



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

**Diseño de un curso
teórico-práctico
para incrementar
la productividad
de una empresa**

Tesis

que para obtener el título de
Ingeniero Industrial

presentan:

**Antonio Martín García Merino
Marco Antonio Ramírez García
Virgilio Elfego Padilla Calderón**



Directora: Ing. Eloísa Dávalos Paz

México, D.F., 1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

Indice.....	1
Tema y objetivo.....	3

I. PRODUCTIVIDAD

Antecedentes históricos de la Productividad.....	4
Productividad en México	7
Artículo 153 de la Ley Federal del Trabajo.....	8
Acuerdo Nacional de Productividad.....	18
Importancia del incremento de la Productividad.....	20
Factores para el incremento de la Productividad.....	21
Productividad del trabajo	22
Productividad total.....	22
Productividad neta o valor agregado.....	22

II. MEDICION DE LA PRODUCTIVIDAD

Introducción.....	26
Objetivo de medir la Productividad.....	26
Metodología para medir la Productividad.....	28

III. CONTROL ESTADISTICO DEL**PROCESO**

Introducción.....	32
Tema I. Productividad y Estadística.....	33
Introducción.....	34
I.1 Concepto de productividad.....	35
Forma de controlar la Productividad.....	36
Importancia de incrementar la Productividad.....	38
I.2 Concepto de Estadística.....	38
Importancia de la Estadística en la	
Productividad.....	38
Ejercicios.....	39
Tema II. Control Estadístico.....	40
Introducción.....	41
II.1 Antecedentes de aritmética.....	42
Números enteros.....	42
Números decimales.....	43
Recta numérica.....	44
Suma.....	45
Resta o sustracción.....	45
Multiplicación.....	47
División.....	50
Potenciación.....	55
Raíz cuadrada.....	57
Porcentaje (tanto por ciento).....	58
Redondeo.....	60
II.2 Muestreo.....	61
Introducción.....	61
Concepto de muestra.....	61
Importancia del muestreo.....	62
Clasificación del muestreo.....	63
II.3 Presentación de datos.....	66
Importancia de la presentación de datos.....	66
Tabla de datos.....	66
Ejes coordenados.....	69

Localización de puntos en los ejes	
coordenados.....	71
gráficas.....	73
Concepto de gráfica.....	73
Gráficas de línea.....	74
Gráfica de pastel o de sectores.....	76
Gráfica de barras o histogramas.....	78
II.4 Gráficas de control.....	81
Concepto de gráfica de control.....	81
Importancia de las Gráficas de control.....	81
Descripción de una Gráfica de control.....	82
Gráfica de control para variables.....	84
Gráfica de \bar{X}	84
Gráfica de R	91
Gráfica de control por atributos.....	97
Gráfica p	97
Gráfica np	106
Gráfica c	109
Tema III. Análisis Estadístico.....	112
Introducción.....	113
Importancia.....	113
III.1 Análisis de polígono de frecuencia.....	114
Distribución normal.....	115
Distribución de Poisson.....	115
Distribución en beta.....	116
Distribución en "L".....	116
Distribución bimodal.....	117
Distribución movible.....	117
Distribución en "U".....	118
Distribución irregular.....	118
III.2 Análisis para gráficas de control.....	122
Razones para la variación en la gráfica de control.....	126
Método MOMO.....	128
IV. APLICACIÓN DEL CURSO	
Introducción.....	135
Curso (caso práctico aplicado en Polial S.A. de C.V).....	144
Conclusiones.....	228
Anexo.....	249
Bibliografía.....	250

TEMA Y OBJETIVO**Tema:**

Diseño y aplicación de un curso teórico práctico para incrementar la productividad de una empresa.

Objetivo:

- Diseñar un curso de capacitación en Control Estadístico del Proceso, enfocado a la mano de obra directa.
- Medir la productividad de una empresa
- Aplicar el curso en la misma empresa.
- Medir una vez más la productividad de la empresa para evaluar el resultado del curso.

I. PRODUCTIVIDAD

CAPITULO I**Productividad****Antecedentes Históricos de la Productividad**

El concepto de Productividad no es nuevo, ya que data desde finales del siglo XVIII (Revolución Industrial). Lo que sí ha variado con el tiempo es la definición de Productividad, ya que dicho término ha adquirido gran difusión y se cita frecuentemente en el planteamiento y en la solución de problemas de ingeniería, políticos, económicos, etc.

Como se dijo anteriormente, la palabra Productividad ha sido interpretada de diferentes formas. En términos generales podemos decir que representa el grado de eficiencia logrado por una explotación. La Organización Europea de Cooperación Económica definió la Productividad de la siguiente forma:

"La Productividad es el cociente de la producción entre uno de sus factores", es decir, que la medida de la Productividad expresa una relación entre el resultado y los esfuerzos o entre los productos obtenidos y los medios empleados.

El concepto esencial de Productividad tiene su origen en las investigaciones realizadas para la institución de procediminetos y métodos tendientes al logro del mayor rendimiento técnico-económico de las explotaciones. Estos estudios, conocidos bajo la denominación de "administración científica de empresas", se difundieron en forma intensa en los Estados Unidos a fines del siglo pasado y se vincularon especialmente con las tareas relacionadas con la construcción de máquinas y con los trabajos que se desarrollaban, principalmente dentro del campo de la metalurgia.

Entonces surgió la idea de analizar todos los problemas concernientes con esas actividades mediante la investigación de métodos científicos y a determinar las normas más convenientes deducidas de esos estudios.

Así surgen una serie de investigadores que con base en análisis y experimentos sobre los procesos de producción, determinaron

principios que fueron expuestos principalmente entre los años de 1880 y 1910, causando vivo interés entre los industriales norteamericanos. Entre los más destacados investigadores tenemos a Frederik Taylor en los Estados Unidos y a Henry Fayol en Europa.

Los estudios destinados a lograr la máxima eficiencia en las empresas adquirieron nuevo impulso a partir de la Primera Guerra Mundial y se desarrollaron bajo el concepto de "racionalización", cuyos fines principales eran los mismos que se perseguían bajo la denominación de "administración científica".

Entre 1920 y 1930, comenzó a extenderse en cierto grado el concepto moderno de Productividad, como problema de proyecciones económico-sociales y no exclusivo del interés particular de las empresas. En ello había influido la intervención que en los asuntos de interés nacional tuvieron las organizaciones obreras y patronales, y también los estudios realizados por tratadistas alemanes, especialmente Schmalembach, bajo el concepto de "economicidad".

Estas investigaciones no se relacionaron solamente con la mayor eficiencia de los sistemas productivos, sino también con el grado de utilidad que tiene la empresa en el medio social. Ellas adquirieron trascendencia en tal grado que, en Alemania se estableció un organismo especial para las investigaciones correspondientes, bajo la denominación de Consejo Administrativo Nacional para el estudio de la Economicidad.

El concepto moderno del término Productividad es en esencia, el mismo que correspondía a los de administración científica y "racionalización", pero su contenido y finalidades son mucho más extensos. La diferencia fundamental reside en que las aludidas denominaciones respondían a problemas y objetivos propios e internos de la empresa; en cambio la Productividad, tal como se concibe y se desarrolla actualmente, constituye una cuestión inherente a la gestión de la empresa y como medio de política económica y nacional, cuyo objetivo fundamental es el bienestar general.

El "espíritu de Productividad" se inició en Europa, a partir del año de 1945 y se evidenció como un fenómeno de postguerra.

Destruídos los países europeos moral y materialmente, fue necesario asumir la tarea de reconstrucción de sus economías y readaptar las industrias bélicas a las necesidades de la paz, que fue afrontada mediante los planes de ayuda instituidos para las naciones aliadas.

Recuperados gradualmente los procesos de la producción, fue necesario encarar difíciles cuestiones económico-sociales, tales como la estabilidad monetaria, el comercio internacional, las finanzas públicas, el equilibrio de las balanzas de pago, con las graves dificultades existentes dentro del área del dólar, los niveles de ocupación y de vida, etc., importantes problemas que, gravitando concurrentemente, tan solo podían superarse mediante el acrecentamiento de la Productividad.

También se advirtió que tan solo por el incremento de la Productividad era posible alcanzar los objetivos que se habían trazado los pueblos europeos de mantener ocupación plena, con mejores condiciones de trabajo y con salarios reales crecientes, que permitieran sostener altos niveles de vida y absorber toda la Productividad, el auto-abastecimiento de determinados bienes y la justa distribución de la renta nacional. En casi todos los países europeos se establecieron instituciones destinadas a la investigación, asesoramiento y difusión de los problemas y soluciones que se suscitan en torno a la Productividad y a su fomento. Estos organismos se desarrollan como personas privadas, como instituciones de derecho público o de carácter mixto, estando integrados por empleadores, trabajadores, universitarios, técnicos, funcionarios públicos, etc.

La existencia de estos centros de Productividad adquirió proyecciones de importancia; así por ejemplo, en Holanda, que es un país avanzado en sus relaciones, se creó el Ministerio de Productividad, como organismo coordinador de todas las actividades vinculadas con la productividad e integrado por representantes del sindicalismo, la ciencia y la economía nacional.

En Europa occidental fueron creados numerosos centros nacionales de Productividad instituidos a instancias de la Organización Europea de Cooperación Económica, para la realización de estudios

y difusión de los medios tendientes al acrecentamiento de la Productividad para la elevación de los niveles de vida.

Los técnicos de estos centros suelen ser enviados a Estados Unidos para hacer investigaciones, porque este es el país que alcanzó las más altas condiciones de Productividad y donde recojen experiencias que luego discuten y difunden en sus respectivos países, mediante aplicaciones que demuestran niveles de especialización científica y de naturaleza popular. El problema de la Productividad ha trascendido las fronteras nacionales, no solo por el continuo intercambio de técnicas e informaciones efectuado entre diferentes países, sino también, por la realización de congresos internacionales, que se celebraron por la discusión y orientación de las cuestiones vinculadas con la Productividad.

Productividad en México

Actualmente (1993) el país vive un proceso de desarrollo muy importante, el cual tiene como finalidad básicamente la reducción de la inflación y el aumento de la Productividad, entre otros factores. Sin embargo, también debe aprender a analizar su pasado para comprender el presente y planear el futuro.

En México como en otros países de Latinoamérica, la industrialización surgió como consecuencia de las crisis internacionales y sobre todo de la Segunda Guerra Mundial y el conflicto coreano. Estas y otras perturbaciones provocaron una ruptura en el comercio exterior (principalmente importaciones de productos manufacturados). Por lo tanto, en México, a partir de 1944 se asentaron nuevas industrias, lo cual no significa que los establecimientos industriales se integraran en un conjunto coherente y ordenado de fábricas concebidas de acuerdo a un plan determinado.

Si bien este crecimiento desordenado que vivió el país, se hubiera logrado frenar a tiempo, o simplemente se hubiera tenido la planeación adecuada para un crecimiento industrial, se tendría un proceso de desarrollo más lento, pero mucho más seguro y ordenado que el que se está viviendo actualmente, en el cual para poder lograr este crecimiento integral se tiene que combatir

contra contaminación ambiental, población altamente concentrada, cambios vertiginosos de la tecnología, huelgas, sindicatos, etc. Así como se ha mencionado que el crecimiento de la industria tuvo un desarrollo sin control, lo mismo sucedió con la fuerza laboral. El primer antecedente de la administración de la fuerza laboral en este siglo se dio en 1911 cuando se crea el Departamento del Trabajo, dependiente de la Secretaría de Fomento, Colonización e Industria (Hoy llamada Secretaría del Trabajo y Previsión Social). De esta manera, Don Francisco I. Madero institucionalizó las acciones oficiales en favor de los trabajadores.

La Constitución Política de 1917 marca un momento de gran trascendencia en la evolución laboral, al señalar en el artículo 123, entre otros derechos, la fijación de la jornada máxima de ocho horas de trabajo, la indemnización por despido injustificado, el derecho de asociación y de huelga por parte de los trabajadores y el establecimiento de normas en materia de previsión y seguridad. Dicho artículo se resume y se analiza a continuación, de acuerdo a los fines que se persiguen en esta tesis:

ARTICULO 153 DE LA LEY FEDERAL DEL TRABAJO

Capacitación y adiestramiento de los trabajadores

Este artículo reglamenta la obligación del patrón de capacitar a sus trabajadores, contenida en la fracción XIII, apartado "A" del artículo 123 constitucional. Obligación que es gravosa y benéfica para ambas partes como veremos a continuación.

Este artículo consta de veinticuatro partes que se describen y se explican brevemente a continuación: (Cita: Breaña Garduño, Francisco, Ley Federal del Trabajo, Comentada y concordada. Edit. HARLA. México. 1988. Pp. 197-207).

Artículo 153-A: Todo trabajador tiene derecho de que su patrón le proporcione capacitación o adiestramiento en su trabajo que le permita elevar su nivel de vida y productividad, conforme a los planes y programas formulados de común acuerdo con el patrón y el sindicato o sus trabajadores y aprobados por la secretaría del trabajo.

Es lógica la participación tripartita en la planeación y aprobación de programas ya que cada industria o empresa conoce sus necesidades particulares y los elementos con que cuenta.

Artículo 153-B: Para dar cumplimiento a la obligación que conforme al artículo anterior les corresponde, los patrones podrán convenir con los trabajadores de la misma empresa o fuera de ella, por conducto de persona propio, instructores especialmente contratados, instituciones, escuelas u organismos especializados, o bien mediante adhesión a los sistemas generales que se establezcan y que se registren en la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

En caso de tal adhesión, quedará a cargo de los patrones cubrir las cuotas respectivas.

Debe distinguirse entre las dos clases de capacitación que existen: la teórica y la práctica. En el primer supuesto, puede realizarse a conveniencia o facilidad de las partes, dentro o fuera de la institución en que se presta el servicio.

