

74



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

IMPLEMENTACION DE UN CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO EN LA DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIAS DE LA SECOFI

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA (AREA MECANICA)
P R E S E N T A :
HELMUT ODIN REYES ROMERO



DIRECTOR DE TESIS: ING. PERLA JULIETA FERNANDEZ REYNA

283127

MEXICO, D.F. A 12 DE SEPTIEMBRE DEL 2000.



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

DEDICADA ESPECIALMENTE:

A DIOS EL CREADOR DE LA VIDA,

A LA MEMORIA DE MI MADRE,

Y A MI PADRE.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a mi familia por su amor y apoyo incondicional que me han brindado, a la Universidad Nacional Autónoma de México y a los profesores de la Facultad de Ingeniería que dejaron huella en mí.

Doy también gracias a los revisores de la tesis, en especial al asesor de la misma, así como a los profesores que me proporcionaron consejos e información . A mis amigos y camaradas de la carrera en especial a Carlitos "Castrejone" por su ayuda. Así mismo al personal de la Dirección General de Industrias de la SECOFI .

ÍNDICE

Introducción	1
I Evaluación del: “Procedimiento estadístico para verificar la atención oportuna”	10
I.1 Evaluación del control estadístico actual	11
-Explicación del procedimiento estadístico actual	
-Ventajas y Áreas de oportunidad del procedimiento estadístico actual	
I.2 Planteamiento teórico para fundamentar las áreas de oportunidad	17
-Control Estadístico de Proceso (C.E.P.)	
-Ventajas del C.E.P.	
-Alcance del análisis de datos del C.E.P.	
Resumen	20
II Gráficas de Control	22
II.1 Gráficas de Control de Shewhart	23
-¿ Que son las gráficas de control ?	
-Generalidades de las gráficas de control	
-Variables y Atributos	
II.2 Modelos matemáticos de las gráficas de control por atributos	26
-Distribución Binomial	
-Distribución de Poisson	
-Teorema del límite central	
II.3 Tipos de gráficas de control por atributos	29
-Gráfica p	
-Gráfica np	
-Gráfica u	
-Gráfica c	
Resumen	32

III	Elaboración y Uso de la propuesta de C.E.P.	33
III.1	Preparación	34
	<ul style="list-style-type: none"> -Características influyentes en la eficiencia operacional -Determinación de las características de calidad (sujetos de control) en la D.G.I. -Elección de los tipos de gráficas a emplear -Determinación de los subgrupos racionales -Criterios de selección para el tamaño de muestra -Frecuencia de muestreo 	
III.2	Recopilación de datos, y Trazo de las gráficas de control	40
	<ul style="list-style-type: none"> -Establecimiento de los formatos para Presentación y Registro de Datos -Cálculo y Construcción de las gráficas de control 	
III.3	Análisis e Interpretación de las gráficas de control	41
	<ul style="list-style-type: none"> -Estudio acerca de la capacidad del proceso -Búsqueda de una menor variabilidad del proceso -Los diagramas de Pareto e Ishikawa como herramientas complementarias 	
	Resumen	45
IV	Confirmación del C.E.P. en la D.G.I.	48
IV.1	Alcance potencial del C.E.P. en la D.G.I.	49
	<ul style="list-style-type: none"> -Desarrollo del control estadístico de la conducta -Delegación Responsable ("Empowerment") -Desarrollo del control estadístico de los tangibles 	
IV.2	Aplicación del C.E.P.	56
	<ul style="list-style-type: none"> -Observaciones a la gráfica de control "p" 	
IV.3	Observaciones a la aplicación del C.E.P.	60
	Conclusiones	62
	Apéndices	65
	<ul style="list-style-type: none"> 1 Nomenclatura 2 Anexos 3 Datos 4 Bibliografía 5 Referencias 	

INTRODUCCIÓN

Las demandas del consumidor y los cambios tecnológicos dinámicos han abierto mercados nuevos y altamente competitivos, aunado esto a la apertura del comercio internacional como parte del proceso de globalización que se avista. Por eso, los últimos años han testificado el creciente interés hacia la calidad, derivado de los cambios en los procesos y negocios, debido en gran parte porque los consumidores están en mejor posición ahora que nunca para comparar, evaluar y escoger productos en forma crítica. Por eso, la responsabilidad del logro de la calidad competitiva descansa en la alta administración de las organizaciones; sin embargo, todo el personal de las mismas deberá reconocer, que también la calidad ya es parte de su quehacer, y no sólo un término técnico.

El alcance tradicional, de las actividades de calidad esta sufriendo un cambio radical e inesperado del énfasis histórico sobre la calidad del producto en la industria de la transformación que es conocida como " la pequeña Q " a lo que ahora surge como la aplicación de los conceptos de calidad a todos los productos, y a todas las actividades funcionales conocida también como " la gran Q ", y que se puede visualizar en el sector de servicios que también ha introducido con un crecimiento impetuoso, perspectivas nuevas a la administración de la calidad. Organizaciones cuyo producto se dice que no es tangible como: bancos, hospitales, hoteles, líneas aéreas, puertos, empresas de consultoría, restaurantes, entre muchos otros casos; se ven en la necesidad de agregar a la calidad a sus actividades y operaciones, puesto que la interacción entre empleados y clientes es mucho más crítica en ese tipo de empresas. Como resultado de ello, la destreza, actitudes y capacitación del personal de servicios afectan la calidad del servicio proporcionado.

De esta manera, los gobiernos han comenzado a darse cuenta de que la calidad es esencial para el comercio internacional y la economía nacional. A lo largo de la década de los 80's, los gobiernos europeos iniciaron programas para fomentar e incorporar sistemas de calidad a sus empresas. En 1990 la Dirección General de Normas (D.G.N.) de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) publico la serie de Normas Oficiales Mexicanas para el aseguramiento de la calidad (NMX-CC-001 a la NMX-CC-008), las cuales tienen concordancia con las normas ISO y que se certificaron en 1993 ante la International Standard Organization. La publicación de las Normas Oficiales Mexicanas para el aseguramiento de la calidad marco un precedente de la calidad en México, al cual se han incorporado un mayor número de organizaciones. Actualmente se coordinan esfuerzos de promoción y apoyo por parte de: BANCOMEXT, CANACINTRA, CANACO, CONCAMIN, NAFIN, SECOFI y el Comité Nacional de Productividad e Innovación tecnológica (COMPITE); este último, se encarga de asesorar hoy en día a las micro, pequeña y mediana empresas, tanto de manufactura como de servicios, para que dichas cuenten con sistemas de

aseguramiento para la calidad. Por lo que ha cobrado mayor auge el movimiento que fue pionero, poco antes y durante la década de los 90's, en cuanto a la calidad en América Latina.

Calidad y Aseguramiento de la calidad

A pesar de que la calidad a lo largo de su historia ha conglomerado diversas perspectivas y filosofías; desde la calidad artesanal hasta las teorías revolucionarias de W. Edwards Deming, Joseph Juran, Philip Crosby, Armand V. Feigenbaum y Kaoru Ishikawa, principalmente. El término de "*calidad*" tiene un significado muy específico cuando se usa para lo que se conoce como "*aseguramiento de la calidad*".

El aseguramiento de la calidad, se dice en el amplio sentido, que son las acciones que se ejerzan ó desarrollen con el fin de proveer productos adecuados para los consumidores [1]; estos productos pueden ser tangibles ó intangibles [2]. Los productos tangibles se dice que son bienes, y los productos intangibles encargos u oficios.

Entonces, la calidad se define como el conjunto de características de un producto (tangible ó intangible) que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades explícitas e implícitas. Las necesidades pueden incluir por ejemplo: dimensiones, tiempo de entrega, facilidad de uso, seguridad de funcionalidad, protección del medio ambiente, cumplimiento con los requisitos de la sociedad tales como salud, seguridad, conservación de energía y recursos naturales, etc.

Diferencia de la calidad entre las Empresas de Manufactura y de Servicio

La revista Industry Week, ha determinado que el desarrollo de la calidad en las empresas de servicio lleva un atraso de aproximadamente 20 años con respecto a las empresas de manufactura [3]. Por lo que el enfoque de la calidad en las empresas de servicio deberá evolucionar aun más, actualmente se presenta una problemática que se torna compleja en las empresas de servicio, ya que estas, copian casi todos los aspectos para la administración de la calidad que se emplean en las empresas manufactureras. Sin embargo, la naturaleza de una organización de servicios difiere mucho con respecto a una organización de manufactura; esto sin duda esta dejando un campo fértil para el establecimiento de nuevas teorías ó de teorías revolucionarias para la calidad especializada en los servicios. Por lo que no sería raro al cabo de algunos años, la creación de estándares especializados para los diferentes rubros de las organizaciones de servicio, y posiblemente con ello la publicación de normas especializadas en los mismos.

La producción de servicios es distinta de la manufactura en muchos aspectos. El producto de los sistemas de servicio es, por lo general, intangible, en tanto que la manufactura da productos tangibles y visibles. Los servicios se consumen a medida que se crean, y no se pueden almacenar como los bienes manufacturados, para volver a ser vendidos ó manufacturados. Esto elimina la oportunidad de una inspección como medio de control. En general, los servicios

[1] Cfr. AOTS. Program for Supervisory Methods and Effectiveness. B p 95-98.

[2] Cfr. NMX-CC-003:1995. p 2/17.

[3] Cfr. Ferdeber, Charles J. Measuring Quality and Productivity in Service Environment, Industry Week, pp 32-40

consumen más mano de obra , en tanto que la manufactura consume más capital, apesar de que la tecnología de la información ha reducido el personal en algunas operaciones de servicio. Por lo tanto, los aspectos conductuales, como la motivación, son críticos en el sector de servicios.

Con frecuencia el sistema de entrega del servicio depende mucho del tiempo; las necesidades del cliente y las normas de funcionalidad muchas veces son difíciles de identificar. El cliente y el trabajador deben interactuar para que la entrega del servicio sea completa. Por último, la producción de servicios requiere, por lo general, un mayor grado de costumbre que la de bienes manufacturados. Un doctor, un abogado, un vendedor de seguros, y hasta un empleado de restaurante deben dar el servicio a la medida del cliente individual.

Muchas empresas de servicios, como aerolíneas, bancos y hoteles tienen sistemas de aseguramiento de la calidad bien elaborados. Sin embargo, la mayor parte de ellas se basan en general en analogías con el sistema industrial y tienden a estar más orientadas hacia el producto que hacia el servicio. Además que las organizaciones de servicio tienen requisitos especiales que los sistemas de manufactura no pueden cumplir. Los sistemas de servicios deben ir más allá de su orientación hacia el producto, e incluir transacción de servicio, conducta y eficiencia del empleado.

Carol A. King sugiere varios puntos que deberían tener en cuenta las empresas de servicio al instituir su sistema de aseguramiento de la calidad [1].

- * Las características de calidad que se deberían controlar pueden no ser las obvias. Son críticas las percepciones del cliente, y puede ser difícil definir lo que el desea. Por ejemplo, la rapidez del servicio es una característica importante de la calidad, pero sin embargo, las percepciones en cuanto a rapidez pueden ser bastante distintas entre diversas organizaciones de servicio.
- * La conducta es característica de calidad. La calidad de la interacción humana es un factor vital en todo momento, ya que la transacción necesita contacto entre seres humanos. Por ejemplo los gerentes de los bancos se han dado cuenta de que las cajeros amigables son un factor que retiene a los cuentahabientes.
- * La imagen es una característica de calidad. Es un factor principal que modela las expectativas del cliente en relación con un servicio, y establece normas por las que los clientes evalúan ese servicio. El deterioro de la imagen puede ser tan perjudicial como el deterioro en la entrega misma del servicio.
- * Puede ser difícil establecer las normas de servicio. Muchas características de calidad no se pueden medir con facilidad. Con frecuencia se debe establecer normas a juicio personal, y probarlas para ver si su nivel es satisfactorio.

[1] Cfr. King, Carol A. Service Quality Assurance is Different, Quality Progres. pp 14-18.

- * Son distintas las medidas de la eficacia del sistema. La eficacia de los sistemas de manufactura se mide, por lo general, en términos de producción por periodo de tiempo, y por cantidad de merma y reproceso que se genera. Los sistemas de servicio no se pueden medir, con frecuencia, en términos de esos datos concretos; por ejemplo, se debe tener en cuenta la conducta del cliente y la competencia del personal.
- * Se puede requerir la actividad de control de calidad cuando ó donde no esté presente el personal de supervisión ó de control. A menudo, se debe llevar a cabo el trabajo a conveniencia del cliente. Por lo tanto, es necesaria más capacitación del personal y más "autoadministración".

La calidad en el Gobierno

De antecedente de la calidad en los gobiernos federales, se tiene al que cuenta con una larga historia en las actividades de mejoramiento de la calidad. Que es el de los E.U.A., y que se inicio a finales de los años 70's con la elaboración de programas de calidad en varias instalaciones de su Departamento de Defensa, y después en la NASA. A finales de la década de los 80's se inicio el " Productivity Improvement Program for Federal Government ", y que sirvió de parámetro para el desarrollo de una metodología para la administración de la calidad total en el gobierno de ese país, y que a lo largo de la década de los 90's incorporo algunos de sus departamentos y oficinas federales.

Actualmente en México, existen Gobiernos Estatales como el de Aguascalientes y Guanajuato, que emprendieron la implementación de sistemas de calidad a sus unidades de administración pública. En enero de 1998, se inicio por instrucciones del Dr. Herminio Blanco M. ; Secretario de Comercio y Fomento Industrial, el proyecto más ambicioso de calidad para el gobierno federal; ya que se decidió trabajar para crear una cultura de calidad en todas las áreas con atención al público que conforman a la Secretaría de Estado bajo su cargo (SECOFI). Por ello la Oficialía Mayor de esta Secretaría, desarrollo el "Programa de Calidad Integral", el cual contempla la implantación y la certificación de sistemas de calidad bajo el esquema de la serie ISO 9000, en 50 Dependencias Federales y 10 unidades administrativas, es decir el 82% de la SECOFI . Se dice que es el más ambicioso, por que involucra a un mayor número de unidades de administración pública que la de los gobiernos estatales, además de que en teoría será la primera Secretaría de Estado en certificarse bajo la serie ISO 9000.

Existe un dato sin precedente en el mundo, y es que la SECOFI es la primera institución en certificar, con ISO 9001, el procedimiento de investigación de practicas desleales de comercio internacional.

Al momento de la impresión de esta tesis, el 78% de la SECOFI esta certificada por organismos de Acreditación Internacional (SGS y Veritas, principalmente).

Breve Estado del Arte

La International Standard Organization (ISO), es un organismo no gubernamental formado por representantes de más de cien países industrializados (países miembros) en el mundo, responsable de promulgar los estándares para facilitar el comercio Internacional. Fundada en 1946 con sede en Ginebra, Suiza. Esta organización, emitió una norma conocida como ISO serie 9000, dicha serie de normas fueron terminadas en 1987 y han sido adoptadas y reconocidas a nivel mundial y agregan valor a los programas de control de calidad de las organizaciones, tienen por objetivos:

- a) Unificar las diferencias e interrelaciones entre los principales conceptos de calidad.
- b) Proporcionar las guías para la selección y uso de las normas de sistemas de calidad que pueden ser empleados para propósitos de la gestión interna de calidad (ISO 9004) y para propósitos externos contractuales ó de certificación (ISO 9001, 9002, 9003, cada una de estas se aplica de acuerdo al tipo de empresa que se trate; del producto ó servicio que corresponda a sus prácticas particulares).
- c) Reducir las insatisfacciones del cliente.
- d) Estandarizar los procesos.
- e) Facilitar la comercialización de los productos y/o servicios de la Empresa.

La razón sobre las que esta serie es emitida, se debe a que en las organizaciones industriales, comerciales ó gubernamentales, se proveen productos y servicios que pretenden satisfacer las necesidades ó requisitos del usuario. Tales requisitos son presentados muchas veces como "especificaciones"; sin embargo, las especificaciones técnicas no pueden por sí mismas garantizar que los requisitos del usuario fueron alcanzados consistentemente. Esto ha conducido al desarrollo de normas de sistemas de calidad que complementen los requisitos del producto.

La SECOFI, cuenta con 4 subsecretarías, una de ellas es la Subsecretaría de Normatividad y Servicios a la Industria y al Comercio Exterior. En dicha, se incorpora la *Dirección General de Industrias (D.G.I.)*, esta Dirección General tiene las siguientes atribuciones:

- Participar en el diseño , instrumentación y evaluación de mecanismos que apoyen el crecimiento del sector industrial y le permitan operar de manera eficiente.
- Coordinar el diseño de la política arancelaria aplicable a los productos industriales.

- Definir criterios generales para opinar o dictaminar sobre la emisión de permisos previos y cupos de importación ó exportación de productos industriales.
- Autorizar los registros nacionales de parques y zonas industriales, de empresas integradoras, y de sociedades de responsabilidad limitada de interés público.
- Dictar y aplicar, en el ámbito de su competencia, las medidas tendientes al cumplimiento de las resoluciones de la Comisión Intersecretarial de la Industria automotriz.
- Expedir autorización a empresas de auditores para dictaminar sobre el cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia automotriz.
- Recibir de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal los programas anuales de adquisiciones, arrendamientos, servicios y de obra pública; integrar dichos programas , y establecer, en coordinación con las dependencias y entidades la forma y términos en que éstas deberán emitir información correspondiente.
- Elaborar y aplicar, en coordinación con la Secretaria de Hacienda y Crédito Público y la Secretaria de Contraloría y Desarrollo Administrativo, disposiciones establecidas en los tratados comerciales en que México sea parte en materia de reservas, medidas de transición u otros supuestos relacionados con las adquisiciones de las entidades y dependencias de la Administración pública.
- Aplicar la ley de las Cámaras de Comercio y de la Industria, y supervisar su cumplimiento por lo que hace a las Cámaras Industriales y Confederaciones de estas.

Actualmente la Dirección General de Industrias se encuentra en proceso de implementación de un sistema de calidad bajo el esquema contractual de la norma ISO 9001 (NMX-CC-03), el alcance de dicho sistema de calidad se aplica a 12 dictámenes (tramites ó servicios), considerados en las atribuciones que se mencionaron. Estos dictámenes ó servicios, otorgan en caso de ser aprobatorios, beneficios particulares en materia de comercio exterior.

La norma ISO 9001 / NMX-CC-03, está constituida por 20 puntos ó subincisos. El punto ó subinciso 4.20 de esta norma; titulado como: " Técnicas Estadísticas", resulta un punto imperativo para obtener la certificación. Este, decreta al proveedor (la D.G.I., para este caso en particular) la obligación de identificar y establecer técnicas estadísticas, para el control y la verificación de las características del proceso y del producto. Así, como el establecer y mantener un procedimiento documentado para implantar y controlar la aplicación de las técnicas estadísticas que se hayan identificado.

Esta tesis, emprende su desarrollo a partir del procedimiento que se ha documentado previamente por el personal de la D.G.I., para cumplir con el punto 4.20 de la Norma (ISO 9001); y que ha sido denominado: "Procedimiento Estadístico para verificar la Atención Oportuna", código P20-01 versión 0.

Cabe decir que para fines de facilitar la lectura, el trabajo en algunas partes se referirá a este procedimiento como a : " el procedimiento estadístico actual" ó "el control estadístico actual".

La Estadística: Una herramienta útil en el Aseguramiento de la Calidad

La estadística es la recolección, organización, análisis, interpretación y presentación de datos [1]. La necesidad de contar con un consistente conocimiento de causa, y que sirva para la obtención de alguna conclusión; es una ventaja que otorga la estadística no sólo en la calidad, sino en cualquiera de sus infinitas aplicaciones. Sin un conocimiento firme acerca de los datos que emita un sistema, la resolución de los problemas que se presenten en el mismo se convierte en un asunto de suerte en el mejor de los casos, y de desastre en otros.

La introducción de la estadística en el aseguramiento de la calidad, se deriva en gran parte por que esta proporciona un modo eficaz de obtener información a partir de los datos del producto ó del proceso, estos datos se consiguen por algún método ó medio, ya sea de medición ó de comparación. La finalidad del manejo de estos datos, se convierte en una evidencia que justifica el establecimiento de acciones de corrección y prevención, para controlar y mejorar la calidad.

La aplicación de la estadística, se puede clasificar en tres vertientes principales y estas son:

- El primero se enmarca con la recopilación eficaz, la organización y la descripción de los datos. A esto, normalmente se le llama *estadística descriptiva*.
- El segundo componente de la solución estadística de problemas es la *inferencia estadística*, que se dice que es la actividad de llegar a conclusiones acerca de las características desconocidas de una población, de la cual se tomaron los datos.
- El tercer componente es la *estadística predictiva*, cuyo propósito es obtener predicciones de valores futuros, con base en datos históricos.

Un concepto utilizado ampliamente en la calidad, es el **Control Estadístico de Proceso ó del Proceso** (C.E.P.). Este, se puede definir como la **metodología** para controlar un proceso (ver sección 1.2) mediante la incorporación y el uso de herramientas estadísticas, por lo general llamadas como : "**gráficas de control de Shewhart**" [2].

Las gráficas de control son herramientas de inferencia estadística, cuyo uso es vigilar las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo la producción, con el fin de identificar y eliminar las causas especiales de variación. Las gráficas de control han tenido un amplio uso en la industria manufacturera. En las organizaciones de

[1] Cfr . Evans, James y Lindsay, William. Administración y Control de la Calidad. Cap XII p 369, Apud . Juran, Joseph y Gryna, Frank. Análisis y Planeación de la Calidad. Cap IX p 179.

[2] Vid. Infra. p 23.

Las gráficas de control son herramientas de inferencia estadística, cuyo uso es vigilar las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo la producción, con el fin de identificar y eliminar las causas especiales de variación. Las gráficas de control han tenido un amplio uso en la industria manufacturera. En las organizaciones de servicio es reciente y novedoso su uso, en México no existe precedente de su adecuación y por ende utilización, en una organización de servicio público.

Acerca del Trabajo de Tesis

Actualmente la D.G.I. cuenta con un procedimiento documentado (P20-01) cuyo objetivo es aplicar técnicas estadísticas para verificar la oportunidad de los servicios que proporciona (elaboración de 12 dictámenes). Sin embargo, con el presente estudio se busca complementar a dicho procedimiento, y darle una orientación para el aseguramiento y mejoramiento continuo de la calidad.

Es importante a manera de advertencia, aclarar que la tesis no plantea correcciones al procedimiento estadístico actual, y tampoco propone el uso de registros, u otras herramientas estadísticas para controlar ó medir el tiempo de respuesta (oportunidad) de los servicios que otorga la D.G.I. Por acuerdo con el Comité de Calidad de esta Dirección General, la tesis realiza una evaluación del procedimiento estadístico (P20-01) como base para postular un suplemento al mismo, es decir, expresa las añadiduras factibles que se determinaron con la investigación, las cuales pueden ser sujetas a consolidar ó no, a dicho procedimiento. Cabe decir también, que la tesis no es un trabajo de reflexión ó investigación acerca de la estadística, por lo que las demostraciones matemáticas de las distribuciones y el teorema que se mencionan, están fuera del alcance de esta tesis.

