRAFICA 29. PROCESO FUERA DE CONTROL. (PUNTOS FUERA DE LOS LIMITES DE CONTROL).



1) Puntos fuera de los Límites de Control:

La presencia de uno ó más puntos fuera de los Límites de Control es evidencia de falta de estabilidad en ese ó en esos puntos. Dado que la posibilidad de que existan puntos fuera de los límites de Control en procesos estables donde solo se manifieste la variación debido a causas comunes es muy remota; se presupone que dichos puntos han sido consecuencia de causas especiales. La causa especial puede ser favorable ó desfavorable; sin embargo, ambas requieren una investigación inmediata. Esta es la regla de decisión primaria para tomar acciones con las Gráficas de Control. Todos los puntos que excedan los límites de Control deben ser marcados.

Un punto por encima del límite de Control Superior (mayor fracción defectuosa), puede ser indicación de que:

- El Límite de Control ha sido mal calculado ó el punto ha sido mal graficado.

- El desarrollo del proceso ha empeorado, ya sea en ese momento, ó bien, como parte de una tendencia.

- El sistema de medición ha sido modificado (inspector, calibrador, etc.).

Un punto por debajo del límite de Control inferior (menor fracción defectuosa), puede ser una indicación de que:

- El límite de Control ha sido mal calculado ó el punto ha sido mal graficado.

- El desarrollo del proceso ha mejorado, (esta condición debe estudiarse con el fin de que las mejoras obtenidas puedan ser incorporadas en forma permanente y estable).

- El sistema de medición fué modificado.

2) Adhesión a las líneas de control.

Cuando en las Gráficas de Control los puntos graficados se agrupan junto a la línea central ó junto a las líneas de control, hablamos

de adhesión

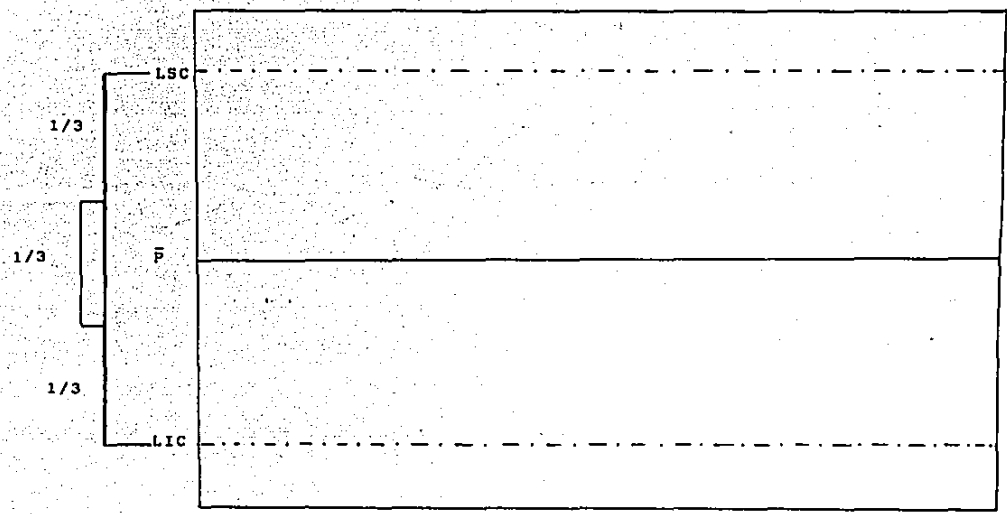
- Para evaluar y poder decidir si hay ó no adhesión a la línea central, se procede de la siguiente manera: dividir la distancia que hay entre el LSC y el LIC en tres partes iguales.

Si una cantidad substancialmente mayor a $2/3$ de los puntos graficados, se encuentran concentrados dentro del tercio medio, existe adhesión a la línea central.

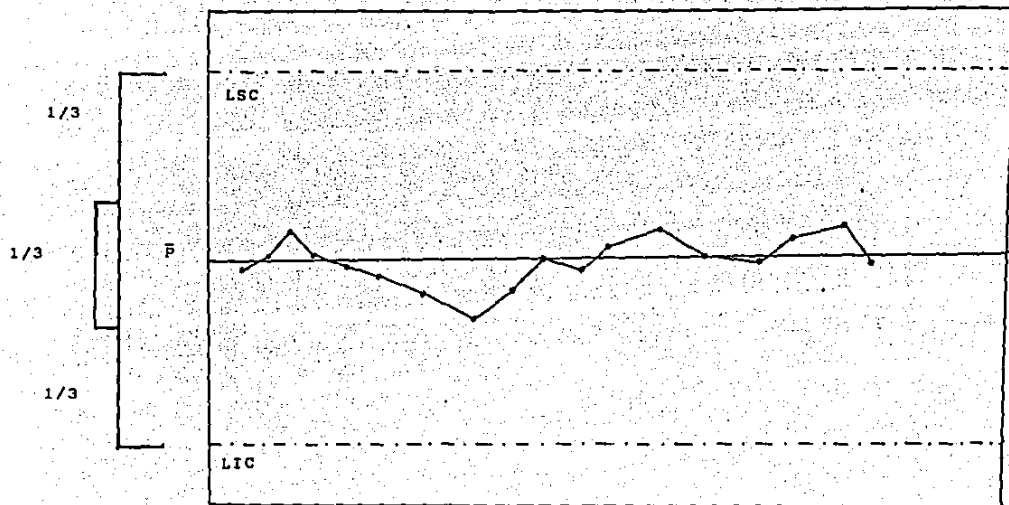
Si existe adhesión a la línea central tiene que verificarse lo siguiente:

- Los límites de Control han sido mal calculados ó los puntos han sido mal graficados.
- Suelen haberse mezclado en el subgrupo un diferente de datos ó datos de factores diferentes (máquinas, mano de obra, materiales, etc.).
- Los datos han sido alterados.

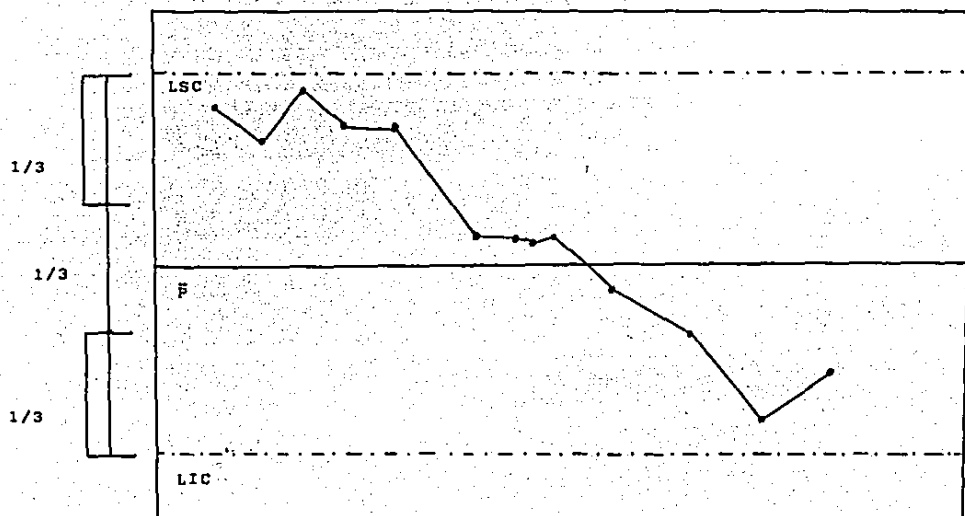
GRAFICA 30. ADHESION A LAS LINEAS DE CONTROL.



GRAFICA 31. GRAFICA DE ADHESION A LAS LINEAS DE CONTROL QUE SE ENCUENTRAN
CONCENTRADOS DENTRO DEL TERCIO MEDIO.



GRAFICA 32. PROCESO CON ADHESION A LAS LINEAS DE CONTROL.



Si una cantidad es substancialmente mayor a $1/3$ de los puntos graficados se encuentra dentro de los tercios exteriores, entonces existe adhesión a las líneas de control.

Cuando ésta situación se presenta, tenemos que verificar lo siguiente:

- Los Límites de Control han sido mal calculados ó los puntos han sido mal graficados.
- Suelen haberse mezclado en el subgrupo un tipo diferente de dato ó datos de factores diferentes (por ejemplo, máquinas, mano de obra, materiales, etc. diferentes).

3) Series.

Una serie es una sucesión de puntos que indican la iniciación de una tendencia ó desplazamiento del proceso.

Cuando siete ó más puntos consecutivos se

alinean hacia un lado del promedio, la serie recibe el nombre de "corrida".

Una serie por encima del promedio del proceso puede significar:

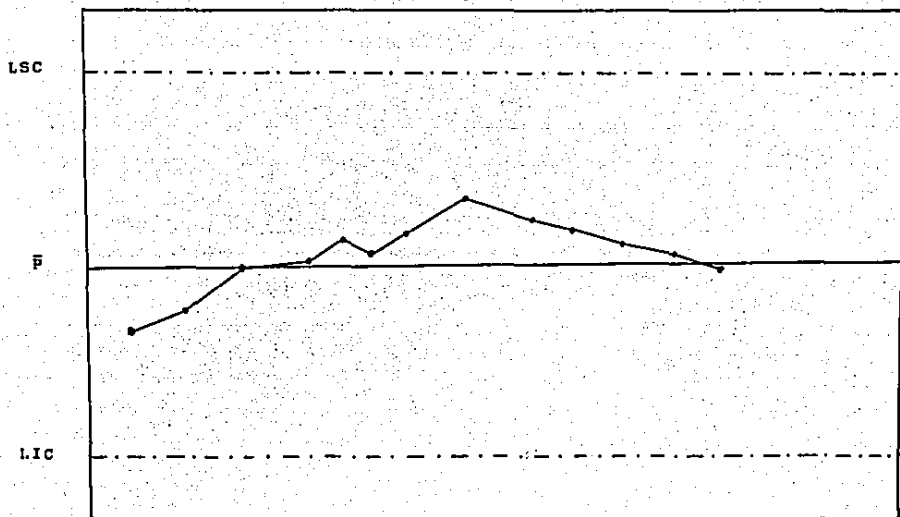
- El desarrollo del proceso se ha desmejorado, o bien, puede estar aún empeorando.
- El sistema de medición fué modificado.

Una serie por debajo del promedio del proceso puede indicar que:

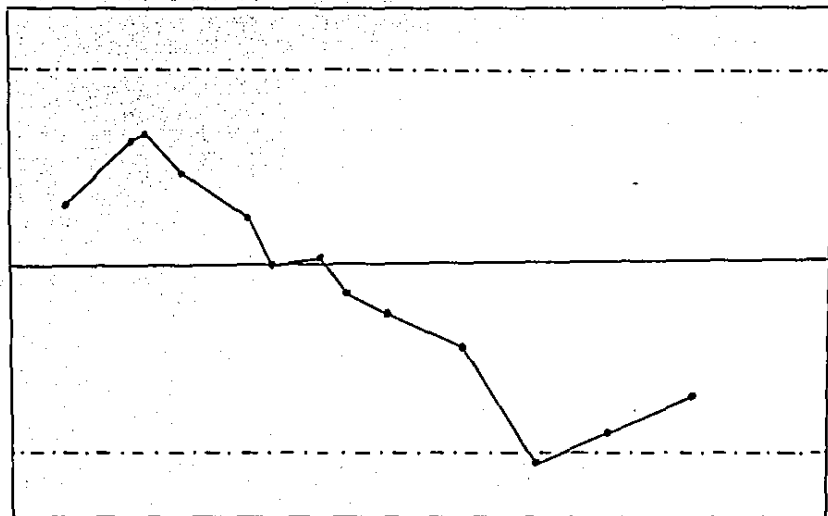
- El desarrollo del proceso ha mejorado (deberón estudiarse las causas para poder incorporar todos los cambios definitivamente).

Si siete ó más intervalos consecutivos se presentan con valores crecientes ó decrecientes, la serie recibe el nombre de "tendencia".

GRAFICA 33. PROCESO FUERA DE CONTROL (LARGA SUCESSION DE PUNTOS POR ENCIMA DEL PROMEDIO).