No ocurre lo mismo cuando se trata de la capacitación técnica práctica. En este supuesto lo correcto y adecuado es instruir al trabajador en el lugar en el que realiza la actividad a fin de que emplee sus propios medios de trabajo y se evite el desajuste propio del cambio.

Artículo 153-C: Las instituciones o escuelas que deseen impartir capacitación o adiestramiento, así como su personal docente, deberán estar autorizadas y registradas por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

Este control es muy conveniente y se lleva a efecto por la UCECA. Unidad Coordinadora del Empleo, Capacitación y Adiestramiento, Órgano auxiliar de la Secretaría del Trabajo y concretamente del Consejo Consultivo de Empleo, Capacitación y Adiestramiento de la mencionada Secretaría y de los Consejos Consultivos estatales y de los Comités Nacionales de Capacitación y Adiestramiento contruidos por ramas de la producción.

Artículo 153-D: Los cursos y programas de capacitación o adiestramiento de los trabajadores, podrán formularse respecto a cada establecimiento, una empresa, varias de ellas o respecto

a una rama industrial o actividad determinada.

Esta diversificación y flexibilidad favorece económicamente tanto a la pequeña empresa como a la grande y permite el auxilio y complementación entre las distintas ramas de la producción.

Artículo 153-E: La capacitación o adiestramiento a que se refiere al artículo 153-A deberá impartirse al trabajador durante las horas de su jornada de trabajo, salvo que atendiendo a la naturaleza de los servicios, patrón y trabajador convengan que podrá impartirse de otra manera; así como en el caso en que el trabajador desee capacitarse en una actividad distinta a la de la ocupación que desempeñe, en cuyo supuesto, la capacitación se realizara fuera de la jornada de trabajo.

Impera en esta norma, en forma excepcional, el principio de la autonomía de la voluntad de las partes de la relación de trabajo.

Artículo 153-F: La capacitación y el adiestramiento deberán tener por objeto:

I. Actualizar y perfeccionar los conocimientos y habilidades del trabajador en su actividad, así como proporcionarle información sobre la aplicación de nueva tecnología en ella;

II. Preparar al trabajador para ocupar una vacante o puesto de nueva creación;

III. Prevenir riesgos de trabajo;

IV. Incrementar la Productividad; y

V. En general, mejorar las aptitudes del trabajador.

Todos estos objetivos tienen una finalidad económica y debido a la actual división de trabajo, no satisfacen la necesidad que todo ser humano tiene de sentirse complacido y orgulloso del esfuerzo realizado.

Artículo 153-G: Durante el tiempo en que un trabajador de nuevo ingreso requiera capacitación inicial para el empleo que va a desempeñar reciba ésta, prestará sus servicios conforme a las condiciones generales de trabajo que rijan en la empresa o a la que se estipule respecto a ella en los contratos colectivos.

Mediante esta norma, se insiste en la aplicación del principio de igualdad entre los trabajadores.

Artículo 153-H: Los trabajadores a quienes se imparta capacitación o adiestramiento están obligados a:

I. Asistir puntualmente a los cursos, sesiones de grupo y demás actividades que formen parte del proceso de capacitación o adiestramiento.

II. Atender las indicaciones de las personas que impartan la capacitación o adiestramiento y cumplir con los programas respectivos, y

III. Presentar los exámenes de evaluación de conocimientos y de aptitud que sean requeridos.

Todo proceso de enseñanza-aprendizaje para lograr sus fines requiere de dos elementos: el material y el formal.

El primero consiste en la recepción, entendimiento, comprensión y análisis de la información y conocimiento impartidos. El segundo radica en la demostración de haber alcanzado los objetivos programados. Esto último y el grado de su obtención solo se puede conocer mediante la evaluación. El objetivo final será la obtención de la capacitación o adiestramiento material, y el otorgamiento formal de las constancias que así lo acrediten.

Artículo 153-I: En cada empresa se constituirán comisiones mixtas de capacitación y adiestramiento, integradas por igual número de representantes de los trabajadores y del patrón, las cuales vigilarán la instrumentación y operación del sistema y de los procedimientos que se implanten para mejorar la capacitación y el adiestramiento de los trabajadores, y sugerirán las medidas tendientes a perfeccionarlos; todo esto conforme a las necesidades de los trabajadores y de la empresa.

Las comisiones mixtas de capacitación y adiestramiento constituyen el órgano de control y operatividad en el cual se funda el éxito o fracaso de la educación y superación de los trabajadores.

Artículo 153-J: Las autoridades laborales cuidarán que las comisiones mixtas y de capacitación y adiestramiento integren y funcionen oportunamente, vigilando el cumplimiento de la obligación patronal de capacitar y adiestrar a los trabajadores. Esta vigilancia la ejercerá la Secretaría del Trabajo a través de la Dirección de Capacitación y Adiestramiento de la Unidad Coordinadora del Empleo, Capacitación y Adiestramiento.

Artículo 153-K: La Secretaría del Trabajo y Previsión Social podrá convocar a los patrones, sindicatos y trabajadores libres que formen parte de las mismas ramas industriales o actividades, para constituir Comités Nacionales de Capacitación y Adiestramiento de tales ramas o actividades, las cuales tendrán el carácter de órganos auxiliares de la Unidad Coordinadora del Empleo, Capacitación y Adiestramiento a que se refiere esta Ley. Estos Comités tendrán facultades para:

- I. Participar en la determinación de los requerimientos de capacitación y adiestramiento de las ramas o actividades respectivas.
- II. Colaborar en la elaboración del Catálogo Nacional de Ocupaciones y en el uso de estudios sobre las características de la maquinaria y equipo en existencia y uso en las ramas o actividades correspondientes;
- III. Proponer sistemas de capacitación o adiestramiento para y en el trabajo, en relación con las ramas industriales o actividades correspondientes;
- IV. Formular recomendaciones específicas de planes y programas de capacitación y adiestramiento;
- V. Evaluar los efectos de las acciones de capacitación y adiestramiento en la productividad dentro de las ramas industriales o actividades específicas de que se trate; y
- VI. Gestionar ante la autoridad laboral el registro de las constancias relativas a conocimientos o habilidades de los trabajadores que hayan satisfecho los requisitos legales para tal efecto.

Artículo 153-L: La Secretaría del Trabajo y Previsión Social fijará las bases para determinar la forma y designación de los miembros de los Comités Nacionales de Capacitación y Adiestramiento, así como las relativas a su organización y funcionamiento.

Artículo 153-M: En los contratos colectivos deberán incluirse cláusulas relativas a la obligación patronal de proporcionar capacitación a los trabajadores conforme a los planes y programas que satisfagan los requisitos establecidos aquí.

Además, podrá consignarse en los propios contratos el

procedimiento conforme el cual el patrón capacitará y adiestrará a quienes pretendan ingresar a laborar en la empresa, tomando en cuenta, en su caso, la cláusula de admisión.

Esta norma se refiere, respecto al adiestramiento, a dos tipos de trabajadores: a los que ya están dentro de la empresa y a los que pretendan ingresar a ella. En cuanto a estos últimos, se acepta que se les exija como condición para ser admitidos, el que se capaciten o adiestren en el trabajo que habrán de realizar. Siendo la capacitación y el adiestramiento una obligación del patrón, es muy conveniente que los contratos de trabajo la contengan dentro de su clausulado a fin de prevenir su incumplimiento.

Artículo 153-N: Dentro de los quince días siguientes a la celebración, revisión o prórroga del contrato colectivo, los trabajadores deberán presentar ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, para su aprobación, los planes y programas de capacitación y adiestramiento que se hayan acordado establecer, o en su caso, las modificaciones que se hayan convenido acerca de planes y programas ya implantados con la aprobación de la autoridad laboral.

Un contrato colectivo, puede ser revisado y modificado, o bien prorrogado.

En el supuesto de la prórroga, pueden también prorrogarse las cláusulas relativas a la capacitación y adiestramiento si las hay, sino, deben presentarse; de lo contrario el patrón se hace acreedor a las sanciones del artículo 886LFT.

Artículo 153-O: Las empresas en las que no rija contrato colectivo de trabajo, deberán someter a la aprobación de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, dentro de los primeros sesenta días de los años impares, los planes y programas de capacitación o adiestramiento que de común acuerdo con los trabajadores hayan decidido implantar. Igualmente deberán informar respecto a la constitución y bases generales a que se sujetará el funcionamiento de las Comisiones Mixtas de Capacitación y Adiestramiento.

Artículo 153-P: El registro de que se trata el artículo 153-C, se otorga a las personas o instituciones que satisfagan los

siguientes requisitos:

I. Comprobar que quienes capacitarán o adiestrarán a los trabajadores estén preparados profesionalmente en la rama industrial o actividad en que impartirán sus conocimientos:

II. Acreditar satisfactoriamente, a juicio de la UCECA, tener conocimientos bastantes sobre los procedimientos tecnológicos propios de la rama industrial o actividad en la que pretendan impartir dicha capacitación o adiestramiento, y

III. No estar ligadas con personas o instituciones que propaguen algún credo religioso, en los términos de la prohibición establecida por la fracción IV del artículo tercero constitucional.

El registro concedido en los términos de este artículo podrá ser revocado cuando se contravengan las disposiciones de esta Ley. En el procedimiento de revocación, el afectado podrá ofrecer pruebas y alegar lo que a su derecho convenga.

Con fundamento en este artículo, recientemente han surgido gran cantidad de escuelas e institutos de capacitación y adiestramiento para empleados y trabajadores, y aun para profesionistas, como contadores, a los que, se les instruye anualmente en las modificaciones que sufre el Código Fiscal.

En cuanto a la revocación del registro a que se refieren los dos últimos párrafos del artículo 153-P, es correcta la sanción, así como la posibilidad de defensa que se reconoce al afectado, ya que de no existir, se estaría violando la garantía del artículo quinto constitucional y se le estaría privando sin el juicio previo que exige el artículo 14 constitucional.

Artículo 153-Q: Dentro de los sesenta días hábiles que sigan a la presentación de tales planes y programas ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, ésta los aprobará o dispondrá que se les hagan las modificaciones que estime pertinentes; en la inteligencia de que aquellos planes y programas que no hayan sido objetados por la autoridad laboral dentro del término citado, se entenderán definitivamente aprobados.

La medida de aprobación que establece este artículo es muy acertada ya que evita la incertidumbre en cuanto al resultado de los planes por parte de la empresa; por otro lado, obliga a la

autoridad laboral a rovisar los programas en un plaza perentorio, so pena de tática aprobaci6n.

Articulo 153-R: Cuando el patr6n no d6 cumplimneto a la obligaci6n de presentar ante la Secretarfa del Trabajo y Previsi6n Social los planes y programas de capacitaci6n y adiestramineto, denro del plazo que corresponda, en los t6rminos de ,os artfculos 153-N y 153-O, o cuando presentando dichos planes y programas, no los lleva a la pr6ctica, ser6 sancionado conforme a lo dispuesto en la fracci6n IV del artfculo 878 de esta ley, sin perjuicio de que, en cualquiera de los dos casos, la propia secretarfa adopte medidas pertinentes para que el patr6n cumpla con la obligaci6n de que se trata.

Cabe aclarar respecto a esta norma que la sanci6n que establece, es inexistente ya que el artfculo 878 del la LFT, se refiere al desarrollo de la etapa de demanda y excepciones dentro del procedimineto ordinario de las Juntas de Conciliaci6n y Arbitraje, y la fracci6n IV del citado artfculo, se refiere a la forma en que el demandado deber6 oponer sus excepciones y formular sus defensas.

Articulo 153-T: Los trabajadores que hayan sido aprobados en los ex6menes de capacitaci6n o adiestramineto en los t6rminos de este capitulo, tendr6n derecho a que la entidad instructora les expida las constancias respectivas, mismas que autenticadas por la Comisi6n Mixta de Capacitaci6n y Adiestramineto de la empresa se har6n del conocimiento de la Unidad Coordinadora del Empleo, Capacitaci6n y Adiestramineto por conducto del correspondiente Comit6 Nacional o a falta de 6ste, a trav6s de las autoridades del trbajo, a fin de que aquella se registre y las tome en cuenta al formular el padr6n de trabajadores capacitados que corresponda en los t6rminos de la fracci6n IV del artfculo 539.

La expedici6n de las constancias es absolutamente indispensable, ya que es la prueba formal de los conociminetos adquiridos. Prueba que podr6 no ser necesaria dentro de la empresa en la que los hubiera adquirido el trabajador, pero absolutamente necesaria en el supuesto de que el trabajador quisiera o se viera obligado a cambiar de empresa.

Articulo 153-U: Cuando implantado un programa de capcitiaci6n,

un trabajador se niegue a recibir ésta por considerar que tiene los conocimientos necesarios para el desempeño de su supuesto y del inmediato superior, deberá acreditar documentalmente dicha capacidad o ,presentar y aprobar, ante la entidad instructora, el examen de suficiencia que señale la Unidad Coordinadora del Empleo, Capacitación y Adiestramiento.

En este último caso, se extenderá a dicho trabajador la correspondiente constancia de habilidades laborales.

A quien directamente compete practicar tales exámenes, es a la Dirección de Capacitación y Adiestramiento de la UCECA (Unidad Coordinadora del Empleo, Capacitación y Adiestramiento).

Artículo 153-V: La constancia de habilidades laborales es el documento expedido por el capacitador, con el cual el trabajador acreditará haber llevado a cabo y aprobado un curso de capacitación.

Las empresas están obligadas a enviar a la Unidad Coordinadora del Empleo, Capacitación y Adiestramiento para su registro y control, listas de constancias que se hayan expedido a sus trabajadores.

Las constancias de que se trata, surtirán plenos efectos, para fines del ascenso, dentro de la empresa que haya proporcionado la capacitación o adiestramiento.

Si en una empresa existen varias especialidades o niveles en relación con el puesto a que se refiera, el trabajador, mediante examen que practique la Comisión Mixta de Capacitación y Adiestramiento respectiva acreditará para cual de ellas es apto. El supuesto contenido en el último párrafo del artículo anterior, es un medio perfecto para la selección del personal y de su correcta ubicación dentro de la empresa.