Dentro de la formulación de la problemática a resolver, afectan los siguientes inconvenientes. El trabajo de tesis, ha encontrado dentro de las debilidades más evidentes del procedimiento (P20-01), que este no guarda una relación trascendente con el punto 4.13 de la norma titulado como: "control de producto no conforme". La versión más reciente del P13-01, que se reviso para efectos de esta tesis, no definía los sujetos de control (no conformidades, defectos) por los cuales alguno de los servicios se podrá catalogar como un producto no conforme ó defectuoso.

Debido a lo anterior el trabajo de investigación se enfoca a tres aspectos: proponer sujetos de control a ser medidos con el C.E.P., proponer como sensor de los sujetos de control a las gráficas de control de Shewhart, así como definir la potencial intervención de estas últimas.

Habría que citar, que la mayor dificultad se presenta a causa propiamente de la naturaleza de la norma ISO 9001, la cual, es un modelo de aseguramiento de la calidad orientado al sector manufacturero en diseño, producción, instalación y servicio postventa. Por lo que resulta difícil transferir la importancia y la manera de involucrar a la información estadística, para disponer de un diagnóstico interno

que permita evaluar a un sistema de calidad bajo los requerimientos de la norma mencionada en una institución de servicio público.

La hipótesis en la que se basa la resolución de la problemática que se presenta es la siguiente:

- a) Es factible la aplicación del control estadístico de proceso (C.E.P.) utilizado en la industria manufacturera, realizándose así, la analogía que conlleva a la modificación y complementación del procedimiento estadístico con el que actualmente cuenta la D.G.I. Esto, con el fin de que se tenga un sistema de inferencia estadística, capaz de proporcionar evidencia objetiva, para concluir acerca de los problemas de calidad que se presenten en una organización de servicio público, fundamentando con ello la toma de acciones de corrección para resolverlos.

La justificación en la que se basa la intervención del C.E.P. a pesar de la existencia de un método estadístico en el P20-01, es que dicho método es de descripción estadística, mientras que el C.E.P., es de inferencia estadística. Lo cual presenta ventajas significativas, para un estado de control estadístico de la calidad.

- b) Es factible la adecuación y el establecimiento de sujetos de control para el caso particular de la D.G.I., a partir de la comprensión de algunas características, que influyen de manera global en la eficiencia operacional de las organizaciones de servicio.

El establecer y definir sujetos de control, se hace necesario en la metodología del C.E.P. Se mencionó anteriormente, que los sujetos de control no se habían definido, al inicio del trabajo de tesis con excepción del tiempo de respuesta (oportunidad).

Por último cabe decir, que la meta principal de la tesis es su consolidación como parte del procedimiento P20-01, ó en su defecto, fundamentar una herramienta de apoyo teórico a la planeación de calidad que se realiza en la D.G.I. Esta última, se empezó a cumplir durante el desarrollo de la tesis en donde se efectuaron observaciones, y que han sido tomadas en cuenta.

Capítulo I

Evaluación del "Procedimiento estadístico para verificar la atención oportuna"

La aplicación de la estadística a la calidad, se ha tornado esencial dentro del movimiento mundial para el aseguramiento de la misma, por lo que su comprensión y ejecución, resultan cada vez menos susceptibles. Es básica la importancia de los conceptos estadísticos para asegurar y mejorar la calidad de los productos, de acuerdo a la convicción del Dr. W. Edwards Deming; quien introdujo el C.E.P. en Japón en la década de los 50's y que consideró a la estadística como el corazón del control de la calidad.

I.1 Evaluación del control estadístico actual.

Explicación del procedimiento estadístico actual.

El presente subcapítulo expone la estructura general del procedimiento estadístico actual de la D.G.I. , es decir, la manera de su actuación (desarrollo del procedimiento), las herramientas de cálculo estadístico que contempla, y la manera en que los datos son recolectados para presentar y calcular medidas de tendencia central, dispersión, y correlación simple. Con ello, se pretende formular un análisis para identificar las áreas de oportunidad que se puedan formular en base al mismo.

En la actualidad, la D.G.I. cuenta con un sistema estadístico de control el cual, describe técnicas para verificar la oportunidad de los servicios que proporciona para con sus clientes, los cuales son:

- 1) *Inscripción al Registro Nacional de Empresas Integradoras.*
- 2) *Autorización de Registro de Empresa Fabricante inicial, ampliación, modificación y revalidación.*
- 3) *Autorización de Importación bajo Nota Nacional 72.*
- 4) *Dictamen de Permisos de Importación .*
- 5) *Autorización para construir una Sociedad de Responsabilidad Limitada de Interés Público.*
- 6) *Inscripción o revalidación al Registro como Proveedor de la Industria Fabricante de Vehículos de Autotransporte.*
- 7) *Registro inicial ó revalidación de Despachos Auditores Verificadores de Divisas Automotrices.*
- 8) *Registro inicial ó revalidación como Empresa de la Industria Terminal Fabricante de Vehículos Automotores.*
- 9) *Registro inicial ó revalidación como Empresa de la Industria Terminal Fabricante de Vehículos de Autotransporte.*
- 10) *Registro inicial ó revalidación como Empresa de la Industria Nacional de Autopartes ó Proveedor nacional.*
- 11) *Acreditamiento de Divisas Automotrices.*
- 12) *Registro inicial o revalidación al Registro Nacional de Empresas Constructoras y de Empresas Comercializadoras de Estructuras de Armazón de Madera.*

También es importante, mencionar que la organización de la Dirección General de Industrias (D.G.I.) para elaborar dichos dictámenes (trámites ó servicios) se da a través de dos Direcciones de Área (Dirección de Servicios a la Industria y Dirección de la Industria Automotriz) que están integradas por departamentos específicos para cada servicio, que son los que se encargan de elaborar las resoluciones de los mismos.

La manera en que procede la resolución de alguno de los servicios antes mencionados, se hace mediante la presentación de una solicitud, la cual es particular (específica) para cada uno de estos. En el acuerdo publicado en el D.O.F. del 2/X/95, se ha establecido un periodo de diez días como máximo, para emitir la resolución de dichos servicios, a partir de que estas sean presentadas correctamente en el módulo de recepción de la D.G.I.

Por lo que, el procedimiento de control estadístico actualmente esta enfocado, únicamente a la medición del tiempo de respuesta de estos servicios; cuando la emisión de una resolución de dictamen cumple con el tiempo establecido (menor ó igual a diez días), se le denomina como: "atención oportuna".

El desarrollo del "Procedimiento estadístico para verificar la atención oportuna de los servicios" , se realiza de la siguiente manera:

1. Las direcciones de área que sean proveedoras de los servicios de la D.G.I., requisitan dos documentos de trabajo mensualmente, durante los primeros diez días hábiles con información del mes inmediato anterior. Los cuales, que para fines de esta tesis; nos referiremos a ellos como Formato 1 y Formato 2 (ver anexos 1 y 2).

Para el Formato 1, la siguiente información se debe requisitar ó llenar en el mismo :

- Nombre del servicio:* Que es la denominación del servicio que se ofrece.
- Número de días establecidos para dar resolución al trámite conforme al procedimiento:* Que es el tiempo establecido, en el cual se tiene que dar respuesta al servicio.
- Mes que se informa:* Mes al que se refiere la información (inmediato anterior).
- Fecha:* Día del mes presente en que se realizará el análisis estadístico.
- Número de trámite:* Corresponde al número con el que ingresan las solicitudes de los servicios a un módulo de recepción, para este campo, aparecerán de manera ascendente.
- Fecha de entrada:* Fecha con la que ingresa una solicitud de servicio, y que

asigna el módulo de recepción, una vez que esta cumple con los requisitos al tipo de trámite.

•**Fecha de Resolución:** Fecha en la cual la resolución emitida por un departamento, es firmada para su emisión por titular ó el funcionario respectivo, esta se clasificará de acuerdo a dos criterios:

Oportuna : Número de días para la resolución del trámite conformes al procedimiento respectivo.

No Oportuna : Número de días para la resolución del trámite no conformes al procedimiento respectivo.

•**Total:** Número que corresponde a la suma de las solicitudes atendidas de manera oportuna ó no oportuna , según sea este el caso.

El Formato 2 presenta la siguiente información que se debe requisitar ó llenar en el mismo :

•**Nombre del servicio:** Que es la denominación del servicio que se ofrece.

•**Mes que se informa:** Mes al que se refiere la información (inmediato anterior).

•**Fecha:** Día del mes presente en que se realizará el análisis estadístico.

•**Número de trámite:** Corresponde al número con el que ingresan las solicitudes alguno de los servicios al módulo de recepción. Y para este campo, aparecerán de manera ascendente.

•**Número de incidencias mensuales de producto no oportuno:** Cantidad de incidencias que se observaron en el mes que se informa de acuerdo a las siguientes causas:

- A.- Inconformidades en la elaboración del dictamen.
- B.- Retraso en la inspección del Subdirector de Área.
- C.- Retraso en la inspección del Director de Área.
- D.- Retraso en la firma del Director General.
- E.- Insuficiencia de bienes y equipos.
- F.- Otras (especificar)

•**Total por trámite:** Suma total por número de trámite.

•**Total por tipo de incidencias:** Suma total por tipo de incidencias.

2. Ya que hayan sido requisitados ó llenados tales formatos (1 y 2), se enviarán al área responsable de la elaboración de estadísticas la que con base a los formatos 1 y 2 , requisita un tercer formato ó formato 3 (ver anexo 3), durante los primeros quince días hábiles de cada mes.

El Formato 3 presenta la siguiente información que se debe requisitar ó llenar en el mismo:

- **Nombre del servicio:** Que es la denominación del servicio que se ofrece.
- **Mes:** Listado de los meses que contiene el año.
- **Fecha:** Día del mes presente en que se realizará el análisis estadístico.
- **Total de solicitudes:** Suma de las solicitudes atendidas de manera mensual.
- **Número de solicitudes atendidas de manera oportuna:** Se refiere al número de solicitudes atendidas por el área responsable del trámite dentro del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.
- **Número de solicitudes atendidas de manera no oportuna:** Se refiere al número de solicitudes atendidas por el área responsable del trámite fuera del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.
- **Indicador de oportunidad:** Porcentaje de solicitudes atendidas de manera oportuna en relación al total de solicitudes atendidas. Se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$IO = \frac{SO}{TS} \times 100$$

Donde: IO , es el indicador de oportunidad .
 SO , es el número de solicitudes atendidas de manera oportuna .
 TS , es el total de solicitudes atendidas .

- **Total:** Suma de las solicitudes atendidas en total, Suma del total de solicitudes atendidas tanto de manera oportuna como no oportuna.
- **Promedio de solicitudes atendidas mensualmente:** Se calcula a partir de la siguiente relación:

$$PSA = \frac{SA}{12}$$

Donde PSA , es el promedio de solicitudes atendidas mensualmente
 SA , es el número de solicitudes atendidas al año.

3. Después de que se cuenta con la información de los tres formatos se trazan las siguientes gráficas:

- a) Gráfica de barras a partir de la información proyectada por el formato 20-01.
- b) Gráfica de barras a partir de la información proyectada por el formato 20-02.
- c) Gráfica lineal a partir de la información proyectada por el formato 20-03.

4. Se elaboran un reporte en base a los resultados obtenidos por las gráficas, donde se especifican las observaciones en base a las mismas. Esta es recibida por el Coordinador de Calidad de la D.G.I. , para que efectúe las medidas preventivas y correctivas correspondientes.

Ventajas y Áreas de oportunidad del procedimiento estadístico actual

Después de citar el procedimiento estadístico actual, mencionaremos a continuación los aspectos favorables; así también de aquellos que son posibles de complementar al control estadístico que la D.G.I. ha planeado, para medir la oportunidad de sus servicios.

Se enumeran las siguientes ventajas que presenta el control estadístico actual:

- 1. El sistema mide un requerimiento importante del servicio, como es el tiempo de respuesta del proceso también llamado tiempo de operación. Para el caso de la D.G.I. , denominado como "oportunidad" .*
- 2. El sistema es adecuado, y capaz de medir la oportunidad (tiempo de respuesta).*
- 3. El sistema no es intrincado ó complicado, pór el contrario es muy claro y factible para su realización.*
- 4. El sistema hace uso adecuado para la recopilación de datos, de tal forma que es conveniente y eficaz, pues mediante el mismo, se proyectan cuantitativamente el grado de oportunidad como la estimación de las causas por las que se originaron los casos de no oportunidad.*
- 5. Se realizan registros de todo el año, con lo que puede proporcionar información útil y determinar con ello la capacidad de realizar servicios oportunos.*

Las áreas de oportunidad para el control estadístico actual son:

- 1.** *El procedimiento estadístico actual proporciona información cuantificable únicamente de "la oportunidad", es decir, el tiempo de respuesta de los servicios.*
- 2.** *No presenta una estructura para medir los defectos (requerimientos que no cumplen con especificaciones del sistema de calidad), tampoco el monitoreo y la medición de unidades ó fracciones defectuosas (Producto no conforme). Esto implica una desventaja crítica, para llevar al cabo un estudio de la capacidad que tiene el proceso de elaboración de los dictámenes de la D.G.I.*
- 3.** *Se puede tener un sistema estadístico orientado, a la cuantificación de la capacidad del sistema de calidad. Es decir, un C.E.P. puede otorgar evidencia real acerca de la facultad ó posibilidad que tiene el proceso de elaboración de los dictámenes (servicios), para cumplir con requisitos ó características que afectan a la calidad.*
- 4.** *El tipo de gráficas que propone el procedimiento estadístico, expresan estimaciones de descripción estadística. El C.E.P. realiza estimaciones de inferencia estadística a partir del análisis de gráficas de control, por lo que la descripción estadística sólo se puede destinar a la ponderación de las causas especiales.*
- 5.** *Es viable la cuantificación de estudios ó evaluaciones a proveedores, subproveedores ó subcontratistas, a través de la utilización del C.E.P., sin embargo, esto dependerá de si existe la necesidad de evaluar cuantitativamente a los proveedores ó subproveedores. En caso de que existiera esta necesidad, el C.E.P. resulta una herramienta útil, para tal fin.*
- 6.** *El procedimiento estadístico actual, tiene una orientación más hacia el control y la corrección (detecta problemas de calidad esporádicos y toma acción sobre ellos), en cambio el C.E.P. esta orientado a la prevención y el mejoramiento de la calidad (identifica problemas de calidad crónicos y toma acción sobre ellos).*
- 7.** *Las gráficas del procedimiento estadístico actual, no pueden detectar cambios cíclicos en el proceso, cambios súbitos en el proceso (proceso errático), desviaciones y fenómenos temporales.*
- 8.** *El procedimiento estadístico, sólo mide el grado de variación de la oportunidad, e identifica las causas que se han supuesto puedan generar esta variación, sin embargo, no es inherente a este control la capacidad de identificar puntualmente causas especiales u otras causas ni su repercusión cuantificable. El uso de un C.E.P., puede identificar causas especiales de variación.*
- 9.** *El procedimiento estadístico actual, no es preciso para fundamentar la optimización en la oportunidad, u otras variables que se pretendieran incorporar.*

El uso de las gráficas de control de un C.E.P., sirven para estimar y proponer la optimización de los límites de especificación de los productos (servicios).

10. El uso de un C.E.P., establece límites de calidad para determinar las desviaciones en el promedio de alguna característica, que intervenga directa ó indirectamente en el proceso de elaboración de los dictámenes.

11. El uso de un C.E.P., es una herramienta que proporciona evidencia efectiva para seleccionar una solución ó proponer modificaciones a un proceso (servicios), para que sus requerimientos se cumplan de la manera más adecuada.

12. Por las razones anteriores, es favorable la incorporación del C.E.P., ya que proporciona una base cuantitativa para establecer un programa de verificaciones de control periódico del proceso y reajustes.

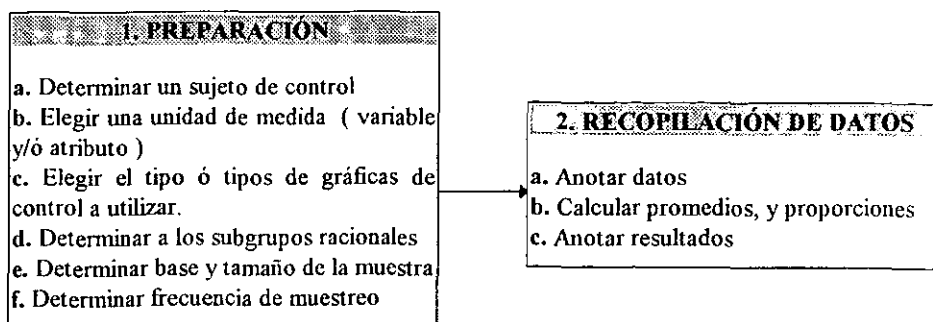
1.2 Planteamiento teórico para fundamentar las áreas de oportunidad.

Control Estadístico de Proceso

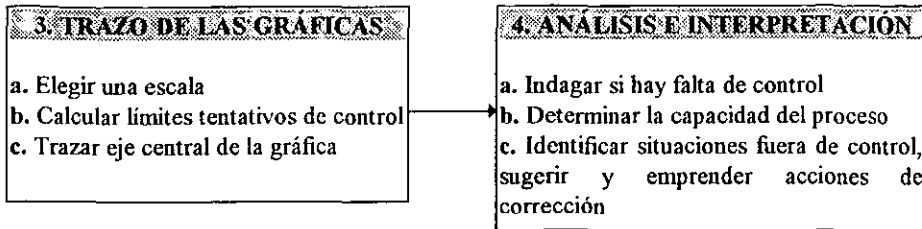
Se define el control estadístico de procesos (C.E.P.) como la aplicación metódica de técnicas estadísticas, conocidas como: "gráficas de control de Shewhart"; estas últimas sirven, para la medición y el análisis de la variación en cualquier proceso (1).

Un proceso, a su vez, es una combinación única de máquinas, herramientas, métodos, materiales y personas que logran una producción de bienes. Para la tesis, dicha "producción" ó generación, será la de los doce servicios que se mencionaron anteriormente.

De esta manera, el C.E.P., es el desarrollo de las actividades que se ejercen para la puesta en marcha de las gráficas de control. El C.E.P. puede constar de las siguientes etapas:



(1) Cfr. Shrock, Enrick. Métodos Estadísticos y Control de calidad. Cap V p 3.



De esta manera se observa que el C.E.P. no son en sí las gráficas de control, si no la metodología que acompaña a las mismas. Es importante decir, también, que el "C.E.P." ha recibido otras definiciones -incluso algunas, que tienen poco ó nada que ver con el uso del análisis estadístico.

Hay dos razones básicas para aplicar el control estadístico del proceso. La primera, es que el C.E.P. permite determinar cuando emprender acciones para ajustar un proceso que ha salido de control, (estas acciones también se designan ó catalogan, para efectos de calidad, con el nombre de acciones correctivas). La segunda razón, es que el C.E.P. señala cuándo dejar solo un proceso. Saber cuándo emprender acciones en un proceso, es un paso importante en la prevención de defectos, y elimina la inspección y clasificación de un producto después de haber fabricado un gran lote.

La aplicación del control estadístico de calidad requiere, invariablemente, tomar datos de un proceso. La recopilación de los datos correctos en cantidades adecuadas, en los tiempos adecuados, es crucial para las personas cuya labor afecta la calidad del producto (tangible ó intangible). El uso del C.E.P., puede hacer una importante contribución para el logro de los objetivos de calidad. Para la mayor parte de las organizaciones, las técnicas estadísticas son esenciales para ayudar a asegurar una aplicación continua y exitosa de estos conceptos en la realidad, y que potencialmente conlleve la oportunidad tangible de obtener beneficios significativos.

Ventajas del C.E.P.

Existe un estado de control estadístico cuando sólo se tienen causas comunes de variación en el proceso. Esta condición proporciona varias ventajas importantes:

- *El proceso tiene estabilidad, lo que hace posible predecir su comportamiento, al menos a corto plazo.*
- *El proceso tiene identidad en términos de un conjunto dado de condiciones que son necesarias para hacer predicciones. Las predicciones de cualquier tipo deben relacionarse con un conjunto de condiciones supuestas. En el caso de los*

procesos de manufactura y negocios, estas condiciones se representan por un estado de control estadístico. En el caso ideal, la obtención de conclusiones a partir de cualquier conjunto de datos debe estar precedido por un análisis para ver si los datos vienen de un proceso bajo control estadístico.

- *Un proceso que tiene causas especiales es inestable, y la variación excesiva puede ocultar el efecto de los cambios que se han introducido para lograr el mejoramiento. Además, la eliminación de algunas causas especiales y las gráficas de control resultantes pueden revelar que existen causas especiales adicionales que estaban ocultas por las anteriores.*

- *Saber que el proceso está bajo control estadístico, es una ayuda para los trabajadores que lo operan. Se dice que cuando los datos caen dentro de los límites de control estadístico no se deben hacer ajustes. Hacerlos aumentaría la variabilidad, no la disminuiría. Por el contrario, una gráfica de control ayuda a evitar subajustes y al mismo tiempo los puntos fuera de control indicarán la presencia de una causa especial.*

- *Saber que un proceso se encuentra bajo control estadístico, ayuda a quienes intentan hacer una reducción a largo plazo en la variabilidad. Con el fin de reducir la variabilidad del proceso, debe analizarse y cambiarse el sistema del mismo; la administración no debe esperar que los trabajadores que lo operan reduzcan esta variabilidad ellos solos.*

- *Un análisis de control estadístico, que incluye la gráfica de los datos en el orden de producción, identificará con facilidad las tendencias a través del tiempo que no son evidentes en otros resúmenes de datos, como los histogramas y diagramas de control.*

- *Un proceso estable (como el verificado por el control estadístico) que también cumple con las especificaciones del proceso proporciona evidencia de que éste tiene condiciones que, si se mantienen, darán como resultado un producto aceptable.*

Con lo anterior, cabe señalar que el C.E.P., tiene otras ventajas enfocadas a: la planeación para la calidad del producto para generar el ingreso sobre ventas; sin embargo, no hablaremos de esta, ni de otras ventajas que son inexistentes para el caso de la D.G.I. al ser una organización de servicio público. Cabe decir que una parte del trabajo de esta tesis, será encontrar una adecuación óptima del C.E.P. , con el fin de complementar ó contar con mayores beneficios en la finalidad de un control estadístico.

A su vez una parte conformante del C.E.P., es sin duda el uso de herramientas estadísticas para el análisis de datos. A continuación se expondrá el alcance que tiene el C.E.P. en el análisis de datos.

Alcance del análisis de datos del C.E.P.