GRAFICA 34. PROCESO FUERA DE CONTROL (TENDENCIA DESCENDENTE).



GRAFICA DE CONTROL POR ATRIBUTOS

PLANTA COMPAÑIA ELECTRICA		a <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	c <input type="checkbox"/> u <input type="checkbox"/>	No. DE PIEZA Y NOMBRE F188-12121-A Control Coni.
DEPARTAMENTO 65	No. DE OPERACION Y NOMBRE Ensayo Funcional final			ITEM CRITICO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

PROM = .0312 LSC = .0346 LIC = .0078 TAMAÑO DE MUESTRA PROMEDIO 500
 FRECUENCIA Cada envío.

$P = 374 / 12000 = 0312$
 $LSC = b$
 $LSC = 0312 + 3\sqrt{0312 \times .9688} / \sqrt{500} = .0546$
 $LIC = 0312 - 3\sqrt{0312 \times .9688} / \sqrt{500} = .0078$

TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
RECHAZOS																																	
CANTIDAD (np, g)	12	13	19	13	9	26	18	14	17	18	16	24	11	31	16	10	16	17	20	15	8	13	12	17	14								
PORCENTAJE (p, g)	.024	.030	.038	.026	.018	.052	.036	.028	.034	.036	.032	.048	.022	.062	.032	.020	.032	.034	.040	.030	.016	.026	.024	.034	.036								
FECHA	11	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
OBSERVACIONES																																	

3.2 Identificar y corregir las causas especiales.

Cuando a través del análisis de los datos se identifican condiciones de falta de control debemos estudiar el proceso para determinar la causa. La acción correctiva deberá ser tal, que evite la repetición del problema.

Las investigaciones de las condiciones fuera de control involucren el estudio oportuno - en tiempo - de los cambios ocurridos en el proceso (si es que los hubo), que expliquen cual es la causa de dicha condición.

3.3 Recálculo de los Límites de Control.

Una vez identificadas y corregidas las causas especiales de variación, se deben de eliminar todos los puntos fuera de control para los cuales se encontraron las causas; recalcule y grafique el promedio del proceso (\bar{p}) y sus límites de control. Se debe confirmar que todos los puntos están bajo control cuando se les compare con los nuevos límites

y repetir la secuencia de identificación, corrección y recálculo si fuese necesario.

Los Límites de Control, una vez que los datos históricos muestran un desarrollo consistente dentro de dichos límites, se transforman en Límites de Control de referencia para futuros análisis.

PASO 4.- INTERPRETACION DE LA HABILIDAD DEL PROCESO.

Una vez corregidos los problemas que afectan al Control del Proceso (las causas especiales fueron identificadas, analizadas y corregidas para prevenir su repetición), la Gráfica de Control reflejará la habilidad del proceso.

4.1 Cálculo de la Habilidad del Proceso.

- Para la gráfica (p), la habilidad del proceso se refleja a través del promedio de los subgrupos, calculado en base a todos los puntos que están bajo control. Esto puede ser expresado también como el porcentaje que está dentro de las especificaciones ($1 - \bar{p}$).

del ejemplo: $p = 0.0312 = 3.12\%$

$(1 - p) = 1.0000 - 0.0312 = 96.88\%$

por lo que la habilidad de éste proceso es igual a 96.88%, es decir, es capaz de producir el 96.88% de piezas correctamente.

Sin embargo, éste valor (96.88%) no nos dice nada si no lo comparamos contra un valor objetivo ó limite.

- Para una estimación preliminar de la habilidad del proceso, se pueden utilizar los datos históricos, pero excluyendo los puntos asociados con causas especiales (puntos fuera de control).
- Para un estudio formal de la habilidad del proceso deberán buscarse nuevos datos durante 25 periodos ó más de acuerdo a las condiciones del proceso, en el que todos los puntos se encuentran bajo control. El promedio del proceso (\bar{p}), en éste caso,

es la mejor estimación de la habilidad actual del proceso.

4.2 Evaluar la Habilidad del Proceso.

- La habilidad del proceso refleja su desarrollo actual y lo que se puede esperar del mismo en la medida en que continúe bajo control y no se produzcan cambios que modifiquen su habilidad. La proporción defectuosa entre períodos variará dentro de los límites de Control, y, al menos, que se modifique el proceso ó que existan condiciones fuera de control por causas especiales, el promedio permanecerá estable.
- La habilidad del proceso (no los valores individuales de los subgrupos), en un problema determinado, debe ser evaluado en función de lo que esperábamos obtener; si tenemos presente que las mejoras que hagamos al proceso deben ser interminables, será necesario realizar nuevos análisis del proceso y tomar las correspondientes

acciones correctivas.

4.3 Corregir la Habilidad del Proceso.

Una vez que el proceso está bajo el Control Estadístico, el nivel promedio de defectos reflejará las causas que afectan a la habilidad del proceso.

Los tipos de análisis que han sido llevados a cabo en el diagnóstico de la causa especial no serán lo suficientemente efectivos en el diagnóstico de las fallas del sistema.

Es necesario generar soluciones a largo plazo para corregir las fuentes de defectos crónicos.

4.4 Graficar y analizar el proceso modificado.

Una vez adoptadas las acciones correctivas sobre las fallas del sistema, sus efectos deben manifestarse en las Gráficas de Control; éstas se transforman en un medio certero para verificar la efectividad de dichas acciones.

Al implementar cambios en el proceso debe hacerse un seguimiento cuidadoso de los datos registrados en la Gráfica de Control. Los periodos de cambio pueden ser un problema para otras operaciones, generando nuevos problemas que pueden encubrir el efecto real del cambio en el sistema.

Luego de que cualquier causa especial de variación que aparezca durante el periodo de cambio halla sido identificada y corregida, el proceso estará bajo un Control Estadístico, con un nuevo promedio del proceso (\bar{p}). Si éste nuevo promedio que refleja un rendimiento controlado es aceptable, será usado como base para los Límites de Control. Si no fuera aceptable, la investigación y corrección de fallas del sistema continuará.

3.6.3 Gráfica np para Cantidad de Unidades Defectuosas.

La gráfica np mide la cantidad de unidades defectuosas en una muestra inspeccionada. La gráfica

np es parecida a la p con la única diferencia de que se registra la cantidad de unidades defectuosas en lugar de su porcentaje en la muestra. La gráfica p y np son adecuadas para las mismas situaciones. Las instrucciones para elaborar la gráfica np son casi iguales a las de la gráfica p , con las siguientes excepciones:

PASO 1.- OBTENCION DE DATOS.

- Los tamaños de muestras inspeccionadas deben ser iguales y además lo suficientemente grandes para permitir la aparición de varios defectos en cada una de ellas. En la práctica, los tamaños de la muestra suelen ser mayores de 50.
- Tomemos que registrar y graficar el número de unidades defectuosas en cada subgrupo, (np).

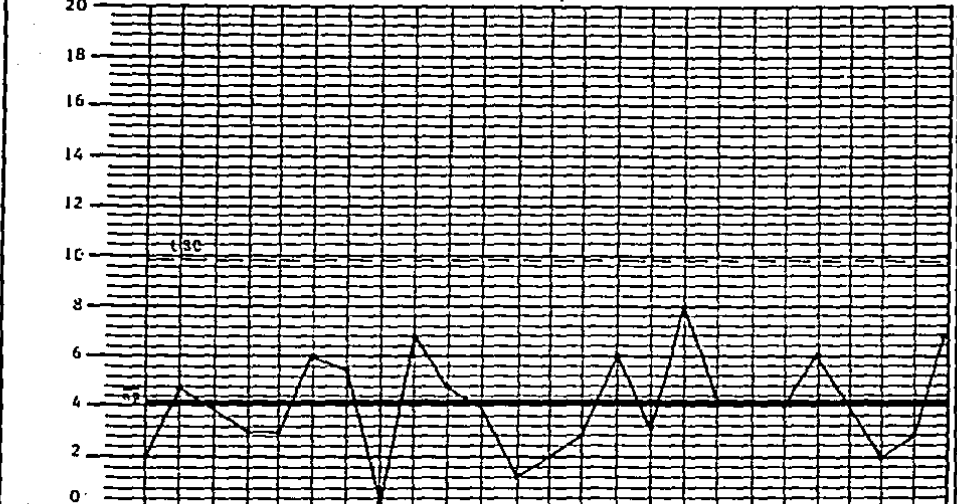
PASO 2.- CALCULO DE LOS LIMITES DE CONTROL.

- Calcular el promedio de unidades defectuosas del proceso (np):

GRAFICA DE CONTROL POR ATRIBUTOS

PLANTA FABRICANTES METALICOS	<input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d	<input type="checkbox"/> e <input type="checkbox"/> f <input type="checkbox"/> g <input type="checkbox"/> h	No. DE PIEZA Y NOMBRE E2EB-12868-AA Pieza Compu.
DEPARTAMENTO SOLDADURA	No. DE OPERACION Y NOMBRE SOLDADURA DE PUNTO-BAJOMEDIDA		ITEM CRITICO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

PROM = 4.04 LSC = 9.87 LIC = TAMAÑO DE MUESTRA PROMEDIO = 62 Sold.
 FRECUENCIA 1 Carcaza c/2 Hrs.



TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	62																									
RECHAZOS	CANTIDAD <i>n_o</i>	2	5	4	3	3	6	5	0	7	5	4	1	2	3	6	3	8	4	4	4	6	4	2	3	7
	PORCENTAJE <i>p_o</i>																									
FECHA	3-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

OBSERVACIONES

$\bar{np} = 101/25 = 4.04$

$LSC, LIC = 4.04 \pm 3 \sqrt{4.04(1 - 4.04 / 62)} = 9.87, -$

Promedio de piezas O.K. = $62 - 4.04 = 57.96$

$$np = \frac{np_1 + np_2 + \dots + np_k}{k}$$

DONDE: np_1, np_2, \dots nos representan la cantidad de unidades defectuosas en cada uno de los k grupos.

- Calcular los Límites de Control Superior e Inferior (LSC, LIC).

$$LSC_{np} = np + 3 \sqrt{np \left(1 - \frac{np}{n} \right)}$$

$$LIC_{np} = np - 3 \sqrt{np \left(1 - \frac{np}{n} \right)}$$

DONDE: n es el tamaño de la muestra.

PASO 3.- INTERPRETACION DEL PROCESO.

La interpretación del Control del Proceso en una gráfica np es igual a la descrita en la gráfica p .

PASO 4.- INTERPRETACION DE LA HABILIDAD DEL PROCESO.

La habilidad del proceso np , la cual representa el promedio de piezas defectuosas en una muestra de tamaño fijo n . Esto también puede ser expresado como porcentaje aprobado de piezas:

$$\frac{n - np}{n} \times 100$$

3.6.4 Gráfica c para Número de Defectos.

La gráfica c mide el número de defectos (discrepancias) en un lote inspeccionado (o diferencia del número de unidades discrepantes de las gráficas np). La gráfica c requiere tamaños de muestra ó tamaños de material inspeccionado constantes. Esta gráfica se aplica principalmente en los siguientes dos tipos de situaciones:

- 1.- Donde las discrepancias se distribuyen a través de un flujo más ó menos continuo del producto (defectos en un rollo de vinilo de "X" metros, burbujas en un parabrisas ó puntos con aislante delgado en un conductor), y donde se pueda expresar el promedio ó la relación de defectos (por ejemplo, el número de defectos por cada 100 metros

cuadrados de tela.

- 2.- Donde los defectos provenientes de diferentes fuentes (líneas, operaciones), puedan encontrarse en una unidad inspeccionada (los defectos en una estación de inspección de línea donde cada vehículo ó componente puede tener uno ó más defectos potenciales dentro de un patrón de variación muy amplio).

La forma de elaborar una gráfica c es similar a la gráfica p, pero con las siguientes excepciones:

PASO 1.- OBTENCION DE DEFECTOS.

- Los tamaños de muestra inspeccionada (número de unidades, área de tela, longitud de un cable, etc.), deben ser constantes, de manera que los valores graficados de c reflejen los cambios en el desarrollo de la calidad (c representa la ocurrencia de defectos).
- Se tiene que registrar y graficar el número

de defectos de cada subgrupo (c).