Objetivamente este sistema es más confiable que el psicológico que se ha implantado en los últimos años.

Artículo 153-W: Los certificados, diplomas, títulos o grados que expidan el Estado, sus organismos descentralizados o los particulares, con reconocimiento de validez oficial de estudios a quienes hayan concluido un tipo de educación con carácter terminal, serán inscritos en los registros de que trata el art. 539, frac IV, cuando el puesto y categoría correspondientes

figuren en él.

Art 153-X: Los trabajadores y patrones tendrán derecho a ejercitar ante las Juntas de Conciliación y Arbitraje las acciones individuales y colectivas que deriven de la obligación de capacitación y adiestramiento impuesta en este capítulo.

Se considera que este capítulo relativo a la capacitación y adiestramiento de los trabajadores, debería complementarse con la exigencia, en el cumplimiento de la obligación que todo patrón tiene cuando utiliza en su empresa a técnicos extranjeros, de que éstos instruyan a tres trabajadores mexicanos, norma que por lo general es letra muerta. Ni en la Ley Federal del Trabajo, ni en el Reglamento de la Unidad Coordinadora del Empleo, Capacitación y Adiestramiento (UCECA), se toma en cuenta tal situación regulada por las fracs II, III, IV y V del art. 119 de la Ley General de Población (LGP).

Sin embargo, cabe hacer mención que el crecimiento de la tecnología, la población y las fuerzas políticas, traen consigo un impacto directo en la industria y por consiguiente cambios radicales que también resentirá la fuerza laboral de nuestro país. Es por eso que en lo que va del siglo, este artículo ha sufrido aproximadamente diez reformas y todas ellas para beneficio del obrero.

Es importante analizar el artículo 153 (incisos A hasta X) teniendo presentes las ventajas y restricciones que proporciona este artículo, ya que se permitirá tener una visión más amplia de lo que es el factor humano en la industria.

Por otra parte, cabe mencionar que uno de los factores más importantes para elevar la Productividad es precisamente la fuerza laboral, aunque hoy en día se menciona que la fuerza laboral mexicana no está preparada para los grandes retos que esperan al país y no existe otro camino más que seguir adelante para afrontar con éxito el Tratado de Libre Comercio con Canadá y los Estados Unidos.

Todos los esfuerzos que se realizan en el país con el fin de elevar la Productividad, elevar el nivel de vida de la población y sobre todo el de hacer un país más desarrollado o del primer

mundo, debe ser un esfuerzo común para lograr el éxito como lo menciona el "Acuerdo Nacional de Productividad".

En Mayo de 1992 se reunieron representantes del gobierno federal, sector obrero, sector campesino y empresarial y como testigo de honor el Presidente de la República de los Estados Unidos Mexicanos, Lic. Carlos Salinas de Gortari para firmar el Acuerdo Nacional para la Elevación de la Productividad y la Calidad (ANEPC), del cual se presenta una síntesis a continuación:

Acuerdo Nacional de Productividad

En 1991 se decreta el Programa Nacional de Capacitación y Productividad que integra de manera ordenada, el variado conjunto de elementos que se consideran indispensables para la realización de un esfuerzo efectivo en la formación de los recursos humanos, para la incorporación a la actividad productiva y para el mejoramiento de la productividad en las empresas y en la economía en general.

En las tendencias de la Productividad en México, así como en el escenario internacional, se destaca la magnitud de la brecha que se observa entre nuestro país y los países desarrollados. De manera general, los diversos factores se inciden con mayor fuerza en los niveles de productividad de la economía.

En 1992, el Acuerdo Nacional para la Elevación de la Productividad y la Calidad (ANEPC) postula a la modernización como una estrategia rectora para transformar estructuras, impulsar la participación social, fomentar la competitividad de la economía, ensanchar el bienestar popular y fortalecer el papel del México actual.

El papel de la Productividad en el ámbito social señala que la estrategia se apoya en el incremento de la productividad para impulsar el mejoramiento social. Se trata de aprovechar cabalmente el potencial productivo de los mexicanos para la elevación de las condiciones de vida, lo que a la vez, contribuirá a la realización social y personal.

La utilización más racional y eficiente de los recursos

naturales y del capital, la búsqueda y aplicación de las opciones tecnológicas, el desarrollo e implantación de esquemas más modernos de información y de organización, la renovación de la infraestructura y la eliminación de las trabas en los marcos reglamentarios, son elementos esenciales para poder elevar la productividad del país. Por lo tanto, al restablecer el papel de los recursos humanos en la productividad, el Programa asigna una particular relevancia a la capacitación, entendida como un medio de acceso a los conocimientos y habilidades que permiten al trabajador un mejor aprovechamiento de sus capacidades y los recursos disponibles. En el sentido de dotarlo de mayores posibilidades de realización personal y de participación en el desarrollo integral del país.

Hoy por hoy, dentro de la economía internacional, la mano de obra barata ha dejado de ser una ventaja comparativa y la competitividad se asocia cada vez más a los conceptos de calidad y productividad, por lo que dicho Plan Nacional de Desarrollo destaca la necesidad de un esfuerzo conjunto precisamente orientado a la capacitación y a la productividad; conceptos con los que debemos estar plenamente identificados para poder hacer frente al TLC y poder ser un país altamente competitivo dentro del mercado internacional.

Desafortunadamente, el crecimiento de la producción (sin control), el uso ineficiente del capital y el modesto crecimiento intelectual de los recursos humanos constituyen algunos de los rasgos más generales de la lenta evolución de la productividad en México en las últimas décadas.

De ahí que la capacitación adquiera un papel estratégico en la modernización de la Nación. Su función esta vinculada, no solamente a subsanar las deficiencias en la calificación de la mano de obra y a apoyar de manera ágil a los trabajadores operativos y técnicos, así como al personal administrativo y gerencial en la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades ante el proceso de cambio tecnológico acelerado. Es por ello que se plantea el Diseño de un Curso Teórico-Práctico, para incrementar la productividad de una empresa, con la finalidad de librar los obstáculos asociados a

la calidad y a la deficiente vinculación con las necesidades productivas, a la vez subsanar aquellas limitaciones severas del trabajador para su colocación y desarrollo en el medio laboral.

Lo anterior, de acuerdo a una serie de políticas, seguimientos y líneas de acción que dicho Plan de Desarrollo delimita dentro de sus contextos de acciones y perspectivas de cambio.

El programa se sustenta y se rige como punto de partida indispensable en la estrategia general de modernización del país bajo tres premisas : MODERNIZACION, PRODUCTIVIDAD Y CAPACITACION.

Con lo que se involucra a todos los sectores de la población nacional, basado en el impulso significativo de la productividad, y como medida para aprovechar con plenitud los recursos que la nación posee, desatar el potencial creativo de los mexicanos, fortalecer la competitividad económica y consolidar las bases para acceder a nuevos niveles de bienestar.

Importancia del incremento de la Productividad

El incremento de la Productividad, al permitir acrecentar los ingresos de quienes participan en las actividades que la determinan, facilita el aumento del poder adquisitivo y permite alcanzar los más provechosos objetivos, entre los que se destacan los siguientes:

- a.- La posibilidad de obtener mayor producción de bienes y servicios a costos y precios menores.
- b.- El aumento de los ingresos reales.
- c.- Elevar el nivel de vida de la población.
- d.- El incremento de los gastos en bienes de consumo y de producción permite, consecuentemente, la ampliación de mercado.
- e.- El desarrollo de las corrientes del comercio internacional.

- f.- El aumento de los medios de acción necesarios para consolidar y ampliar la seguridad social.

Factores para incrementar la Productividad

Los factores del incremento de la Productividad son principalmente los siguientes:

- a.- El perfeccionamiento tecnológico o progreso técnico.
- b.- La racionalización de la organización técnica y administrativa.
- c.- La división del trabajo.
- d.- El aumento del rendimiento personal de los trabajadores.
- e.- La correcta organización gremial obrera.
- f.- La solidaridad y espíritu de colaboración dentro de la empresa, entre patrones y obreros.
- g.- El grado de ocupación total.
- h.- La elasticidad de adaptación de la mano de obra.
- i.- El aumento de la capacidad de ahorro y su correcta utilización para acrecentar la mecanización.
- j.- El progreso en la economía nacional e internacional.
- k.- La distribución equitativa de los beneficios resultantes de un mayor Productividad, entre el capital, el trabajo y los consumidores.

De una manera general los puntos anteriores se definen como las "emes mágicas", los cuales son llamadas así porque el nombre de todos estos factores comienzan con la letra "M" en el idioma inglés, estos son:

Men:	Hombres.
Money:	Dinero.
Materials:	Materiales.
Methods:	Métodos.
Markets:	Mercados.
Machines:	Maquinaria.
Medio Ambiente.	
Manufacturing:	Manufactura.
Management:	Administración.

Cualquiera de estos factores puede contribuir, en mayor o en

menor proporción, a mejorar la Productividad. En este estudio se hará referencia al factor humano que es la parte esencial en el desarrollo de la empresa, mediante su capacitación.

Productividad del Trabajo

La Productividad del Trabajo es el cociente de la producción por la duración del trabajo.

Para que esta definición tenga un significado científico, es necesario precisar lo que se entiende por producción y por duración del trabajo.

La producción puede referirse tanto a una máquina como a un servicio, como a una operación, una fábrica, una sociedad, una industria o una nación. Preferentemente deberá ser medida en unidades físicas o en su defecto en unidades monetarias.

La duración del trabajo puede expresarse por horas, semanas o años de obrero o de mano de obra. La comparación puede referirse exclusivamente a los obreros directos o a los indirectos, o a ambos; incluso puede incluirse el resto del personal, empleados y cuadera administrativos, técnicos o comerciales.

Productividad Total

Es el concepto que involucra además de las horas de trabajo comprendidas en los cálculos las horas incorporadas en la fabricación de equipo, la energía y los materiales puestos en acción. Es la productividad que involucra a todos los factores que se utilizan en la producción que principalmente son:

- Mano de Obra y personal.
- Maquinaria y equipo.
- Materia prima.
- Terrenos y edificios.

Cuando se utilizan todos estos factores combinados se está hablando de **productividad total**.

Productividad neta o valor agregado.

Es el cociente de la producción neta o valor añadido entre una de las medidas de mano de obra.

Es la producción bruta menos el valor de la materia consumida. Representa las cantidades necesarias para los gastos de explotación, salarios y gastos generales.

Medida de Productividad

El objetivo de la actividad económica no solo es aumentar el número de bienes existentes, sino aumentar las satisfacciones humanas, reduciendo desgastes físicos, intelectuales y monetarios, que son su contrapartida.

El progreso tiene una significación de utilidad social que se expresa por la cantidad de bienes o servicios que el consumidor puede obtener como contrapartida de un gasto.

Si definimos la Productividad como una razón matemática, tenemos:

$$\frac{\text{PRODUCCION}}{\text{NUMERO DE HORAS DE TRABAJO}}$$

En donde uno de los dos términos es la duración del trabajo, parece indicado para compararla con el progreso, expresar éste por el poder adquisitivo del salario.

Otra manera de medir la Productividad puede ser la siguiente:

$$\frac{\text{PRECIO DE VENTA}}{\text{SALARIO-HORA PROMEDIO}}$$

Productividad técnica

La Productividad técnica tiene un sentido físico y se relaciona con los factores de la producción. Ella resulta de la aplicación al proceso productivo de los capitales y esfuerzos de la empresa, máquinas, instalaciones, materiales, trabajo, etc.

De la combinación de todos estos factores resultará una mayor o menor eficiencia, según el grado de organización y perfeccionamiento de los medios y métodos utilizados en la transformación, como también de la intensidad con la que se apliquen dichos factores.

Por ejemplo si se desea establecer la Productividad de la mano de obra, será necesario precisar la cantidad de artículos

obtenidos en el proceso productivo en que esa mano de obra se utilizó, es decir, la Productividad correspondiente estará dada por la relación:

PRODUCTOS OBTENIDOS
HORAS HOMBRE

Donde:

Horas-hombre es el trabajo de un hombre en una hora.

El coeficiente que se obtiene y su comparación con otros, reales o estándares, indicarán si es bajo o es alto y si la influencia de la mano de obra se mantiene, aumenta o disminuye.

La medición de la Productividad por lo general se mide en cantidades relativas (porcentajes), las cuales permiten analizar el resultado obtenido con otro, establecido como referencia de comparación. Las referencias pueden ser las siguientes:

- a.- Otro índice de Productividad de la misma empresa, correspondiente a otro periodo o de otra explotación comparable con la primera.
- b.- Un índice óptimo de Productividad correspondiente a condiciones ideales de plena utilización de la capacidad de la empresa.
- c.- Un índice estándar correspondiente a las condiciones normales de trabajo de la empresa, por ejemplo:

PRODUCTOS OBTENIDOS
MATERIALES UTILIZADOS

PRODUCTOS OBTENIDOS
CAPITAL INVERTIDO

PRODUCTOS OBTENIDOS
ENERGIA CONSUMIDA

PRODUCTOS OBTENIDOS
CAPACIDAD PRODUCTIVA

HORAS DE TRABAJO EFECTIVAS
HORAS DE TRABAJO POSIBLES

SALARIOS PAGADOS
HORAS DE TRABAJO

Los índices de Productividad aplicados más comunmente pueden ser objetados porque no son sensibles a los mejoramientos de la calidad, progreso que en algunos casos puede ser más importante que un incremento del volumen físico elaborado.

Por otro lado es imposible comparar Productividades de actividades diversas.

II. MEDICION DE LA PRODUCTIVIDAD

CAPITULO II

Medición de la Productividad**Introducción:**

El objetivo principal de la mayoría de las empresas es generar utilidades, estando concientes de que a través de nuevas ideas y actitudes debe permitir la introducción de nuevos métodos y tecnologías para asegurar un crecimiento sostenido que le permita afrontar con éxito los nuevos retos que impone la industria mexicana.