Algunos problemas que pueden beneficiarse con el control estadístico de proceso son:

1. La Determinación de los resultados de un número limitado de pruebas en la estimación del valor verdadero de una característica de un producto.
2. Determinación del número de pruebas que se requieren para proporcionar datos adecuados para la evaluación.
3. Comparación de datos de pruebas entre dos diseños alternativos, ó comparación de datos de pruebas de un diseño con los valores de las especificaciones.
4. Planeación de experimentos para determinar si una variable ó atributo, significativos influyen a una característica de desempeño.
5. Determinación de la relación cuantitativa entre dos ó más variables.

Resumen

Este capítulo ha expuesto, el desarrollo del procedimiento P20-01 versión 0.0, del M.A.C. (Manual de aseguramiento de la calidad) de la D.G.I. , el cual es llamado: *"Procedimiento Estadístico para verificar la Atención Oportuna de los Servicios"*.

Una vez expuesto el desarrollo del P20-01, se mencionaron las ventajas y desventajas que esta propuesta encontró. Con estas últimas, se observó que la técnica estadística empleada, resulta insatisfactoria para un sistema de calidad bajo el esquema de la norma NMX-CC-03 / ISO 9001. Ya que se debe contemplar para un proceso, el control y la verificación de su capacidad, por medio del monitoreo de las no conformidades y productos no conformes que se generen. La metodología del P20-01, se enfoca únicamente a la medición de una característica del producto (servicio), que es la "oportunidad", y dicha característica resulta insuficiente para poder establecer entorno a la misma el control del proceso. Además de que las herramientas que se proponen actualmente en el P20-01, son de descripción estadística; las cuales son insuficientes e imprecisas para fundamentar la solución de problemas de calidad.

Por lo anterior, se pretende identificar la necesidad de suplir ó afianzar los aspectos de los que adolece el procedimiento estadístico actual, mediante el uso del C.E.P., así mismo, con la incorporación de sujetos de control a ser monitoreadas con este mismo. Estos últimos, se expondrán con mayor detalle en el capítulo III.

Resulto conveniente exponer al final de este capítulo, el marco teórico que fundamenta el uso del C.E.P. en la D.G.I., con el fin de identificar y suplir las debilidades del procedimiento estadístico actual. En dicho marco teórico, se define al C.E.P. (Control Estadístico de Proceso) como la metodología que se utiliza para introducir y usar a las herramientas estadísticas conocidas como gráficas de control. De estas últimas, se expondrá con mayor detalle en el capítulo II.

La metodología del C.E.P., establece a partir del uso de gráficas de control, los aspectos que intervienen para establecer un estado de control estadístico. Dicho desarrollo contempla las siguientes etapas:

- a) *Preparación.*
- b) *Recopilación de datos.*
- c) *Trazo de las gráficas.*
- d) *Análisis e Interpretación .*

Mediante las ventajas y el alcance del análisis de datos del C.E.P., se dan a conocer las razones más favorables ó trascendentes por las cuales el uso de un C.E.P. resulta adecuado para complementar las funciones del procedimiento estadístico para verificar la atención oportuna. Así mismo, para ratificar las cualidades del C.E.P. como una herramienta estadística que es utilizada ampliamente en la gestión y la mejora continua de los sistemas de calidad. Pues, permite el uso de gráficas de control destinadas a medir la variación que presenta un proceso.

De todo lo expuesto en el presente capítulo se puede concluir que el procedimiento estadístico actual no aprovecha las ventajas que el C.E.P. le proporciona.

En el capítulo II se expone el marco teórico de las gráficas de control de Shewhart, con lo que se pretende no sólo exponer dichas técnicas estadísticas sino corroborar la posibilidad de su utilización en una organización diferente a las industrias manufactureras.

Capítulo II

Marco teórico de las gráficas de control

“Cuando un proceso de manufactura se comporta como un sistema de causa constante , cuando la inspección produce resultados que muestran estabilidad, se dice que esta bajo control estadístico. La gráfica de control indicará si el proceso está ó no bajo control estadístico”.

W.E. Deming

2.1 Gráficas de control de Shewhart.

¿ Que son las gráficas de Control ?

Las gráficas de control fueron propuestas por primera vez por Walter Shewhart en los Bell Laboratories en la década de los años veinte. Shewhart fue el primero en distinguir las causas comunes de las especiales en la variación del proceso, y creó el concepto de la gráfica de control para separarlas.

Una gráfica de control es una herramienta gráfica para representar el estado de control de un proceso. Se muestra la estructura general de una gráfica de control en el anexo 4.

Se mide el tiempo en el eje horizontal, que con frecuencia corresponde al valor promedio de característica de calidad que se mide en el eje vertical. Hay otras dos líneas horizontales, por lo general discontinuas, que representan a los límites de control superior e inferior.

Las muestras se seleccionan a través del tiempo, se anotan en la gráfica y se analizan. Si los valores de la muestra caen fuera de los límites de control, ó si se presentan comportamientos no aleatorios en la gráfica, entonces es posible que haya causas especiales que afecten el proceso; el proceso se dice que no es estable. Entonces, éste se debe examinar y se deben emprender las acciones correctivas adecuadas, así las gráficas de control permiten identificar los problemas de calidad cuando estos se presentan.

Las gráficas de control permiten incrementar el grado de satisfacción de las especificaciones, pues permite proporcionar evidencia para prevenir la variación del proceso debida al incumplimiento de las especificaciones. Así, como corroborar el efecto del mejoramiento ya que dan una retroalimentación inmediata para emprender acciones y para juzgar cuando dejar el proceso sin modificación.

Generalidades de las gráficas de control

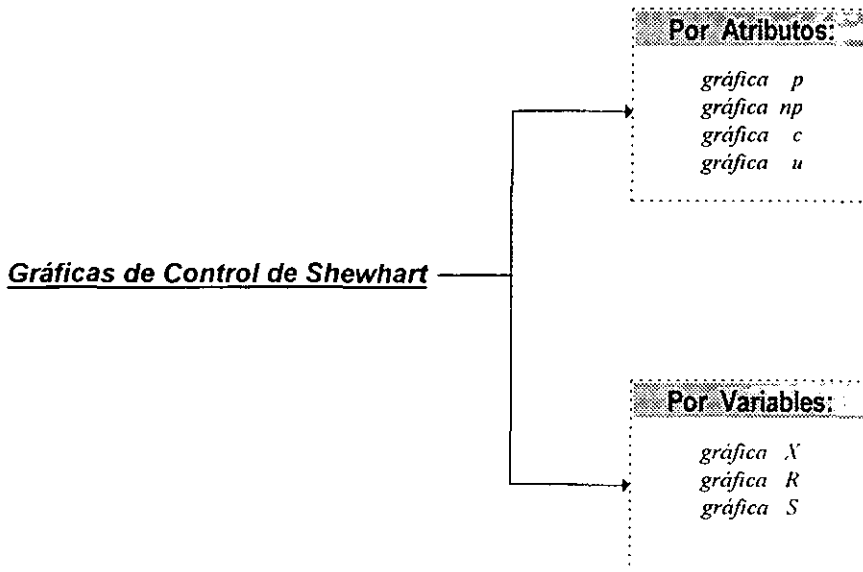
El objetivo primordial de una gráfica de control es detectar las causas especiales ó atribuibles de la variación en un proceso -mediante el análisis de los datos, tanto pasados como futuros.

Las variaciones del proceso se pueden rastrear para dos tipos de causas: 1) común (ó aleatoria), que es inherente al proceso y 2) especial (atribuible), que es causa una variación excesiva. Idealmente, sólo deben estar presentes las causas comunes en un proceso porque representan un proceso estable y predecible que tiene un mínimo de variación. Se dice que un proceso que opera sin causas especiales de variación se encuentra "en estado de control estadístico". La gráfica de control para tal proceso tiene todos los puntos correspondientes a los datos dentro de los límites de control estadístico. El objetivo de una gráfica de control no es lograr un estado de control estadístico como un fin, sino reducir la variación.

La gráfica de control hace una distinción entre las causas comunes y las especiales de variación a través de la elección de los límites de control. Estos se calculan usando las leyes de probabilidad de manera tal, que se pueda decir que esas causas altamente improbables de variación, se deben no a causas aleatorias sino a causas especiales. Cuando la variación excede los límites de control estadístico, se tiene una señal de alguna causa especial ha entrado en el proceso y éste debe investigarse para identificar estas causas de variación excesiva. La variación aleatoria dentro de los límites de control significa que solo están presentes causas comunes (aleatorias); la cantidad de variación se ha estabilizado, y deben evitarse los ajustes menores al proceso.

Por último, cabe decir, que una gráfica de control detecta la presencia de una causa especial pero no determina el origen de la misma -esa tarea debe manejarse en una investigación subsecuente del proceso.

Existen gráficas de control por atributos, y gráficas de control por variables como a continuación se muestra en el esquema :



Como modelo matemático general para variables y atributos, la gráfica de control de Shewhart con límites 3-sigma, se puede expresar como:

$$LIC_y = (E)_y + 3\sigma_y \quad (\text{Límite Inferior de Control})$$

$$\text{Línea Central} = (E)_y$$

$$LSC_y = (E)_y + 3\sigma_y \quad (\text{Límite Superior de Control})$$

En donde y es la variable aleatoria ó estadística de control que se va a representar en la gráfica de control, para el caso de atributos p , np , c , u . $(E)_y$ es el valor esperado de la variable estadística, σ_y es la desviación estándar de la variable estadística " y ".

Variables y Atributos

Es importante hacer una distinción en lo que se conoce en términos técnicos de la estadística, entre las variables y los atributos.

Se dice que las primeras se refieren a las características que se pueden medir a partir de una escala continua (variable aleatoria continua); ejemplos de las variables son: la longitud, la temperatura, la resistencia a la tracción, la dureza, el peso, el tiempo de funcionamiento de algún dispositivo, etc.

Los atributos en cambio, se refieren a las características que se especifican al juzgar por inspección visual el grado de aceptación ó de satisfacción de algún elemento. Los atributos no se pueden medir como tal pero si se pueden contar (variable aleatoria discreta) , por ejemplo: el acabado de alguna superficie, el aspecto físico de algún contenedor (presenta grietas ó abolladuras), el funcionamiento de algún producto terminado, el color deseado de una etiqueta litografiada, etc. En general la cosa examinada por atributos sólo asume dos valores: cumple ó no cumple con las especificaciones, bueno ó malo, pasa ó no pasa, etc.

Para la D.G.I., dado que se trata de una organización que proporciona servicios, la adecuación más fehaciente en los requisitos ó características de calidad para un estado de control estadístico estaría más orientada al manejo de datos por atributos. Pues, propiamente durante el desarrollo de los servicios que ofrece la organización no existen características que se presenten ó midan en una escala continua, tampoco existe ninguna intervención trascendente de dichas características en el sistema de calidad ó en el cumplimiento de los requisitos del mismo, esto por ser puntualmente un trabajo de oficina. A excepción del único dato que pueda interpretarse por variable, y que interviene directamente como una dimensión ó característica de calidad sería el tiempo de respuesta de los servicios, también denominado como oportunidad; sin embargo, este ya ha sido

tomando en cuenta y dado que no es el objetivo de esta propuesta replantear un nuevo control estadístico para medirlo, sólo se limitará a la complementación del control estadístico ya planteado por la Coordinación de Calidad de la D.G.I.

Cabe decir que el sustento matemático de las gráficas de control por atributos, difiere al de las gráficas de control por variables. La exposición de este último, quedará fuera del alcance de la tesis, debido a que el C.E.P. propuesto no hace uso de este tipo de gráficas.

2.2 Modelos matemáticos de las gráficas de control por atributos.

Existen algunos tipos diferentes de gráficas de control para datos por atributos, que se pueden emplear en cualesquiera de los casos siguientes:

- 1) *La gráfica p, que es la de la fracción defectuosa*
- 2) *La gráfica np, que es la de control del número de artículos no conformes, (número de defectuosos).*
- 3) *La gráfica c, que es la de control de la fracción ó porcentaje de defectos por unidad.*
- 4) *La gráfica u, que es la de control del número de defectos por unidades múltiples*

Para justificar la aplicación de las gráficas de control por atributos para el aseguramiento de calidad en una organización de servicio público es necesario, a su vez, analizar el fundamento matemático de dichas gráficas. Por lo que habrá que revisar algunos conceptos de estadística, puesto que las gráficas de control por atributos manejan datos que se consideran como variables aleatorias discretas y el principio de su uso en la manufactura descansa en la adecuación que se le den a las distribuciones de probabilidad que manejan dichos datos.

La variable aleatoria y la distribución de probabilidad, se pueden definir de la siguiente manera :

Variable aleatoria: se dice que es una función matemática que asigna valores numéricos a todo resultado posible en un espacio muestral, esta puede ser discreta ó continua. Una variable aleatoria discreta guarda una estrecha relación ó interpretación, por lo general con el manejo de datos por atributos; mientras que la variable aleatoria continua con el manejo de datos, que se han denominado como "variables", anteriormente [1].

[1] **Cfr. Meyer, Paul. Probabilidad y Estadística. Cap IV p 111.**

Una **Distribución de probabilidad** representa un modelo teórico (tabla, gráfica ó ecuación) que relaciona los valores que toma una variable aleatoria con sus probabilidades asociadas, existen distribuciones discretas y continuas [1].

Como se ha venido mencionando, las características de calidad a medirse con la incorporación del C.E.P., para el caso particular de la D.G.I., se aplica al manejo de datos por atributos. El marco teórico de las gráficas de control por atributos, se apoya principalmente en el *teorema del límite central*, así como en dos distribuciones discretas de probabilidad, y que son: *la distribución binomial* y *la distribución de Poisson*.

Distribución binomial

La distribución binomial describe la probabilidad de obtener “x” éxitos en una serie de “n” experimentos idénticos, que se llaman pruebas ó ensayos. La probabilidad de éxito en cada intento es un valor constante, p. La función de probabilidad binomial está expresada por la siguiente fórmula:

$$f(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} = \frac{n!}{x!(n-x)!} p^x (1-p)^{n-x} ; \text{ para } x = 0, 1, 2, \dots, n$$

en la cual: p es la probabilidad de un éxito

n es el número de artículos en la muestra

x es el número de artículos para los cuales se desea la probabilidad

El valor esperado, la varianza y la desviación estándar de la distribución binomial son respectivamente:

$$E(x) = \mu = np ; \quad \sigma^2 = np(1-p) ; \quad \sigma = \sqrt{np(1-p)}$$

Distribución de Poisson

La segunda distribución discreta en las que se fundamentan las gráficas de control por atributos, esta expresada por:

$$f(x) = \frac{e^{-\mu} \mu^x}{x!} ; \text{ para } x = 0, 1, 2, \dots, n$$

$$E(x) = \mu = np ; \quad e = 2.71828, \text{ constante}$$

en la cual: p es la probabilidad de un éxito

n es el número de artículos en la muestra

x es el número de artículos para los cuales se desea la probabilidad

[1] Cfr. Meyer, Op.cit Cap IV p 127.

La distribución de Poisson se relaciona estrechamente con la binomial. Se deduce haciendo que el tamaño de la muestra, n , sea muy grande, que tienda a infinito, y que la probabilidad de éxito ó fracaso, p se haga muy pequeña, que tienda a cero, en tanto que, el valor esperado (np) sea una constante "c". Así, cuando n es grande en relación con p , se puede emplear la distribución de Poisson como aproximación a la distribución binomial.

$$P(x|c = np) = \frac{c^x}{x!} e^{-c}$$

Se encontró que el promedio y la desviación estándar de la distribución binomial eran $\mu = np$ y $\sigma = \sqrt{np(1-p)}$. En el caso limitativo en donde $E(c) = E(np)$, son una constante, por lo cual:

$$E(np) = np = E(c) = c$$

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

$$= \sqrt{c \left(1 - \frac{c}{n}\right)} \quad ; \text{ y como } n \rightarrow \infty$$

$$= \sqrt{c}$$

Teorema del límite Central

El teorema del límite central, se enuncia de la siguiente manera:

Si se toman muestras aleatorias sencillas de tamaño n , de una población que tenga promedio μ , y desviación estándar σ ; la distribución de probabilidad de los promedios muestrales tenderá hacia una distribución normal cuando n es muy grande, es decir, $n \rightarrow \infty$.

La aproximación a la distribución normal tendrá promedio μ , y desviación

$$\text{estándar } \sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

La distribución normal produce la conocida curva simétrica acampanada. La mayor parte de la zona ó superficie por debajo de esta curva esta incluida, dentro de los límites $\mu \pm 3\sigma_x$ (ver anexo 4).

2.3 Tipos de gráficas de control por atributos.

Gráfica p

La gráfica "p" es la que tiene mayor cantidad de aplicaciones y empleo muy amplio como gráfica de control para atributos; se trata de la gráfica para la fracción defectuosa ó porcentaje de producto no conforme (esto por no cumplir con las especificaciones). Se aplica esta gráfica cuando se observan ó detectan uno ó mas defectos en el producto.

La fracción defectuosa p se puede definir como la relación entre el número de artículos ó productos no conformes (defectuosos) encontrados en una inspección y el número total de artículos que se inspeccionaron, por lo general se expresa como decimal, por lo que el porcentaje defectuoso es $100p$. Siempre que se trabaja con subgrupos (muestras) de tamaño variable, y se pretende mostrar el porcentaje defectuoso, la gráfica p será el instrumento estadístico a emplear.

<i>Fracción defectuosa</i>	<i>Límite Superior de Control</i>
$p = \frac{d}{n}$	$LSC = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$
<i>Línea Central</i>	<i>Límite Inferior de Control</i>
$\bar{p} = \frac{\sum d}{\sum n}$	$LIC = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$

donde: d = Número de artículos defectuosos (productos no conformes)
 n = El tamaño del subgrupo
 p = Fracción defectuosa

Gráfica np

Siempre que se trabaja con subgrupos de tamaño variable, la gráfica de control debe mostrar la fracción defectuosa (ó porcentaje defectuoso) en vez del número real de defectuosos.

Para monitorear el número real de artículos no conformes (defectuosos) se necesitaría calcular los límites de control por cada cambio en el tamaño del subgrupo. Pero si el tamaño del subgrupo es constante, se puede emplear la gráfica denominada "np" ó "pn" para expresar los números reales de defectuosos (para obtener la fracción defectuosa se dividió el número real de defectuosos entre el tamaño n del subgrupo, por ello el número real de defectuosos se puede representar con np que al dividirlo entre n da p).

Cuando el tamaño del subgrupo es constante, podría haber dos razones para preferir la np en vez de la gráfica p. Una, es que la gráfica np ahorra un cálculo para cada subgrupo (la división del número de artículos no conformes entre el tamaño n del subgrupo para obtener p). A pesar de que el aspecto de las gráficas np y p no presentarían una diferencia fundamental.

El uso de las gráficas p ó np depende de las características de la producción ó en el caso de la D.G.I. de la realización de sus servicios. Para ambos casos si es variable sólo se podrá utilizar la gráfica p, pero si es constante se pueden emplear ambas gráficas (p y/o np).

<i>Fracción defectuosa</i>	<i>Límite Superior de Control</i>
$p = \frac{d}{n}$	$LSC = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$
<i>Línea Central</i>	<i>Límite Inferior de Control</i>
$n\bar{p} = \frac{\sum d}{k}$	$LIC = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

donde: *d*= Número de artículos defectuosos (productos no conformes)
n= El tamaño del subgrupo (muestra constante)
p= Fracción defectuosa
k= Número de subgrupos

Gráfica U

Otras dos gráficas de control por atributos son las gráficas "u" y "c". Que de manera similar con el porcentaje de productos no conformes p, también existe el calculo del porcentaje de no conformidades ó fracción de defectos. La gráfica u se usa para monitorear el número promedio de defectos por unidad, esta se emplea cuando el tamaño del subgrupo es variable.

<i>Fracción de defectos</i>	<i>Límite Superior de Control</i>
$u = \frac{c}{n}$	$LSC = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$
<i>Línea Central</i>	<i>Límite Inferior de Control</i>
$\bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n}$	$LIC = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$

donde: c = Número de defectos (no conformidades)
 n = El tamaño del subgrupo
 u = Fracción de defectos

Gráfica C

La gráfica "c", es usada para monitorear el número total de defectos (no conformidades) por unidad cuando el tamaño del subgrupo es constante.

<i>Fracción de defectos</i>	<i>Límite Superior de Control</i>
$u = \frac{c}{n}$	$LSC = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$
<i>Línea Central</i>	<i>Límite Inferior de Control</i>
$\bar{c} = \frac{\sum c}{k}$	$LIC = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$

donde: c = Número de defectos (no conformidades)
 n = El tamaño del subgrupo (muestra constante)
 u = Fracción de defectos
 k = Número de subgrupos

Resumen

Las gráficas de control son herramientas gráficas para representar el estado de control de un proceso. Dichas herramientas, tienen por objeto encontrar causas especiales ó atribuibles de variación en un proceso.

En la estadística aplicada a la calidad existe una distinción en la medición de las características ó requisitos que debe cumplir un producto, esta se da por medio de los *atributos* y de las *variables*. Por lo que existen gráficas de control por atributos y por variables. Se justifica el manejo de datos por atributos en la D.G.I., ya que en la elaboración de los dictámenes, no existen y no es propicio considerar, requisitos ó características de calidad que se midan ó juzguen a partir de una escala continua.

Las gráficas de control de Shewhart por atributos, se fundamentan principalmente por las distribuciones binomial y de Poisson, así como en el teorema del límite central. La revisión de dichos conceptos fue importante, para justificar su potencial intervención y adecuación en una organización distinta a la manufactura. Por lo que se ratifica que ambas distribuciones son propicias para la medición de defectos y unidades defectuosas, en la D.G.I.

Se mencionó, que existen cuatro tipos de gráficas de control por atributos, estas son: p, np, c y u; las gráficas p y np, se aplican al monitoreo de los productos no conformes, y las gráficas c y u al monitoreo de las no conformidades. Las gráficas np y c son para tamaños de muestra constante, mientras que las gráficas p y u son para tamaño de muestra variable.

El capítulo III, trata propiamente el desarrollo del C.E.P., es decir, la adecuación de un estado de control estadístico en la D.G.I. Para dicha adecuación, se realizará: la selección entre atributos y variables, se elegirán el tipo de gráficas de control a emplear, se establecerá la manera de llevar al cabo la recopilación y la organización de los datos que se utilicen en la construcción de las gráficas de control. Esto, entre otros aspectos que resultan de gran interés y necesidad para justificar el desarrollo, y propiamente la implementación del C.E.P.

Capítulo III

Elaboración y uso de la propuesta del C.E.P.

“El objetivo final no consiste sólo en detectar los problemas, sino también en encontrarlos y ese descubrimiento, como es natural, requiere una clasificación.

EL ingeniero que tiene éxito para hacer la división inicial de sus datos en subgrupos racionales basados en hipótesis racionales, tendrá mejores resultados de quien no lo ha conseguido.”

Walter Shewhart.