PASO 2.- CALCULO DE LOS LIMITES DE CONTROL.

- Calcular el número de defectos promedio del proceso (c):

$$c = \frac{c_1 + c_2 + \dots + c_k}{k}$$

DONDE: c_1, c_2, \dots representan la cantidad de defectos en cada uno de los k subgrupos.

Calcular también, los límites de Control
(LSC_c y LIC_c).

$$LSC_c = c + 3c$$

$$LIC_c = c - 3c$$

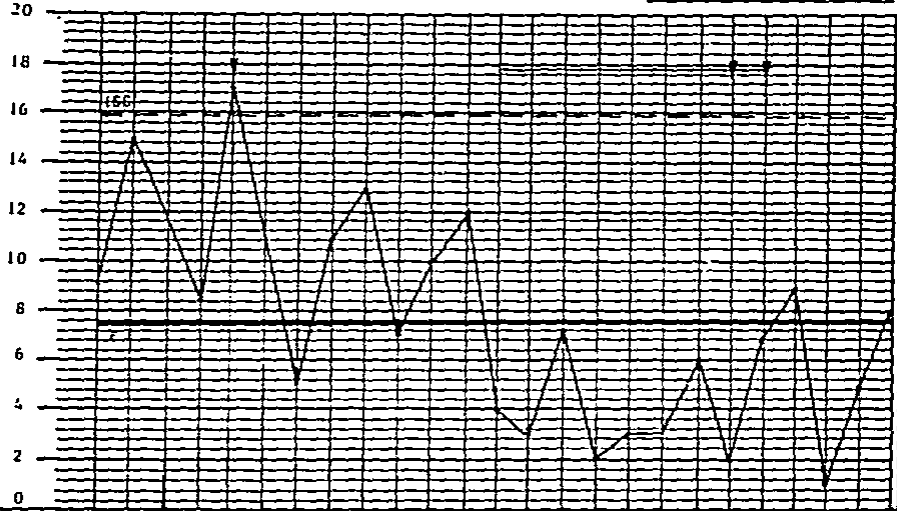
PASO 3.- INTERPRETACION DEL CONTROL DEL PROCESO.

La interpretación del Control del Proceso en una --

GRAFICA DE CONTROL POR ATRIBUTOS

PLANTA CORTE Y COSTURA		p <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> nd <input type="checkbox"/> u <input type="checkbox"/>	No DE PIEZA Y NOMBRE Tela cubierta asiento
DEPARTAMENTO Curtado	No. DE OPERACION Y NOMBRE Inspección visual-	Defectos por Rollo.	ITEM CRITICO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

PROM. 5.76 LSC 15.81 LIC = _____ TAMANO DE MUESTRA PROMEDIO Rolls
 FRECUENCIA Cada Rollo.



TAMANO DE LA MUESTRA (n)	1																													
RECHAZOS	CANTIDAD (No. c)	9	15	11	8	17	11	5	11	13	7	10	12	4	3	7	2	3	3	6	2	7	9	1	5	8				
	PORCENTAJE (No. u)																													
FECHA	11-4					11-10					11-16					11-17					11-18					11-19				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

OBSERVACIONES Cálculo de los límites de Control $\bar{c} = 189 / 25 = 7.56$
 $LSC = LIC = 7.56 + 3\sqrt{7.56} = 15.81$
 Tendencia hacia abajo o cambio durante el día 16 Nov. ¿cambio de nuevo(s) lote(s) de material por rollos? ¿nuevo inspector o procedimiento de inspección?

gráfica c es igual a la descrita en la gráfica p.

PASO 4.- INTERPRETACION DE LA HABILIDAD DEL PROCESO.

La habilidad del proceso es c , el número promedio de defectos en una muestra que tiene un tamaño fijo, n .

3.6.5 Gráfica u para Cantidad de Defectos por Unidad.

La gráfica u mide la cantidad de defectos (discrepancias por unidad de inspección en subgrupos cuyos tamaños pueden ser variables. Es similar a la gráfica c, con la diferencia de que la cantidad de defectos se expresa sobre una base unitaria. Las gráficas c y u son adecuadas para las mismas situaciones, pero deberá registrarse la gráfica u si (A) la muestra incluye más de una unidad, ó, si; (B) el tamaño de la muestra varía entre subgrupos. Las instrucciones para la elaboración de la gráfica u son similares a las de la gráfica p, desde luego, con las siguientes excepciones:

- El tamaño de la muestra puede variar entre sub-

GRAFICA DE CONTROL POR ATRIBUTOS

PLANTA	PRODUCTOS METALICOS, S.A.	P <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	No DE PIEZA Y NOMBRE ETA-RA452-AA
		PD <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	
DEPARTAMENTO CALIDAD CERTIFICADA	No. DE OPERACION Y NOMBRE Auditoria de envío.	(Todos los defectos)		ITEM CRITICO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
PROM = <u>1.89</u>		LSC = <u>3.35</u>	LIC = <u>0.43</u>	TAMAÑO DE MUESTRA PROMEDIO <u>8 Cajas</u> FRECUENCIA <u>Una vez por día.</u>

	TAMAÑO DE LA MUESTRA (n)	8	8	9	8	8	7	7	8	8	8	7	8	9	9		
RECHAZOS	CANTIDAD (n _d , c)	8	17	18	15	23	9	19	6	14	17	13	15	16	22		
	PORCENTAJE (p, c)	1.0	2.1	2.0	1.9	2.9	1.3	2.7	0.8	1.8	2.1	1.6	1.9	1.8	2.4		
	FECHA	FEBRERO		9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26

OBSERVACIONES	$\bar{p} = 212 / 112 = 1.89$
	$LSC, LIC = 1.89 \pm 3 \sqrt{1.89 / 8} = 3.35, 0.43$

grupos. El cálculo de los Límites de Control se simplifica en la medida en que la variación de los subgrupos no exceda del 25% del tamaño de la muestra promedio.

- Tenemos que registrar y graficar los defectos por unidad de cada subgrupo (u).

$$u = \frac{c}{n}$$

DONDE: c es la cantidad de defectos encontrados y n es el tamaño de la muestra (número de unidades inspeccionadas) del subgrupo. Registrar los valores de c y n en la forma 301 h.

- Hay que calcular la cantidad de defectos promedio por unidad del proceso (u).

$$u = \frac{c_1 + c_2 + \dots + c_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k}$$

DONDE: c_1, c_2, \dots y n_1, n_2, \dots representan las cantidades de defectos y tamaño de muestra de cada

uno de los k subgrupos respectivamente.

- Cálculo de los Límites de Control (LSC_u , LIC_u).

$$LSC_u = \bar{u} + 3 \frac{s}{n}$$

$$LIC_u = \bar{u} - 3 \frac{s}{n}$$

DONDE: n es el tamaño de la muestra promedio.

NOTA: Cuando el tamaño de la muestra de un subgrupo excede un 25% por encima ó por debajo del tamaño de la muestra promedio y el punto graficado correspondiente está cerca del Límite del Control del Proceso, deberán recalcularse los Límites de Control de la siguiente manera:

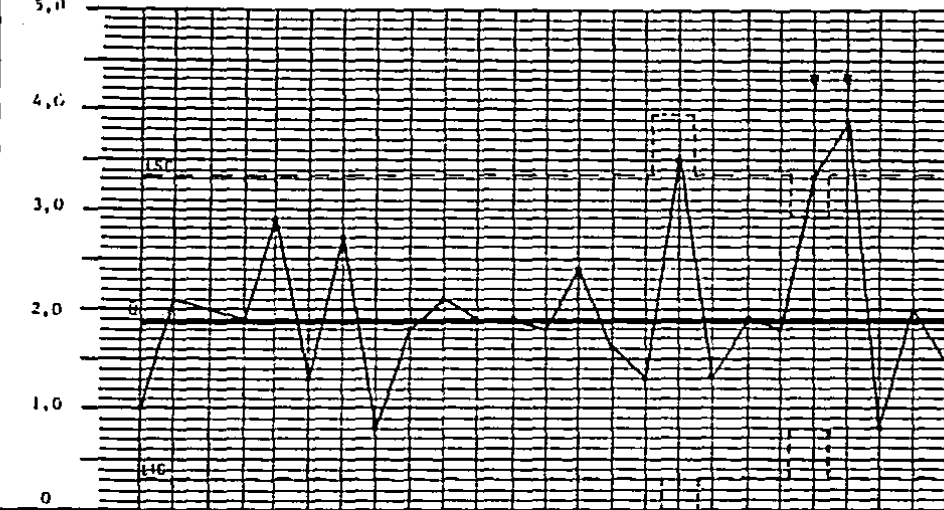
$$LSC_u \text{ ó } LIC_u = \bar{u} \pm 3 \frac{s}{n}$$

DONDE: \bar{u} es el promedio del proceso y n el tamaño de la muestra (cantidad de unidades de inspección) del subgrupo que ha sido considerado.

GRAFICA DE CONTROL POR ATRIBUTOS

PLANTA PRODUCTOS METALICOS, S. A.	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> MP	<input type="checkbox"/> C <input checked="" type="checkbox"/> U	No. DE PIEZA Y NOMBRE DITA-84552-AA No. DE OPERACION Y NOMBRE Auditoria de envío - (todos los defectos)
DEPARTAMENTO Calidad Control de Calidad			ITEM CRITICO SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>

PROM = 1.89 LSC = 3.35 LCC = 0.43 TAMANO DE MUESTRA PROMEDIO 8 cajas
 FRECUENCIA Una vez por día



	TAMANO DE LA MUESTRA (n)	8	8	9	5	8	7	7	8	8	8	7	8	9	9	8	8	4	8	12	12	16	8	4	4	8
RECHAZOS	CANTIDAD (p.p.c)	8	17	18	15	23	9	19	6	14	17	13	15	16	22	13	10	12	9	23	21	51	31	3	8	13
	PORCENTAJE (p.p.c)	10	21	20	19	29	13	27	08	18	21	19	19	18	24	16	13	35	18	19	18	32	39	08	20	15
	FECHA	F 9	E 10	R 11	R 11	E 15	R 16	R 17	O 18	R 19	O 22	R 23	R 24	R 25	R 26	M 1	A 2	R 3	R 4	Z 5	O 8	O 9	O 10	O 11	O 12	O 13

OBSERVACIONES Valores desde Feb. 9 hasta Feb. 26 usados para control continuo. A partir de Marzo 1 se han corregido los límites calculados para los días 1, 5, 8, 9, 11, 12. De los nuevos límites solo se graficaron los días 1 y 9 de Marzo. Los otros no alterarían la decisión (dentro o fuera del control). Nótese que el valor alto de Marzo 1 no fue importante, pero sí los valores de Marzo 9 y 10.

$$LSC = 1.89 + 3\sqrt{1.89} / \sqrt{8} = 1.89 + 3.05 = 4.94$$

$$LCC = 1.89 - 3\sqrt{1.89} / \sqrt{8} = 1.89 - 3.05 = -1.16$$

- La interpretación del Control del Proceso en una gráfica u es igual a la descrita en las gráficas p.
- La Habilidad del Proceso es u, el número promedio de defectos por unidad.

3.7 Diagrama de Pareto.

No todos los problemas a los que nos enfrentamos tienen la misma importancia. Algunos son más importantes que otros, la prueba la tenemos cuando solemos decir que no es posible resolver todos nuestros problemas al mismo tiempo; debemos, desde luego, asignar prioridades y resolver primero los más importantes.

En nuestro trabajo cotidiano, se nos presentan una infinidad de series de problemas que requieren de soluciones inmediatas; si deseamos saber cual es el problema, contamos con una herramienta sumamente eficaz que es el DIAGRAMA DE PARETO.

Veamos un ejemplo. En la tabla que se muestra en la siguiente página se muestran los datos sobre los

REGISTRO DE DEFECTOS.