En el presente capítulo se expone una técnica para cuantificar la Productividad de una empresa "X", haciendo énfasis en su fuerza laboral, la cual es la herramienta fundamental para la elevación de la Productividad.

Objetivo de medir la Productividad

En épocas pasadas (básicamente desde el inicio de la Revolución Industrial), el empresario tenía ya noción del concepto "Productividad", el cual estaba definido con base en el análisis contable de la producción, las ventas, los gastos y las utilidades. Sin embargo, no fue sino hasta la década de 1930, cuando el progreso tecnológico cambió la dinámica de las empresas y el análisis contable llegó a ser insuficiente, situación que condujo a buscar nuevas técnicas de análisis y diagnóstico que permitan a la empresa analizar su situación actual y a su vez poder tener una mejor planeación de su desarrollo.

Actualmente, tanto a nivel nacional como internacional, las diversas economías se enfrentan con problemas tales como:

- costos crecientes de materias primas
- aumentos de salarios
- escasez de capital
- mercados inciertos y precios cambiantes
- inflación.

Este estancamiento de la economía y la falta de propiciar un desarrollo industrial nacional e integral, representan sin duda los grandes retos que deben afrontarse hoy en día.

Ante tales circunstancias es importante que los diversos sectores sociales y productivos del país conozcan los niveles de productividad, tanto a escala nacional como regional y empresarial, ya que ésta es una variable estratégica y determinante para el mejor funcionamiento del sistema económico nacional.

Se define generalmente a la medición de la Productividad como una razón del producto a uno más de los insumos que están asociados al producto. De igual forma puede ser considerada como un instrumento de medición que nos permite entre otras cosas:

- 1.- Saber donde realizar mayores esfuerzos para el mejoramiento de la productividad.
 - 2.- Revelar el efecto de las mejoras en la organización, los procesos e instalaciones, guía de las políticas y decisiones ejecutivas.
 - 3.- Estimular el interés de todo el personal en elevar la eficiencia productiva.
 - 4.- Conocer los niveles que registra la productividad en diferentes periodos.
 - 5.- Comparar la productividad parcial entre diferentes empresas.
 - 6.- Cuantificar con exactitud las aportaciones de los diversos factores al proceso productivo.
 - 7.- Tomar las decisiones acertadas que garanticen el futuro de la empresa o economía.
 - 8.- Hacer una selección entre métodos alternos y justificar el costo de los proyectos, juzgar respecto a sistemas y existencias.
- En resumen, la medición de la Productividad trae consigo obtener información respecto a la evolución de la productividad y de pronosticar el futuro de la misma.

Metodología para la medición de Productividad

La característica principal de dicha metodología es la relación que existe entre el producto con uno de los insumos que intervienen en su generación: El trabajo, dado que parte del principio fundamental de que la fuerza laboral, es el insumo integrador de todas las acciones de la empresa. Lo cual significa que al medir la productividad con base en un solo insumo como es el trabajo, en realidad no se está midiendo la contribución específica de dicho insumo, sino el efecto combinado del esfuerzo y capacidad del hombre con todos los factores que intervienen en la producción tales como:

- el intercambio tecnológico
- la utilización de la capacidad instalada
- la distribución de la planta
- el manejo de materiales
- las técnicas administrativas y organizacionales
- los niveles de habilidad y esfuerzo de la mano de obra, etc.

Dicha metodología es conocida como el **Método de la Productividad Total de Earl Burch Jr.** y para poder aplicarla se requiere de:

- a) el valor bruto de la producción
- b) remuneración de sueldos y salarios
- c) inversión bruta fija
- d) materias primas
- e) otros insumos utilizados en la producción.

Así como también se requiere conocer los siguientes indicadores:

1.- **Productividad del Trabajo:** es el que reflejará el grado de desarrollo del trabajador, es decir, las destrezas y la calidad del mismo.

2.- **Intensidad del Trabajo:** es el encargado de mostrar los cambios introducidos en la tecnología y la técnica.

Los requisitos para obtener un cálculo correcto son:

- a) Todos los insumos y la producción deben ser medidos en términos monetarios.
- b) Dada la inflación y los cambios en el nivel de precios, los valores monetarios de todos los insumos y la producción deben ser expresados en precios constantes.

Procedimiento:**Paso 1:**

Localizar la información estadística para cada uno de los años de estudio correspondiente a:

A) **Valor Bruto de la Producción:** esta variable se conforma a través del valor monetario de todos los productos elaborados durante un periodo (semana, mes, año) independientemente de que estos sean vendidos o no.

B) **Remuneración de sueldos y salarios:** se obtiene sumando el valor total de los pagos efectuados y en efectivo, para retribuir el trabajo ordinario y extraordinario de los empleados y obreros, antes de deducir el impuesto sobre el producto del trabajo y las aportaciones del Seguro Social.

C) **Inversión Bruta Fija:** es el valor (anual) de las adquisiciones en maquinaria y equipo de producción, edificios, mobiliarios, equipo de transporte, terrenos y otros activos fijos.

D) **Materias Primas:** se obtiene sumando el valor de aquellos subproductos que conforman el elemento principal del producto como el cuero, la lana, madera, según sea el tipo de la industria, y el de la materias primas auxiliares como pueden sere el carbón utilizado en la producción de acero, la pintura empleada en una fábrica de automóviles, etc.

E) **Otros insumos:** El valor de otros insumos tales como empaques, combustibles, lubricantes, energía, refacciones, publicidad, etc.

Paso 2:

Transformar los valores monetarios corrientes de las variables en constantes.

Este punto es muy importante, ya que con el fin eliminar el efecto de la inflación, los valores monetarios corrientes de los valores se transforman en constantes. Sobre el particular, puede utilizarse un índice de precios elaborado por la empresa o por fuentes oficiales.

Paso 3:

Calcular el valor de los indicadores.

A) **Insumos Totales:** se obtiene sumando el valor anual de sueldos y salarios, materias primas y otros insumos de inversión bruta

fija, lo cual significa:

	Sueldos y salarios
+	Materias Primas
+	Otros Insumos
+	Inversión Bruta Fija
<hr style="border: 1px solid black;"/>	
	Insumos Totales
<hr style="border: 1px solid black;"/>	

B) **Intensidad del Trabajo:** se obtiene al dividir los sueldos y salarios entre insumos totales:

$$\text{Intensidad de Trabajo} = \frac{\text{Sueldos y Salarios}}{\text{Insumos Totales}}$$

C) **Productividad del Trabajo:** Se obtiene al dividir el valor bruto de la producción entre los sueldos y salarios:

$$\text{Productividad del Trabajo} = \frac{\text{Valor Bruto de la Producción}}{\text{Sueldos y Salarios}}$$

Paso 4:

Determinar el índice de Productividad total.

Esta se obtiene al multiplicar la intensidad de trabajo por la productividad del trabajo, es decir:

$$\text{Productividad Total} = \text{Intensidad del Trabajo} \times \text{Productividad del T.}$$

Dado que el objetivo principal de la presente tesis es elevar la Productividad mediante la Capacitación de la fuerza laboral (mano de obra directa), en el siguiente tema se presenta el diseño de un curso de capacitación enfocado a la micro y pequeña empresas.

Como primer paso se medirá la Productividad de una empresa "X", (con la técnica mostrada en el presente capítulo) posteriormente

se aplicará el curso de capacitación a la misma, y por último se medirá una vez más la Productividad de la Empresa "X" con el objeto de evaluar los resultados del mismo.

III. CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO

CAPITULO III**Control Estadístico del Proceso****Introducción**

La industria mexicana se ha venido adaptando año tras año al imperioso cambio mundial, es por ello que hoy en día los consumidores fijan más atención ante el aspecto calidad de un producto, por ello se hace necesario la implementación, adaptación e innovación de nuevas técnicas y metodologías que nos ayuden a producir con calidad.

El Control Estadístico del Proceso es una herramienta de control necesaria en la actualidad; es decir, que cuando se ha captado suficientemente la relación entre una característica de calidad y los factores del proceso (maquinaria, materiales, mano de obra, métodos y medio ambiente) que le afectan, el paso siguiente es controlar estos factores en ciertos niveles de manera que el valor esperado se mantenga dentro del rango deseable.

En concreto el propósito del Control Estadístico del Proceso es suministrar a las fuerzas operativas, los medios para llevar a cabo el Control del Proceso, esto es, la evaluación, comprensión y acción, mediante el uso de gráficas de control como medio útil para identificar condiciones anormales de los procesos y para mantener los procesos en condición estable.

TEMA I**PRODUCTIVIDAD
Y
ESTADISTICA**

Introducción.

Este primer tema tiene la finalidad de introducir al participante en el concepto de Productividad, la importancia de controlarla y sobre todo que comprenda que él mismo es un factor determinante para la elevación de la misma.

De igual forma, en este tema se menciona el concepto de estadística y su importancia en la elevación de la productividad.

I.1 Concepto de Productividad:

La productividad se define como el cociente de la producción entre uno de sus factores, es decir, la medición de la Productividad expresa una relación entre el resultado y los esfuerzos, o entre los productos obtenidos y los medios empleados.

De esta manera se obtienen las siguientes relaciones:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Factores de la Producción}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Resultados}}{\text{Esfuerzos}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos obtenidos}}{\text{Medios empleados}}$$

Las relaciones anteriores tienen gran similitud, por lo cual se procederá a explicar la primera de ellas:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Factores de la Producción}}$$

Para introducirse más a fondo en esta relación se comenzará por analizar cada uno de los términos que la comprende:

Producción:

Se conoce con este nombre a la acción de producir, crear, elaborar o fabricar un producto determinado.

Ejemplo 1:

La producción agrícola, esto es la cantidad de algún producto obtenido en el campo que se logró captar en un tiempo determinado.

Ejemplo 2:

La producción de tortillas, esto es, la cantidad de tortillas que se obtienen durante una hora, un día o una semana en una tortillería.

Se concluye que la producción es el resultado obtenido de un esfuerzo conjunto.

Forma de controlar la Productividad.

Factores de la producción:

Son aquellos elementos que intervienen en forma directa e indirecta en la producción. Entre los principales **factores directos** se pueden mencionar:

a) *Mano de obra*: Es la fuerza de trabajo que interviene directamente en la producción.

Ejemplo: Las personas que trabajan en una máquina o en acondicionamiento.

b) *Materia prima*: Es el material que se utiliza en la fabricación de un producto y que forma parte de él.

Ejemplos: el metal para fabricar una moneda, la madera para una silla o el vidrio para una ventana.

c) *Maquinaria y equipo*: Es el conjunto de instrumentos combinados que se utilizan para transformar la materia prima y adecuarla las necesidades de la empresa.

Ejemplos: Inyectora de plástico, Torno.

Entre los **factores indirectos** se pueden mencionar:

- a) El perfeccionamiento tecnológico o el progreso técnico.
- b) La división del trabajo.
- c) La correcta organización gremial obrera.
- d) La elasticidad de adaptación de mano de obra.
- e) La racionalización de la organización técnica y administrativa.
- f) El aumento del rendimiento del personal de los trabajadores.
- g) La solidaridad y espíritu de colaboración dentro de la empresa, entre patrones y obreros.

Cada uno de estos factores puede contribuir en mayor o menor proporción a incrementar la productividad, según los medios de la empresa y la voluntad personal de los trabajadores, cuya mayor participación influirá en el mejoramiento de la calidad de los productos y el decremento de los costos.

Hasta este momento se ha mencionado el significado de los términos que componen la relación de productividad, pero no se ha mencionado su importancia:

El control de estos factores permite tener una mayor productividad (esto es: hacer más productos con menos o con los mismos recursos), lo que significa que tanto para la empresa como para sus trabajadores se tendrán mayores INGRESOS, ya que al hacer uso eficiente de los recursos de mano de obra, materia prima y maquinaria y equipo se esta haciendo MAS CON MENOS. De lo cual tenemos:

PRODUCTIVIDAD = HACER MAS Y MEJOR CON MENOS O CON LO MISMO

definiendo cada término:

Hacer más: significa tener una producción óptima o adecuada con los recursos que se utilizan para obtenerla.

Con menos: esto es, aprovechar al máximo los recursos empleados (mano de obra, materia prima, maquinaria y equipo, etc.)

Con lo mismo: significa obtener el producto siempre con la misma cantidad de recursos, es decir que no exista incremento o decremento de los insumos.

Se ha mencionado hasta aquí que para elevar la productividad se necesita del control de los factores de la producción (maquinaria y equipo, mano de obra, materia prima, etc.), por lo tanto a partir de este momento se enfocará solamente el factor de mano de obra, ya que es la parte fundamental de este curso.

A partir de este momento la relación básica de productividad será:

$$Productividad = \frac{Producción}{Mano de Obra}$$

En este caso el término *Mano de Obra* significa que se debe aprovechar al máximo para poder aumentar la Productividad. Por lo que en este momento se está hablando de una Productividad parcial, ya que únicamente se está haciendo énfasis en uno de los factores de la producción, desde este momento será denominado

PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA.

Ahora bien, para poder aprovechar al máximo la mano de obra se le debe **capacitar** en diferentes rubros entre los cuales se encuentra la capacitación en elementos estadísticos, como herramienta fundamental en la toma de decisiones. Como se mencionó en la introducción del curso, este pretende que el trabajador se familiarice con diversas herramientas estadísticas para un mejor aprovechamiento de su tiempo y trabajo.

Importancia de incrementar la Productividad

Sin lugar a dudas un aumento en la productividad trae consigo un mejor nivel de vida tanto para el trabajador como para la empresa. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) resume la importancia que tiene el incremento de la productividad en los siguientes puntos:

- a.- Mayores cantidades, tanto de bienes de consumo como de bienes de producción a un costo menor y a un precio menor.
- b.- Mayores ingresos reales.
- c.- Mejores condiciones de vida y de trabajo, con inclusión de una menor duración del trabajo.