3.1 Preparación

Características Influyentes en la eficiencia operacional

Para el establecimiento ó la implementación de un C.E.P., primeramente se deben escoger un sujeto de control (características de calidad), para el caso de la D.G.I. se encuentra de manera asequible y práctica, partir de las características ó dimensiones de calidad que se presentan en las organizaciones de servicio. Estas estarán íntimamente ligadas con el proceso ó actividades de trabajo, una vez que se haya precisado en las mismas se podrán definir las especificaciones ó requisitos a ser controlados estadísticamente.

Para las organizaciones de servicio cobra mayor importancia la traducción de los requisitos ó expectativas del cliente hacia especificaciones detalladas. Para una organización de servicio público ó la misma D.G.I., quizás no todas las expectativas del cliente puedan adquirir una consolidación como especificaciones de calidad, ya que las leyes que se tienen que aplicar para elaborar un dictamen ó permiso bien pueden reprimir ó eximir la completa satisfacción en las expectativas de los clientes, -puesto que sin duda alguna; no faltaría aquella por más de uno, para que todos los tramites (dictámenes) que realizará fueran aprobados ó autorizados. Es evidente de que la aplicación de la ley restringe a dicha expectativa. Sin embargo, algunas expectativas si se pueden dirigir al incremento de la calidad percibida de los clientes, es decir, aquellas expectativas que sirvan como un parámetro para evaluar la imagen corporativa de una organización; por ejemplo: que los tramites que realiza un cliente fueran resueltos de manera oportuna, eficaz (confiable) y bajo un ambiente cordial y aclaratorio, esto independientemente de si el dictamen ó tramite es autorizado.

Las especificaciones ó requisitos de calidad a ser medidos, pueden ser interpretados y recolectados en datos por variables y/ó atributos.

Para realizar la integración perceptible de las características de calidad en datos por atributos en una organización de servicio público (como lo es el caso de la D.G.I.), es necesario realizar un análisis para enfocar las características de calidad a indicadores de la eficiencia operacional. Que para el caso de esta organización, darían en una primera aproximación la pauta a seguir para la evaluación de la calidad en los tramites que efectúa la misma.

Determinación de las características de calidad (sujetos de control) en la D.G.I.

Si bien, la calidad de los bienes se puede medir de modo objetivo, la de los servicios (trabajo de oficina y/o tramites) es más abstracta y evasiva, ya que no se tienen productos tan bien definidos en los servicios como en las empresas manufactureras. Así para planear y definir los sujetos de control para la calidad en los servicios, se deben precisar con cuidado características que sean categóricas tanto para la satisfacción del cliente como para su adecuación, esto último, para que sean viables a las actividades ó el proceso que se realiza. Un método para

evaluar la calidad de los servicios es medir las percepciones de los clientes, como ya se mencionó.

La calidad percibida es el juicio del cliente acerca de la excelencia general de un producto. Las investigaciones hechas por el *Journal of Retailing* han demostrado que se usan seis dimensiones clave, por parte de los consumidores, para evaluar la calidad del servicio [1], estas son:

1. TANGIBLES	: instalaciones físicas, equipo y apariencia
2. CONFIABILIDAD	: capacidad para realizar el servicio prometido en forma segura y exacta
3. CONSISTENCIA	: capacidad de ejercer y/o mejorar la confiabilidad de manera constante
4. RESPONSABILIDAD	: voluntad de ayudar a los clientes y dar servicio rápido
5. CERTIDUMBRE	: conocimiento y cortesía de los empleados, que inspiran confianza
6. EMPATIA	: el cuidado y la atención individuales que se les proporciona a los clientes

El control de los atributos en este apartado, esta orientado a establecer como sujetos de control a la confiabilidad y la consistencia de los servicios, más adelante (capítulo IV) se explicará con mayor detalle la manera de incorporar al control las características de calidad restantes. Si bien se ha dicho, que la eficiencia operacional esta íntimamente ligada con la medición interna de la calidad para fines de control, la medición en la confiabilidad y la consistencia será una forma explicita de controlar la calidad del servicio que se este proporcionando.

La confiabilidad es un parámetro de gran importancia en una organización de servicio, ya que permite la corrección a corto plazo en las deficiencias que se presenten durante las operaciones de trabajo, y que reducirán las insatisfacciones del cliente.

El uso de los atributos para la medición de la confiabilidad presentaría dos variantes para su medición y control: la primera estaría enfocada a los artículos defectuosos (productos no conformes); y la segunda a los defectos, es decir, a los errores ó a las características únicas al incumplir con las especificaciones de calidad (no conformidades) que se presenten en el desarrollo de alguno de los tramites que proporcione la D.G.I. Se debe notar que el termino defectuoso se refiere a aquellos productos (trámites) que tienen uno ó mas defectos.

[1] Cfr. Parasuraman, A. y Berry, L.L. SERVQUAL: A multiple-Item for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality, Journal of Retailing, pp 124.

Al incorporarse a la cuantificación, no sólo el producto no conforme. Sino además, las no conformidades que lo originen, se buscaría consolidar con mayor información y evidencia el control estadístico de la confiabilidad, presentándose las siguientes ventajas: identificar puntualmente las no conformidades que se estén presentando con mayor ocurrencia; y como base para efectuar medidas de prevención, para el caso en que se generen simultáneamente pocos productos no conformes, pero una gran cantidad de no conformidades.

Las acciones correctivas que se deriven con el uso del control estadístico, tanto a los productos no conformes como a las no conformidades. Generará un fundamento estadístico, orientado no sólo al aseguramiento, sino también, al mejoramiento continuo de la calidad en la D.G.I.

De estos dos aspectos se proponen los siguientes requisitos ó especificaciones:

Producto No conforme: Se propone considerar a un producto no conforme cuando se presente una no conformidad mayor ó crítica. En la elaboración de alguno de los doce dictámenes (servicios de la D.G.I.).

No conformidad:

1) No conformidad Mayor ó Crítica

- Aplicación inadecuada de criterios legales
(resolución incorrecta).
- Retraso en el tiempo de resolución que marca la ley
(menor ó igual a 10 días)
- Mala conducta por parte del personal

2) No conformidad Menor

- Errores de forma (ortografía ó locución)
- Pérdida, daño ó deterioro en la documentación que presenta el cliente para tramitar algún dictamen

Cabe decir, que la clasificación y ponderación de las no conformidades resulta propicia cuando se apliquen herramientas alternativas a las gráficas de control, como los diagramas de Pareto e Ishikawa, los que más adelante se explican.

También, resulta importante mencionar que apesar de que las no conformidades mayores son las que determinan al producto no conforme, no se exime el control de las no conformidades menores. Estas últimas se tendrán que registrar (ver anexo 12).

Por otra parte, la consistencia favorecerá a las mejoras que se puedan implantar mediante cambios medidos y continuos en los procedimientos de trabajo, para sostener e incrementar a su vez la confiabilidad. Esta última característica esta ligada con dos aspectos que toca el subcapítulo 2.4, estos son: el estudio de la

capacidad del proceso y la búsqueda de una menor variabilidad, los que se infieren a partir de los resultados que expresen las gráficas de control.

Elección de los tipos de Gráficas a emplear

Se han expuesto cuatro tipos de gráficas de control por atributos (p , np , c , u); las gráficas p y np que sirven para monitorear los productos no conformes ó defectivos, así como las gráficas c y u que son las que se emplean para monitorear las no conformidades ó defectos.

Puesto que se ha mencionado la necesidad de controlar y medir los productos no conformes, al igual que las no conformidades. El criterio de selección de las gráficas se hará con base a las características que presenta la elaboración (producción) de los dictámenes que realiza la D.G.I.

La producción ó elaboración de los doce servicios ó dictámenes, en la D.G.I. por mes, varía significativamente. Por lo que no existe ningún parámetro ó función para predecirla con exactitud, con lo cual quedaría descartado prácticamente el manejo de los subgrupos ó muestras de tamaño constante. Así mismo, la aplicación de las gráficas np y c sería nula; sólo se podrán aplicar las gráficas de control p y u .

Determinación de los Subgrupos Racionales

La idea clave en el método de Shewhart es la división de las observaciones en lo que el ha llamado subgrupos racionales. El éxito de la técnica de Shewhart depende en gran parte del criterio utilizado en la selección de estos subgrupos.

En términos generales, los subgrupos se deben seleccionar de tal modo que cada subgrupo sea lo más homogéneo posible y que ofrezca máxima oportunidad de variación entre subgrupos, por lo que se reflejarán las causas comunes ó las causas asignables que puedan estar presentes en el sistema que se pretende controlar. Es decir, si hay causas asignables, debe ser alta la probabilidad de observar diferencias entre muestras, mientras que debe ser baja la probabilidad de observar diferencias dentro de una muestra. A las muestras que satisfacen esos criterios se les llama "**subgrupos racionales**".

Un subgrupo racional, corresponde a un punto descrito ("graficado") en la gráfica de control. Generalmente, se ha orientado la selección de los subgrupos racionales con la aplicación cronológica, ya que en un periodo de tiempo (turno, día , semana ó cualquier rango de tiempo) se cumplen adecuadamente con los criterios que se mencionaron antes, los cuales definen al subgrupo racional. Por la razón anterior, se utiliza el eje horizontal de la gráfica de control para representar el tiempo, como ya también se había mencionado, cuando se definió en la sección 2.2 a las gráficas de control. Sin embargo, el tiempo no es un parámetro estricto ó necesario para identificar ó establecer a un subgrupo

racional, pero tampoco resulta deleznable determinar la frecuencia que se debe tener para realizar el muestreo y trazar a las gráficas de control.

Consideraremos a cada uno de los doce servicios que ofrece la D.G.I., como un subgrupo racional, ya que al ser doce departamentos diferentes existe una alta probabilidad de observar variación entre cada una de estas áreas, pues cada departamento esta constituido por personas diferentes; además que se tienen condiciones legales que difieren en cada tramite. Por lo anterior, existe una baja probabilidad de encontrar variación en la elaboración de un mismo servicio ó dictamen. Con esto, se cumplen adecuadamente los dos criterios de selección de un subgrupo racional.

Criterios de selección para el tamaño de muestra

El tamaño de la muestras ó de los subgrupos racionales es un segundo asunto crítico. Los datos por atributos son fáciles de recopilar, con frecuencia mediante inspección visual como se mencionó, sin embargo, una desventaja de usar datos por atributos es que se necesitan, teóricamente, un número de muestras relativamente "grandes" (mayor ó igual a 10) [1] para obtener un resultado estadístico válido.

Existen varios métodos para determinar el tamaño del subgrupo. Sin embargo, para la particular aplicación del C.E.P. en la D.G.I., se deben tomar en consideración los siguientes aspectos:

a) La producción (elaboración de dictámenes) no es constante, ni se da bajo una función, patrón ó parámetro.

b) Se debe de tomar en cuenta que la D.G.I. no ha considerado el uso de personal especializado para que se dedique de tiempo completo a las cuestiones de calidad, es decir no cuenta con un área independiente de calidad como en el caso de la mayor parte de las organizaciones manufactureras. Por ende, no cuenta con personal que dedique el 100% de su tiempo de trabajo a la aplicación de técnicas estadísticas.

(Son 3 personas las que se encargarán de aplicar las instrucciones del P20-01).

c) No existe un estado de control previo (nunca se han aplicado gráficas de control).

Estas 3 condiciones ejercen una limitante, por la cual no se podrán aplicar los métodos más comunes para calcular el tamaño de los subgrupos, pues los métodos más precisos para calcular el tamaño de los subgrupos, requieren de que exista un estado de control previo, además de que requeriría más tiempo el llevar a cabo dichos cálculos.

[1] Cfr. Grant, Eugene L. y Leavenworth, Richard. Control Estadístico de Calidad. Cap I p 52.

Por lo anterior, se tendrá que utilizar la tabla MIL-STD-105D (ver anexos 8 y 9), la cual se emplea en los planes de muestreo de aceptación lote por lote por atributos. Esta tabla contempla la extracción de una muestra de tamaño n , a partir de la producción de un lote de tamaño N . Por lo general, para estos planes de muestreo se utiliza por norma un nivel de inspección II.

Cabe decir que la aplicación de esta tabla sólo se aplicará exclusivamente, para obtener el tamaño " n " de una muestra. A partir de la elaboración ó producción de " N " artículos ó productos intangibles (dictámenes ó servicios).

En cuanto al número de subgrupos a utilizar, se ha encontrado en la práctica que deben intervenir para la construcción de una gráfica de control un número de subgrupos de 15 a 25 [1]. Por lo que se propone, que el número de subgrupos ó puntos que aparezcan en la gráfica de control, sea de 24. Esto con el fin de que se tenga dos puntos, por cada uno de los 12 servicios.

Frecuencia de muestreo

Se mencionó que para seleccionar ó establecer subgrupos racionales no es necesario tomar en cuenta algún periodo de tiempo, pero si resulta conveniente determinar la frecuencia de muestreo, que es la periodicidad en la que se aplicara el control. Por lo que un tercer punto crítico en la metodología del C.E.P., es la determinación de la frecuencia de muestreo. Es obvio que lo ideal sería tener muestras grandes y frecuentes, pero, esto conlleva a gastos en tiempo de trabajo para el personal de la D.G.I., que realizará las actividades del P20-01.

Para la determinación de la frecuencia de muestreo no existen reglas establecidas ó invariantes [2]. Sin embargo, se debe tratar de que la toma de una muestra a otra sea lo suficientemente cercana de tal manera que se tenga una oportunidad acertada de detectar cambios en las características del proceso, lo más pronto que sea posible, para reducir las probabilidades de producir ó elaborar una considerable cantidad de dictámenes que no cumplan con las características de calidad establecidas.

Se propone que la frecuencia de muestreo sea mensual, la construcción de las gráficas contendrá la información de las dos quincenas del mes. Lo anterior resulta favorable para identificar cambios significativos en la elaboración de los dictámenes; además de que dicha frecuencia de muestreo, no afectará de manera significativa las actividades cotidianas del personal que realice el control estadístico.

También resulta importante, aclarar que es adecuado realizar la extracción de " n " dictámenes, en lapsos continuos, por lo general se recomiendan al principio ó final de cada quincena.

[1] Cfr. Evans, James y Lindsay, William, Op.cit. Cap XVI p 580.

Wetherill, G.B. Sampling Inspection and Quality Control, Cap III p 77.

[2] Cfr. Ibid . Cap. IV p 92.

3.2 Recopilación de datos, y Trazo de las gráficas de control.

Establecimiento de los formatos para presentación y registro de datos

La manera de registrar los datos para el control de producto no conforme y el control de las no conformidades en la D.G.I. se muestran en los anexos 6 y 7.

A menudo es preferible incluir la información relacionada con las no conformidades particulares observadas, en una hoja de registro que muestre los dictámenes inspeccionados y el número de productos no conformes encontrados.

Para agilizar propiamente el desarrollo del control efectuado, en base a la hoja de registro de muestreo. Resulta útil la idea de incorporarla con la gráfica de control en un sólo formato, lográndose una presentación concisa.

Cálculo y Construcción de las gráficas de control

En base a los datos de las hojas de registro, se aplican las fórmulas para calcular las fracciones ó porcentajes (u ó p) de cada subgrupo ó muestra. En base a dichos porcentajes se calcula la línea central (\bar{u} ó \bar{p}), así como los límites inferiores (LIC) y superiores (LSC) de control para cada subgrupo .

Cuando el tamaño del subgrupo es variable, se deben calcular por separado los límites inferior y superior de control de cada subgrupo, sin embargo, existen dos técnicas que se utilizan para agilizar el cálculo de los límites de control en las gráficas que manejan subgrupos de tamaño variable (gráficas p y u). Estas técnicas se tratan propiamente en el capítulo III con el ejemplo ya aplicado.

Se elige una escala con base a los valores que toman la línea central, los porcentajes y límites de control, por cada subgrupo. Se trazan la línea central y los límites de control, y se ubican por medio de puntos sobre la cuadrícula de la gráfica los valores p ó u de cada subgrupo. Después, se identifican a los puntos que queden fuera de alguno de los límites superior ó inferior de control.

Cuando existe un punto ó puntos, fuera de algún límite de control, se dice que se tiene "un proceso fuera de control", es decir, existe un cambio en el proceso debido a una causa especial ó atribuible. Para el caso en donde no se presenten dichos puntos se dice que "un proceso esta bajo control" ó que "tiene control".

Para el caso de los atributos se puede interpretar como un nivel de calidad excepcional al punto ó puntos, que rebasen el límite inferior de especificación; será entonces necesario determinar las causas atribuibles, para que en caso de no ser un error de inspección , se le pueda repetir [1].

[1] Cfr. Besterfield, Dale. Control de Calidad. Cap VII p 259.

3.3 Análisis e Interpretación de las gráficas de control.

Cuando alguno de los puntos rebasen ó caigan fuera de los límites de Control se deben identificar y señalar con algún símbolo especial. Por ejemplo, si cada punto esta representado por un circulo, se traza una cruz en los círculos que designan los puntos fuera de control; si cada punto se representa, a su vez, con un punto negro, se puede trazar un circulo alrededor de dicho punto.

Una vez que se identificaron y señalaron dichos puntos, se dice que el proceso esta fuera de control, y esto es inherente a determinar que existen causas de variación en el proceso. Las variaciones del proceso se pueden imputar a dos tipos de causas: 1) aleatorias, es decir debidas sólo al azar y 2) atribuibles, esto es, debidas a causas "especiales" (surgen de fuentes externas que no son inherentes al proceso). Precisamente la naturaleza de las causas es lo que fundamenta las acciones correctivas que se tomarán cuando el proceso esta fuera de control [1].

La gráfica de control hace la distinción entre las causas de variación asignables y aleatorias a través de la elección de los límites de control. Estos se calculan a partir de las leyes de probabilidad de tal manera que pueda asegurarse que las variaciones aleatorias altamente improbables se deben a causas que no son aleatorias sino atribuibles. Cuando las variaciones reales exceden los límites de control, se tiene una señal de que una causa atribuible se ha integrado al proceso y éste debe investigarse. La variación dentro de los límites de control significa que sólo están presentes causas aleatorias.

En los procesos de manufactura, pueden ocurrir errores que constituyen causas asignables de variación, pero que no son base para iniciar acciones de corrección. Este hecho puede conducir a diversas reglas prácticas de trabajo acerca de la relación entre el control satisfactorio y el número de puntos que quedan fuera de los límites. Una de esas reglas es considerar no más de 1 en 35 ó 2 de cada 100 puntos fuera de los límites de control, como prueba de que hay control.

Por el contrario cuando todos los puntos caen dentro de los límites de control, se puede decir que el proceso esta bajo control y que no existen causas atribuibles de variación. Esto significará que el proceso se debe dejar bajo las mismas condiciones de producción ó elaboración, ó que se deberán iniciar acciones

Estudio acerca de la capacidad del proceso

La capacidad del proceso en los atributos se determina a partir de la línea central de una gráfica de control por atributos, en cualquiera de los casos en que sean p , np , c y/o u [2] . Para este caso en particular, habrá que recordar que se eligieron las gráficas p y u .

[1] Cfr. Wade, O.R. Tolerance Control in Design Manufacturing. Cap II p 83.

[2] Cfr. Besterfield, Op.cit. p 258.

La capacidad del proceso, es la habilidad que se tendrá en la elaboración de los 12 dictámenes para cumplir con un determinado porcentaje de productos no conformes (p), ó bien con un determinado promedio de no conformidades (u). La capacidad del proceso a veces es llamada especificación meta, y se dice para el caso de los atributos, que es el valor de la línea central de una gráfica que se define y predetermina cuando existe un estado de control previo.

Cabe mencionar que el área directiva, es la responsable de definir los valores en la capacidad del proceso. Sin embargo, para la D.G.I. se da un sistema de producción (elaboración de dictámenes) en el cual no se presenta el control previo, es decir, que no ha tenido mediciones cuantitativas a partir de la aplicación de gráficas de control. Se deben observar los valores que se están obteniendo en la línea central y con ello ejercer acciones de corrección para el caso en que se presente algún punto que rebese los límites inferior y superior de control; para el caso en donde no se presenten puntos fuera de control, se comienza a estudiar la posibilidad de definir los valores promedios que es capaz de arrojar la elaboración de los servicios. Estas actividades, se realizan por lo general en los primeros 3 ó 6 meses en los que se comienzan aplicar las gráficas de control, y en una primera aproximación es recomendable suponer valores relativamente altos en los promedios de $p \geq 0.1$ y $u \geq 0.1$ [1], si estos valores ó los valores que se obtengan en los primeros 3 ó 6 meses, no resultan satisfactorios una vez que no se hayan presentado puntos fuera de control con los mismos, se emprenden acciones correctivas siempre que se conserven los puntos graficados dentro de los límites de control. Con esto, se estará tratando de obtener a partir del proceso de elaboración de los dictámenes, lo que este es capaz de dar.

Dos instrumentos importantes en este tipo de análisis de capacidad son el Diagrama de Pareto y el diagrama espina de pescado ó Ishikawa. Estos se utilizan a menudo para determinar los problemas que se deben aislar y controlar por separado, que se identifican a partir de los puntos fuera de control que aparezcan en las gráficas.

Búsqueda de una menor variabilidad del proceso

Si se parte de la suposición, de que los resultados para una característica de calidad a partir de la aplicación de gráficas de control. Reflejan un estado de control ó bajo control, además de que el valor promedio (línea central) es igual a la especificación meta. Quizás deba hacerse algo extra, con el fin de reducir más la variabilidad. Para decidir es necesario analizar los beneficios de una mayor reducción en la variabilidad de algunas características, así como los beneficios que se pueden tener en las actividades de mejoramiento de la calidad.

La baja variabilidad puede tener varios beneficios sobre los que destacan los siguientes:

- Puede dar como resultado un mejor desempeño que el cliente pueda apreciar.

[1] Cfr. Grant, Eugene L. y Leavenworth, Richard. Op.cit. Cap V p 157.

- Puede servir como parámetro ú oportunidad para mejorar la capacidad del proceso, es decir cambiar el promedio del proceso.
- La baja variabilidad sobre una característica puede compensar la alta variabilidad que se tenga en otra característica. Esto podría repercutir en la mejora del sistema de calidad en general.
- La baja variabilidad da como resultado una menor necesidad de inspección. Para el caso ideal de que no hubiera variación, la inspección de un artículo diría toda la historia.

En el anexo 10 se muestra un ejemplo comparativo entre un sistema con baja variabilidad y un sistema con mayor variabilidad.

Los Diagramas de Pareto e Ishikawa como herramientas complementarias

Dos herramientas útiles que pueden aportar soluciones a los problemas que se hayan identificado con los resultados de la gráficas de control, ó bien, de aquellos que resulten con el análisis de capacidad ó con la búsqueda de una menor variabilidad son el Diagrama de Pareto y el Diagrama de Ishikawa.