FECHA: OCTUBRE 10, 1985; NUMERO INSPECCIONADO (N): 2165

Tipos de defectos	No. de casos (n)	% defectuoso $(\frac{n}{N} \times 100)$	% relativo de defectuosos $(\frac{n}{d} \times 100)$
Mal sellado en <u>pn</u> rabrisas.	198	9.1%	47.6%
Falta de goma en rebajo de puerta.	25	1.2%	6.0%
Mal ajuste de puerta.	103	4.8%	24.7%
Mal sellado en <u>me</u> dallón.	18	0.8%	4.3%
Mal ajuste de ca- juela	72	3.3%	17.3%
T O T A L	d = 416	19.2%	100.0%

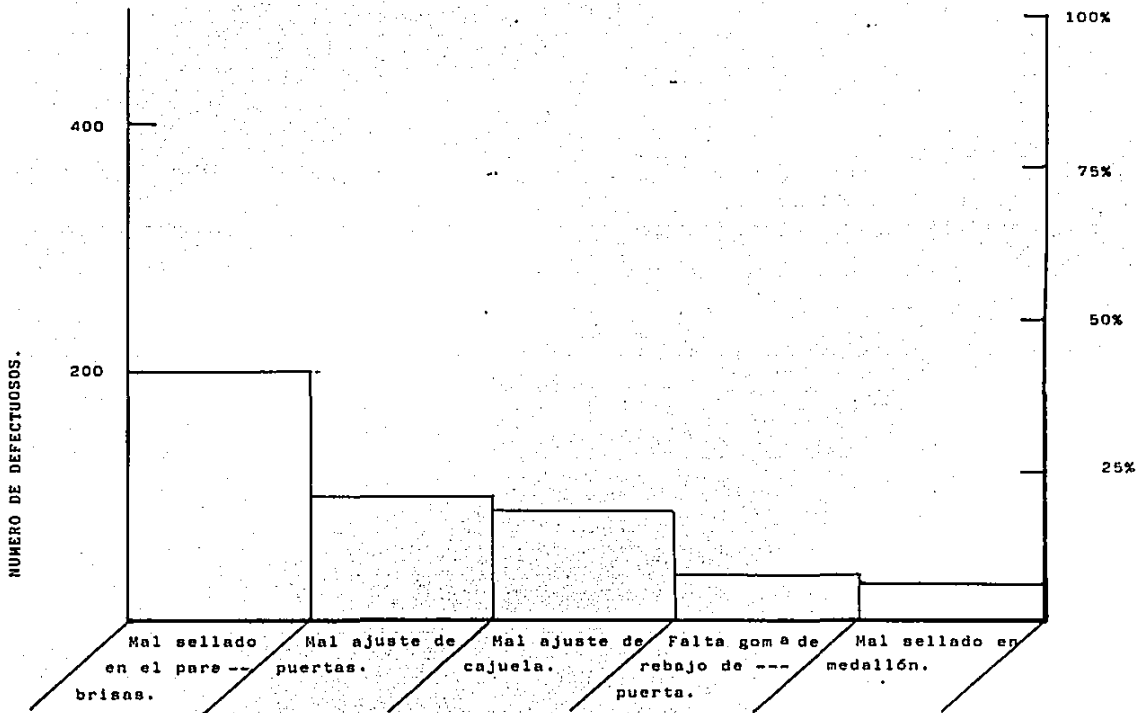
defectos encontrados en la prueba de pasos de agua.

Mientras que en la gráfica correspondiente, cada barra representa un tipo diferente de defecto (gráfica no.35). El eje horizontal indica el defecto comenzando con el principal en la izquierda hasta el de menor importancia a la derecha. El eje vertical representa el grado de defecto en términos de porcentaje. Este es un Diagrama de Pareto.

En todo fenómeno que resulte de la intervención de varias causas ó factores, ordenados en una lista de mayor a menor según la magnitud de su contribución, se encontrará que un pequeño número de causas de la lista, contribuyen a la mayor parte del efecto, mientras que la mayor parte de las causas restantes contribuyen solamente a una pequeña parte del efecto.

Un Diagrama de Pareto, indica que el problema que debemos resolver, primero en términos de su contribución al problema. En éste ejemplo, el mal sellado del parabrisas es el problema más importante, puesto que forma la barra más alta y contribuye con el 48% del efecto. El siguiente tipo de defecto en importancia (la segunda

GRAFICA 35. GRAFICA DE REGISTRO DE DEFECTOS.



barra más alta) es el mal ajuste de las puertas, el cual contribuye con el 25% del efecto.

3.7.1 Elaboración de un Diagrama de Pareto.

A continuación se describen los pasos para elaborar un Diagrama de Pareto:

PASO 1.- Elaborar una lista de todos los defectos, productos, todas las partes dañadas, etc., etc., que formarán parte de los que hemos definido como Diagrama de Pareto.

PASO 2.- Decidir el periodo de tiempo que se ilustrará en la gráfica. En otras palabras, de cual momento a cual momento cubrirá. No hay un periodo de tiempo preestablecido, de modo que es natural que el periodo varíe según la situación que se presente.

PASO 3.- Obtener el número de casos (frecuencia de ocurrencia) para cada artículo ó defecto para el periodo considerado. El total de cada artículo estará representado por la longitud de

la barra.

PASO 4.- Calcular el Porcentaje defectuoso mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Porcentaje Defectuoso} = \frac{n}{N} \times 100$$

DONDE: n = al número de casos por defecto (frecuencia de ocurrencia). Y,

DONDE: N = al tamaño de la muestra (total de casos).

El Porcentaje Defectuoso nos da información sobre la mejora que se puede obtener al solucionar un problema, en términos de porcentaje absoluto.

PASO 5.- Calcular el Porcentaje Relativo de Defectuosos. Este porcentaje nos da información de cuanto se puede mejorar al solucionar un problema dentro de la "dimensión crítica"; para el ejemplo: la luz de cortesía no funciona, contribuye con

un 37.39% a la dimensión crítica "fallas eléctricas". El cálculo del porcentaje relativo se efectúa de la siguiente forma:

$$\text{Porcentaje Relativo} = \frac{n}{d} \times 100$$

DONDE: n = al número de casos por defecto; y
d = al número de casos defectuosos de dimensión crítica considerada.

PASO 6.- Calcular el Porcentaje Relativo Acumulado. Este porcentaje nos da la información de los defectos considerados en nuestra dimensión crítica. Se calcula sumando el porcentaje relativo de defectuosos. Para el ejemplo, al llegar al problema del claxon que no funciona, se cubre el 80.86% de nuestra dimensión crítica. Ver el cuadro de la siguiente página.

PASO 7.- Trazar los ejes horizontales y verticales en un papel para gráficos y marcar en el eje vertical la escala que representará el número de defectuosos y el porcentaje.

REGISTRO DE DEFECTOS.

DIMENSION CRITICA: FALLAS ELECTRICAS

PASO 2

$$\text{PASO 4 } \% \text{ def.} = \frac{43}{500} \times 100 = 8.6$$

PERIODO: De Octubre 9, 1985 a Octubre 10, 1985. Número Inspeccionado: N = 500

Lista de defectos.	Número de casas (n).	Porcentaje Defectuoso.	Porcentaje Relativo de Defectuosos.	Porcentaje Relativo Acumulado.
- Luz de cortesía no funciona.	43	8.6%	37.39%	37.39%
- Luz de frenos no funciona.	30	6.0%	28.08%	63.47%
- Claxón no opera	20	4.0%	17.39%	80.86%
- Luz de tablero de instrumentos.	10	2.0%	8.60%	89.86%
- Alternador no opera.	9	1.8%	7.82%	97.37%
- Otros	3	0.6%	2.60%	99.90%
T O T A L				d = 115
		23.0%	23.0%	

PASO 6

$$37.39 + 26.08 = 63.47$$

PASO 1PASO 3

$$\text{PASO 5 } \% \text{ Rel.} = \frac{3}{115} \times 100 = 2.60$$

PASO 8.- En el eje horizontal, anotar primero el defecto ó artículo más importante, y así sucesivamente, de modo que el artículo defectuoso principal quede en el extremo izquierdo.

PASO 9.- Trazar barras. El alto de la barra representa el número de casos ó frecuencia de ocurrencia de un defecto ó un artículo y debe corresponder al valor indicado en la línea vertical. Hay que hacer las barras del mismo ancho de manera que cada una quede en contacto con la siguiente. En caso de dejar espacio entre barras, éstos deben ser siempre iguales. Trazar los porcentajes relativos acumulados, calculados en el registro de defectos.

PASO 10.- Poner títulos a la gráfica y anotar en forma breve el origen de los datos en que se baso para hacerse.

3.7.2 Interpretación de un Diagrama de Pareto.

El objeto de analizar un Diagrama de Pareto es identificar cuales son los principales problemas que

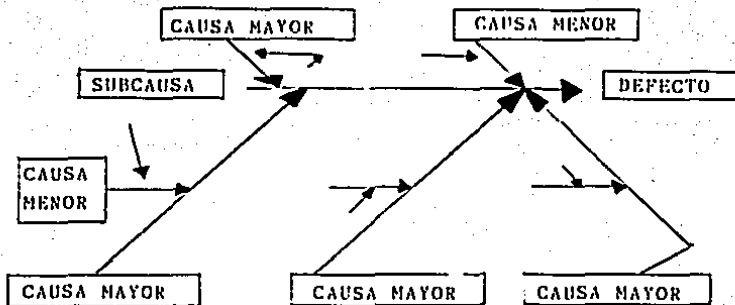
afectan a nuestro proceso y en que medida lo hacen, y en función de esto, establecer un orden de importancia.

Esto nos permitirá establecer y tener un mejor aprovechamiento de las cosas, es decir, de nuestros recursos al solucionar los problemas más importantes.

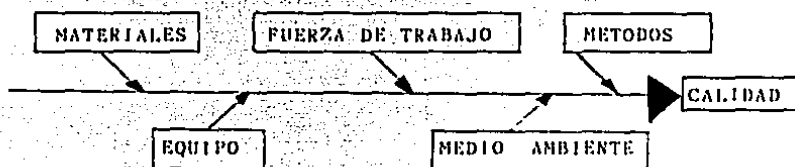
3.8 Diagrama Causa - Efecto.

El Diagrama de Ishikawa es una de las técnicas de análisis causa - efecto para la solución de problemas: de ahí que se le llame también Diagrama de Causa - Efecto.

Por su forma, recibe el nombre de espina de pescado ó esqueleto de pescado, en el cual la espina dorsal ó central constituye el camino que nos lleva a la cabeza de pescado, que es donde colocamos el problema, defecto ó situación que queremos analizar y las espinas (ó flechas) que la rodean, indican las causas y subcausas que contribuyen al defecto, problema ó situación.



Comunmente, el Diagrama Causa - Efecto, permite analizar los factores que intervienen en la calidad de un producto, a través de una relación causa - efecto. Los factores que pueden considerarse para dicho análisis se ilustran a continuación:



3.8.1 Importancia de un Diagrama Causa - Efecto.

Los Diagramas Causa - Efecto se trazan para ilustrar con claridad las diversas causas que afectan un resultado, clasificándolas y relacionándolas. Un buen Diagrama Causa - Efecto, es el que logra el objetivo de encontrar la causa de dispersión. El uso de los diagramas de causa - efecto proporcionan muchos beneficios, algunos de ellos se mencionan a continuación.

3.8.1.1 Un Diagrama Causa - Efecto enseña.

Si un Diagrama Causa - Efecto puede -- trazarse en su totalidad, significa que las personas que lo elaboraron conocen bastante acerca del proceso de producción. Por otra parte, entre más se conozca el proceso de producción. Por otra parte, entre más se conozca el proceso, más fácilmente se analizará el problema.

3.8.1.3 Un Diagrama Causa - Efecto es una guía para la discusión.

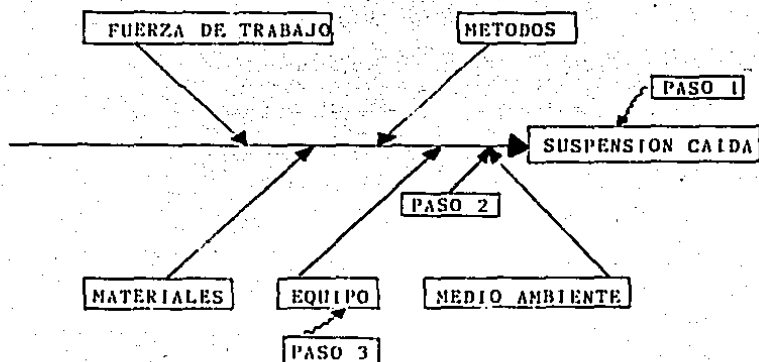
Una discusión no puede tener un fin cuando los que la sostienen se desvían del tema. Cuando un Diagrama Causa - Efecto sirve de foco para la discusión todo el mundo conocerá el tema y sabrán que tan avanzados se encuentran. Así se llega de manera más rápida a la conclusión sobre la acción que se debe tomar.