I.2 Concepto de Estadística.

La estadística es la ciencia que se ocupa de la reunión de todos los hechos que se pueden valorar numéricamente para hacer comparaciones entre las cifras y obtener conclusiones.

Importancia de la Estadística en la productividad:

El uso de la estadística hoy en día es muy importante, ya que nos permite analizar un sin número de situaciones en cualquier área del conocimiento o de la ciencia, por ejemplo, puede ayudar a un profesor de escuela primaria a evaluar su trabajo dado el promedio de calificaciones de sus alumnos o en una empresa, un operario puede observar si su trabajo está cerca o lejos de la realidad mediante un análisis estadístico.

A continuación se mencionan algunas de las ventajas que proporciona el uso de la estadística:

- 1.- Las gráficas y las tablas estadísticas ayudan a observar y analizar más claramente lo que está sucediendo en un estudio.
- 2.- A través de una muestra se puede obtener información de una población y observar su comportamiento.
- 3.- Ayuda a detectar errores en un proceso.
- 4.- Simplifica el trabajo.

Es de esperarse que una persona que utilice la estadística tenga un mejor juicio para la toma de decisiones que la que solo utiliza su intuición o su experiencia, puede decirse que una combinación de dichos factores es una opción ideal para llegar a un resultado óptimo.

Al utilizar la estadística como herramienta para elevar la productividad, esta permitirá tener un mejor control del proceso, lo cual significa un ahorro de capital para la empresa, el cual se ve reflejado en los materiales, maquinaria y equipo, mano de obra, etc.

Ejercicios.

A. CONCEPTO DE PRODUCTIVIDAD.

Objetivo: Refirmar la definición de Productividad.

¿Qué hacer?: Elaborar fichas de trabajo con definiciones correctas e incorrectas de productividad, con el objeto de que los participantes entablen una polémica en torno al concepto.

B. IMPORTANCIA DE ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD.

Objetivo: Resaltar la importancia de la Productividad.

¿Qué hacer?: Elaborar un campo de fuerzas a través de una tormenta de ideas, con el fin de llegar a una conclusión acertada.

C. ¿COMO ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD?

Objetivo: Hacer ver a los participantes la manera de elevar la productividad.

¿Qué hacer?: Elaborar un Diagrama de Ishikawa o un Diagrama Como-Como a través de una tormenta de ideas.

TEMA II**CONTROL ESTADISTICO**

Introducción

Este tema tiene como objetivo mostrar la importancia de utilizar diversos conceptos de estadística, tales como la interpretación de datos, gráficas de barras, de pastel, gráficas de control, etc.

Por otra parte, para finalizar el tema, el participante será capaz de manejar estas herramientas estadísticas útiles para el incremento de la productividad.

El control estadístico es sin duda hoy en día uno de los principales elementos para elevar la calidad y la productividad de las empresas, por lo que este tema se inicia con antecedentes de aritmética, el cual dependerá del grupo de participantes para determinar si se aplica solamente un recordatorio (participante con nivel primaria) o si se debe profundizar más detalladamente. La única diferencia que existirá entre el participante que tenga o no educación primaria será el factor tiempo durante la aplicación del curso.

II.1 Antecedentes de Aritmética

Aritmética.

La aritmética es la parte de las matemáticas que estudia la composición y descomposición de la cantidad representada por números. Esto es, son las modificaciones que se pueden hacer con los números para llegar a un resultado.

Para utilizar la aritmética se debe tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Números enteros.
- Números decimales.
- Recta numérica.

Números Enteros.

Los números enteros son aquellos que representan cantidades exactas en sentido positivo y negativo (números enteros positivos y negativos).

El nombre positivo o negativo es meramente convencional. Uno de los sentidos se toma como positivo y el opuesto como negativo. Sin embargo la costumbre ha establecido que hacia la derecha van los números de signo positivo y al izquierdo los negativos.

Ejemplos de cantidades positivas y negativas:

Ejemplo

\$750.00(pérdida)	:negativo
187m. sobre el nivel del mar	:positivo
\$840.00(ganancia)	:positivo
2m. bajo el nivel del mar	:negativo
22°C. sobre cero	:positivo
10°C. bajo cero	:negativo

Los números positivos se denotan por el signo (+), o sin signo, por ejemplo: +2, +9, +33, +6673 ó 2, 9, 33 ó 6673 y los números negativos se denotan por el signo (-) es decir: -14, -2, -55, -991.

Por lo regular los signos positivos se escriben sin signo. Mientras que en los números negativos siempre se escribe su

signo.

A cada número entero positivo le corresponde siempre un número entero negativo, opuesto a él.

Enteros positivos: 1, 2, 3, ...

Enteros negativos: -1, -2, -3, ...

Los enteros positivos, el cero y los enteros negativos forman el conjunto de los números enteros, conjunto denominado por la letra Z:

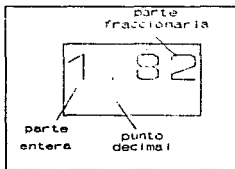
$$Z = \{ \dots -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3 \dots \}$$

Se debe hacer notar que el cero no es número positivo ni negativo.

Números Decimales:

Los números decimales son los formados por una parte entera y una fraccionaria. Dicha parte fraccionaria indica una parte de un número que no llega a ser entero. Por ejemplo si se tiene una manzana y se corta en dos partes, se tendrán dos partes fraccionarias de una entera, que sería la manzana.

Para representar la parte fraccionaria se anota un punto llamado punto decimal a la derecha del número entero, y todos los números que se escriban a la derecha del punto decimal serán fraccionarios:



Al igual que 13.2 ó 213.982 ó 105.86, los cuales son ejemplos de números decimales también.

Si se compra un caramelo que tiene un valor de un peso y medio (un peso con cincuenta centavos), el valor de dicho dulce se representa \$ 1.50

En este caso el número 50 a la derecha del punto indica que se tiene una fracción de 50 centecimos de un entero, es decir la

mitad del entero. Si el valor del caramelo fuera de \$1.87 significaría que se tiene una fracción de 87 centecimos de un entero.

Algunas de las fracciones de los números enteros son:

0.1	un décimo
0.01	un centésimo
0.001	un milésimo
0.0001	un diezmilésimo
0.00001	un cienmilésimo
0.000001	un millonésimo

Los números decimales también se pueden restar, sumar, multiplicar, dividir, y hasta obtener su raíz cuadrada.

Recta Numérica:

A la forma de representar números positivos o negativos en una línea recta se le llama RECTA NUMERICA.

Los números positivos se sitúan a la derecha del origen, que es el cero (0) y los negativos se sitúan a la izquierda del origen.



Herramientas de la Aritmética:

- a) suma
- b) resta
- c) multiplicación
- d) división
- e) potencia
- f) raíz cuadrada*
- g) porcentaje*

* aunque estos términos no se denominan propiamente como conceptos de aritmética, se mencionan porque tienen una relación estrecha con la estadística.

Cabe destacar que hoy en día el uso de las máquinas calculadoras

son herramientas muy importantes para el cálculo de operaciones aritméticas, ya que ahorran mucho tiempo y disminuye las probabilidades de error en dichos cálculos, por lo que todos los antecedentes de aritmética se apoyaron en el uso de la calculadora.

a) Suma.

La suma es la operación más sencilla de las matemáticas y consiste en agregar un número a otro.

La suma se representa por el símbolo "+" y se le conoce como "más" [+].

Ejemplo:

$$3 + 4 = 7$$

Donde:

3: es el primer número

+: (más) es el símbolo de la suma que significa que al primer número se le agregará el siguiente.

4: es el número que se le está agregando al primero.

=: (igual a) es el símbolo que se utiliza para asociar las cantidades, en este caso significa que el resultado de tres más cuatro es igual a otro valor, es decir está asociando la suma con su valor correspondiente después de efectuar la operación.

7: es el resultado de la operación realizada, significa que al agregar cuatro al tres nos va a resultar siete.

La operación realizada se lee:

Tres más cuatro igual a siete.

b) Resta ó Sustracción.

La resta o sustracción consiste en quitarle una parte a un número.

La resta o sustracción se representa por el símbolo "-" y se le conoce como "menos" [-].

Ejemplo:

$$4 - 3 = 1$$

Resta de números enteros.

Para restar enteros con el mismo signo, se restan sus valores y al resultado se le pone el signo que corresponda al mayor de los números que se restaron.

Ej.1 (Si ambos son positivos) Si una persona fabricó 30 cinturones en un día, pero cinco de ellos resultaron defectuosos se desea saber cuantos de ellos estan en buen estado:

30 cinturones de producción

5 cinturones defectuosos

en total se tienen:

$$30 - 5 = 25 \text{ cinturones en buen estado}$$

Es decir a la producción total le quitamos los que no servian.

Ej.2 (Si ambos son negativos) Si la temperatura ambiental es cinco grados bajo cero, es decir menos cinco grados, y esta aumenta en tres grados, es decir menos tres grados, se desea saber la temperatura actual, se tiene tiene:

T.A. = -5°C

Aumento: 3°C

se tiene en total:

$$3^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C} = -2^{\circ}\text{C}$$

Notese que el resultado lleva el signo del mayor de los números, en este caso es -5 .

Resta de números decimales.

Los números decimales se restan de la misma manera que los enteros, solo se debe tener cuidado con la colocación del punto decimal al igual que en la suma.

Los números a ser restados se colocan unos arriba de otros de tal manera que correspondan las partes enteras con las fraccionarias, es decir decenas sobre decenas, unidades sobre unidades, decimos

sobre decimos, centecimos sobre centécimos,
etc. y SIEMPRE el punto sobre el otro punto.

Ejemplo: restar 4.52 a 6.78

Se colocan los números como se mencionó anteriormente:

$$\begin{array}{r} 6.78 \\ - 4.52 \\ \hline \end{array}$$

Debe hacerse notar que el punto decimal está en la misma columna.
El siguiente paso es restar los números y dejar el punto en la misma columna, esto es:

$$\begin{array}{r} 6.78 \\ - 4.52 \\ \hline 2.26 \end{array}$$

c) Multiplicación.

La multiplicación es una suma repetida, es decir se suma un número tantas veces como éste se indique.

La multiplicación se representa por el símbolo "x" y se le conoce como "por" [x].

Ejemplo:

$$6 \times 4 = 24$$

o sea sumar cuatro veces seis:

$$6 + 6 + 6 + 6 = 24$$

Multiplicación de números enteros.

Se tienen las siguientes reglas para multiplicar números enteros:

1º Para multiplicar enteros con el mismo signo se multiplican sus valores y al resultado se le pone el signo positivo (+), ya sea

que los números sean positivos o negativos.

Ej. Si una persona al trabajar produce 50 carteras en cada hora y trabaja 7 horas diarias, se desea saber cuantas carteras produce en total al día:

Producción: 50 carteras por día

Tiempo: 7 horas al día

se tiene de producción total:

$$50 \times 7 = 350$$

entonces el trabajador fabrica 350 carteras diarias.

Esta due una multiplicación de dos números positivos y el signo que se le asocia al resultado es positivo, si se multiplicaran dos números negativos, el resultado sería también positivo. Ej. Si se multiplicaran -32 y -8, se tendría:

$$-32 \times -8 = 256$$

El resultado es positivo y por lo mismo no se le anota el signo.

2º Para multiplicar números enteros con signo contrario se multiplican sus valores y al resultado se le pone un signo negativo (-).

Ej1. Multiplicar 60 por -7, se tiene:

$$60 \times -7 = -420$$

El signo del resultado es negativo.

Ej2. Multiplicar -45 por 3, se tiene:

$$-45 \times 3 = -135$$

El signo del resultado es también negativo, por lo cual se concluye que la colocación de los números al multiplicarlos no importa.

Dadas las reglas anteriores se puede escribir una tabla en la que se anoten los signos en la multiplicación:



+	×	+	=	+
-	×	-	=	+
+	×	-	=	-
-	×	+	=	-

Existen diferentes notaciones para representar una multiplicación aparte del signo "x", y estas son:

paréntesis: cuando los números se separan por paréntesis significa que se están multiplicando, es decir:

(5) (7) es lo mismo que 5×7 ó $5 (7)$

punto: cuando los números se separan por un punto también se están multiplicando, es decir:

5 · 7 es lo mismo que $5 (7)$ ó 5×7

asterisco (*): el asterisco tiene el mismo significado que el signo "x", es decir:

$5 * 7$ es lo mismo que 5×7 ó $5 \cdot 7$ ó $5 (7)$

Multiplicación de números decimales.

Para multiplicar números decimales al principio se hace igual que los enteros, no se toman en cuenta las partes decimales y se procede a realizar la multiplicación como si fueran todos enteros, y cuando se obtenga el resultado, se cuentan la cantidad de números decimales que hay en ambos números, y esa cantidad será el número de decimales que se le pondrán al resultado.

Ej. multiplicar 54.56 y 3.778:

Primero se multiplican sin tomar en cuenta los decimales:

$$5456 \times 3778 = 20\ 612\ 768$$

es el resultado como si fueran enteros, ahora se cuentan los números decimales en cada número (los números a la derecha del punto decimal):

El primer número 54.56 tiene dos decimales y el segundo

3.778 tiene tres decimales, lo que en total hace cinco números decimales que son los que se colocarán en el resultado, contándolos de derecha a izquierda, esto es:

20 612 768

206.12768

Si al contar los números a la derecha se acaban los números, estos se sustituyen con ceros. Ej. Si se multiplican 0.2 y 0.06, se tiene:

$$2 \times 6 = 12$$

Se tienen en total tres decimales, entonces quedaría

0.012

En la calculadora se debe anotar el punto de cada número adecuadamente y el resultado se obtiene directamente.

d) División

La división es la operación inversa de la multiplicación, es decir se trata de encontrar un número que quepa en otro tantas veces como este indicado.

La división se representa por el símbolo "÷" y se le conoce como "entre" [÷].