Análisis y uso del diagrama de Pareto : El análisis de Pareto se emplea para determinar y evaluar los tipos de no conformidades. En el anexo 11, aparece un ejemplo del diagrama de Pareto. El ejemplo señala con las letras "A" hasta "E" , la descripción de diversos casos de no conformidades que ocurran con cierta frecuencia. Sin embargo, en el momento en que se construya el diagrama de Pareto, deberá aparecer propiamente la descripción de la no conformidad, por ejemplo: "Resolución incorrecta", "Atraso en la resolución", "Errores de ortografía", etc.

Los pasos para efectuar el análisis del diagrama de Pareto son:

1. *Determinar ("identificar") los casos de no conformidades.*
2. *Determinar la frecuencia de las diversas categorías.*
3. *Anotar las no conformidades en orden descendente de frecuencia. Cada no conformidad designada se lista por separado.*
4. *Calcular el porcentaje de frecuencia de cada categoría y la frecuencia acumulativa.*
5. *Establecer escalas para el Diagrama de Pareto. En el anexo 11, la escala del lado derecho se emplea para el porcentaje acumulativo de la frecuencia.*
6. *Trazar las barras de frecuencia de Pareto y el porcentaje acumulativo de frecuencia.*

Si se prepara el diagrama de Pareto como antes se describe, se enfocará la atención a las no conformidades más frecuentes, pero no por necesidad a las más importantes. Por lo que se confirma la importancia de ponderar las no conformidades, algunas se podrán considerar críticas, mientras otras como menores ó incluso insignificantes. Si no se encontró algún caso, de una no conformidad que haya sido crítica y frecuente; se podrá centrar entonces, la atención en aquellas no conformidades menores que ocurran con una frecuencia significativa. Para el caso de no conformidades menores y poco frecuentes, dependerá el criterio de la Coordinación de calidad de tomar ó no acciones correctivas sobre las mismas.

En el anexo 12, se muestra un registro que puede ser empleado para la construcción de un diagrama de Pareto, en este, se especifican las operaciones que se deben realizar para calcular el porcentaje acumulativo y relativo, que para el caso de la D.G.I. corresponda al porcentaje y al número de no conformidades inferidos a partir del trazo de la gráfica U.

Una vez hecho el análisis de Pareto, se puede utilizar el Diagrama Ishikawa para identificar los problemas que hayan generado a una no conformidad

Análisis y uso del Diagrama Ishikawa : Una vez que se ha aislado una no conformidad para su estudio adicional, se debe prestar atención de como se produjo el incumplimiento para el caso de la D.G.I. de una característica de calidad. Los japoneses han creado una técnica que es el diagrama Ishikawa (ver anexo 13), para estructurar y descubrir las zonas de un problema que originen una no conformidad ó bien un producto no conforme.

Los pasos en el análisis de causa y efecto del diagrama Ishikawa son:

1. *Definir el problema. Puede incluir el empleo de histogramas de los resultados de los datos, resultados de la gráfica de control, diagrama de Pareto, etc.*
2. *Seleccionar el método para el análisis. A menudo este método incluye reuniones en donde pueda surgir una inspiración súbita con el personal que realiza operaciones que afecten ó intervengan en la calidad, u otro grupo que pudiera estar relacionado en alguna forma con el problema en cuestión.*
3. *Trazar el cuadro del problema (cabeza) y la línea horizontal primaria.*
4. *Especificar las categorías principales de posibles fuentes que ocasionen el problema.*
5. *Determinar las posibles causas del problema.*
6. *Analizar las causas y tomar las medidas correctivas.*

Siempre que se vaya a utilizar algún tipo de reunión para dilucidar el problema es preferible plantear las principales categorías de la causa del problema para estructurar los debates. Se propone para el caso de la D.G.I., que incluyan métodos, personal, ambiente, criterios de dictamen, y material (software y hardware). A menudo se emplea un diagrama de flujo del proceso (elaboración de dictámenes) para encontrar un entendimiento y una base común para discutir el caso. Después se invita a los asistentes a la sesión a aportar ideas en cada una de las categorías. Mediante la discusión y un proceso de eliminación, se puede reducir el número de causas a un conjunto de consenso de las causas "mas probables".

El análisis de causa y efecto es útil en cualquier estudio de capacidad del proceso y no sólo como resultado del control de atributos y el análisis de Pareto. Una de sus características más destacadas es que hace que el personal de diversas zonas de trabajo de la empresa estén enteradas de los problemas de producción y la forma en que pueden participar para resolverlos.

Por último es propicio decir, que los menesteres y la sensibilización acerca de las gráficas de control y los diagramas de Pareto e Ishikawa. Descansan siempre en la idea central de atacar un problema y no en la de "echar culpas".

Resumen

Como primer paso para la implementación del C.E.P., se escogen y definen a los sujetos de control. Luego, se deberá elegir algún tipo de unidad ó unidades para su medición (cumplimiento con algún requisito ó especificación).

Para proponer a los sujetos de control, se estudiaron las características influyentes de la eficiencia operacional en las organizaciones proveedoras de algún tipo de servicio, las cuales se dijo son: tangibles, confiabilidad, mantenibilidad, responsabilidad, certidumbre y empatía. A partir de estas, se plantea y justifica la necesidad de incorporarlas como sujetos de control ya que tienen injerencia en la eficiencia operacional, así como en la calidad percibida, esto, según las investigaciones del Journal of Retailing.

El desarrollo del C.E.P., se enfoca al monitoreo de la confiabilidad y la consistencia, para ello se definieron y establecieron las categorías de no conformidades y el criterio para considerar a un producto no conforme, debido a que el control de la confiabilidad se da a través del monitoreo de los mismos. La consistencia se estudia a partir de los resultados en el control de la confiabilidad, por lo que quedará destinada propiamente a las acciones que se ejerzan a partir de los resultados en el estudio de la capacidad del proceso y en la reducción de la variabilidad.

Se mencionó en el capítulo III, que existen cuatro tipos de gráficas de control por atributos, esta son: p, np, c y u. Se eligieron a las gráficas p y u, porque la elaboración de los dictámenes ó la producción de servicios (productos intangibles) en la D.G.I., no permite contar con subgrupos de tamaño constante.

Se establecieron los formatos para recopilar la información que se utilizará para construir una gráfica de control, en dichos formatos, se contemplan tres aspectos fundamentales que son: la selección de los subgrupos racionales, el tamaño de muestra y la frecuencia de muestreo. Para establecer ó seleccionar a un subgrupo racional se deben cumplir dos condiciones: "tener una alta variación de un subgrupo a otro, y una baja variación en un mismo subgrupo". Por lo que se dijo, que cada uno de los doce dictámenes ó servicios que proporciona la D.G.I., son satisfactorios para considerarlos como subgrupos racionales.

Para el tamaño de muestra, a su vez, se deben contemplar el número de subgrupos a utilizar, así como el tamaño que deberá tener cada uno de estos subgrupos. Esto último, se debe a que la organización de las actividades de la D.G.I. no es muy flexible para llevar al cabo una inspección del 100% de los productos intangibles que se producen (dictámenes, tramites ó servicios de la D.G.I.); existen diversas técnicas para calcular o determinar el tamaño de un subgrupo, pero estos involucran cálculos extras, ó no se pueden aplicar puesto que son para tamaños de subgrupos constantes ó se definen una vez que exista algún estado de control previo. Por eso, se propuso una manera sencilla para poder calcular el tamaño de cada subgrupo a través del muestreo de aceptación lote por lote por atributos, utilizando la tabla MIL-STD-105D.

Para el número de subgrupo se utilizarán 24 puntos, dos por cada servicio ya que la frecuencia de muestreo se propuso mensual, y esta incluirá la información de las dos quincenas que la conforman. Dicha frecuencia, se encuentra apta para reflejar la variación del proceso y para identificar causas especiales en dicha variación.

Por último, una vez que se han registrado los datos y trazado las gráficas de control. Se lleva al cabo un análisis posterior basado en el comportamiento de las mismas. Este análisis, contempla el estudio en la capacidad del proceso, la búsqueda de una menor variabilidad, y la identificación de puntos "fuera de control" (aquellos que rebasan los límites de control). Las acciones correctivas que se ejerzan, se derivan de cada uno de los aspectos anteriores.

Para facilitar la identificación de los casos de no conformidades que generen causas de variación especial sobre el control de los productos no conformes y de las no conformidades, se mencionó el uso de los diagramas de Pareto e Ishikawa, destinados a complementar los resultados de las gráficas p y u; describiendo la ocurrencia de alguna no conformidad, para con ello estructurar e identificar las causas ó la problemática, presentes.

El capítulo IV manifiesta en su sección 4.1 el alcance potencial del C.E.P., y con ello se expone la manera de medir a los restantes sujetos de control como: la empatía, la certidumbre, la responsabilidad y los tangibles. Al ser contempladas dichas características, como sujetos de control se pretende contar con elementos suficientemente extensos para poder evaluar la calidad percibida que refleje una organización de servicio.

Capítulo IV

Confirmación del C.E.P. en la D.G.I.

“Los métodos estadísticos sirven como orientación y guía para obtener un mejoramiento adicional. Por ello, después de aplicar todas las correcciones visibles y cuando por lógica no parece poder lograrse ninguna ganancia adicional, los métodos estadísticos todavía apuntan hacia una oportunidad razonable de lograr abarcar mejores resultados, con lo cual se da a la persona que efectúa el diagnóstico de problemas, suficiente confianza en sus convicciones para que pueda continuar hasta alcanzar las últimas mejoras posibles en lugar de negar que no existen ya.”

G.J. Meyers, Jr.

4.1 Alcance potencial del C.E.P. en la D.G.I.

Se ha manifestado con el desarrollo de los capítulos I y II, que el C.E.P. es una herramienta valiosa para estribar la toma de decisiones en las correspondientes acciones correctivas que tornen al proceso estable, resultando de ello una mejor calidad. Dado que el esquema de los puntos graficados determinará si la idea es buena, mala ó si no tiene efecto alguno en el proceso; esta importante ventaja, se da una vez que se hayan identificado causas atribuibles a través de los puntos que están fuera de control.

La ventaja anterior no sólo permite que se lleve al cabo el control y el -aseguramiento de la calidad, específicamente, en el producto intangible que se genera (dictámenes ó servicios para el caso de la D.G.I.). También, puede ser aplicado con efectividad el control estadístico a las condiciones inherentes en la generación de dicho producto, las cuales, favorecen de manera trascendente la eficiencia operacional de una organización. De esta manera, el control existirá tanto en el producto como en el proceso de su elaboración.

En el capítulo II, se mencionó que las características más perceptibles para la eficiencia operacional de las organizaciones de servicio según el juicio de la revista *Journal of Retailing*, son: *tangibles, confiabilidad, consistencia, empatía, certidumbre y responsabilidad*. El presente capítulo, propone realizar un monitoreo por medio de la metodología del C.E.P. en los tangibles, la empatía, la certidumbre y la responsabilidad, estos aspectos intervienen propiamente en las operaciones del proceso de generación de un servicio ó dictamen. Con ello, se pretende extender el alcance del C.E.P., mediante el cual se tiene una relación estrecha con la posible adecuación en los puntos 4.11 (Control de equipo de inspección, medición y prueba) y 4.18 (Capacitación) de la norma NMX-CC-03 / ISO 9001.

Existe un número muy grande de sujetos de control para la calidad, ya que existen varias condiciones que deben definir el nivel de calidad al que esta sujeto el compromiso para la calidad de una organización, sea de manufactura, servicio postventa ó servicio como tal. Porque el producto tiene características de calidad, las condiciones de la elaboración de dicho producto, y las instalaciones también deben cumplir con características de calidad. Por lo anterior, los sujetos de control deben ser suficientemente extensos para poder evaluar el desempeño organizacional real; proporcionando advertencias sobre problemas potenciales; reflejando la falta de deficiencias en la producción, así como el cumplimiento de los requisitos del producto.

Los sujetos potenciales de control de calidad deben estar orientados al cliente externo, como a los clientes internos. En el caso de la D.G.I., el cliente externo son las personas u organizaciones que solicitan el servicio (alguno de los doce

dictámenes), mientras que el cliente interno resulta de las relaciones interfuncionales en la misma organización, es decir, la comunicación que exista para con las áreas ó departamentos que conforman a la D.G.I., por ejemplo en la D.G.I. existe una coordinación administrativa que es la que se encarga del suministro del personal e insumos (computadoras, archiveros, software, y mobiliario en general). Las funciones de esta Coordinación administrativa, repercuten en la generación del producto intangible (servicio) , y por ende en el cumplimiento de los requisitos del mismo. Si los equipos de cómputo no tienen un funcionamiento adecuado, el tiempo de elaboración ó generación de algún dictamen puede ser afectado adversamente, de igual forma si el personal realiza la prestación del servicio bajo un ambiente hostil, ó de desasistencia para con el cliente externo.

Mencionado lo anterior, resulta conveniente tomar en cuenta las funciones de la coordinación administrativa de la D.G.I. para tener más elementos de evaluación de la eficiencia operacional. Por lo que se proporcionará el desarrollo necesario para poder utilizar las gráficas de control en la medición de los tangibles y de la conducta. Sin embargo, el fin de extender el alcance del C.E.P. recaerá en la decisión que tome el Comité de Calidad de esta organización para llevar al cabo el mismo.

Desarrollo del control estadístico de la conducta

El control de la calidad del desempeño humano es tan importante como el control del producto tangible ó intangible que se haya generado. En el caso de las organizaciones proveedoras de algún tipo de servicio, es un aspecto crítico dentro de las actividades que circundan el desarrollo del proceso de generación del servicio (producto intangible). Debido a que una actividad básica en los servicios es el encuentro con el cliente, la calidad de un servicio incluye tanto los requisitos que tendrá que cumplir el encargo, es decir, para el caso de la D.G.I. se ha definido que cualquiera de los doce dictámenes tendría que cumplir con lo siguiente: a) aplicación correcta de los criterios legales, b) que el tiempo de respuesta estuviera dentro del plazo que acuerda la ley (menor a 10 días hábiles), c) que no se presentarán errores de forma , la pérdida ó el deterioro de la documentación que presenta el cliente. Como parte de otro requisito para la calidad, la generación del servicio debe incluir el cumplimiento de la *atención al cliente*, es decir, la actitud con la que se otorga el servicio y que propiamente, incluye las habilidades sociales que la organización debe cumplir en elaboración de sus doce dictámenes ó servicios que otorga al público.

Puesto, que una organización de servicio deberá caracterizar su prestación, como ya se mencionó, por medio de la empatía, la responsabilidad y la certidumbre. Sin embargo, puede resultar subjetiva ó evasiva la idea de medir el comportamiento humano, por lo que habrá que enfatizar que el control de la conducta para fines de esta tesis y de la calidad en general, no se mide por medio de parámetros ó exámenes psicométricos, ó de la teorías psicológicas acerca del individuo.

El control ó la medición del desempeño humano de una organización, para fines de calidad se da por medio de la asistencia bajo la cual se otorga un servicio, la cual debe reflejar el compromiso de la organización para con la calidad percibida por el cliente externo. Estos es, que la organización refleje un ámbito propicio de ayuda y cordialidad para entender las expectativas del cliente y actuar sistemáticamente en base a las mismas. Todo se resume en una frase: "buscar la satisfacción del cliente".

Para ejercer el monitoreo sobre las características anteriores (empatía, reponsabilidad y certidumbre), se propone como sujeto de control a la "conducta", la cual para fines de llevar el control estadístico en la misma, la definimos como sigue:

Conducta : La combinación positiva de actitud y comportamiento derivados de los valores de la organización para otorgar el servicio bajo la empatía hacia la responsabilidad y la certidumbre.

Para recordar los conceptos de empatía, certidumbre y responsabilidad se definen a continuación:

Empatía: el cuidado y la atención individualizada que proporcione la empresa u organización a sus clientes.

Responsabilidad: voluntad de ayudar a los clientes y dar servicio rápido.

Certidumbre: conocimiento y cortesía de los empleados, y su capacidad para inspirar confianza.

Como se observa el concepto de la "conducta", se conforma a su vez por cada uno de los conceptos anteriores literalmente para fines de calidad. Para conocer ahora el compromiso y valor en el que descansa la D.G.I., citaremos su política de calidad, la cual fue definida por su director general como sigue:

"La Dirección General de Industrias, tiene por política de calidad apoyar el desarrollo industrial, proporcionando servicios encaminados a la satisfacción del cliente".

Con la política de calidad, se constata que existe un compromiso para con el cliente externo, por lo que resulta válida la proposición de la "conducta" como sujeto de control.

La manera de llevar al cabo el control estadístico de la "conducta", se hará por medio de la encuesta que se muestra en el anexo 14, la cual fue preparada para mostrar de manera sencilla el afán ó compromiso de la organización (D.G.I.) para

con sus clientes. Cabe decir que para su establecimiento de dicha encuesta se consultó a los clientes externos, así como al personal que labora en la D.G.I.

Se propone que al finalizar un servicio (dictamen), se le proporcione al cliente externo la encuesta para que la responda. El anexo 14, describe los criterios de calificación de cada pregunta y el rango para determinar el grado de satisfacción de la encuesta. Sin embargo en el momento de entregar al cliente la encuesta, estos datos no aparecerán, esto con el fin de no inducir las repuestas que emita el cliente.

Esta tesis propone que un servicio cumpla de manera satisfactoria (conforme), por lo menos el 70% de la encuesta; se eligió a este valor, puesto que se desconoce el porcentaje defectivo de la conducta, es decir el valor que se tenga en las líneas centrales de las gráficas de control en un periodo de tiempo, mayor ó igual a tres meses (esto como una manera análoga al estudio de capacidad del proceso). Si después, de aplicar las encuestas se observa un nivel más bajo es recomendable implementar acciones correctivas, si resulta alto se puede considerar más estricto el criterio de juicio de las encuestas a un 80% ó 90%.

Para calcular el criterio de juicio de la encuesta ó nivel de satisfacción, se han definido escalas para evaluar las respuestas como a continuación se indican:

<i>Completamente de Acuerdo</i>	⇒	10 puntos
<i>Suficientemente de Acuerdo</i>	⇒	8 puntos
<i>Escasamente de Acuerdo</i>	⇒	5 puntos
<i>Completamente en Desacuerdo</i>	⇒	0 puntos

Como son 7 preguntas el 100% corresponde a un valor de 70 y el 70% a un valor de 49, si el valor total de una encuesta no se encuentra en estos dos valores se considerará un grado insatisfactorio (no conforme).

Una vez que se haya juzgado la encuesta, es decir, conocer si la misma se considera como satisfactoria (conforme) ó insatisfactoria (no conforme). Se aplicará el mismo criterio de registro de datos (anexo 6) y se aplicará la gráfica p para conocer el porcentaje defectivo de la conducta. Para este caso no resulta muy práctico utilizar la gráfica u, ya que se observa que no se tienen criterios suficientes y adecuados para poder evaluar ó designar una no conformidad. La gráfica p, proporciona elementos suficientes para conocer el porcentaje en el cumplimiento del compromiso de la organización para con la calidad, ya que se maneja una escala de evaluación numérica al sumar la calificación de cada pregunta y que corresponde al total para evaluar la conducta con la que se proporcionó el servicio. Con esto se busca que sea sencilla y dinámica la medición de la conducta. Si se aplica la gráfica u se daría un control estadístico más exhaustivo.

Por último, cabe decir, que el empleo del control estadístico para la medición de la conducta no implica, ni debe de implicar un instrumento coercitivo, sino de corrección y prevención para la calidad percibida. En el caso en el que se tuvieran que ejercer ó realizar acciones correctivas, estas deben enfocarse al entrenamiento, capacitación y motivación del personal, así mismo para instrumentar métodos ó planes de aprendizaje, conocimiento y participación del empleado. Por este motivo, resulta conveniente dedicar brevemente una explicación acerca de la dinámica de la “delegación responsable” (*Empowerment*), el cual es un concepto utilizado recientemente por las organizaciones para motivar al personal con actividades que se derivan hacia el compromiso con la calidad.

Delegación Responsable (*Empowerment*)

Iniciar el cambio mediante la motivación hacia una mayor delegación responsable (*empowerment*), involucrando a todos y educándolos en un nuevo sentido de responsabilidad empezando por su autodesarrollo. Generar equipos de trabajo y cadenas productivas internas, fomentando entre la gente un espíritu de confianza basado en la honestidad intelectual y solidaridad en el trabajo, buscando con ello la capacidad de tomar decisiones en toda la organización. Dependiendo de las interacciones de trabajo que se tenga con diferentes individuos, ó diferentes áreas que intervengan en la producción ó generación del servicio. Resulta importante reconocer que existe una contribución de un grupo de personas en un sistema de calidad, por lo que la evaluación en el desempeño puede minar el trabajo en equipo si una persona sólo es evaluada respecto al cumplimiento de metas ó expectativas individuales, que se esperan de dicha persona.

El mejor incentivo para motivar a la gente a aprender es el reconocimiento social y corporativo del conocimiento como algo importante, y la desmitificación de la confidencialidad de la información que proviene de la concepción de que es fuente de poder. Esto conlleva sin duda al establecimiento de equipos de mejora ó de participación del empleado.

Los equipos de participación del empleado ó mejora continua, son grupos pequeños de personal de la misma área ó un área relacionada, ó diversas áreas según sea el problema a tratar. Estos se reúnen con regularidad para resolver problemas de calidad, productividad u otros problemas que afecten a sus actividades diarias en el trabajo.

La justificación de los equipos de mejora ó participación está orientada sobre todo a lo siguiente:

- *Remplazar la mentalidad de conflicto por la de confianza y cooperación.*
- *Hacer que surjan habilidades y capacidades de liderazgo de los individuos lo que coadyuva en la creación de un sentido de misión y se fortalezca la confianza.*
- *Aumentar la moral del empleado y su compromiso con la organización.*

- *Impulsar la creatividad e innovación.*
- *Ayudar a las personas a entender los principios de calidad, e inyecta esos principios en la cultura corporativa.*
- *Permite que los empleados resuelvan la raíz de los problemas.*
- *Mejorar la calidad y la operatividad de los procedimientos.*
- *Servir en tareas de apoyo al comité de calidad.*
- *Señalar los problemas de calidad ó los que se relacionen indirectamente con el desarrollo de la misma.*
- *Adquirir mayores conocimientos respecto a las necesidades de los clientes.*

Se debe tener presente que la formación de equipos de participación no es una panacea para todos los problemas. Sin embargo, diversas organizaciones manufactureras han constatado la efectividad tangible en la formación de estos equipos, introduciendo reformas al trabajo sin efectos adversos para la reducción de insatisfacciones, actitudes y metodologías de trabajo indeseables.

El tiempo de reunión de los equipos de participación puede estar entre 1 hora a la semana ó reuniones irregulares de dos a cuatro (ó más) horas cada mes. Los problemas pueden ser seleccionados por el equipo como una acción preventiva, ó por la administración (comité directivo, coordinación ó incluso comité de calidad) en caso de que se requiera apoyo en la ejecución de una acción correctiva. Para este último caso, el tiempo de reunión dependerá además de la prontitud con la que se requiera una respuesta. Los equipos de participación requieren de un comité directivo, uno ó varios auxiliares , jefes de los equipos y los miembros que lo conforman.