3.8.1.4 Un Diagrama Causa - Efecto puede utilizarse para analizar cualquier problema.

Debido a que ésta clase de diagramas ilustran la relación entre las causas y el efecto de una manera racional, puede ser utilizado para analizar

problemas de calidad y productividad, seguridad, desempeño del personal, etc., etc.

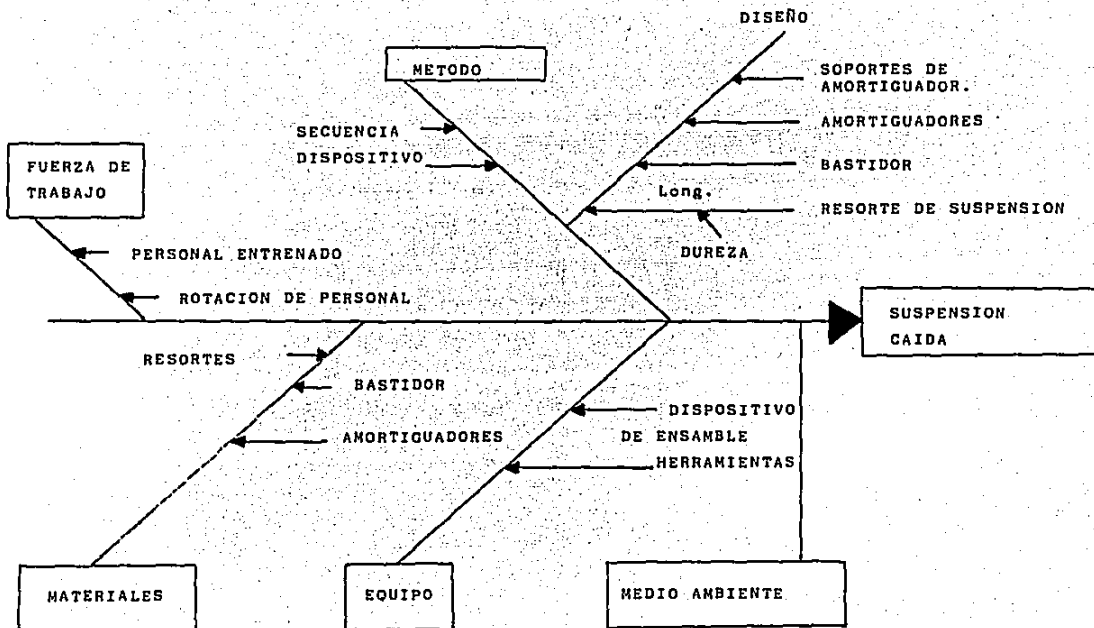
3.8.2 Elaboración de un Diagrama Causa - Efecto.



Los factores relacionados con problemas de calidad en las plantas son innumerables. El Diagrama de Causa - Efecto nos ayuda a clarificar las causas de dispersión y a organizar sus relaciones. A continuación se describen los pasos para elaborar un Diagrama de Causa - Efecto:

PASO 4

GRAFICA 36. ELABORACION DEL PASO 4 DEL DIAGRAMA CAUSA / EFECTO.



PASO 1.- Decidir la característica de calidad que se desee mejorar y controlar.

PASO 2.- Trazar una flecha gruesa dirigida hacia la derecha y escribir las características de calidad a controlar.

PASO 3.- Anotar los factores principales que puedan estar causando el defecto usando para esto flechas - rama dirigidas hacia la flecha principal. Se recomienda agrupar los factores principales que causen la dispersión en los siguientes grupos: la materia prima (materiales), el equipo (máquinas, herramientas), medio ambiente (condiciones climatológicas), métodos de trabajo (procesos) y fuerza de trabajo (operarios, inspectores).

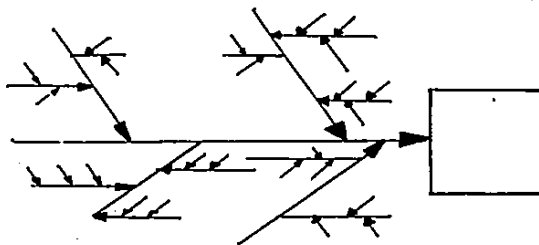
PASO 4.- Sobre cada uno de los factores - rama, anotar los factores detallados que pudiesen considerarse como causas. Estos factores se verán como varitas. Y dentro de cada una de ellas, anotar los factores aún más detallados, haciendo las varas mucho más pequeñas.

PASO 5.- Para finalizar, se debe verificar que todos los motivos que puedan causar dispersión estén incluidos en el diagrama. En caso de que así sea, y de que las relaciones causa - efecto estén ilustradas en forma adecuada, el diagrama estará completo.

3.8.3 Interpretación de un Diagrama Causa - Efecto.

El objetivo fundamental de un Diagrama Causa - Efecto, como ya se ha dicho anteriormente, es el de detectar las causas de dispersión en las características de calidad y en que medida afectan al proceso. En algunos casos, una causa suele derivarse de numerosos elementos complejos, y si no se tiene el suficiente cuidado al relacionarlos y clasificarlos, el Diagrama Causa - Efecto puede resultar demasiado complejo y complicado, como por ejemplo, el que se muestra en la gráfica no. 37.

Así mismo, si un diagrama solo reúne cinco ó seis causas, aún teniendo y representando una forma correcta, no podrá considerarse como un diagrama satisfactorio.



GRAFICA 37. INTERPRETACION DE UN DIAGRAMA CAUSA - EFECTO.

Una vez que se determine la causa más probable de un problema, se verifica el campo. Si esa no fue la causa real, tenemos que revisar de nuevo con todo detalle su análisis (y, de ser necesario, reconstruirlo), y repetir el proceso de verificación hasta que se solucione el problema.

Durante este proceso, es conveniente tomar en consideración todos los siguientes puntos.

- No se debe tomar ninguna acción hasta estar seguro de que esa es la causa más probable de dispersión. Puede suceder que una de las causas de la dispersión que hemos detectado sea el equipo; sin embargo, como se ha visto, las máquinas tienen su variación natural en su funcionamiento y si realizamos algún ajuste, es posible que estemos encubriendo la verdadera causa.
- No se deben tomar acciones sobre varias causas al mismo tiempo. Cuando se han detectado las posibles causas de dispersión es importante tomar acciones de una en una a la vez. Esto nos permitirá conocer exactamente cual de ellas provocó

la mayor dispersión y en que medida; dicho de otra forma, cuando el problema se presente nuevamente, no sabremos cual fue la verdadera causa y, por lo tanto, nos será imposible solucionarlo tan rápidamente como se requiera.

Así pues, tanto el Diagrama de Pareto como el Diagrama de Ishikawa, son métodos simples, fáciles de entender y efectivos. Simplifican grandemente el análisis y mejoran la solución de cada problema; además ayudan a visualizar mejor las situaciones problemáticas y, por sus mismas características, facilitan de una manera enorme el que sean entendidas por otras personas que no están directamente relacionadas con ellas.

4. APENDICE.

4.1 Gráficas \bar{X} - R.

4.1.1 Gráficas de Medianas y Lecturas Individuales.

4.1.2 Gráficas por Atributos.

4.1.3 Areas bajo la curva normal.

4.2 Glosario de Términos y Símbolos.

4.2.1 Términos utilizados en éste Seminario de Investigación.

4.2.2 Símbolos utilizados en ésta guía.

4. APENDICE

4.1 Gráficas \bar{x} - R.

Observaciones en Gráfica de gráfica de rangos (R)
 In muestra de t_n de Prom. (\bar{x})
 maño (n)

	Factores p/ra los límítes de cont.	Divisores p/ desv. estándar.	Factores p/ límites de control.	
	A_2	d_2	D_3	D_4
2	1.800	1.128	--	3-267
3	1.023	1.693	--	2.574
4	0.729	2.059	--	2.282
5	0.577	2.326	--	2.114
6	0.483	2.534	--	2.004
7	0.419	2.704	0.076	1.924
8	0.373	2.847	0.136	1.864
9	0.337	2.970	0.184	1.816
10	0.308	3.078	0.223	1.777
11	0.285	3.173	0.256	1.744
12	0.266	3.258	0.283	1.717
13	0.249	3.336	0.307	1.693
14	0.235	3.407	0.328	1.672
15	0.223	3.472	0.347	1.653
16	0.212	3.532	0.363	1.637
17	0.203	3.588	0.378	1.622
18	0.194	3.640	0.391	1.608
19	0.187	3.689	0.403	1.597
20	0.180	3.735	0.415	1.585
21	0.173	3.778	0.425	1.575
22	0.167	3.819	0.434	1.566
23	0.162	3.858	0.443	1.557
24	0.157	3.858	0.451	1.548
25	0.153	3.931	0.459	1.541

4.1.1. Gráficas de medianas y lecturas individuales

G R A F I C A S D E M E D I A N A S				
Observaciones en la muestra de tamaño n.	Gráf. de med (X)	Gráficas de rangos (R)		
	Factores para los límites de control.	Factores p/estimar desviación estándar	factores p/los límites de control	
	A	d ₂	D ₃	D ₄
2	1.880	1.128	---	3.267
3	1.187	1.693	---	3.267
4	0.796	2.059	---	2.282
5	0.691	2.326	---	2.114
6	0.548	2.534	---	2.004
7	0.508	2.704	0.076	1.924
8	0.433	2.847	0.136	1.864
9	0.412	2.970	0.184	1.816
10	0.362	3.078	0.223	1.777

GRAFICAS DE LECTURAS INDIVIDUALES

Gráfica de
 Lecturas in-
 dividuales.

(X)

Gráfica de Rangos (R)

Factores p/los
 límites de con-
 trol.

Factores P/ en-
 timar la desvia-
 ción estándar.

Factores p/los
 límites de con-
 trol.

n	E_2	d_2	D_3	D_4
2	2.660	1.128	----	3.267
3	1.772	1.693	----	2.574
4	1.457	2.059	----	2.282
5	1.290	2.326	----	2.114
6	1.184	2.534	----	2.004
7	1.109	2.704	0.076	1.924
8	1.054	2.847	0.136	1.864
9	1.010	2.970	0.184	1.816
10	0.975	3.078	0.223	1.777

4.1.2 Gráficas por Atributos.

Gráfica p para Proporción Defectuosa y muestra de tamaño no necesariamente constante:

$$LSC_p, LIC_p = \bar{p} \pm \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}}$$

Gráfica np para Cantidad de Defectuosos y muestras de tamaño constante:

$$LSC_{np}, LIC_{np} = \bar{n}\bar{p} \pm 3\sqrt{\bar{n}\bar{p}(1-\bar{n}\bar{p}/n)}$$

Gráfica c para Cantidad de Defectos y muestras de tamaño constante:

$$LSC_c, LIC_c = \bar{c} \pm 3\sqrt{\bar{c}}$$

Gráfica u para Cantidad de Defectos por Unidad y muestras de tamaño no necesariamente constantes:

$$LSC_u, LIC_u = \bar{u} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{\bar{n}}}$$

4.1.3 Area bajo la curva normal.

P_z = Proporción del resultado del proceso fuera del límite especificado.
 (Para un proceso que está bajo control estadístico y normalmente distribuido).

z	AREA BAJO LA CURVA NORMAL									
	x.x0	x.x1	x.x2	x.x3	x.x4	x.x5	x.x6	x.x7	x.x8	x.x9
4.0	.00003									
3.9	.00005	.00005	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00003	.00003
3.8	.00007	.00007	.00007	.00006	.00006	.00006	.00006	.00005	.00005	.00005
3.7	.00011	.00010	.00010	.00010	.00009	.00009	.00008	.00008	.00008	.00008
3.6	.00016	.00015	.00015	.00014	.00014	.00013	.00013	.00012	.00012	.00011
3.5	.00023	.00022	.00022	.00021	.00020	.00019	.00019	.00018	.00017	.00017
3.4	.00034	.00032	.00031	.00030	.00029	.00028	.00027	.00026	.00025	.00024
3.3	.00048	.00047	.00045	.00043	.00042	.00040	.00039	.00038	.00036	.00035
3.2	.00069	.00066	.00064	.00062	.00060	.00058	.00056	.00054	.00052	.00050
3.1	.00097	.00094	.00090	.00087	.00084	.00082	.00079	.00076	.00074	.00071
3.0	.00135	.00131	.00126	.00122	.00118	.00114	.00111	.00107	.00104	.00100

... Continuación.