Ejemplo:

$$24 \div 4 = 6$$

Es seis cabe cuatro veces en el veinticuatro:

$$6 + 6 + 6 + 6 = 24$$

En la división si importa el orden de los factores, no como en

la multiplicación, ya que de ello depende el resultado, no es lo mismo dividir $4 + 8$ que $8 + 4$, el resultado es diferente.

El número base se llama **numerador** mientras que el número entre el que se está dividiendo se llama **denominador**, entonces la división se lee: **numerador entre denominador**, y al resultado se le llama **cociente**.

$$\begin{array}{r} \text{numerador} \quad 8 \\ \hline \text{denominador} \quad 4 \end{array} = 2 \text{ cociente}$$

Notación de división.

Existen diferentes notaciones para representar la división aparte del signo "+", y estas son:

diagonal: cuando los números se separan por una diagonal significa que se están dividiendo, y el primero es el numerador y el segundo el denominador, es decir:

$$7 / 5 \text{ es lo mismo que } 7 \div 5$$

Otra notación es separarlos por una línea horizontal poniendo el numerador en la parte de arriba y el denominador en la de abajo, esto es:

$$\frac{7}{5} = 7/5$$

División de números enteros.

Se tienen las siguientes reglas para dividir números enteros:

1º Para dividir números enteros con el mismo signo se dividen sus valores (numerador entre denominador siempre) y al resultado se le pone el signo positivo (+), ya sea que los números sean positivos o negativos.

Ej. Si una persona al trabajar fabrica 350 camisas en un día y trabaja 7 horas diarias, se desea saber cuantas camisas produce por hora de trabajo:

Producción: 350 carteras por día

Tiempo: 7 horas al día

se tiene de producción por hora de:

$$350 \div 7 = 50$$

Entonces el trabajador fabrica 50 carteras por hora de trabajo. Es decir el 50 cabe 7 veces en el 350.

Si se dividen dos números negativos, el resultado sería también positivo. Ej. Si se divide -56 entre -8, se tendría:

$$-56 \div -8 = 7$$

El resultado es positivo y por lo mismo no se le anota el signo.

Debe notarse que si se multiplica el resultado (cociente) por el denominador, resulta del numerador, es decir:

$$7 \times (-8) = -56$$

2º Para dividir números enteros con signo contrario se dividen sus valores y al resultado se le pone un signo negativo (-).

Ej1. Dividir 60 entre diez, se tiene:

$$60 \div (-10) = -6$$

El signo del resultado es negativo.

Ej2. Dividir -45 entre 3, se tiene:

$$(-45) \div 3 = -15$$

El signo del resultado es también negativo.

Dadas las reglas anteriores de los signos se observa que son las mismas que la multiplicación.

Existen divisiones en las cuales el resultado no es exacto, es decir se tiene un residuo de la división, por ejemplo:

$$39 \div 6 = 6$$

pero al realizar la multiplicación del denominador por el cociente nos resulta:

$$6 \times 6 = 36$$

faltando tres unidades para el numerador que es 39, a esas tres unidades se le llama residuo. A este tipo de divisiones se les

denomina de cociente aproximado, ya que es cercano al valor que se buscaba, pero no exacto.

Para obtener un cociente más aproximado se utiliza el punto decimal obteniéndose un número formado por una parte entera y una decimal.

Si en la calculadora de se divide 39 entre 6 el resultado sería:

$$39 \div 6 = 6.5$$

Para realizar esta operación se coloca el punto a la derecha de la parte entera, en este caso el seis y el residuo se coloca debajo del numerador y para continuar con la operación se le agrega un cero al mismo residuo formándose ahora el número 30, el cual tomará ahora la función del numerador, haciendo la operación resulta:

$$\begin{array}{r} 6.5 \\ 6 \overline{)39} \\ \underline{30} \\ 0 \end{array}$$

El residuo ahora es cero, lo cual indica que la división ahora es exacta. Para comprobar se multiplica numerador por cociente:

$$6 \times 6.5 = 39$$

Hay ocasiones en que el residuo no será cero, por ejemplo si se divide 39 entre 4 se tiene:

$$\begin{array}{r} 9.7 \\ 4 \overline{)39} \\ \underline{30} \\ 2 \end{array}$$

Ahora el residuo es 2, lo cual indica que la división es inexacta, pero si aproximada.

Si se multiplica denominador por cociente, se tiene:

$$4 \times 9.7 = 38.8$$

El 38.8 es aproximado al 39, que es el denominador.

La división se puede hacer tan aproximada como se desee, lo que se tiene que hacer para esto es agregar un cero a cada residuo y continuar con la operación, hasta que se desee.

División de números decimales.

Para dividir números decimales al principio se hace igual que en la multiplicación, no se toman en cuenta las partes decimales y se procede a realizar la división como si fueran enteros, y cuando se obtenga el resultado, se cuenta la cantidad de números decimales que hay en ambos números, en este caso, se resta la cantidad de cifras decimales del numerador menos las del denominador y el resultado de dicha resta es el número que llevará el resultado de la división, comenzándose a contar de derecha a izquierda.

Ej. dividir 54.12 entre 1.2:

Primero se dividen sin tomar en cuenta los decimales:

$$5412 \div 12 = 451$$

es el resultado como si fueran enteros, ahora se cuentan a números decimales en cada número (los números a la derecha del punto decimal):

El primer número 54.12 tiene dos decimales y el segundo 12 tiene un decimal, al hacer la resta queda un número decimal que es el que se colocará en el resultado, contándolo de derecha a izquierda, esto es:

$$451$$

$$45.1$$

Si se multiplica el denominador por el cociente, se tiene:

$$1.2 \times 45.1 = 54.12$$

54.12 es el numerador de la división.

Si resultado al tomar solo números enteros fuera un número fraccionario, el número de casillas en que se colocará el punto se comienza a contar desde donde haya quedado el punto de la división, es decir si se divide 539 entre 1.8: $539 \div 1.8 = 307.72$

Esto fue tomándolos como enteros, ahora se deben contar las cifras decimales: el numerador tiene dos y el denominador tiene una cifra decimal, por lo que nos queda en el resultado una cifra decimal más colocada a la izquierda del punto:

307.72

se recorre una cifra el punto:

30.772

En la calculadora si se colocan los puntos, el resultado se obtiene directamente.

e) Potenciación.

La potenciación es una serie de multiplicaciones sucesivas, es decir, un número se multiplicará por sí mismo tantas veces como esté indicado. La notación es la siguiente:

$$4^3$$

potencia a que se eleva

/

numero base

Lo cual significa que el cuatro se multiplicará por sí mismo tres veces, es decir:

$$4 \times 4 \times 4 = 64$$

$$4^3 = 64$$

4 elevado a la tercera potencia es igual a 64

En potenciación se deben tomar en cuenta las siguientes reglas:

- Cuando se obtiene la potencia de un número, se dice que este se está elevando a dicha potencia, en el ejemplo anterior, se elevó cuatro a la potencia tres.
- Un número elevado a la potencia uno (1) es igual a ese mismo número, es decir:

$$5^1 = 5$$

- Un número elevado a la potencia cero (0) es igual a uno siempre:

$$7^0 = 1$$

- Un número elevado a la potencia dos se dice que se está elevando al cuadrado, y un número elevado a la potencia tres se está elevando al cubo.

Con el uso de la calculadora la operación de elevar al cuadrado resulta muy sencilla, solo hay que anotar el número a ser elevado y multiplicarlo por sí mismo. O en otras calculadoras existe la tecla que eleva al cuadrado, en este caso se debe anotar el número a ser elevado y la tecla que indique elevar al cuadrado, obteniéndose el resultado directamente.

Si se desea elevar un número a la potencia 3 (al cubo) se debe multiplicar dicho número por sí mismo tres veces. Y así sucesivamente si se desea elevar a cualquier potencia, esto es:



Donde: "a" es cualquier número

"n" es la potencia a la que se eleva "a"

Ejemplo:

Elevar al cuadrado el número 5:

Para elevar al cuadrado el número cinco se debe realizar en la calculadora la operación de 5×5 y se obtendrá el resultado, es decir:

$$5^2 = 5 \times 5 = 25$$

f) Raíz cuadrada.

La raíz cuadrada es la operación inversa a elevar un número a la potencia dos o al cuadrado, es decir, se debe encontrar un número que multiplicado por sí mismo resulte el número que se pide, es decir:

La raíz cuadrada de 9 se obtiene multiplicando tres por tres, ya que su resultado es nueve, en otras palabras tres es la raíz cuadrada de nueve.

La notación de la raíz cuadrada del 9 es la siguiente:

$$\sqrt{9} = 3$$

La raíz cuadrada de nueve es igual a tres.

No todos los números tienen como resultado una raíz cuadrada entera, por ejemplo la raíz cuadrada de 10 es:

$$\sqrt{10} = 3.16$$

Porque 3.16 por 3.16 es igual a diez.

Los resultados anteriores se obtuvieron a través del uso de la calculadora.

En la calculadora la obtención de la raíz cuadrada es muy sencilla, solo se debe anotar el número y después oprimir la tecla de la raíz cuadrada ($\sqrt{\quad}$) y se obtiene el resultado directamente.

g) Porcentaje (tanto por ciento)

El porcentaje o tanto por ciento representa una comparación entre un número con el número cien, y tiene la finalidad de hacer más fácil la comprensión de un resultado. El tanto por ciento de un número se indica con el símbolo [%], que se lee "por ciento". Para calcular el "tanto por ciento" de un número se multiplica el número por el "tanto por ciento" y se divide entre cien.

Ejemplo 1:

Se desea calcular el 15 por ciento (15%) del número 360

Esto es:

$$\frac{360 \times 15}{100} = 54$$

Para convertir una fracción común en un tanto por ciento, basta dividir el numerador entre el denominador y multiplicar el resultado por cien y colocar el símbolo del tanto por ciento a la derecha del resultado.

Ejemplo 2:

Convertir $\frac{3}{4}$ en tanto por ciento, esto es:

$$\begin{array}{r} 0.75 \\ 4 \overline{) 3.00} \\ \underline{3 } \\ 20 \\ \underline{20} \\ 0 \end{array}$$

$$0.75 \times 100 = 75\%$$

Cuando se desea calcular el tanto por ciento de un número, este equivale a calcular el tanto por ciento que representa una fracción.

Ejemplo 3:

¿Qué tanto por ciento de 100 representa 15?

$$\begin{array}{r} 0.15 \\ 100 \overline{) 15.00} \\ \underline{15 \ 0} \\ 5 \ 00 \\ \underline{5 \ 00} \\ 0 \end{array}$$

$$0.15 \times 100 = 15\%$$

El 15% de 100 es igual a 15.

En forma general se puede representar el porcentaje o tanto por ciento de un número mediante la siguiente relación:

$$n\% \text{ de } a = \frac{n}{100} \times a$$

donde:

n: representa el porcentaje o tanto por ciento.

a: es el número al que se desea obtener su porcentaje.

h) Redondeo

El redondeo de números consiste en eliminar cifras decimales con tal de hacer los números más fáciles de manipular, y que sean representativos.

La técnica para redondear números es como se muestra a continuación:

1. Se debe establecer cuantas cifras decimales se desean manipular.

2. Se deben omitir los números fraccionarios que se encuentren a la derecha de los números que se decidieron manipular, por ejemplo si en un principio se desearon manejar tres cifras decimales y se tiene el número 6.4324186, el número redondeado será: 6.432

3. Si el primer número a omitir es mayor o igual a cinco, el siguiente número aumentará en una fracción, por ejemplo si se desean manejar dos cifras decimales y se tiene el número 4.376, el número seis desaparecerá, pero el número siete se convertirá en ocho, por lo tanto el número redondeado quedará 4.38

4. Si el primer número a omitir es menor que cinco, el número quedará tal y como está. Por ejemplo si se desea redondear el número 9.765419 y se desean manejar tres cifras decimales, únicamente se omiten los números que se tienen después del cinco, y el número redondeado será 9.765

Cuando se desea redondear un número se sigue la siguiente regla:

0,1,2,3,4 => (NO se suma una fracción al número anterior)

5,6,7,8,9 => (se suma una fracción al número anterior)

II.2 Muestreo

Introducción:

La calidad de los productos se puede expresar de dos maneras diferentes:

mediante variables y
mediante atributos.

Cuando se expresa la calidad mediante una medida real, se dice que está siendo expresada mediante una variable, tal como la dimensión en metros y el peso en kilogramos. Cuando la calidad es expresada ya sea porque cumple con los requerimientos especificados, bueno o malo, aceptado o rechazado, defectuoso o no, se dice que se expresa la calidad mediante un atributo, tal como una pieza de vidrio agrietada se considera como mala o defectuosa y una no agrietada se considera como buena o no defectuosa. Frecuentemente una característica de calidad puede ser expresada en cualquiera de las dos maneras. Por ejemplo, una dimensión de un producto puede ser inspeccionada usando un aparato para medir, y registrada en las unidades reales de medida (variable) o inspeccionada usando un calibrador adecuado y registrada como sí o no (atributo).

Las técnicas de control estadístico de la calidad pueden clasificarse en dos grupos:

- a) Técnicas de muestreo.
- b) Gráficas de control.

Ambos grupos pueden ser clasificados de acuerdo con las dos maneras de expresiones de la calidad: mediante variables y mediante atributos.

Concepto de Muestra.

Una Población es una colección de elementos de los cuales se desea hacer un análisis estadístico. Para tales estudios se necesita examinar sólo una parte de la población para conocer su patrón de comportamiento. Esta parte de la población es lo que se conoce como **MUESTRA**. Para facilitar el entendimiento de dicho concepto se definirá de la siguiente manera:

Muestra: Es la fracción de una población seleccionada según un criterio determinado con el fin de estudiar sobre ella ciertas características válidas para obtener conclusiones sobre el comportamiento de la población. Por lo tanto, cuando se habla de muestreo, se estará hablando de la técnica de tomar muestras.