Es necesario que el ó los auxiliares, y jefes de equipos cuenten con capacitación en tópicos relacionados con técnicas de resolución de problemas y aplicación de las 5's de la calidad, otros tópicos complementarios como ayudas para ampliar la efectividad de las reuniones de equipo, pueden ser las técnicas de presentación, liderazgo y motivación de grupos. Es responsabilidad de cada director fomentar la asistencia (y participación con ponencias) al personal de su área.

Para terminar es necesario decir que la duración y continuidad de los equipos de participación, puede variar dependiendo de la problemática que se tenga puede variar el tiempo de dos semanas hasta seis meses ó incluso un año.

Desarrollo del control estadístico de los tangibles

El desarrollo propio para medir los tangibles es de manera muy similar al de la conducta, en los aspectos más relevantes como lo son: a) la utilización de una encuesta, b) el establecimiento de los criterios de calificación de cada pregunta, c) el rango para determinar el grado de satisfacción de la encuesta, d) la utilización de la gráfica de control "p", para conocer el porcentaje defectivo de los tangibles y e) Iniciar acciones de corrección en base a las gráficas de control ó considerar más estricto el criterio de juicio de las encuestas.

Con excepción de dos aspectos difiere el desarrollo del C.E.P. para la medición de los tangibles. Pues, se puede observar en los anexos 14 y 15 que las respuestas y las escalas de evaluación de dichas, así como el criterio para juzgar la encuesta, son los mismos. Por lo que las diferencias significativas para este desarrollo son:

1) *Se considera al cliente interno, para que el emita su opinión por medio de la encuesta. Por lo que en este caso el proveedor resulta la coordinación administrativa de la D.G.I. , y los clientes cada una de las áreas que se encarga de la elaboración de alguno de los doce dictámenes.*

2) *Las preguntas de la encuesta se enfocan al interés de los tangibles.*

Sólo habría que justificar, que el fin de las preguntas que contiene la encuesta para medir los tangibles, se formularon con la intención de encontrar condiciones indeseables. Ya sea, por el mal funcionamiento del equipo, mal mantenimiento, condiciones inseguras para la documentación, y la inadecuada disposición de las zonas de trabajo, entre otras (ver anexo 15) . Dichas preguntas se formularon tomando en cuenta algunas expectativas del personal que labora en la D.G.I.

Cabe mencionar que las acciones correctivas, que se pudieran derivar con el control estadístico de los tangibles. Sería la realización de un reporte de las condiciones indeseables detectadas, mediante una lista sujeta a la revisión frecuente, esto con el fin de confirmar su atención y corrección. El mejor estímulo para motivar a la gente a reportar condiciones indeseables y hacer sugerencias de como cambiarlas para mejorar. Recae precisamente en que sean escuchadas y solucionadas.

El establecimiento de los reportes puede proporcionar una advertencia temprana sobre los problemas potenciales, que se tengan con los equipos de cómputo y los lugares para el almacenamiento y resguardo de la documentación. Así también para iniciar un plan de quejas ó recomendaciones para los órganos externos a la D.G.I., encargados del funcionamiento de las unidades centrales de procesamiento de información (servidores) ó del suministro de la energía

eléctrica, también para instrumentar procedimientos documentados para la inspección y el mantenimiento de los equipos de cómputo.

4.2 Aplicación del C.E.P.

Una vez que se expuso el potencial alcance del C.E.P., se muestra a continuación la aplicación de la gráfica de control de Shewhart p . Para ello, se utilizaron los datos de los servicios (dictámenes) que realizó la D.G.I., los cuales corresponden al mes de Junio del 2000. Por acuerdo con el Comité de Calidad de esta Dirección General, sólo se autorizó el uso del registro de los productos no conformes, que se tuvieron en el mes mencionado.

Como se recordará la D.G.I., no había definido en el P20-01 (versión 0.0) criterios de no conformidades. El único criterio que persevera, y que se definió para considerar el producto no conforme es la oportunidad (tiempo de respuesta ≤ 10 días hábiles). Bajo esta limitante se podrá aplicar únicamente la gráfica p .

Dentro del apéndice 2, se muestran las gráficas de control p trazadas y que corresponden al mes de Junio. En estas, se puede observar los valores registrados conforme a lo siguiente:

- d = Número de productos no conformes en una muestra de tamaño n
- p = Porcentaje de productos no conformes en una muestra de tamaño n
- \bar{p} = Promedio mensual de productos no conformes en la D.G.I.

Para la primer gráfica se observan el valor de la línea central, el trazo propiamente con líneas continuas de la gráfica p , y los valores de LIC (límite inferior de control) y de LSC (límite superior de control) para cada muestra " n " con líneas discontinuas.

Para la segunda gráfica se observan el valor de la línea central, y el trazo de dos líneas horizontales continuas, las que representan los **límites de control promedio**.

El trazo de los límites de control promedio, no es una técnica exclusiva para la gráfica p , por lo que también se puede aplicar en la gráfica u de ser requerida.

Apesar de que las gráficas p y u , son utilizadas para tamaños de muestra que no son constantes. Existe una manera para calcular los límites de control promedio, para el caso particular de la D.G.I., el planteamiento sería el siguiente:

1.- Calcular $n_{promedio}$, la expresión para llevar al cabo dicho cálculo es:

$$n_{prom.} = \frac{\sum n}{g}$$

donde g = Número de subgrupos que se tienen, en este caso 24;
de esta manera la expresión final será

$$n_{prom.} = \frac{\sum n}{24}$$

2.- Se sustituye el valor de $n_{promedio}$ en las fórmulas para calcular el LIC y el LSC, dependiendo del tipo de gráfica de control.

Para la gráfica p , las expresiones quedan de la siguiente forma:

$$LIC_{prom} = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_{prom}}} \quad ; \quad LSC_{prom.} = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_{prom.}}}$$

Para la gráfica u , las expresiones serían:

$$LIC_{prom.} = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n_{prom.}}} \quad ; \quad LSC_{prom.} = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n_{prom.}}}$$

El cálculo de los límites de control promedio, permite obtener una manera práctica y simplificada en la realización de los cálculos hechos en las hojas de registro de datos. Puesto que sólo se calcularían dos límites de control; límite inferior promedio y límite superior promedio.

Si se utilizan los límites de control promedio, existen cuatro situaciones que se pueden presentar entre los límites de control y los valores individuales de los porcentajes de productos no conformes ó de no conformidades (p ó u , respectivamente).

Caso 1. Este caso se presenta cuando un punto queda comprendido dentro de los límites de control promedio, y su tamaño correspondiente de subgrupo (n) es menor que el tamaño promedio de los subgrupos ($n_{promedio}$). Los límites de control del subgrupo estarán más alejados de

la línea central, que los límites de control promedio. Por lo que no se requiere el cálculo de los primeros.

Caso 2. Este caso se presenta cuando un punto queda comprendido dentro de los límites de control promedio, y su tamaño correspondiente de subgrupo (n) es mayor que el tamaño promedio de los subgrupos ($n_{promedio}$). Los límites de control del subgrupo estarán más cercanos a la línea central, que los límites de control promedio. Por lo que se requiere el cálculo de los primeros.

Caso 3. Este caso se presenta cuando un punto queda fuera de los límites de control promedio, y su tamaño correspondiente de subgrupo (n) es mayor que el tamaño promedio de los subgrupos ($n_{promedio}$). Los límites de control del subgrupo estarán más cercanos a la línea central, que los límites de control promedio. Por lo que no se requiere el cálculo de los primeros.

Caso 4. Este caso se presenta cuando un punto queda fuera de los límites de control promedio, y su tamaño correspondiente de subgrupo (n) es menor que el tamaño promedio de los subgrupos ($n_{promedio}$). Los límites de control del subgrupo estarán más alejados de la línea central, que los límites de control promedio. Por lo que se requiere el cálculo de los primeros.

Una vez que se indicaron los elementos que contienen las gráficas p. Se manifiestan las observaciones inferidas en el comportamiento de las mismas.

Observaciones de la gráfica de control "p"

En la gráfica p que corresponde a los productos no conformes, en los doce servicios de la D.G.I. A partir del incumplimiento en el plazo de su respuesta se observa lo siguiente:

Para la primer gráfica p se observa lo siguiente:

1. No existe ningún punto fuera de los límites de control para cada subgrupo ó muestra.
2. Existen cinco puntos no consecutivos (3, 6, 8, 11, 19) con un valor igual a 0.2
3. Existen cuatro puntos con un valor igual a 0. Dos no son consecutivos que son los puntos (9 y 12), y dos consecutivos que son los puntos (20 y 21).
4. Los puntos 11 y 23, son los más cercanos a su correspondiente límite inferior.

5. Los puntos 4 y 16, son los más cercanos a su correspondiente límite superior. Dichos puntos son de un mismo servicio, que es el de "dictamen de permisos de importación".

Para la segunda gráfica p se observa lo siguiente:

1. Los valores de el tamaño de muestra y los límites de control, promedios son:

$$n_{prom.} = \frac{223}{24} = 9.29 \approx 9$$

$$LSC_{prom.} = 0.255 + 3\sqrt{\frac{0.255(1-0.255)}{9}} = 0.6917$$

$$LIC_{prom.} = 0.255 - 3\sqrt{\frac{0.255(1-0.255)}{9}} = -0.1805$$

2. No se observa ningún punto fuera de los límites de control promedios

3. Existe un punto (7) que es el más cercano al límite superior promedio.

4. De los 24 puntos; cinco (4, 10, 11, 16, 23) pertenecen al caso II, el resto de los puntos pertenecen al caso I.

Con lo anterior se concluye que el proceso esta bajo control, también se observa que no existe mucha variación. Cuando existe poca variación es señal de que un proceso tiene un nivel de calidad aceptable. En una primera aproximación el porcentaje de productos no conformes en la D.G.I. es del 26%. Si el porcentaje en los tres meses posteriores resulta con poca diferencia, se podrá definir la capacidad del proceso con un valor promedio cercano al 26%.

Apesar de que no existe ninguna causa especial de variación a primera vista, se observan a dos puntos (4 y 16), muy cercanos a sus correspondientes límites superiores, estos, se calcularon a partir de los registros de las dos quincenas de Junio en un mismo servicio (dictamen de permisos de importación), ambos caen en el caso II para los límites de control promedio.

También, existe un punto (7) muy cercano al límite superior promedio, sin embargo, no se repite este acercamiento en el punto 19; este último, corresponde al porcentaje de producto no conforme en la segunda quincena de Junio para el servicio de: "Registro inicial ó revalidación de Despachos Auditores Verificadores de Divisas Automotrices". Ambos puntos (7 y 19), caen en el caso I para los límites de control promedio.

Por lo anterior, se puede identificar una causa de variación especial en el servicio de dictamen de permisos de importación. Por lo que habría que indagar la causa de la variación, como una medida para prevenir su repetición en los meses posteriores. A pesar de que la causa de variación especial no resulta crítica, puesto que el servicio no está fuera de control, sí se puede encontrar algún tipo de problemática que afecte el grado de oportunidad de ese servicio.

4.3 Observaciones a la aplicación del C.E.P.

Una vez que se ha expuesto la aplicación del C.E.P. con datos reales de la D.G.I., se plantean las observaciones en cuanto al desempeño ó la habilidad de las técnicas estadísticas propuestas.

El total de los trámites realizados fue de $N = 1087$ servicios en el mes de Junio.

El total de productos no conformes en los 1087 servicios, fue = 369 servicios no oportunos.

$$\bar{p}_r = \frac{369}{1087} = 0.3394 \approx 34\%$$

Como se recordará $\bar{p}_{\text{muestreo}} = 0.2556 \approx 26\%$

$$\%e = 34\% - 26\% = 8\%$$

Por lo que tuvo una diferencia del 8% con respecto al porcentaje real, tomando en cuenta que se inspeccionó de los 1087 servicios, únicamente el 21% (223), resulta una aproximación muy buena. Tomando en cuenta que no se trata de una organización manufacturera, sino de servicio público en donde no existen repercusiones financieras ni costos asociados en las relaciones con el cliente, ni la competitividad con otras organizaciones. Si se tratará de una organización manufacturera se tendría que hacer un muestreo doble, con el fin de contar con un mayor número de artículos inspeccionados, y así reducir la diferencia respecto al porcentaje real.

Con lo que se concluye que el muestreo lote por lote por atributos a través de la tabla MIL-STD-105D, resultó adecuado para reflejar el porcentaje de producto no conforme en la D.G.I. También, se observa que los tamaños de muestra al repetirse no ejercen una condición inherente a la poca variación de los puntos, ya que el procedimiento de extracción de la muestra se da aleatoriamente, y que refleja con buena aproximación al comportamiento real, el muestreo utilizado por medio de la tabla MIL-STD-105D permite realizar de manera rápida y fácil la inspección del total de los servicios de la D.G.I., reflejando con una muy buena

aproximación el comportamiento real de los productos no conformes. Sin embargo, habrá que tomar en cuenta también que el muestreo sencillo lote por lote por atributos puede ser susceptible al empleo del muestro doble, es decir para tener un grado de certeza mayor para los datos que se registran con el C.E.P., pudiera ser mediante la extracción de dos muestras por quincena de cada uno de los servicios. Aunque esto resulta una mera suposición, pues en la aplicación no se observa ningún comportamiento incongruente; pero sin duda el grado de certeza del muestreo doble resultaría mejor ya que reducirá el porcentaje de diferencia ó de error, con respecto al comportamiento real.

El control estadístico refleja la variación aleatoria inherente a la oportunidad de los servicios de la D.G.I. Si se llegan a incorporar más criterios existirá una variación que será mayor y se reflejarán mayores áreas de oportunidad para corregir los servicios. Ya que al existir poca variación, la oportunidad resulta un criterio de calidad insuficiente, para justificar un estado de control estadístico bajo la medición de la variabilidad sobre un valor promedio. Es decir, la oportunidad por sí sola no puede expresar claramente la variación debido a las causas comunes en el proceso de elaboración de los doce dictámenes. Con esto se justifica que resulta más adecuado extender los criterios de las no conformidades, como se expuso en la sección 2.1 (integración de los atributos como características de calidad); de esta manera se podrían identificar más problemas que afecten a la calidad, así mismo, para iniciar las acciones para su corrección, de ser así se tendría un efecto positivo y tangible en la calidad percibida de la D.G.I.

La gráfica de control confirma su cualidad para identificar causas especiales de variación, pues, se identificó una causa especial de variación en el servicio de "Dictamen de Permisos de Importación". El personal de dicha área afirmó que frecuentemente se presenta un mal funcionamiento del software para realizar dicho trámite, pues el sistema en red presenta muchas anomalías por día, provocando que el sistema se caiga ó que funcionen de manera lenta las computadoras. Por lo que se confirma de manera favorable que la gráfica de control resulta útil para identificar problemas de calidad y poder actuar exclusivamente cuando se presente una causa especial de variación.

Si bien, no resulta compleja la aplicación de las gráficas de control. Se necesita proporcionar capacitación suficiente para fundamentar las razones sobre las que descansa su necesidad. Y también para considerar la metodología para la resolución de problemas que implica el uso del muestreo lote por lote por atributos, el estudio de la capacidad del proceso y el uso de herramientas complementarias, sobre todo.

Es necesaria una etapa de precontrol para definir sobre todo, la capacidad del proceso (porcentaje de productos no conformes y de no conformidades). Esta etapa resulta propicia en un periodo de tres a seis meses.

CONCLUSIONES

Con el desarrollo expuesto en este trabajo de investigación, se manifestó la adecuación de técnicas estadísticas empleadas en las organizaciones de manufactura para el control de la calidad. Confirmando de esta manera, que las mismas son aptas y precisas para el control de calidad que se pretende llevar a cabo en una organización de servicio público como lo es la Dirección General de Industrias de la SECOFI.

Cabe decir, que es un nuevo concepto en el país y aún en el ámbito internacional de la calidad la implementación de sistemas de calidad en las organizaciones de servicio público. Tomando en cuenta, que existe un interés para garantizar dicha implementación, la calidad actualmente no se limita exclusivamente, como antes lo venía haciendo a las organizaciones de manufactura. El C.E.P., no es nuevo en estas últimas, pues sobrepasa los cincuenta años de su uso, pero, si representa una novedosa aplicación en las organizaciones con una naturaleza distinta a la manufactura, y a lo que se diferencia ahora, como el servicio postventa. Para organizaciones cuya naturaleza difiere de estas dos, la implementación de un C.E.P. puede resultar abstracta y compleja. Porque en la actualidad, no se conoce ningún texto ó libro especializado en la calidad de este tipo de organizaciones (servicio en general). Y tampoco existen ejemplos aplicados a dicha naturaleza en los libros más reconocidos de control estadístico de calidad. Por lo general, para que una organización de servicio en México implante técnicas estadísticas de calidad, recurre a empresas especializadas en consultoría del mismo índole, y en muchos de los casos no se llegan a implantar como tal a las gráficas de control. Por dato fidedigno de la misma SECOFI, no se tiene algún precedente de la aplicación de las gráficas de control en alguno de sus organismos certificados en ISO.

La tesis realizó una investigación, del fundamento teórico de las gráficas de control, de la operatividad en la D.G.I., de las expectativas del cliente y de la naturaleza de las organizaciones por medio de dos publicaciones (Quality Progress y Journal of Retailing); fuera de estas publicaciones, no se encontró ningún otra fuente confiable que tratará acerca de la calidad en organizaciones de servicio. Con las observaciones hechas a la aplicación del C.E.P. en la D.G.I. se encuentra que es este trabajo de investigación proporciona un método preciso por lo que resulta satisfactoria y viable su incorporación en el P20-01.

Sin embargo, un aspecto que resulta importante mencionar, es que durante el desarrollo de la tesis existió un ambiente de renuencia y desconocimiento no solo en el C.E.P. sino hacia la calidad en general. Por lo que resultó muy difícil persuadir la experimentación del C.E.P. en un periodo suficiente de tiempo, por consecuencia, con un manejo de datos propicio para llevar a cabo un análisis más profundo ó detallado. Bajo los criterios de no conformidad propuestos, con la aplicación de la gráfica "u", y con la metodología que se expresó al final del

capítulo III con el estudio de la capacidad del proceso, así mismo, con la aplicación y el análisis de los diagramas de Pareto e Ishikawa, con lo cual, se mostraría la experimentación más favorable del C.E.P. propuesto.

Los resultados y conclusiones del C.E.P., despertaron interés en el Coordinador de Calidad de la D.G.I. Actualmente se están capacitando a tres personas en la aplicación y uso del C.E.P. que se propuso, venciendo la desconfianza que inicialmente se tenía hacia este tipo de metodología estadística.

Por lo que es importante mencionar, que el personal de la D.G.I. no cuentan con una cultura firme para las cuestiones de la calidad aún, esto también, por desconocimiento, y por la falta de sensibilización y motivación. Por ello, la dirección con responsabilidad ejecutiva esta obligada a mostrar su compromiso e interés hacia la calidad, y no tan sólo de dicho. El compromiso se hace evidente en casos en los que el uso de la gráfica de control permite obtener información para la toma de una decisión, por ende para ejercer una acción correctiva . Los directivos deben aceptar el hecho de que las gráficas de control son un medio que permite mejorar continuamente el grado de calidad del servicio, la conducta y los tangibles. Se tendrán que actualizar en forma periódica los límites de control, como el cambio en la operatividad de las actividades, a medida que se vayan eliminando las causas asignables. La dirección deberá tomar en cuenta que la implementación de un C.E.P., no es una cuestión de moda que desaparecerá en pocos meses, sino un compromiso dinámico para mejorar la calidad.

Para la incorporación del C.E.P. en la D.G.I. se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

a) *Existen varias razones que explican por que a veces fallan las gráficas de control, la mayor parte de ellas es la falta de un plan de acciones correctivas. El concepto de control requiere que se identifiquen y corrijan causas asignables. Si no se emprenden acciones cuando la gráfica de control aumenta su variabilidad, se reduce la importancia de esa gráfica, y se socava todo el programa de la calidad; una limitante que es muy influyente en la planificación para la calidad de la D.G.I., es que no existe un área específica de calidad. Por lo que es necesaria la creación de una área especializada para la calidad, la que se encargue de estudiar, planificar y administrar la calidad. Ya que no se puede ser juez y parte, para poder integrar a dicha área, la dirección ejecutiva deberá reconocer esta necesidad y estar preparada, puesto que el control estadístico descansa en la planificación, si se tiene una área de personas que se dediquen a instrumentar con evidencia objetiva mejoras en la efectividad de las operaciones de los doce servicios, se pueden tener resultados de trascendencia útil.*

b) *La dirección ejecutiva, también, deberá tomar en cuenta que el mejoramiento de la calidad requerirá en un momento dado, la destinación de recursos financieros para incorporar la tecnología (computadoras ó programas) que se crea suficiente y preponderante para optimizar las labores operativas. Al igual que la capacitación, para que los empleados formen equipos de participación y aprendan la mecánica del control estadístico del proceso. Pues resultan absolutamente necesarias la educación y la*

capacitación de todos los empleados . Cada quien necesita comprender por que se aplica el C.E.P., y que puede hacer este para mejorar la calidad y también para ayudar al empleado a realizar mejor su trabajo, incluso facilitarlo. Por lo que los empleados deben comprender que el control estadístico de proceso los beneficiará y que no es un esquema que establece la dirección ejecutiva para poderles reclamar.

c) Los proyectos ó acciones correctivas que se deriven con el control estadístico de proceso necesitan ponderar los problemas y manejar sólo uno a la vez . Para solucionarlos se pueden iniciar programas piloto con los equipos de calidad, el proyecto inicial debe ser uno que se beneficie más con el control estadístico, y que este sea visible . Una buena historia de resultados satisfactorios invitará a poner atención en el C.E.P.; por consiguiente, debe tener buena publicidad dentro de la organización, también resulta susceptible la extensión ó la puntualización de los sujetos de control propuestos, ó de otros que surjan en el desarrollo del control estadístico. Los diagramas de causa y efecto son herramientas útiles para escoger los proyectos que se van acometer y para identificar nuevas características a ser monitoreadas con el C.E.P.

d) Es necesaria la motivación y sensibilización hacia una mayor cultura para la calidad en la D.G.I. Así mismo en la ciudadanía para exigir un mejor servicio al gobierno federal.

Por último, cabe decir que ha despertado controversia la implementación de sistemas de calidad en el gobierno federal. Algunas personas no justifican este hecho, pero habrá que tomar en cuenta una razón; y es que al ser una sociedad contribuyente con impuestos, la misma, tiene el derecho de exigir al gobierno federal que cuente con sistemas de calidad en sus diversas oficinas. Ya que se pueden atenuar ó excusar ventajas que no resultan inconcebibles como lo serían: la desmitificación de la información, y la atención cordial de un servicio burocrático. Si bien no resulta una panacea para todos los problemas que conlleva el servicio público, esto coadyuvaría a desintegrar la corrupción ó el trato parcial y desentonado en ocasiones, en las oficinas del gobierno federal, permitiendo la educación y el entrenamiento del personal hacia el compromiso y la atención para con el cliente.