2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985

... Continuación.

1.1	.1367	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2327	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4386	.4247
0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641

4.2 Glosario de Términos y Símbolos.

4.2.1 Términos utilizados en éste Seminario de Investigación.

ATRIBUTOS.- Son datos cualitativos que pueden ser contados para su registro y análisis. Como por ejemplo, se pueden tener las características tales como la presencia ó no de una etiqueta y la instalación ó no de todos los tornillos requeridos. Otros ejemplos, pueden ser las características que son medibles (que pueden ser tratadas como variables), pero donde los resultados son registrados con un sí ó no cumple, tales como la aceptación de un diámetro de flecha cuando se mide con un calibrador pasa / no pasa. Cartas p, np, c y u son usadas para atributos.

CAUSA COMUN.- Es una fuente de variación que siempre está presente; es parte de la variación normal inherente al proceso mismo. Su origen puede usualmente ser registrado y rastreado hasta un elemento del sistema, el cual solo la gerencia puede corregir.

CAUSA ESPECIAL.- Es una fuente de variación que es inter-

mitente, impredecible e inestable; algunas veces llamada causa asignable. Está señalada por un punto fuera de los límites de Control, ó por tendencias u otros patrones de puntos no casuales dentro de los límites de Control.

CONSECUTIVAS.- Son piezas sucesivamente, son la base para seleccionar las muestras en los subgrupos.

CONTROL ESTADÍSTICO.- Es la condición que describe un proceso en el cual todas las causas especiales de variación han sido eliminadas y solamente permanecen las causas comunes; ésto se evidencia en la Gráfica de Control por la ausencia de puntos fuera de los límites de Control y por la ausencia de patrones no causales ó tendencias dentro de los límites de Control.

DEFICIT.- Saldo negativo que se produce cuando los egresos superan a los ingresos. En la Administración Pública, es la parte que falta para levantar las cargas del Estado, reunidas todas las cantidades destinadas a cubrirlos.

DESVIACION ESTANDAR.- Es una medida de la dispersión de

la producción del proceso ó de la dispersión de una muestra estadística tomada del proceso (por ejemplo, de promedios de subgrupos); se denota por la letra griega σ , que es llamada sigma.

DEVALUACION.- Es la acción y el efecto de devaluar. Es la consagración legal de la depreciación. Cuando ha descendido el valor del papel moneda (generalmente, por emisiones excesivas), el Estado dispone la disminución del equivalente metálico de la unidad monetaria, para adaptarlo a aquella depreciación. En los actuales sistemas de inconvención y curso forzoso, ha dejado de aplicarse la devaluación en el sentido estricto. En cambio, se da ese nombre a la baja del valor de una determinada moneda, respecto a las divisas de otras naciones, determinada por la ley. Sus efectos son de fundamental importancia: el exportador - recibiendo el mismo precio que antes de la devaluación - lo convierte en mayor cantidad de moneda nacional, lo que alienta a las exportaciones, aunque encarece los saldos no exportados que se consumen en el País; el importador debe pagar más unidades devaluadas por el mismo precio en moneda extranjera, contrayéndose así las importaciones; al ser más costosas las materias primas y otros bienes intermedios importados,

suben los costos internos de productos manufacturados. La experiencia muestra que, en caso de devaluación, se produce un relativo descenso en el precio en divisas de los bienes exportados, pero es indudable que el aliciente a la exportación como desaliento a la importación provoca un reajuste en el caso de balanzas de pagos deficitarias, siempre que en los países ligados comercialmente con el que devaluó, no se tomen las medidas que contrarresten los efectos indicados.

DISCREPANCIAS.- Son ocurrencias específicas de una condición, las cuales no cumplen especificaciones u otro estándar de inspección; algunas veces son llamados defectos. Una parte individual discrepante puede tener más de una discrepancia (por ejemplo, una puerta puede tener diferentes abolladuras; una prueba funcional de un carburador puede revelar un gran número de discrepancias). Las gráficas c y u se utilizan para analizar los sistemas que producen severas discrepancias.

DISTRIBUCION.- Es la forma de describir los resultados de un sistema de variación por causas comunes, en la cual el comportamiento de los valores individuales no es predecible pero, cuyos resultados como conjunto tienen un

patrón que puede ser descrito por su ubicación.

DISTRIBUCION BINOMINAL.- Es una distribución de probabilidades para atributos que se aplica en el caso de las unidades defectuosas y sobre la cual se basan las gráficas p y np .

DISTRIBUCION NORMAL.- Es una distribución por variables, simétrica y con forma de campana que subyace en las gráficas de control por variables. Cuando los datos se distribuyen normalmente, alrededor del 68.26% de las mediciones individuales estarán comprendidas entre más ó menos una desviación estándar de la media; alrededor del 95.44% entre más ó menos dos desviaciones estándar; y alrededor del 99.73% entre más ó menos tres desviaciones estándar de la media. Estos porcentajes son la base para los Límites de Control y el análisis de las Gráficas de Control (dado que los promedios de los subgrupos se distribuyen normalmente a pesar de que no se distribuya así en la población), y para la toma de decisiones sobre habilidad (dado que los resultados de muchos procesos industriales siguen la distribución normal estándar en el apéndice 4.1.3 que es la Gráfica por Atributos.

DISTRIBUCION DE POISSON.- Es una distribución de probabilidades para atributos que se aplica a los defectos y que subyace en las gráficas c y u.

ESPECIFICACION.- Es el requerimiento de Ingeniería que permite juzgar la aceptación de una característica en particular. Se selecciona de acuerdo a los requerimientos funcionales del producto ó del cliente, una especificación puede ser consistente ó no, con la habilidad demostrada durante el proceso (si no lo es, seguramente partes de fabricación fuera de especificación serán fabricadas). Una especificación no debe ser confundida con un Límite de Control.

ESTABILIDAD.- Es la ausencia de causas especiales de variación, ó sea, la propiedad de estar bajo el Control Estadístico.

ESTRATEGIA.- Es el arte de dirigir ó combinar ciertas operaciones cuando deben oponerse a las operaciones adversas.

ESTADISTICO.- Es un valor basado ó calculado con los datos de un muestreo (por ejemplo, rangos ó promedios de subgrupos, usado para hacer un análisis sobre el proceso

que produjo los datos.

ESTRATIFICACION.- Es la selección de muestras de manera que cada subgrupo contenga datos provenientes de dos ó más flujos de proceso con diferentes características de desarrollo.

FALLAS LOCALIZADAS.- Es una fuente de variación asociada al operador, a la máquina, etc., que puede ser solucionada por el operador mismo, el supervisor ó el personal de servicio de la planta. Es una condición asociada a la forma en que el proceso es operado, más que al diseño y construcción del mismo y se identifica generalmente con una causa especial de variación en la Gráfica de Control. Las fallas localizadas constituyen el 15% aproximadamente de los problemas de calidad de manufactura.

FALLAS DEL SISTEMA.- Es una fuente de generación de variación que es característica de varias operaciones, máquinas, etc., constante a través del tiempo y requiere de la acción de la gerencia para su corrección. Es una condición asociada al diseño y construcción del proceso, más que a la forma en que es operado; siendo ésta última una parte de las causas más comunes de variación. Las

fallas del sistema constituyen el 85% aproximadamente de los problemas de calidad de manufactura, como se puede apreciar en la definición de fallas localizadas.

FLUJO DEL PROCESO.- Es el flujo de resultados a través de un conjunto de estaciones y condiciones de proceso.

Un flujo de proceso se divide - se transforma en varios flujos de proceso - cuando hay elementos de proceso paralelos (por ejemplo, husillos múltiples, matrices de múltiples cavidades, varios operadores haciendo la misma operación, varios lotes de materia prima diferente).

GRAFICA DE CONTROL.- Es una representación gráfica de una característica de un proceso, mostrando valores graficados de algún estadístico obtenido de esa característica, y uno ó dos límites de Control. Tiene principalmente dos usos básicos: como un juicio para determinar si el proceso estuvo dentro del control, y como una ayuda para lograr y mantener el Control Estadístico.

HABILIDAD.- Puede ser determinada solamente después de que el proceso esté en Control Estadístico. Cuando el promedio del proceso calculado tomando como base las lecturas individuales ± 3 desviaciones estándar está localizado dentro de los límites especificados (datos por variables),

ó cuando al menos el 99.73% de los resultados individuales obtenidos estén dentro de las especificaciones (datos por atributos) se dice que el proceso es hábil.

Sin embargo, los esfuerzos para mejorar la habilidad deben continuar, siguiendo el concepto de operación hacia una mejoría continua de la calidad y de la productividad.

HOLISTICO.- Doctrina contemporánea del filósofo sudafricano J. C. Smuts, según la cual no está constituida por cosas que tengan límites definidos, sino como una totalidad de campos de acción que se interfieren. La cosa rígida y cerrada, lo mismo que el concepto delimitado son puramente abstracciones. Las ideas, las cosas, los seres, las personas, tienen como fuerza física, sus campos, sin los cuales su actividad resultaría imposible. Todas las cosas rebasan sus propios límites estructurales; hay en ellas una tendencia de ir más allá de sí mismas. El todo es un movimiento cósmico en que la realidad recorre diferentes órdenes del ser conservando su continuidad.

INDOLE.- Condición e inclinación natural propia de cada uno. Naturaleza, calidad y condición de las cosas.

INFLACION.- Creación de dinero no respaldado por reser-

vas; modernamente, exceso de circulante en término de bienes ó servicios disponibles.

INSUMOS.- Son todos los recursos con los que cuenta una organización.

LECTURA INDIVIDUAL.- Es la medición de una sola característica.

LIMITE DE CONTROL.- Es una línea ó líneas de una gráfica de control usada como base para juzgar el significado de la variación de subgrupo a subgrupo. La variación fuera del límite de control es evidencia que causas especiales están afectando al proceso. Los límites de control es evidencia que causas especiales están afectando al proceso. Los límites de control son calculados a partir de los datos del proceso y no deben ser confundidos con los límites especificados por la Ingeniería.

LÍNEA CENTRAL.- Es la línea que representa el valor promedio ó mediana de las mediciones indicadas en una gráfica de control. Generalmente, se indica con una línea continua.

MANUAL.- El objeto de los manuales es el de proporcionar elementos útiles al organizador y al administrador con el objeto de ayudarlo a visualizar la estructura general de una empresa. Muestra los aspectos más importantes de la estructura incluyendo canales de supervisión, grado de autoridad, rutas de comunicación y relaciones. Podemos dividirlos en generales, que son los relativos a toda la empresa y complementarios, los relativos a una sola sección, departamento ó función específica.

NEDIA.- Es el promedio de los valores de un grupo de mediciones.

MEDIANA.- Es el valor central de un grupo de mediciones cuando en uno mismo está ordenado de menor a mayor. Si la cantidad de valores es par, por convención la mediana es el promedio de los dos valores centrales. Es una medición de posición en una distribución y se utiliza como línea central en las gráficas de medianas. Las medianas son identificadas a través de un tilde (\sim) sobre el símbolo de los valores individuales, por ejemplo, \tilde{X} es la mediana de un subgrupo; \bar{X} es la mediana del proceso y \tilde{R} es la mediana del rango.

MUESTRA.- Es uno ó más eventos ó mediciones individuales seleccionados de la producción de un proceso.