Ejemplo: Si un ama de casa va a un mercado a comprar 5 kg de jitomates, la población sujeta a estudio serán los cinco kilogramos de jitomates. La señora analizará las características del vegetal (es decir, tamaño, color, aroma, etc.) antes de realizar su compra. Una vez definida la población se procede a obtener una muestra, para dicha labor, el ama de casa no debe revisar las características de todos los jitomates, ya que si lo hiciera perdería mucho tiempo, dado lo cual solo se parará en un puesto de su agrado e inspeccionará tres o cuatro jitomates del "montón" para decidir si compra en ese puesto o no. Finalmente cuando el ama de casa se decide a comprar en un puesto, es porque los tres o cuatro jitomates (muestra) que analizó reunieron las características requeridas por ella. Lo que realizó el ama de casa fue utilizar *muestreo* para decidir la mejor compra.

Importancia del muestreo:

Aunque se han mencionado ya diversas ventajas del muestreo de una población, cabe mencionar también que la finalidad del mismo es proporcionar diseños muestrales, es decir métodos de selección y de estimación que arrojen los mejores resultados con la mínima variación y el menor costo posible. Lo cual permite tener una idea clara y veraz del comportamiento de la población que se está estudiando para hacer un análisis sobre su comportamiento.

Razones del análisis de Muestras:

- 1.- Ayuda a definir un problema
- 2.- Ayuda a analizar las necesidades del proceso
- 3.- Ayuda a analizar las necesidades del equipo
- 4.- Mide los efectos de un cambio
- 5.- Facilita la organización
- 6.- Previene errores
- 7.- Analiza situaciones actuales.

Ventajas del muestreo:

- a) Se pueden efectuar numerosos estudios simultáneamente
- b) Proporciona información a bajo costo
- c) Es posible emplear a tantos observadores como sea posible
- d) No se requiere que los observadores tengan una habilidad o un adiestramiento especial
- e) Existen menos posibilidades de error, ya que el trabajador no está sujeto a la tensión de una observación continua.
- f) Ahorra tiempo y dinero.

Clasificación del muestreo:

Existen dos tipos de muestreo fundamentales:

- El muestreo probabilístico y
- El muestreo no probabilístico.

El primero de ellos es el que determina el posible error de la muestra, mientras que el segundo es el que carece de dicha probabilidad.

El muestreo no probabilístico puede ser de dos clases:

a) Muestreo por cuotas: en este procedimiento de muestreo, las diversas características de una población tales como edad, sexo, clase social o raza, son muestreadas de acuerdo con el porcentaje que ocupa dentro de la población. Supongase, por ejemplo, que se pidiera obtener una muestra por cuota de los estudiantes de una universidad donde el 42% son mujeres y el 58% son hombres. Usando este método, se da a los entrevistadores una cuota de estudiantes a localizar de manera que solo el 42% de la muestra consista de mujeres y el 58% de hombres. Se incluyen en la muestra los mismos porcentajes que están representados en la población. Si el tamaño de la muestra es de 200, entonces se seleccionan 84 estudiantes del sexo femenino y 116 del sexo masculino.

El 58% de 200 es 116, y el 42% de 200 es 84, y la suma da 200, que es el tamaño de la muestra.

b) Muestreo por juicio: es en el que el muestreador elige la muestra seleccionando los elementos que le parecen representativos.

El muestreo probabilístico es aquel en que la probabilidad de que cada uno de los elementos de la población tome parte en la muestra es igual para todos.

El muestreo probabilístico puede ser de dos tipos:

- a) Muestreo aleatorio al azar: es el que le da a todos y cada uno de los miembros de la población la misma oportunidad de ser seleccionados.
- b) Muestreo estratificado: este tipo de muestreo involucra la división de la población en subgrupos o estratos más heterogéneos, esto es cuando la realidad que se estudia es más compleja.

Una parte importante del control de calidad es la inspección de materia prima, de productos semiterminados o terminados. Cuando la inspección se lleva a cabo para aceptar o rechazar un producto basado en su conformidad con las normas, el tipo de inspección que se realiza se conoce como MUESTREO DE ACEPTACION.

El propósito del muestreo de aceptación es aprobar o rechazar los lotes, y no el de estimar la calidad del lote. En el caso más simple del muestreo de aceptación, se toma al azar una muestra de tamaño "n" del lote total "N" y se decide si se acepta o no el lote entero en base a la muestra. Si la muestra indica que se debe rechazar el lote, dicho lote se puede sujetar al 100% de inspección, para separar los artículos defectuosos, o bien, se puede regresar al proveedor original, el cual puede ser otro departamento de la misma organización.

Existen procedimientos de muestreo de aceptación para el caso en que simplemente se clasifiquen las partes buenas o malas (muestreo por atributos), o en el que se haga un cierto tipo de medición real que indique el grado de aceptabilidad del producto (muestreo por variables).

La toma y análisis de muestras sin duda es un tema muy extenso y muy importante hoy en día, sin embargo para los fines del curso el mencionar los diferentes tipos de muestreo es más que suficiente, sin embargo no se debe olvidar la importancia que tiene éste, por ejemplo:

- El muestreo se utiliza en el control de Calidad de fabricación.

- En los estudios de opinión pública.
- Para conocer las preferencias de los clientes.
- Para estudiar las posibilidades de venta de un producto.

II.3 Presentación de Datos

Importancia de la presentación de datos:

La presentación de datos muestra el comportamiento de algún proceso en números, o en gráficas, lo cual facilita al observador la comprensión de dicho proceso, ya que se presenta de una manera clara, concisa y ordenada. Dado lo anterior, se presenta a continuación diversas formas de presentar datos:

Tabla de datos:

Es una distribución sistemática de datos numéricos presentados en columnas o renglones para fines de comparación. Existen dos tipos de tablas: Tablas uso general y Tablas con fines especiales para ciertos análisis específicos:

a) *Tablas de uso general:*

- 1.- Su función primordial es presentar datos originales en forma tabulada para fines de referencia.
- 2.- Se utilizan como fuente para tablas de usos especiales.
- 3.- Contienen información variada sobre el mismo tema.
- 4.- Contienen cifras absolutas en lugar de porcentajes.
- 5.- Contienen números reales en vez de números aproximados.

b) *Tablas para fines específicos:*

- 1.- Su función primordial es presentar datos en tal forma que destaquen una relación específica.
- 2.- Se utilizan para destacar una fase determinada de la información de una tabla de uso general.
- 3.- En ocasiones se podrán utilizar números aproximados.

Reglas para elaborar Tablas.

a) El título se coloca en la parte superior de la tabla, debe ser breve y explicativo por sí mismo y deberá indicar los datos en el orden siguiente:

- 1.- Naturaleza de los datos
- 2.- Sitio descrito
- 3.- Periodo de tiempo incluido.

Por ejemplo: Si se tiene el título:

"Maquinado de engranes, Depto. #8, Primer turno"

b) La fuente de información debe incluirse siempre, excepto cuando se han obtenido los datos originales, debe indicarse en la parte inferior izquierda.

c) Se utiliza una nota de pie de página para comentar sobre una cifra de la tabla. La nota se coloca en la parte inferior de la tabla sobre la fuente de referencia. Se debe indicar la nota de pie de página con un asterisco o bien por medio de una letra que asociará la nota con el dato en cuestión. Preferentemente no se utilizaran números con el objeto de evitar confusiones con los datos de la tabla.

d) Cuando exista un número de columnas en la tabla, podrán ser numeradas o marcadas con letras para fines de referencia. El encabezado de cada columna se denomina título de esta y debe ser tan conciso como práctico.

e) El encabezado de una renglón es el título y la sección de la tabla que contiene los títulos del renglón es el talón.

f) Los totales de las columnas deben ser colocados en la parte inferior de las columnas y los totales de los renglones deberán escribirse al extremo derecho de la tabla.

g) Las unidades de medida deben ser incluidos en los títulos columnarios, colocándolos debajo de estas.

h) La separación de las tablas debe realizarse de la siguiente forma:

- 1.- Colocar una línea horizontal debajo del título y en la parte inferior de la tabla.

- 2.- Las columnas se separan con líneas sencillas.

3.- Separar las cifras del talón y el encabezamiento usando líneas dobles.

4.- Separar los totales del resto de los datos de la columna mediante una línea sencilla.

Ejemplo:

TITULO				
Encabezados:				
Talón				
Totales				

Notas
Fuente

Distribución de los datos:

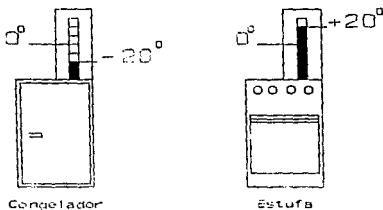
La distribución de los datos en una tabla es de primordial importancia para una correcta lectura de la información. A continuación se exponen algunos métodos que se utilizan con frecuencia para dicha distribución:

- La secuencia más frecuente en las tablas de uso general es el orden alfabético de los datos.
- El orden cronológico también es común en las tablas de datos. Los datos deberán principiar en la parte inferior o ascender de izquierda a derecha a través de los títulos de las columnas.
- El orden geográfico es común en las tablas de referencia.
- La distribución por magnitud, ya sea en orden ascendente o descendente puede ser una distribución efectiva para las tablas de uso especial.

Ejes Coordenados.

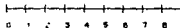
Como se ha mencionado anteriormente existen números positivos y negativos, los cuales sirven para utilizar cantidades menores que cero. Como ejemplo de esto se tiene el siguiente caso:

Se tienen dos termómetros que marcan el mismo número, pero cada uno de ellos está colocado en diferentes ambientes, el primero de ellos está en un congelador y el segundo sobre una estufa. Esto es:

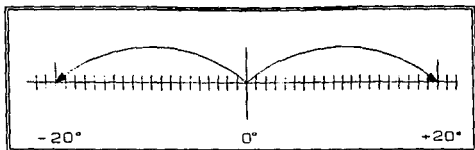


Ambos termómetros marcan el mismo número, pero ¿en realidad son iguales?

Como se puede observar, hay situaciones en las cuales además de indicar el número, es importante indicar su posición con respecto al cero. Auxiliándose de la correspondencia que se puede hacer en una recta con los números positivos se tiene:

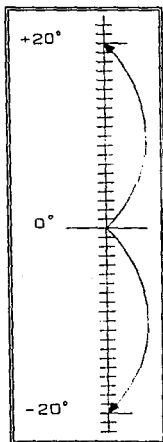


Al observar una vez más los termómetros y con la ayuda de la recta numérica se tiene:



Esto significa que del lado derecho del cero se tienen los números positivos y del lado izquierdo se tienen los negativos.

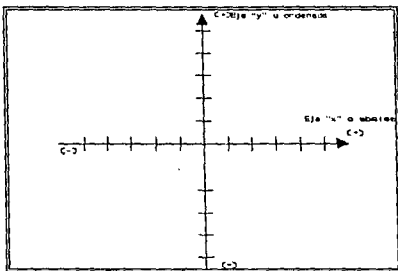
O si la recta numérica estuviera en posición vertical, la representación sería:



Entonces aquí los números positivos son los que están arriba del cero y los negativos por debajo de él.

Por lo tanto para el ejemplo en cuestión el termómetro que está en el congelador marca un número negativo, ya que la cantidad esta por debajo del cero, como se manejó anteriormente los números negativos se representan con un guión antes del número (es decir: -20), y el termómetro que esta sobre la estufa está por arriba del cero, con lo que se concluye que es una cantidad positiva (20).

Hasta el momento se sabe que se puede representar a la recta numérica en forma vertical u horizontal, sin embargo si se unen ambas se construirán los "EJES COORDENADOS" los cuales se representan:

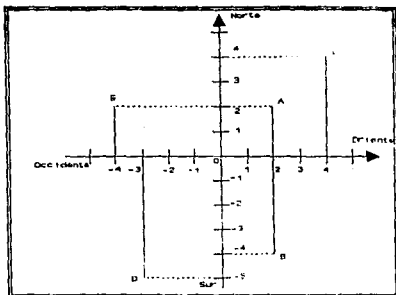


Como se mencionó anteriormente el signo $(-)$ de los números negativos, no significa sustracción (o resta), sino que los números tienen una posición opuesta a los números positivos y se consideran por lo tanto menores que cero. Los números positivos pueden ser escritos sin signo o en su defecto si se desea precisar se le agrega el signo más $(+)$, lo cual significa que son números mayores que cero.

Localización de puntos en los ejes coordenados.

Con la ayuda de los ejes coordenados se pueden localizar puntos en el plano. (plano: llamado también a la intersección de los dos ejes)

Para tener una mejor comprensión se ejemplifica a continuación:



Si se toma como referencia el punto cero se tiene:

El punto A se localiza a 2 oriente y 2 norte

El punto B se localiza a 2 oriente y 4 sur

El punto C se localiza a 4 oriente y 4 norte

El punto D se localiza a 3 occidente y 5 sur

El punto E se localiza a 4 occidente y 2 norte

La localización con números sería:

A(2, 2)

D(-3,-5)

B(2,-4)

E(-3, 2)

C(4, 4)

Como se puede observar en la solución de este ejemplo, el primer número que se lee o se busca entre los ejes coordenados es el que corresponde a un punto del eje horizontal (este eje se llama **absisa**), lo cual se debe tomar como regla de los ejes coordenados, el segundo número que se lee o se busca en los ejes coordenados es el del eje vertical (dicho eje se llama **ordenada**). A esta la localización de cada punto se le conoce como **coordenadas**. Por ejemplo las coordenadas del punto B son (2,-4), donde dos es la primer coordenada o absisa y menos cuatro es la segunda coordenada u ordenada.

Gráficas.

Concepto de Gráfica:

Representación de datos estadísticos en forma de curvas o de otros dibujos, en los cuales las magnitudes son figuradas por círculos, polígonos, barras y líneas, en un número o en dimensiones proporcionales a las mismas.