Por ende la instrumentación de un medio de precisión matemática que permita identificar y obtener información confiable y objetiva en los problemas que se presenten con el cumplimiento de un compromiso para calidad, a través de un área de calidad independiente. Resultan de vital importancia y de una perspectiva singular para mejorar la percepción del gobierno en el país.

APÉNDICES

NOMENCLATURA

- M.A.C** Manual de Aseguramiento de la Calidad
- C.E.P.** Control Estadístico de Proceso
- D.G.I** Dirección General de Industrias de la SECOFI
- D.G.N** Dirección General de Normas de la SECOFI
- D.O.F** Diario Oficial de la Federación
- P20-01** Documento elaborado para cumplir con el punto 4. 20 de la Norma ISO 9001 titulado como : "*Procedimiento Estadístico para verificar la Atención Oportuna de los servicios*"
- P13-01** Documento elaborado para cumplir con el punto 4. 13 de la Norma ISO 9001 titulado como : "*Producto No Conforme*"
- ISO** International Standard Organization
- MIL-STD-105D** Norma Militar Estandar 105D (ANSI-ASQC Z1.4)
- NMX-CC-03** Norma Mexicana de Calidad correspondiente a ISO 9001

APÉNDICE 2

ANEXOS



CALENDARIO DE RESOLUCIONES DE LOS SERVICIOS NOMBRE DEL SERVICIO: Número de días establecidos para dar resolución al trámite conforme a procedimiento: _____ Mes que se informa: CODIGO: F 20-01 VERSION: 0.0		FECHA: _____
		Página: 1 de 1

Número de trámite ^{1/}	Fecha de entrada ^{2/}	Fecha de Resolución ^{3/}	
		Oportuna	No oportuna
TOTAL DE TRAMITES			

Elaboró: _____
 Revisó: _____
 Aprobó: _____

FUENTE: SISTEMA DE SEGUIMIENTO DE TRAMITES EMPRESARIALES DE LA DGI

^{1/} Número que se asigna al trámite cuando ingresa a la DGI.

^{2/} Fecha que asigna el Sistema al Seguimiento de Trámites Empresariales de la DGI una vez que se comprobó que el trámite cumple con los requisitos establecidos en el procedimiento correspondiente.

^{3/} Fecha en la cual la resolución es firmada por el titular de la DGI, o por el funcionario respectivo en caso de ausencia, de conformidad con el procedimiento correspondiente.



DISTRIBUCIÓN DE INCIDENCIAS DE SERVICIOS NO OPORTUNOS

NOMBRE DEL SERVICIO: _____

FECHA: _____

MES QUE SE INFORMA: _____

CODIGO: F 20-02

PAGINA: 1 de 1

VERSION: 0,0

NUMERO DE TRAMITE	NUMERO DE INCIDENCIAS MENSUALES DE PRODUCTO NO OPORTUNO						TOTAL POR TRAMITE
	A	B	C	D	E	F	

TOTAL POR TIPO DE INCIDENCIAS							
-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--


- A. INCONFORMIDADES EN LA ELABORACION DEL DICTAMEN
- B. RETRASO EN LA INSPECCION DEL SUBDIRECTOR DE AREA
- C. RETRASO EN LA INSPECCION DEL DIRECTOR DE AREA
- D. RETRASO EN LA FIRMA DEL DIRECTOR GENERAL
- E. INSUFICIENCIA DE BIENES Y EQUIPOS.
- F. OTRAS (ESPECIFICAR)

Elaboró: _____

Revisó: _____

Aprobó: _____

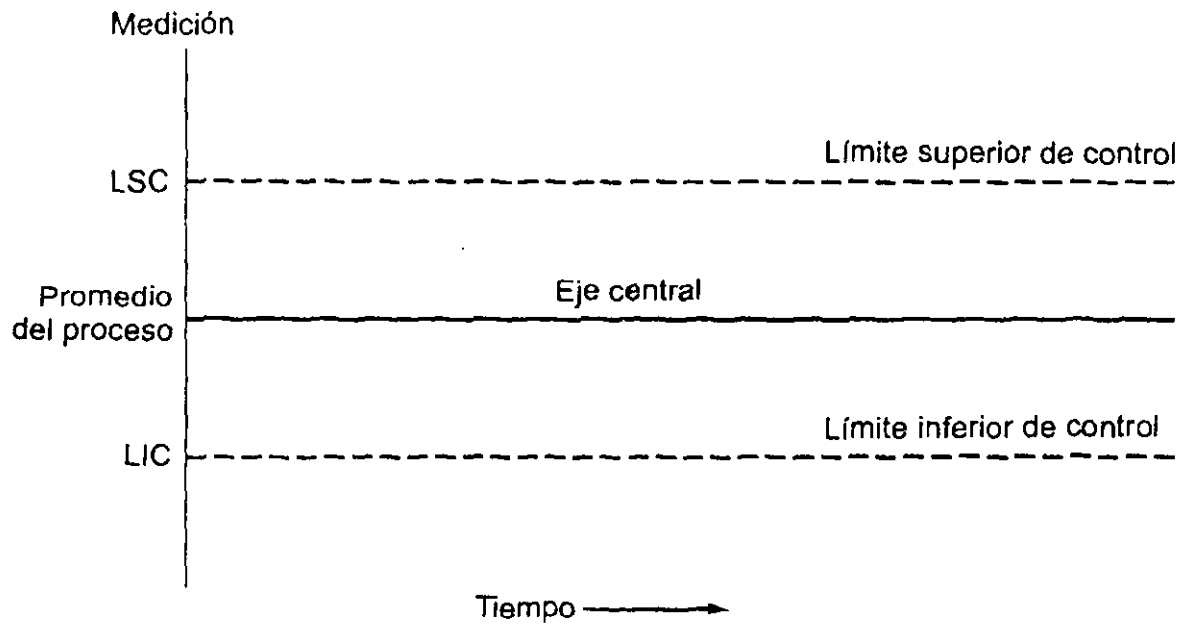
FORMATO INSUMO: INFORMACION CONTENIDA EN EL FORMATO F4.20-04 DEL PROCEDIMIENTO P4.20-02 CAUSAS1a.xls

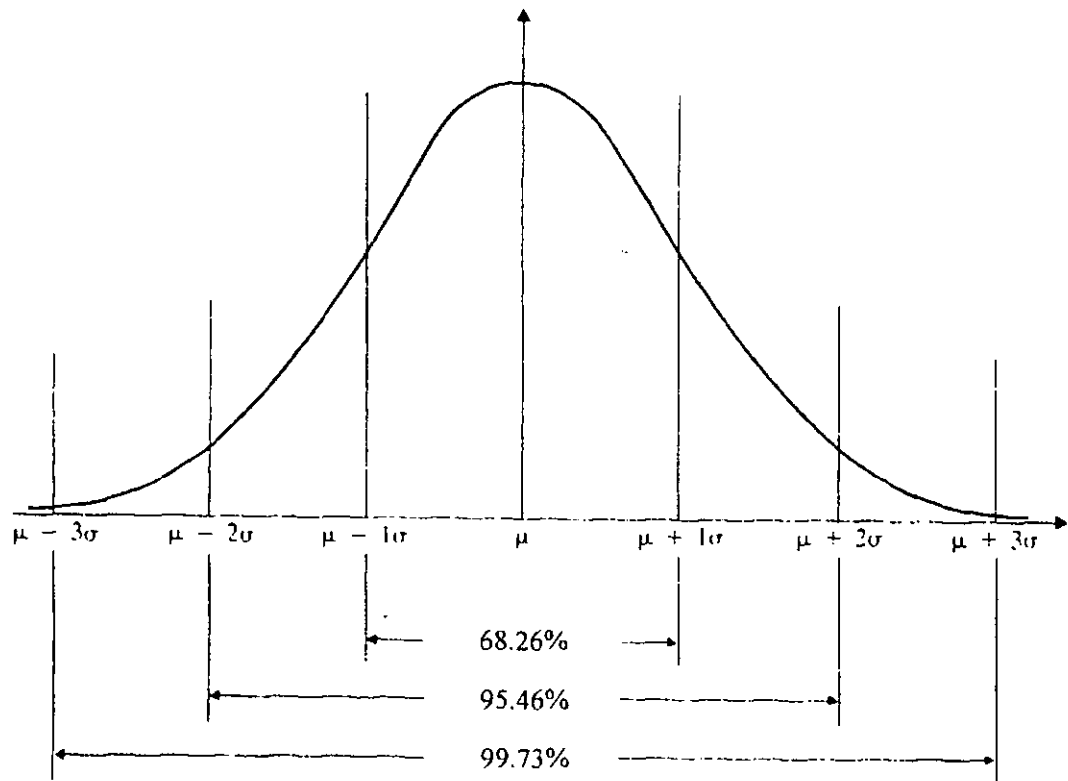
		REGISTRO DE SERVICIOS OPORTUNOS		FECHA:
		Nombre del servicio: CODIGO: F 20-03 VERSION: 0.0		PAGINA: 1 de 1
MES	TOTAL DE SOLICITUDES (A)	NUMERO DE SOLICITUDES ATENDIDAS DE MANERA		INDICADOR DE OPORTUNIDAD (B/A)*100
		OPORTUNA 1 / (B)	NO OPORTUNA 2 / (C)	
TOTAL				
Promedio de solicitudes atendidas mensualmente (solicitudes atendidas)		Mes con el mayor número de solicitudes atendidas	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas	

ANEXO 3

1 Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite dentro del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.
 2 Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite fuera del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.

Estructura de una gráfica de control.





ANEXO 5

Áreas de la curva normal (obtenido a partir de la tabla A del apéndice).

GRAFICA DE CONTROL POR ATRIBUTOS TIPO "P"							GRAFICA No.		
* $\bar{p} =$						Fecha:	MES QUE SE INFORMA:		
PRIMERA QUINCENA	No. de Servicio	Punto	N	n	d	p	LIC	LSC	
	1	1							
	2	2							
	3	3							
	4	4							
	5	5							
	6	6							
	7	7							
	8	8							
	9	9							
	10	10							
	11	11							
	12	12							
	SEGUNDA QUINCENA	1	13						
2		14							
3		15							
4		16							
5		17							
6		18							
7		19							
8		20							
9		21							
10		22							
11		23							
12		24							
TOTAL									

$p = \frac{d}{n}$

$\bar{p} = \frac{\sum d}{\sum n}$

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

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

d = Numero de Productos No Conformes

N= Tamaño del lote

n= Tamaño de la muestra

p= Fraccion defectiva (porcentaje de producto no conforme)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

ANEXO 6

$\bar{u} =$ * _____ Fecha: _____ MES QUE SE INFORMA: _____

PRIMERA QUINCENA	No. de Servicio	Punto	N	n	c	u	LIC	LSC
		1	1					
	2	2						
	3	3						
	4	4						
	5	5						
	6	6						
	7	7						
	8	8						
	9	9						
	10	10						
	11	11						
	12	12						
	TOTAL							

SEGUNDA QUINCENA	No. de Servicio	Punto	N	n	c	u	LIC	LSC
		1	13					
	2	14						
	3	15						
	4	16						
	5	17						
	6	18						
	7	19						
	8	20						
	9	21						
	10	22						
	11	23						
	12	24						
	TOTAL							

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

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

$$LSC = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LIC = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

c = Numero de defectos (No Conformidades)

N = Tamaño del lote

n = Tamaño de la muestra

u = Fracción de defectos (porcentaje de no conformidades)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	



ANEXO 7

Letras de código correspondientes al tamaño de la muestra
(Tabla I de MIL-STD-105D).

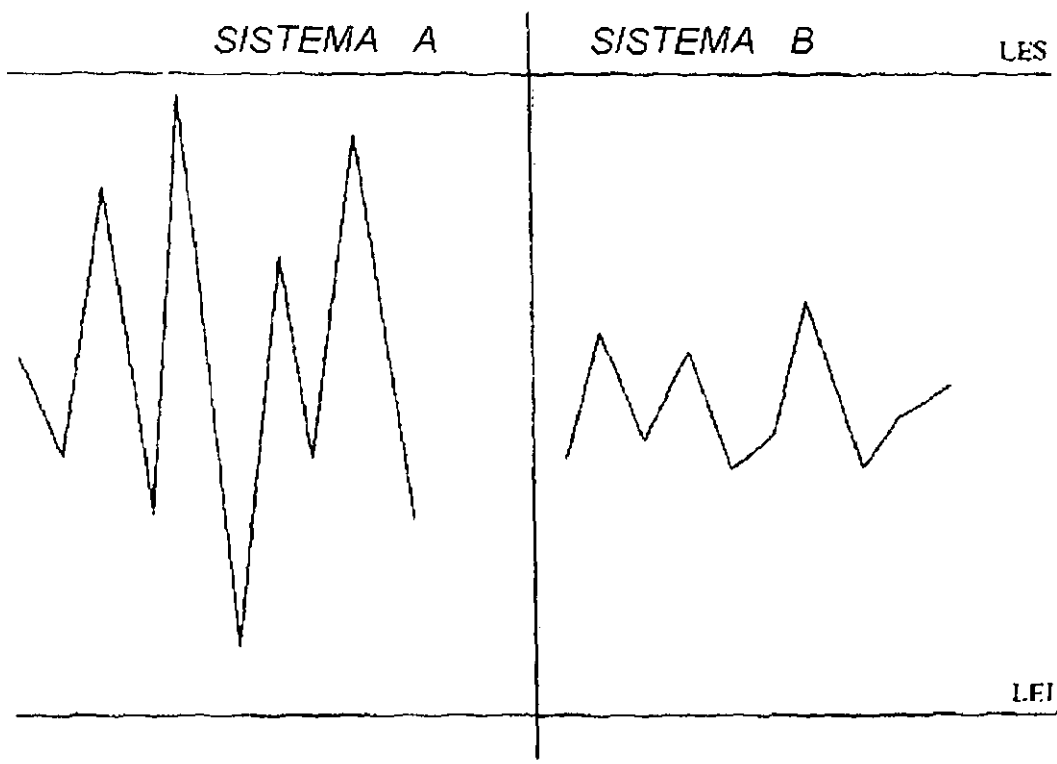
TAMAÑO DEL LOTE O DE LA TANDA	NIVELES DE INSPECCION ESPECIALES				NIVELES DE INSPECCION GENERALES		
	<i>S-1</i>	<i>S-2</i>	<i>S-3</i>	<i>S-4</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
2-8	A	A	A	A	A	A	B
9-15	A	A	A	A	A	B	C
16-25	A	A	B	B	B	C	D
26-50	A	B	B	C	C	D	E
51-90	B	B	C	C	C	E	F
91-150	B	B	C	D	D	F	G
151-280	B	C	D	E	E	G	H
281-500	B	C	D	E	F	H	J
501-1200	C	C	E	F	G	J	K
1201-3200	C	D	E	G	H	K	L
3201-10,000	C	D	F	G	J	L	M
10,001-35,000	C	D	F	H	K	M	N
35,001-150,000	D	E	G	J	L	N	P
150,001-500,000	D	E	G	J	M	P	Q
500,001 en adelante	D	E	H	K	N	Q	R

Planes de muestreo sencillo para inspección normal (tabla II-A de MIL-STD-105D).

Letra de código del tamaño de la muestra	Tamaño de la muestra	Niveles de calidad aceptable (inspección normal)																															
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	150	400	650	1000						
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re				
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					
M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					
N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					
P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					
Q	1250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					
R	2000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓					

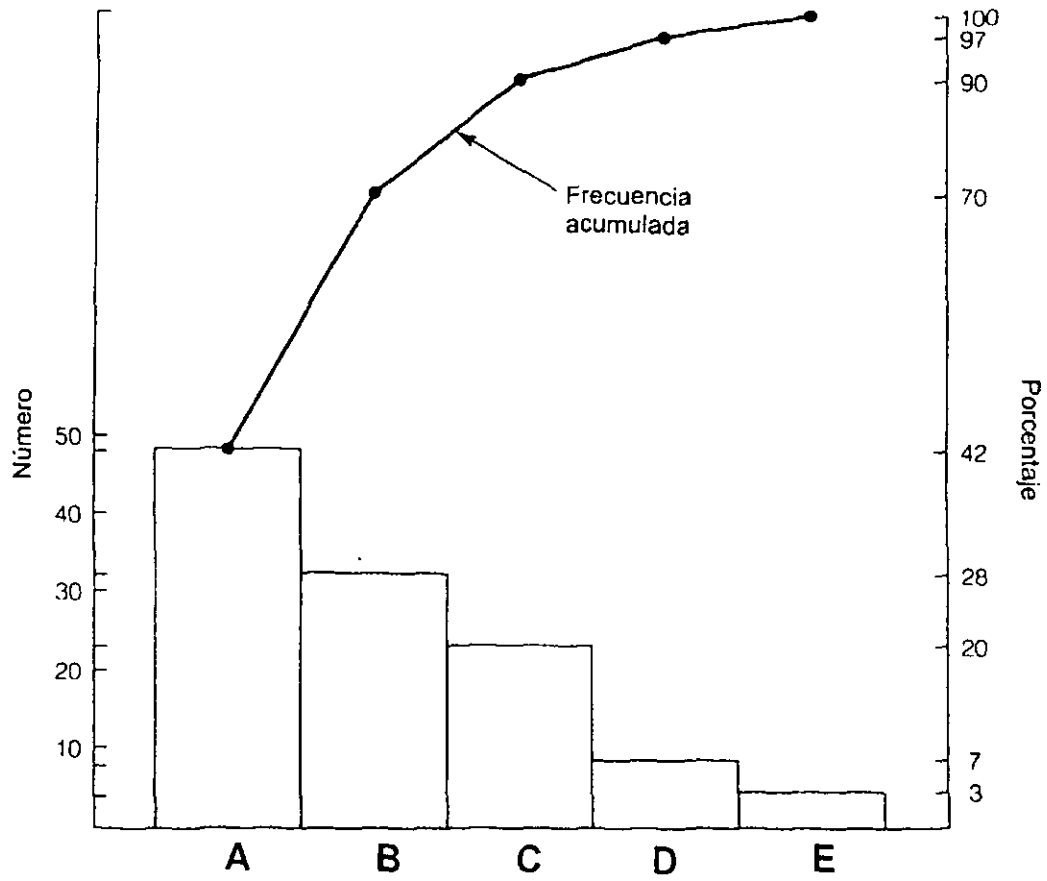
 = Use el primer plan de muestreo que aparece abajo de la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual o mayor, al tamaño del lote o de la tanda, proceda a una inspección del 100%.
 = Use el primer plan de muestreo que aparece arriba de la flecha.

Ac = número de aceptación
 Re = Número de rechazo.



ANEXO 10

Diagrama de Pareto.



TOTAL DE SOLICITUDES INSPECCIONADAS =

Descripción de la No Conformidad		TIPO		Frecuencia (F)	% Absoluto (% a)	% Relativo (% R)	% Relativo Acumulado (% Ra)
		1	2				
1	No oportunidad						
2	Resolución Incorrecta						
3	Mala Conducta						
4	Perdida, daño ó deterioro de la documentación						
5	Otros						
TOTAL							

F = Número de No Conformidades de algun caso

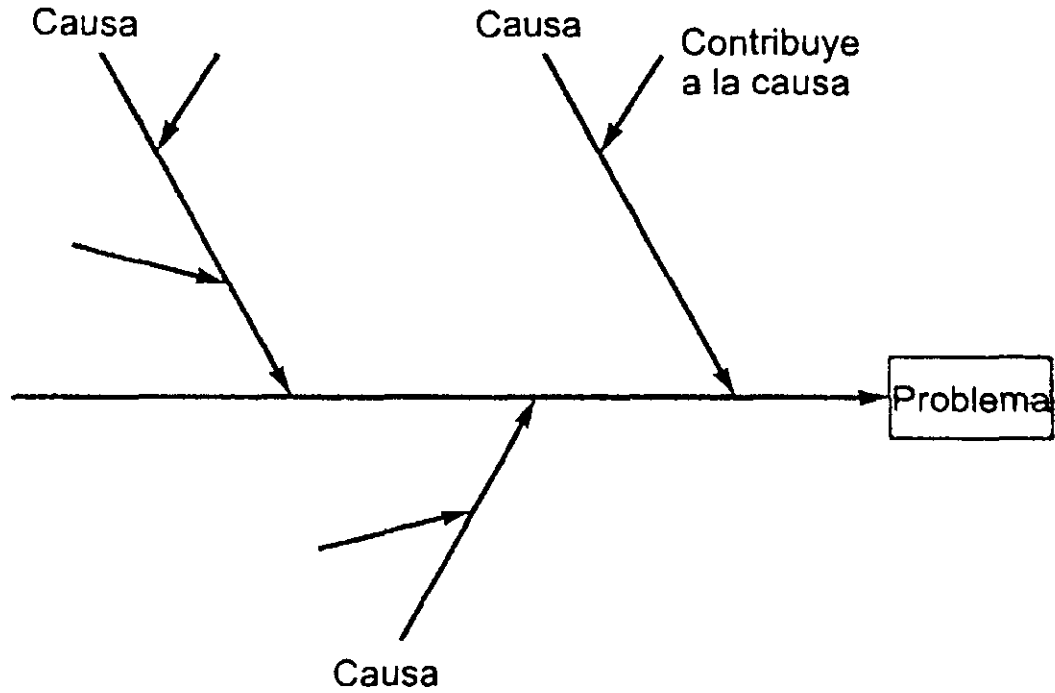
$\% a = (F * 100) / \text{Total de solicitudes inspeccionadas}$

$\% R = (F * 100) / \text{Frecuencia Total}$

$\% Ra = R1+R2+R3+R4+R5$

ANEXO 12

ESTRUCTURA GENERAL DE UN DIAGRAMA ISHIKAWA



ANEXO 14

CUESTIONARIO PARA LA MEDICIÓN DE LA CONDUCTA

1. El servicio que solicito fue sencillo

- 10 () Completamente de acuerdo
8 () Suficientemente de acuerdo
5 () Escasamente de acuerdo
0 () Completamente en desacuerdo

2. El servicio que solicito se dio bajo un ambiente aclaratorio

- 10 () Completamente de acuerdo
8 () Suficientemente de acuerdo
5 () Escasamente de acuerdo
0 () Completamente en desacuerdo

3. El servicio que solicito fue realizado bajo una actitud de cortesia

- 10 () Completamente de acuerdo
8 () Suficientemente de acuerdo
5 () Escasamente de acuerdo
0 () Completamente en desacuerdo

4. Las dudas acerca del servicio fueron aclaradas oportunamente

- 10 () Completamente de acuerdo
8 () Suficientemente de acuerdo
5 () Escasamente de acuerdo
0 () Completamente en desacuerdo

5. Considera que la comunicacion con el personal que le ofrece el servicio es apropiada

- 10 () Completamente de acuerdo
8 () Suficientemente de acuerdo
5 () Escasamente de acuerdo
0 () Completamente en desacuerdo