MUESTRA ALEATORIA.- Muestras elegidas de manera tal que cualquier ítem resultante del proceso tiene igual probabilidad de ser elegidos, sin importar ningún tipo de ordenamiento existente como la secuencia de producción.

NATURALEZA.- Es la esencia y propiedad características de cada ser. Es el conjunto de todas las entidades que componen el universo. Es la calidad ó propiedad y disposición de las cosas y de los negocios y dependencias.

Instinto ó inclinación de las cosas, con que pretenden su conservación ó aumento.

NORMA.- Son las que indican los comportamientos, actitudes o creencias en particular a los que debe apegarse la gente. Cuando en un grupo ha quedado entendido que nadie producirá más de mil piezas con revestido metálico al día, aunque la administración ordene que se produzcan mil quinientas, existe una norma. Una norma puede medirse, la gente puede entenderla claramente y es alcanzable.

PARTES DISCREPANTES.- Son aquellas que no cumplen con una especificación u otro estándar de inspección; algunas veces llamadas partes defectuosas. Las gráficas p y np son utilizadas para analizar sistemas que producen partes discrepantes.

POLITICAS.- Identifican las partes ó parte del medio ambiente que se deben tratar. Después prescriben un curso de acción general para lograr una meta u objetivo mientras se trata con dicho submedio del ambiente. Es una regla fundamental que sirve como guía para reflexionar y actuar. Constituye el conglomerado del plan de control de cualquier entidad. Política es la estructura fundamental donde otros controles se engranan y pueden desarrollarse y mantenerse. Estas normas afectan directa ó indirectamente a todos los individuos ó actividades de una empresa, pues son el conjunto de reglas que les guían.

PROCEDIMIENTOS.- Son el resultado de un planeamiento cuidadoso; con el patrón prefijado que se ha de seguir. Puede enlazar actividades que se refieran a la maquinaria, a los individuos y a los registros. En tanto prescriban, la secuencia y la forma en que cada actividad ha de ser realizada constituyen un elemento de control.

Los procedimientos traducen las políticas a un lenguaje administrativo detallado.

PROCESO.- Es la combinación de mano de obra, maquinaria y equipo, materia prima, métodos y medio ambiente que producen un producto ó un servicio dado.

PROMEDIO.- Es la suma de los valores de las mediciones dividida por la cantidad (tamaño de la muestra) de mediciones y se indica con una barra sobre el símbolo de los valores que son promediados.

RANGO.- Es la diferencia entre el mayor y el menor valor de un subgrupo. El rango esperado se incrementa con el tamaño de la muestra y con la desviación estándar de acuerdo a la relación: $\text{sigma testada} = R / d_2$.

REGLAS.- Al desarrollarse una organización, es inevitable el desarrollo de reglas. Algunas se presentan formalmente por escrito y se distribuyen en toda la organización; otras se distribuyen informalmente, surgiendo muchas veces en prácticas pasadas que pasan a ser aceptadas de manera general. Sin importar su origen, pueden influir de diversas maneras en la comunicación. Una de ellas es estable-

ciendo reglamentos sobre con quien debe ó puede comunicarse con un individuo (canales), otra es influyendo en el contenido de los mensajes, y una tercera es estableciendo la forma en que las comunicaciones deben llevarse a cabo: por carta, llenando una forma impresa, verbalmente, etc., etc. A menudo, los reglamentos también especifican el código que debe emplearse.

ROL.- Es el papel ó posición que desempeñan los individuos en la sociedad.

SERIES.- Sucesión de puntos que presentan una característica en particular, tal como puntos por encima del proceso ó puntos de valor decreciente. Cuando solo se presentan causas comunes de variación, se puede predecir el comportamiento de las series típicas dentro de ciertos límites. El alejamiento de éste patrón de comportamiento aleatorio es evidencia de la existencia de causas especiales de variación.

SIGNA (σ).- Es la letra griega utilizada para designar a la desviación estándar.

SISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS.- Es un método para admi-

nistrar la operación de un proceso basado en la retroalimentación, que incluye la obtención de información del proceso y sus resultados, y la utilización de dicha información para modificarlo ó ajustarlo según la necesidad. El uso de técnicas estadísticas tales como las Gráficas de Control en la interpretación de la información del proceso, es la clave para un Sistema de Control de Proceso exitoso.

SUBGRUPO.- Es una cantidad de valores muestrales elegidos de manera tal para ser representativos del proceso, en un período ó momento en el tiempo en particular, y que se analizan en conjunto (para mayor información ver subgrupo racional).

SUBGRUPO RACIONAL.- Son subgrupos elegidos de manera que la variación dentro de los mismos sea la menor posible resultante del proceso (representa la variación por causas comunes), de manera tal, que cualquier cambio en el desarrollo del proceso (causas especiales) aparecerá como diferencia entre los subgrupos. Los subgrupos racionales son generalmente determinados en base a piezas consecutivas, a pesar de que a veces se utilizan muestras aleatorias ó estratificadas en forma intencional.

VARIABLES.- Son aquellas características de una parte que pueden ser medidas. Como ejemplos, se tiene la longitud en milímetros, la resistencia en ohms, el esfuerzo de cierre de una puerta en kilogramos y el par de apriete de un tornillo en Newton - metro. (Ver también Atributos).

4.2.2 Símbolos utilizados en ésta guía.

A_2 - Es un factor de multiplicación de \bar{R} utilizado para calcular los Límites de Control de la Gráfica de Promedios y tabulado en el apéndice 4.1.1.

\bar{A}_2 - Es un factor de multiplicación de \bar{R} usado para calcular los Límites de Control de la Gráfica de las Medianas.

c - Es la cantidad de defectos en muestras de tamaño constante n .

\bar{c} - Es la cantidad de defectos promedio en muestras de tamaño constante n .

C_p - Es el índice de habilidad potencial del proceso.

- K - Es el índice de localización.
- C_{PK} - Es el índice de habilidad real del proceso.
- D_2 - Es un divisor de \bar{R} utilizado para estimar la desviación estándar del proceso y tabulado en el apéndice 4.1.1.
- D_3 - Son los factores de multiplicación \bar{R} , utilizados para calcular los Límites de Control Inferior y Superior de la Gráfica de Rangos y tabulados en el apéndice 4.1.1 (Aquí se considera también, el símbolo D_4).
- E_2 - Es un factor de multiplicación de \bar{R} usado para calcular los Límites de Control para la Gráfica de las Lecturas Individuales.
- k - Es la cantidad de subgrupos utilizados para calcular los Límites de Control.
- LIC - Es el Límite Inferior de Control: $LIC_{\bar{x}}$, LIC_R , LIC_p , -- etc., son respectivamente los Límites de Control Inferior de los promedios, rangos, proporción defectuosa, etc.

LIE - Es el Límite Inferior Especificado.

\bar{n} - Es el promedio del tamaño de la muestra de los subgrupos.

n - Es la cantidad de mediciones en un subgrupo, ó sea, el tamaño de la muestra del subgrupo.

\bar{np} - Es la cantidad promedio de ítemes defectuosos en muestras de tamaño constante n .

np - Es la cantidad de ítemes defectuosos en una muestra de tamaño n .

p - Es la proporción de unidades defectuosas en una muestra.

\bar{p} - Es el promedio de los porcentajes de unidades defectuosas en una muestra ó en una serie de muestras (ponderado por tamaño de muestra).

P_Z - El porcentaje de piezas fuera de un límite especificado; Z ó más unidades de desviación estándar fuera del promedio del proceso.

- R - Es el rango del subgrupo (valor mayor menos valor menor).
- \bar{R} - Es el rango promedio en una serie de subgrupos de tamaño constante.
- LE - Es el límite unilateral de tolerancia especificado.
- u - Es la cantidad de defectos por unidad en una muestra que puede contener más de una unidad.
- \bar{u} - Es el promedio de la cantidad de defectos por unidad en muestras que no tienen necesariamente del mismo tamaño.
- LSC - Es el Límite Superior de Control. $LSC_{\bar{x}}$, LSC_R , LSC_p , .. etc., son respectivamente los Límites Superiores de Control de los promedios, rangos, proporción defectuosa, etc.
- X - Es un valor individual, en el cual se basa la estadística de otro subgrupo.
- \bar{x} - Es el promedio de los valores de un subgrupo.

- $\bar{\bar{x}}$ - Es el promedio de los promedios de los subgrupos (ponderado por el tamaño de la muestra si fuese necesario). Es el promedio medido del proceso.
- \bar{x} - Es la mediana de los valores de un subgrupo.
- \bar{m} - Es el promedio de las medianas de los subgrupos. Es la mediana estimada en el proceso.
- Z - Es la habilidad del proceso expresada en el número de unidades de desviación estándar del promedio a un límite especificado; Zmin. es la desviación estándar a la distancia del límite especificado más cercano.
- σ - Es la desviación estándar del promedio.
- $\bar{\sigma}$ - Es la estimación de la desviación estándar del promedio.
- $\sigma_{\bar{x}}$, σ_R , σ_p , etc. - Son respectivamente la desviación estándar de la distribución de los promedios de los subgrupos (σ / n), la desviación estándar de la distribución de los ran-

gos de los subgrupos, la desviación estándar de la distribución de la proporción defectuosa, etc.

GRÁFICA DE CONTROL

PLANTA	DEPT.	OPERACION	ESPECIFICACION	PARTE N°.	ITEM O L. CONTROL (F) SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>																																								
MAQ. N°.	FECHAS	CARACTERISTICA	FREC./TAMAÑO MUESTRA	NOMBRE DE LA PARTE																																									
$\bar{X} = \text{PROMEDIO DE } \bar{x}$ $LSC = \bar{X} + A_2 \bar{R}$ $LIC = \bar{X} - A_2 \bar{R}$ PROMEDIOS (CARTA X)				ACCIONES SOBRE CAUSAS ESPECIALES • CUALQUIER PUNTO FUERA DE LOS LÍMITES DE CONTROL • UNA SERIE DE PUNTOS ARRIBA O ABAJO DE LA LÍNEA CENTRAL • UNA TENDENCIA DE SUBIR O BAJAR • CUALQUIER OTRO PATRÓN QUE DEMUESTRE INSTABILIDAD																																									
$\bar{R} = \text{PROMEDIO DE } R$ $LSC = D_4 \bar{R}$ $LIC = D_3 \bar{R}$ RANGOS (CARTA R)				ACCIONES 1. 2. 3. 4. 5.																																									
				TAMAÑOS DE SUBGRUPOS <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>A_2</th> <th>D_4</th> <th>D_3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>1.108</td><td>-</td><td>2.27</td></tr> <tr><td>3</td><td>1.054</td><td>-</td><td>2.57</td></tr> <tr><td>4</td><td>1.024</td><td>-</td><td>2.28</td></tr> <tr><td>5</td><td>1.009</td><td>-</td><td>2.11</td></tr> <tr><td>6</td><td>1.000</td><td>-</td><td>2.00</td></tr> <tr><td>7</td><td>1.000</td><td>0.98</td><td>1.92</td></tr> <tr><td>8</td><td>1.000</td><td>1.14</td><td>1.86</td></tr> <tr><td>9</td><td>1.000</td><td>1.18</td><td>1.82</td></tr> <tr><td>10</td><td>1.000</td><td>1.22</td><td>1.78</td></tr> </tbody> </table>			A_2	D_4	D_3	2	1.108	-	2.27	3	1.054	-	2.57	4	1.024	-	2.28	5	1.009	-	2.11	6	1.000	-	2.00	7	1.000	0.98	1.92	8	1.000	1.14	1.86	9	1.000	1.18	1.82	10	1.000	1.22	1.78
	A_2	D_4	D_3																																										
2	1.108	-	2.27																																										
3	1.054	-	2.57																																										
4	1.024	-	2.28																																										
5	1.009	-	2.11																																										
6	1.000	-	2.00																																										
7	1.000	0.98	1.92																																										
8	1.000	1.14	1.86																																										
9	1.000	1.18	1.82																																										
10	1.000	1.22	1.78																																										
				EL PROCESO DEBE ESTAR EN CONTROL ESTADÍSTICO ANTES DE QUE LA HABILIDAD PUEDA SER DETERMINADA																																									
FECHAS																																													
LECTURAS																																													
SUMA																																													
N° SUMAS/LECT.																																													
M. R. MAYOR-MENOR																																													

301 k

Para tamaños de muestra inferiores a siete no se determina el límite inferior de control para rangos.