6. Se entienden los requisitos ó criterios legales que UD debe cumplir

- 10 () Completamente de acuerdo
8 () Suficientemente de acuerdo
5 () Escasamente de acuerdo
0 () Completamente en desacuerdo

7. Considera UD que el servicio proporcionado inspira confianza en su elaboración

- 10 () Completamente de acuerdo
8 () Suficientemente de acuerdo
5 () Escasamente de acuerdo
0 () Completamente en desacuerdo

TOTAL $49 \leq \text{Conformidad} \leq 70$

CONFORME

(131)

ANEXO 15

CUESTIONARIO PARA LA MEDICIÓN DE LOS TANGIBLES

1. El funcionamiento del equipo de computo es apropiado (Computadoras, Impresoras, Servidor)

- 10 () Completamente de acuerdo
8 () Suficientemente de acuerdo
5 () Escasamente de acuerdo
0 () Completamente en desacuerdo

2. El funcionamiento del Software es apropiado (Paqueteria, Programas, Sistemas)

- 10 () Completamente de acuerdo
8 () Suficientemente de acuerdo
5 () Escasamente de acuerdo
0 () Completamente en desacuerdo

3. El equipo de computo y/o Software esta(n) actualizado(s)

- 10 () Completamente de acuerdo
8 () Suficientemente de acuerdo
5 () Escasamente de acuerdo
0 () Completamente en desacuerdo

4. Los lugares para el almacenamiento de documentos son suficientes

- 10 () Completamente de acuerdo
8 () Suficientemente de acuerdo
5 () Escasamente de acuerdo
0 () Completamente en desacuerdo

5. Las condiciones para los lugares de almacenamiento de documentos son apropiadas

- 10 () Completamente de acuerdo
8 () Suficientemente de acuerdo
5 () Escasamente de acuerdo
0 () Completamente en desacuerdo

6. La ubicacion de su area de trabajo resulta adecuada para las labores que realiza

- 10 () Completamente de acuerdo
8 () Suficientemente de acuerdo
5 () Escasamente de acuerdo
0 () Completamente en desacuerdo

7. Considera el suministro de la energia electrica adecuado en el mes

- 10 () Completamente de acuerdo
8 () Suficientemente de acuerdo
5 () Escasamente de acuerdo
0 () Completamente en desacuerdo

TOTAL 49 ≤ Conformidad < 70

CONFORME

APÉNDICE 3

DATOS

GRAFICA DE CONTROL POR ATRIBUTOS TIPO "P"

GRAFICA No. 1

* p : 0.2556

Fecha 6/7/cccc MES QUE SE INFORMA: JUNIO

No. do Servicio	Punto	N	n	d	p	LIC	LSC
PRIMERA QUINCENA	1	3	3	1	0.33	1.02	-0.514
	2	25	25	2	0.07	0.713	-0.216
	3	17	5	2	0.2	0.85	-0.34
	4	21	32	13	0.406	0.5	0.024
	5	32	5	1	0.125	0.713	-0.216
	6	19	5	1	0.2	0.85	-0.34
	7	14	3	2	0.66	1.02	-0.514
	8	21	5	1	0.2	0.85	-0.34
	9	11	3	0	0	1.02	-0.514
	10	5	13	3	0.230	0.62	-0.12
	11	11	20	4	0.2	0.55	-0.04
	12	8	2	0	0	1.19	-0.67
SEGUNDA QUINCENA	13	7	2	1	0.5	1.19	-0.67
	14	45	2	2	0.27	0.713	-0.216
	15	32	5	3	0.375	0.713	-0.216
	16	175	32	9	0.28125	0.5	0.024
	17	13	3	1	0.333	1.02	-0.514
	18	27	5	2	0.27	0.713	-0.216
	19	25	5	1	0.2	0.85	-0.34
	20	14	2	0	0	0.85	-0.34
	21	9	2	0	0	1.19	-0.67
	22	31	3	2	0.27	0.713	-0.216
	23	152	32	6	0.1875	0.5	0.024
	24	12	3	1	0.33	1.02	-0.514
TOTAL			223	57			

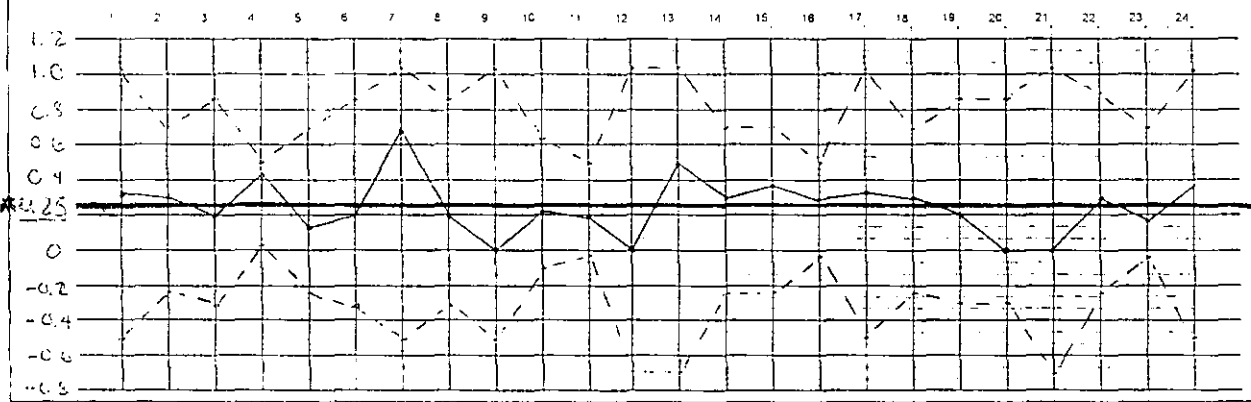
$$p = \frac{d}{n}$$

$$\bar{p} = \frac{\sum d}{\sum n} = \frac{57}{223} = 0.2556$$

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

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

d = Numero de Productos No Conformes
 N = Tamaño del lote
 n = Tamaño de la muestra
 p = Fraccion defectiva (porcentaje de producto no conforme)



GRAFICA DE CONTROL POR ATRIBUTOS TIPO "P"

GRAFICA No. 2

* $p = 0.2556$

Fecha: 6/7/2000 MES QUE SE INFORMA: JUNIO

No. de Servicio	Punto	N	n	d	p	LIC	LSC
PRIMERA QUINCENA	1	3	3	1	0.33	1.02	-0.514
	2	28	3	2	0.27	0.713	-0.216
	3	17	5	1	0.2	0.55	-0.34
	4	27	32	13	0.406	0.5	0.024
	5	32	8	1	0.125	0.713	-0.216
	6	19	5	1	0.2	0.35	-0.34
	7	14	3	2	0.66	1.02	-0.514
	8	21	5	1	0.2	0.55	-0.34
	9	11	3	0	0	1.02	-0.514
	10	57	13	3	0.230	0.63	-0.12
	11	116	20	4	0.2	0.55	-0.34
	12	8	2	0	0	1.19	-0.67
SEGUNDA QUINCENA	1	7	2	1	0.5	1.19	-0.67
	2	45	4	2	0.27	0.713	-0.216
	3	32	5	3	0.375	0.713	-0.216
	4	175	32	4	0.25	0.5	0.024
	5	13	3	1	0.333	1.02	-0.514
	6	27	4	2	0.27	0.713	-0.216
	7	25	5	1	0.2	0.55	-0.34
	8	16	5	0	0	0.55	-0.34
	9	9	2	0	0	1.19	-0.67
	10	31	4	2	0.27	0.713	-0.216
	11	152	32	6	0.1875	0.5	0.024
	12	12	3	1	0.33	1.02	-0.514
TOTAL			223	59			

$p = \frac{d}{n}$

$p = \frac{\sum d}{\sum n} = \frac{59}{223} = 0.2556$

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

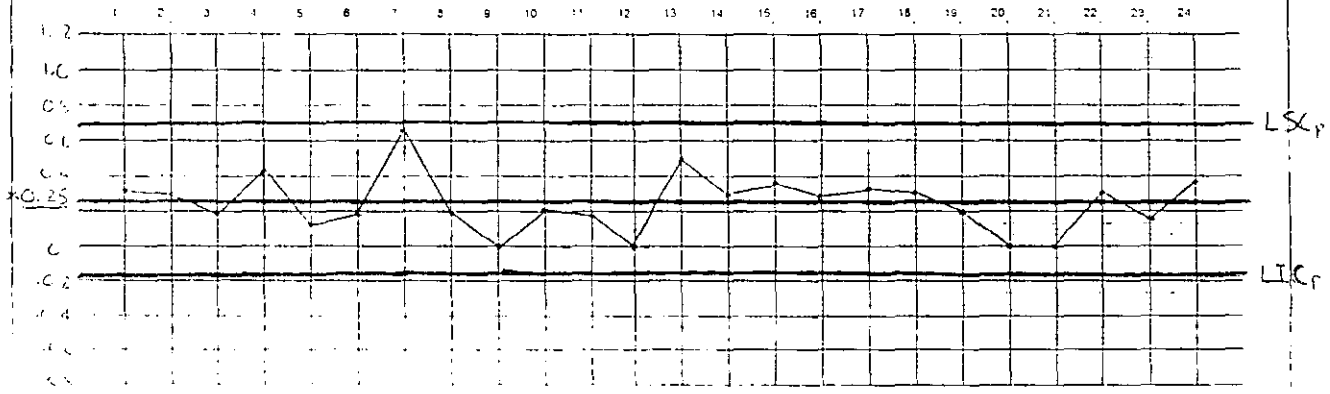
$LIC = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$

d = Numero de Productos No Conformes

N = Tamaño del lote

n = Tamaño de la muestra

p = Fraccion defectiva (porcentaje de producto no conforme)





REGISTRO DE SERVICIOS OPORTUNOS #1
Nombre del servicio **INSCRIPCIÓN AL REG. NAL. DE EMPRESAS INT.**
CODIGO: F 20-03
VERSION: 0.0

5/7/2000

FECHA: 5/7/2000
PAGINA: 1 de 1

MES	TOTAL DE SOLICITUDES (A)	NUMERO DE SOLICITUDES ATENDIDAS DE MANERA		INDICADOR DE OPORTUNIDAD (B/A)*100
		OPORTUNA 1/ (B)	NÓ OPORTUNA 2/ (C)	
Junio	10	7	3	70%
TOTAL				

Promedio de solicitudes atendidas mensualmente (solicitudes atendidas)	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas
---	---	--

- Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite dentro del plazo establecido en el procedimiento correspondiente
- Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite fuera del plazo establecido en el procedimiento correspondiente



REGISTRO DE SERVICIOS OPORTUNOS #2
Nombre del servicio: Autorización de R.E.F.
CODIGO: F 20-03
VERSION: 0.0

5/7/2000

FECHA: 5/7/2000
PAGINA: 1 de 1

MES	TOTAL DE SOLICITUDES (A)	NUMERO DE SOLICITUDES ATENDIDAS DE MANERA		INDICADOR DE OPORTUNIDAD (B/A)*100
		OPORTUNA 1_/ (B)	NO OPORTUNA 2_/ (C)	
Junio	73	49	24	67%
TOTAL				

Promedio de solicitudes atendidas mensualmente (solicitudes atendidas)	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas
---	---	--

- Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite dentro del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.
- Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite fuera del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.

	REGISTRO DE SERVICIOS OPORTUNOS #3	FECHA: 5/7/2000
	Nombre del servicio: IMPORTACIÓN BAJO NOTA 72	5/7/2000
	CODIGO: F 20-03 VERSION: 0.0	PAGINA: 1 de 1

MES	TOTAL DE SOLICITUDES (A)	NUMERO DE SOLICITUDES ATENDIDAS DE MANERA		INDICADOR DE OPORTUNIDAD (B/A)*100
		OPORTUNA 1/ (B)	NO OPORTUNA 2/ (C)	
Junio	49	31	18	63%
TOTAL				

Promedio de solicitudes atendidas mensualmente (solicitudes atendidas)	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas
---	---	--

1 Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite dentro del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.
2 Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite fuera del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.



REGISTRO DE SERVICIOS OPORTUNOS #4
Nombre del servicio: **DICTAMEN DE PERMISOS DE IMPORTACION**
CODIGO: F 20-03
VERSION: 0.0

5/7/2000

FECHA: 5/7/2000
PAGINA: 1 de 1

MES	TOTAL DE SOLICITUDES (A)	NUMERO DE SOLICITUDES ATENDIDAS DE MANERA		INDICADOR DE OPORTUNIDAD (B/A)*100
		OPORTUNA 1/ (B)	NO OPORTUNA 2/ (C)	
Junio	392	240	152	61 %
TOTAL				

Promedio de solicitudes atendidas mensualmente (solicitudes atendidas)	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas
---	---	--

Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite dentro del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.
Solicitudes atendidas por el área responsable de trámite fuera del plazo establecido en el procedimiento correspondiente



REGISTRO DE SERVICIOS OPORTUNOS #5
Nombre del servicio SOCIEDADES LIMITADAS
CODIGO: F 20-03 OF INTERÉS PÚBLICO.
VERSION: 0.0

5/7/2000

FECHA: 5/7/2000
PAGINA: 1 de 1

MES	TOTAL DE SOLICITUDES (A)	NUMERO DE SOLICITUDES ATENDIDAS DE MANERA		INDICADOR DE OPORTUNIDAD (B/A)*100
		OPORTUNA 1_ (B)	NO OPORTUNA 2_ (C)	
Junio	45	33	12	73%
TOTAL				

Promedio de solicitudes atendidas mensualmente (solicitudes atendidas)	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas
---	---	--

- 1. Solicitudes atendidas por el área responsable de trámite dentro del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.
- 2. Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite fuera del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.



REGISTRO DE SERVICIOS OPORTUNOS #6
Nombre del servicio: *PROVEEDOR DE LA IND. FAB. DE VEHICULOS DE AUTOTRANSPORTE*
CODIGO: F 20-03
VERSION: 0.0

FECHA: *5/7/2000*
PAGINA: 1 de 1

MES	TOTAL DE SOLICITUDES (A)	NUMERO DE SOLICITUDES ATENDIDAS DE MANERA		INDICADOR DE OPORTUNIDAD (B/A)*100
		OPORTUNA 1_ (B)	NO OPORTUNA 2_ (C)	
<i>Junio</i>	<i>46</i>	<i>27</i>	<i>19</i>	<i>55.1</i>
TOTAL				

Promedio de solicitudes atendidas mensualmente (solicitudes atendidas)	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas
---	---	--

. Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite dentro del plazo establecido en el procedimiento correspondiente
. Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite fuera del plazo establecido en el procedimiento correspondiente

	REGISTRO DE SERVICIOS OPORTUNOS #7		FECHA: 5/7/2000
	Nombre del servicio: CODIGO: F 20-03 VERSION: 0.0	DESPACHOS AUDITORES DE DIVISAS AUTOMOTRICES	5/7/2000

MES	TOTAL DE SOLICITUDES (A)	NUMERO DE SOLICITUDES ATENDIDAS DE MANERA		INDICADOR DE OPORTUNIDAD (B/A)*100
		OPORTUNA 1_ (B)	NO OPORTUNA 2_ (C)	
Junio	39	22	17	56%
TOTAL				

Promedio de solicitudes atendidas mensualmente (solicitudes atendidas)	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas
---	---	--

- 1 Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite dentro del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.
- 2 Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite fuera del plazo establecido en el procedimiento correspondiente



REGISTRO DE SERVICIOS OPORTUNOS

Nombre del servicio
CODIGO: F 20-03
VERSION: 0.0#8
REG. EMPRESA DE LA
I. T. F. V. (Automotores)

5/7/2000

FECHA: 5/7/2000

PAGINA: 1 de 1

MES	TOTAL DE SOLICITUDES (A)	NUMERO DE SOLICITUDES ATENDIDAS DE MANERA		INDICADOR DE OPORTUNIDAD (B/A)*100
		OPORTUNA 1_ (B)	NO OPORTUNA 2_ (C)	
Junio	37	23	14	62%
TOTAL				

Promedio de solicitudes atendidas mensualmente
(solicitudes atendidas)Mes con el mayor número de
solicitudes atendidas

Mes con el mayor número de solicitudes atendidas

- Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite dentro del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.
; Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite fuera del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.




REGISTRO DE SERVICIOS OPORTUNOS #9
Nombre del servicio: RFG. EMPRESA DE LA I. T. F. V. (Auto transporte)
CODIGO: F 20-03
VERSION: 0.0
FECHA: 5/7/2000
PAGINA: 1 de 1

MES	TOTAL DE SOLICITUDES (A)	NUMERO DE SOLICITUDES ATENDIDAS DE MANERA		INDICADOR DE OPORTUNIDAD (B/A)*100
		OPORTUNA 1_ (B)	NO OPORTUNA 2_ (C)	
Junio	20	13	7	65%
TOTAL				

Promedio de solicitudes atendidas mensualmente (solicitudes atendidas) Mes con el mayor número de solicitudes atendidas Mes con el mayor número de solicitudes atendidas

- Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite dentro del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.
- Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite fuera del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.

 <small>DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIAS</small>	REGISTRO DE SERVICIOS OPORTUNOS #10 Nombre del servicio: REG. EMPRESA DE LA CODIGO: F 20-03 I. NAL. DE AUTOPARTES VERSION: 0.0	FECHA: 5/7/2000 PAGINA: 1 de 1
	5/7/2000	

MES	TOTAL DE SOLICITUDES (A)	NUMERO DE SOLICITUDES ATENDIDAS DE MANERA		INDICADOR DE OPORTUNIDAD (B/A)*100
		OPORTUNA 1/ (B)	NO OPORTUNA 2/ (C)	
Junio	88	77	11	87%
TOTAL				

Promedio de solicitudes atendidas mensualmente (solicitudes atendidas)	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas
---	---	--

1 Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite dentro del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.
 2 Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite fuera del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.

	REGISTRO DE SERVICIOS OPORTUNOS #11		FECHA: 5/7/2000
	Nombre del servicio: DIVISAS AUTOMOTRICES		PAGINA: 1 de 1
	CODIGO: F 20-03		
VERSION: 0.0			

MES	TOTAL DE SOLICITUDES (A)	NUMERO DE SOLICITUDES ATENDIDAS DE MANERA		INDICADOR DE OPORTUNIDAD (B/A)*100
		OPORTUNA 1_ (B)	NO OPORTUNA 2_ (C)	
Junio	268	180	88	67%
TOTAL				

Mes con el mayor número de solicitudes atendidas mensualmente. con 180 solicitudes atendidas.	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas.	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas.
--	---	---

- Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite dentro del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.
 - Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite fuera del plazo establecido en el procedimiento correspondiente.



REGISTRO DE SERVICIOS OPORTUNOS # 12

Nombre del servicio
CODIGO: F 20-03
VERSION: 0.0REG. NAL. EMPRESAS
CONSTRUCTORAS

5/17/2000

FECHA: 5/17/2000

PAGINA: 1 de 1

MES	TOTAL DE SOLICITUDES A	NUMERO DE SOLICITUDES ATENDIDAS DE MANERA		INDICADOR DE OPORTUNIDAD (B/A)*100
		OPORTUNA 1_ (B)	NO OPORTUNA 2_ (C)	
Junio	20	16	4	80%
TOTAL				

Promedio de solicitudes atendidas mensualmente solicitudes atendidas,	Mes con el mayor numero de solicitudes atendidas	Mes con el mayor número de solicitudes atendidas
--	---	--

Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite dentro del plazo establecido en el procedimiento correspondiente
Solicitudes atendidas por el área responsable del trámite fuera del plazo establecido en el procedimiento correspondiente

BIBLIOGRAFÍA

Dirección General de Industrias (1999). Manual de Aseguramiento de la Calidad, revisión 1, versión 0.

Jurans Quality Control Hand book, 4a ed, (QCH4), McGraw-Hill Book Company, Nueva York 1988, pp 35G.1-35G.7.

Juran, Joseph y Gryna, Frank. Control de Calidad. 3a ed., McGraw-Hill / Interamericana de España S.A., Madrid 1993. Caps IV, V.

FUNTEC (1999). Empowerment y Circulos de Calidad. Fundacion Mexicana para la Innovación y Transferencia Tecnológica en la Pequeña y Mediana Empresa, abril, México D.F., México.

Montgomery, D.C. Introduction to Statistical Quality Control. John Wiley & Sons, Inc., Nueva York, 1985, Caps II, III.

Mendenhall, William. Introducción a la probabilidad: Teoría y Aplicaciones. 3a ed., Editorial Limusa, México, 1984. Cap VI pp 75-77.

Williams, Roy H. y Zigli, Ronald M. (1994). Ambiguity Impedes Quality in the Service Industries, Quality Progress, Vol. 42 Julio 3, pp 30-56

Heyes, Gerald B. (1990). Determining Sample Size and Error for Attribute Sampling, Quality Progress, Noviembre, pp 5-13.

Fundación Mexicana para la Calidad Total (1999). Manual de Gestión Empresarial. Centro Mexicano de Gestión Empresarial, abril, México D.F., México.

Velazquez Correa, Francisco (2000). Herramientas para el Control de la Calidad, notas del curso, COMPITE, Febrero, México D.F., México.

REFERENCIAS

AOTS, Program for Supervisory Methods and Effectiveness. The Association for Overseas Technical Industryship, Osaka 1987.

NMX-CC-003:1995 . Sistemas de calidad-modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio, IMNC, México. pp 16/ 17.

Ferdeber, Charles J. (1997). Measuring Quality and Productivity in Service Enviroment, Industry Week, Julio.

King, Carol A. (1992). Service Quality Assurance is Diferent, Quality Progress, Vol. 18 No. Junio 6, pp 22-25, 31-33.

Evans, James y Lindsay, William. Administración y Control de la Calidad, Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V., México 1995.

Juran, Joseph y Gryna, Frank. Análisis y Planeación de la Calidad. 3a ed., McGraw-Hill / Interamericana, S.A. de C.V., México 1995.

Shrock, Enrick. Métodos Estadísticos y Control de calidad. McMillan, México 1997. Caps III, IV, V.

Parasuraman, A. y Berry, L.L. SERVQUAL: A multiple-Item for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality, Journal of Retailing, Vol 64 No. 1, Primavera de 1998, pp 60-95, 122-141.

Wetherill, G.B. Sampling Inspection and Quality Control. 2 ed., Methuen and Company, Ltd., Londres 1991.

Besterfield, Dale. Control de Calidad. 4a ed., Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1995. Cap VII, Cap VIII.

Grant, Eugene L. y Leavenworth, Richard. Control Estadístico de Calidad. 2a ed., Compañía Editorial Continental, México 1996, Parts I, II.

Wade, O.R. Tolerance Control in Design Manufacturing. Industrial Press Inc., Nueva York 1969.

Meyer, Paul.L. Probabilidad y Estadística. 2a ed., Prentice Hall, México 1990, Cap V pp 143-159.