DIAGRAMA DE PARETO

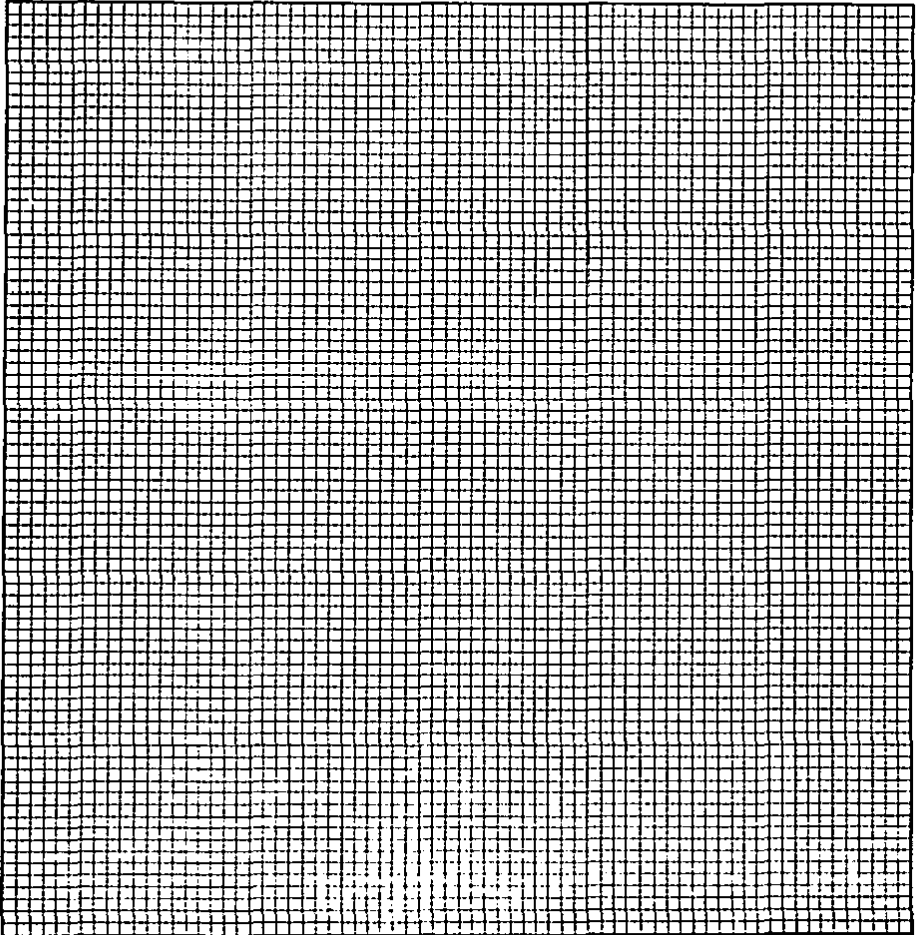
DESCRIPCION DEL PROBLEMA: _____

PLANTA: _____

FRECUENCIA: _____

DEPARTAMENTO: _____

FECHA: _____



CONCLUSIONES.

En la mayoría de las empresas actuales, nos encontramos constantemente con problemas que afectan profundamente las relaciones entre los jefes y los trabajadores, problemas cotidianos surgidos de las pequeñas y grandes fallas cometidas por ambos grupos en el desempeño de sus respectivas funciones y responsabilidades.

Círculos de Calidad, una de las actuales tendencias en el área humanística de la Administración mediante el trabajo participativo, es una propuesta concreta para resolver éste tipo de problemas, promoviendo la implantación y el desarrollo de una filosofía de calidad de vida que, partiendo de las diversas manifestaciones de la persona y que se haga extensiva al ambiente laboral.

- + Círculos de Calidad es una técnica de trabajo participativo que ha sido desarrollado en Japón, partiendo de ciertos principios universalmente aceptados acerca del desarrollo y la utilización de los recursos internos de las personas - como son

la creatividad, la experiencia, los procesos analíticos, etc., etc. -, y conjuntados en un trabajo en equipo que les permite resolver eficazmente los problemas a los que se enfrenta en sus actividades cotidianas de trabajo. Esta técnica forma parte de toda una filosofía que parte del concepto del Control Total de la Calidad como una forma de vida.

- + Un Círculo de Calidad es un grupo de personas de la misma área de trabajo que se reúnen voluntariamente una hora a la semana para discutir sus problemas de calidad e identificar y analizar sus causas, recomendar soluciones e implementar las acciones correctivas que les permitan disfrutar de un trabajo significativo.

- + El objetivo principal del Control Total de la Calidad es mejorar la calidad de los productos ó servicios que se realizan, a través de estimular la automotivación de quienes intervienen en su elaboración, la cual se genera conforme mejoran y expresan la calidad de vida de sus personas, de manera que puedan funcionar, tanto ellos mismos

en lo particular, como todo organismo social en general, en una forma más productiva, dando el más amplio sentido a éste último concepto.

- + Para poder disfrutar en nuestra realidad mexicana de los numerosos beneficios que trae consigo la implementación de un programa de Control Total de la Calidad, tanto los mesurables económica y objetivamente como los perceptibles en actitudes y subjetivamente, es necesario adecuar su proceso de implementación en base a las características, necesidades y situación correcta del organismo social particular en donde se pretenda llevar a cabo.

- + El Control Total de la Calidad, como todo programa al ser implantado en un organismo social determinado, tiene que ser planificado, organizado, dirigido y controlado; en otras palabras, debe ser administrado, por lo que hay que tener en cuenta los elementos que constituyen el proceso administrativo, independientemente del enfoque que se prefiera, para asegurar una implantación

completa y sistemática.

- + Para que la planificación sea eficiente, tiene que contemplarse en ésta etapa, el que se realice un estudio de factibilidad que permita reflejar los pros y los contras que se podrían encontrar en la implementación del programa.
- + Debe ser detallado un programa de actividades en el que se precise, en base al plan general de implementación, cuáles son los pasos que se darán y quienes serán los responsables de ellos, cuándo, dónde y de que manera, de tal forma que la planeación del proceso de implementación del Control Total de la Calidad sea completa y permita cuestionar acerca de la omisión de una etapa importante dentro de dicho proceso.
- + Para lograr la adecuada implementación de la filosofía del Control Total de la Calidad es necesario que la capacitación del personal que decida participaren el programa sea algo más que un proceso de adiestramiento en las técnicas de resolución participativa de problemas; debe empezar por pro-

moveirse un proceso formativo de la persona que le permita desarrollar integralmente sus potencialidades y recursos para que pueda mejorar su calidad como persona y así proyectar esa calidad en sus actividades laborales, familiares y sociales.

- + Por cada solución a un problema específico que se ha presentado por un Círculo de Calidad y halla sido aprobada por la gerencia, ésta debe dar un reconocimiento abierto, público y explícito a la creatividad y experiencia de quienes la han sugerido, en lugar de beneficios económicos, los que lejos de satisfacer sus necesidades de logro y autorrealización, estimularían un interés negativo y una competencia insana.

- + El seguimiento eficaz de los proyectos emprendidos es característica de todo buen Ingeniero Industrial. Es necesario que las personas responsables de la administración del Programa del Control Total de la Calidad en un organismo social determinado, establezcan desde antes de echarlo a andar, una serie de controles preventivos y correctivos que permitan cumplir eficazmente con

ésta función. El seguimiento adecuado de las actividades, será el único indicativo acerca del logro ó no de los objetivos del programa, así como permitirá obtener un aprendizaje significativo a partir de las experiencias que se vayan registrando a lo largo del desarrollo del programa.

+ El Control Total de la Calidad es un medio que permite, a corto plazo aumentar la automotivación de las personas y mejorar la productividad. Al mejorar la calidad de lo que los operarios producen, y a largo plazo, lograr un cambio en el estilo administrativo de la empresa, dirigiéndola hacia una administración participativa.

+ El Control Total de la Calidad no es en sí un fin sino una herramienta, una metodología de interacción humana en el trabajo que promueve, a través de sus resultados, un cambio de actitudes en la gerencia que se manifieste en un estilo gerencial centrado en la persona, es decir, un estilo de dirección que contempla al ser humano como un principio y fin de la actividad de trabajo y no solamente como un medio ó un recurso más dentro

del proceso de producción.

BIBLIOGRAFIA.

BAYHA, F.H.

Engineered work measurement.

Harper and Row Pubs., Inc.

E.U.A., 1971

SAVAGE, Christopher

Introducción a la Economía
Empresarial.

Ediciones Orbis, S.A.

Barcelona, España

1986

TAYLOR, Frederick Wilson

Management Científico.

Ediciones Orbis, S.A.

Barcelona, España

1986

REYES PONCE, Agustín

Administración de Empresas.

Tomos I y II

Editorial Limusa, S.A.

México, D.F.

1976

RIOS SZALAY y PANTIAGUA A.

Orígenes y Perspectivas
de la Administración.

Editorial Trillas, S.A.
México, D.F.

1980

ALEXANDER HAMILTON INSTITUTE

Círculos de Calidad: Nuevo
Enfoque para aumentar la
Productividad del Personal.

Modern Business Report
New York, E.U.A.

1981

YOSHINO, N. Y.

Japan's managerial system.

The MIT press
Massachusetts, E.U.A.

1978

LIKERT, Denis

New Patterns of management.

Mc Graw Hill Book Co.
New York, E.U.A.

1961

INSTITUTO MEXICANO DE CONTROL
DE CALIDAD.

Organización y Operación
de los Círculos de Calidad.

IMECCA, A.C.

México, D.F.

1981

COPE, Robert E.

Gerencia Participativa.

Apuntes sobre el Curso de
Círculos de Calidad.

American Management Ass.

México, D.F.

DEWAR, Donald L.

Círculos de Calidad, Manual
del Líder y Guía de Instruc-
ciones.

Quality Circle Institute

E.U.A.

1980

KOONTZ y O'DONNELL

Curso de Administración
Moderna.

Mc Graw Hill, S.A.

México, D.F.

1973

KOBAYASHI, Shigeru

Administración Creativa.

Editorial Técnica, S.A.

México, D.F.

1980

INSTITUTO MEXICANO DE CONTROL
DE CALIDAD.

CIRCULOS DE CALIDAD.

Módulo 3: Herramientas para la resolución participativa de problemas y elementos de control de calidad.

INECCA, a.c.

México, D.F.

1981

FOLLET, Mary Parker

Freedom & co-Ordination.

Lectures in Business Org.

Pitman Co.

Londres, Inglaterra.

1949

HALPIN, James

Cero defectos.

Ediciones Caec

México, D.F.

1970

GRYNA, Frank M. Jr.

Quality Circles: a team
approach to problem solving.

ANACOM

New York, E.U.A.

1981

INGLE, Sud

Quality Circles Master
Guide: Increasing productivity
with people power.

A Spectrum book

Prentice Hall, Inc.

New Jersey, E.U.A.

1982

JURAN, Joseph M.

Quality control handbook.

Mc Graw Hill Pub., Co.

New York, E.U.A.

1974

OUCHI, William G.

Theory Z.

Addison - Wesley Pub., Co., Inc.

E.U.A.

1981

SCHVARZER, Jorge

El modelo japonés.

Ciencia Nueva

Buenos Aires, Argentina

1973

MARGULIES y RAIÁ

Desarrollo Organizacional.
Valores, proceso y tecnología.

Editorial Diana, S.A.

México, D.F.

1974

NETTER, WASSERMAN y WHITMORE

Fundamentos de Estadística
para Negocios y Economía.

C.E.C.S.A

México, D.F.

1979

FERRER PERZ, Luis

Guía práctica del Desarrollo
Organizacional.

Editorial Trillas, S.A.

México, D.F.

1984

INFANTE y ZARATE

Métodos Estadísticos. Un
enfoque interdisciplinario.

Editorial Trillas, S.A.

México, D.F.

1984