La presentación de números mediante tablas proporciona una imagen fiel de un proceso, pero para comprenderlo se requiere poner atención a la misma y analizarla minuciosamente, en cambio la presentación de datos mediante gráficas proporciona la información más fácil de comprender y más atractiva para la vista, aunque no tendrá la misma exactitud de las tablas, se tendrá una idea muy aproximada del proceso en estudio.

En realidad ambas formas de presentar la información están ligadas y para construir una gráfica se requiere de una tabla en la que estén comprendidos los datos que comprenderá la gráfica como se verá a continuación.

Las gráficas ayudan en el análisis de datos, ya que sirven como instrumento de trabajo en las siguientes formas:

- a) Como paso inicial de una investigación de estudio.
- b) Proyectar los pasos posteriores de un análisis.
- c) Más tarde, la gráfica puede ayudar a dar una imagen de progreso logrado.
- d) A planear la producción.
- e) Las técnicas gráficas pueden ser utilizadas en vez de la computación matemática.

La gráfica debe ser sencilla con el fin de que con la primera mirada, el lector pueda captar el punto que se trata de ilustrar. La finalidad de las gráficas no es la de reflejar valores exactos, sino la de proporcionar al observador una imagen aproximada. La exactitud requerida en las gráficas se refiere a la imagen fiel de la situación presentada al lector y requiere la selección de escalas apropiadas, títulos y leyendas correctas, así como tener cuidado al trazar los puntos.

a) Gráficas de línea

Es un método gráfico usado muy frecuentemente porque tiende a enfatizar la continuidad a lo largo de la escala y por tanto resulta particularmente útil para representar puntajes ordinales y por intervalos.

En este tipo de gráfica, las variaciones en los datos quedan indicados por medio de líneas. La gráfica se elabora trazando puntos y conectándolos por medio de líneas rectas.

Pasos para elaborar la Gráfica de líneas:

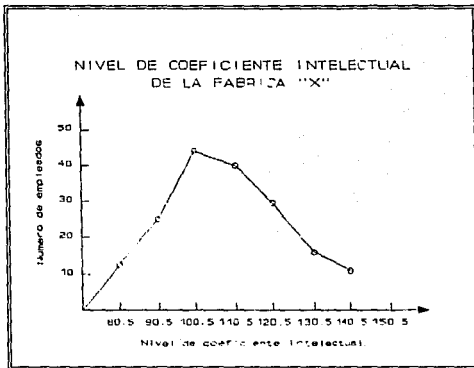
- 1.- Sobre una hoja de papel cuadriculado se debe marcar el eje horizontal con una escala adecuada, dicha escala puede ser con base al punto medio de cada uno de los intervalos de clase.
- 2.- Marcar el eje vertical también con su escala.
- 3.- Colocar nombres de los encabezados de cada uno de los ejes (vertical y horizontal) así como las unidades bajo las cuales se rigen, cuando sea necesario.
- 4.- Graficar cada uno de los puntos medios de los intervalos de clase, tal como si se estuviera graficando en los ejes coordenados (punto por punto).
- 5.- Una vez localizados todos los puntos, se deben unir el primero con el segundo, y éste con el tercero sucesivamente hasta terminar de unir todos los puntos.
- 6.- Se debe unir el primer punto con el origen (la coordenada $(0,0)$).

Ejemplo:

Se desea saber la relación directa del promedio de coeficientes intelectuales de una fábrica de tornillos, para lo cual se han obtenido los siguientes datos:

Nivel de Coeficiente Intelectual:	No de empleados:
75-85	13
86-95	25
96-105	44
106-115	40
116-125	29
126-135	16
136-145	11

Datos con los cuales se procede a construir la gráfica:



Observando la gráfica se puede percibir más claramente de la tendencia del coeficiente intelectual del personal que labora en la fábrica, y se ve claramente que la mayor clasificación es la del intervalo de 96 y 105.

b) Gráfica de Pastel o de Sectores:

Es uno de los métodos gráficos más simples y su manera de representarse es en forma de círculo, el cuál se divide en segmentos o partes, al sumar los porcentajes de cada segmento resultará un cien por ciento que es la totalidad del círculo. Este tipo de gráficas como su nombre lo indica se asemejan a un pastel, donde cada rebanada o porción representa un porcentaje asignado.

Pasos para elaborar la Gráfica de Pastel:

- 1.- Tomar los datos del proceso y representarlos en una tabla.
- 2.- Si no se cuenta con los porcentajes de cada paso del proceso, se procede a obtenerlos.
- 3.- Una vez obtenidos todos los datos de la tabla se procede a construir un círculo de tamaño visible, tomando en cuenta que se debe indicar dentro de ella los porcentajes obtenidos de cada uno de los casos del problema.
- 4.- Se secciona la circunferencia en forma representativa y proporcional al porcentaje especificado para cada caso.
- 5.- Colocar el porcentaje correspondiente en cada parte del círculo en concordancia con el porcentaje ilustrado.
- 6.- Escribir los títulos para cada uno de los porcentajes representados, así como una leyenda del proceso al cual representa la gráfica.
- 7.- Iluminar o achurar cada uno de los sectores de la gráfica para mejorar la presentación.

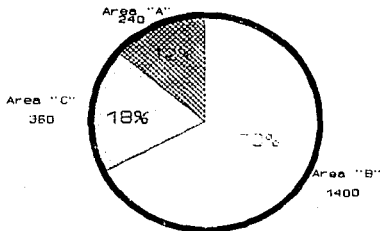
Ejemplo:

Si en una fábrica de tornillos los obreros se dividen en tres áreas llamadas área A, área B y área C, y cada una tiene un cierto número de emplados, se puede representar mediante una gráfica de pastel, pero primero se construirá una tabla:

Area	No. de empleados	Porcentaje (%)
A	240	12
B	1 400	70
C	360	18
total:	2 000	100

Como se ve en la tabla se tiene un total de 2000 empleados, de los cuales 240 pertenecen al área A, 1400 al área B y solo 360 al área C. En una gráfica de pastel quedaría la distribución de la siguiente forma:

GRAFICA DE NUMERO DE EMPLEADOS POR AREA



Como se puede observar en la gráfica, se debe especificar el nombre de cada porción de la gráfica y preferentemente su porcentaje. También se debe colocar el título de la gráfica.

c) Gráficas de barras (histogramas):

Este tipo de gráficas proporcionan una ilustración sencilla y rápida de los datos. Estas pueden ser de dos formas:

- 1) Gráficas de barras por categorías.
- 2) Gráficas de barras por intervalos de clase.

1. Gráficas de barras por categorías:

Es uno de los tipos de gráficas más comunes y consiste en tomar datos de un proceso en el cual cada una de las categorías o grupos implicados dentro de un problema es motivo de un análisis independiente.

2. Gráficas de barras por intervalos de clase:

Otra manera de presentar los histogramas es mediante los intervalos de clase. Para hacer esto se utiliza el concepto de intervalo de clase¹, el cual consta de una distribución agrupada y cuyo tamaño está determinado por el número de puntaje.

Pasos para elaborar la Gráfica de Barras (histogramas):

- 1.- Sobre una hoja de papel (preferentemente cuadrículado) se debe marcar el eje horizontal con una escala. La escala puede ser con base al intervalo de clase o bien con la base en la unidad de medición de los datos del proceso.
- 2.- Marcar el eje vertical con una escala adecuada.
- 3.- Colocar los números de los encabezados de cada uno de los ejes, así como las unidades bajo las cuales se rigen, cuando sea necesario.
- 4.- Graficar cada uno de los intervalos de clase y/o categorías esto es, dibujar una barra desde el eje horizontal hasta la frecuencia requerida (eje vertical), el ancho de las barras debe ser especificado por el dibujante y deberá ser homogéneo (del mismo grosor para todas las barras).

Ejemplo :

Gráficas de barras por categorías:

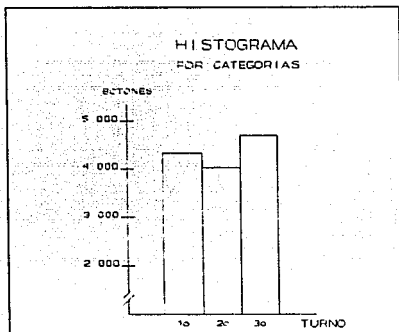
En una fábrica de botones se tienen tres turnos, y el gerente

¹Capítulo 2 "intervalo de clase"

general desea observar en forma gráfica cual de los tres turnos produce mayor número de piezas, y se tiene disponible la siguiente información:

Turno	No. de botones
1º	4 460
2º	4 230
3º	4 720

Dada la información de la tabla se puede construir la siguiente gráfica de barras:



Como se puede apreciar en la gráfica, el tercer turno produce más que el primero y que el segundo.

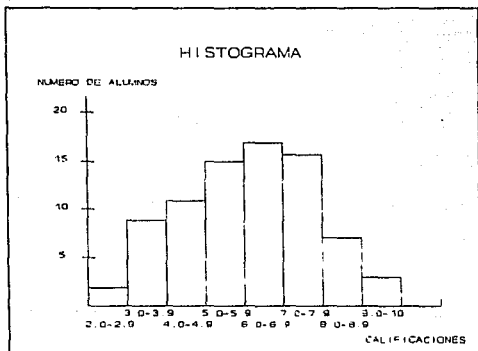
Ejemplo: *Gráficas de barras por intervalos de clase:*

Si se conocen las calificaciones de un grupo de treinta estudiantes, se desea presentar la información en un histograma:

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Calificaciones	No.de estudiantes
9.0-10.0	3
8.0-8.9	7
7.0-7.9	16
6.0-6.9	17
5.0-5.9	15
4.0-4.9	11
3.0-3.9	9
2.0-2.9	2

Construyendo el histograma se tiene:



El promedio aritmético del ejemplo es de 6.4 aproximadamente, ya que la barra más grande es la del intervalo de [6.0-6.9]. Así que con la ayuda de estas herramientas estadísticas se pueden detectar patrones o tendencias de los fenómenos en estudio.

II.4 Gráficas de Control:

Concepto de Gráfica de Control.

Una gráfica de control se define como la comparación gráfica-cronológica (hora a hora, día a día) de la característica actual de la calidad del producto, con los límites que identifican la posición de la manufactura, de acuerdo con las experiencias anteriores que se han obtenido del producto. Generalmente esta comparación se establece con la selección y medición de muestras, más bien que con el examen de cada pieza producida.

Importancia de las Gráficas de Control:

Una gráfica de control proporciona básicamente, tres clases importantes de información:

a) información de la calidad de las muestras:

Se dice esto debido a que es muy difícil que se obtengan muestras de los productos manufacturados exactamente iguales y esto debido principalmente a la estructura de la máquina, la calidad de la materia prima, la habilidad del operador, etc. La variación es inevitable y debe ser reconocida por la dirección para establecer la especificaciones adecuadas.

b) información para saber si el proceso está fuera o bajo control:

Esta clase de información es proporcionada por las líneas que representan los límites de control superior e inferior. Cuando las muestras (puntos) marcadas sobre la gráfica están dentro de los límites de control, el proceso es considerado bajo control. Por otra parte, si cualquier muestra está fuera de los límites de control, el proceso es considerado como fuera de control. Por lo tanto, mientras las muestras permanezcan dentro de los límites de control, la dirección deberá dejar que el proceso continúe, a fin de evitar ajustes innecesarios del mismo y ahorrar tiempo y dinero. Por el contrario cuando una muestra esté fuera de los límites de control (fuera de control) el proceso deberá ser interrumpido inmediatamente y se deberá sospechar que el equipo, la maquinaria, métodos, el operador o la materia prima están mal.

c) información para conocer el nivel de calidad promedio:

En este punto la línea central en la gráfica de control proporciona la información concerniente a la calidad promedio de las muestras marcadas sobre la gráfica. Este tipo de información puede ayudar a la dirección a tener un adecuado control. El nivel de la calidad promedio puede ser demasiado alto o demasiado bajo aunque el proceso este bajo control. Por ejemplo, si en el llenado de una cápsula el promedio de llenado es mucho mas alto que el nivel requerido, la dirección puede reducir el promedio, y esto le permitirá ahorrar tanto material como tiempo, que a fin de cuentas es DINERO.

Descripción general de una Gráfica de Control.

Partes principales de una Gráfica de Control

Una gráfica de control incluye generalmente las cuatro siguientes partes que se muestran a continuación:

a) Escala de Calidad.

Esta es una escala vertical. La escala está marcada de acuerdo con las características de la calidad (variables o atributos) de cada muestra.

b) Escala de las muestras.

En una gráfica de Control no se marcan las calidades de elementos individuales de una muestra. Sólomente se marca la calidad de la muestra total representada por un solo valor (estadístico). El valor se marca en la gráfica en forma de un punto. Por ejemplo, si las calidades de cuatro elementos de una muestra se expresan mediante las variables 1,2,2 y 7 kilogramos, solamente se pondrá el valor medio de los cuatro elementos, 3kg. [$(1+2+2+7)/4= 3$], es marcada en la gráfica mediante un punto. Por lo tanto, la escala vertical se marca en número de kilogramos de acuerdo a los valores de la media. La gráfica se llama en este caso una gráfica de X.

c) Números correspondientes a las muestras.

Las muestras marcadas en una gráfica de control, se numeran individual y consecutivamente en una línea horizontal. La línea se coloca usualmente en la parte inferior de la gráfica.

d) Tres líneas horizontales.

La línea central continua representa la calidad promedio de las muestras marcadas sobre la gráfica. Por ejemplo, la línea puede representar la media de las medias muestrales si es una gráfica de \bar{X} . La línea arriba de la línea central muestra el límite de control superior (LCS), el cual se obtiene comúnmente aumentando tres sigmas al promedio, tal como:

$$\bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{x}}$$

La línea por abajo de la línea central es el límite inferior de control (LIC), el cual se obtiene restando tres sigmas del promedio, tal como:

$$\bar{\bar{X}} - 3\sigma_{\bar{x}}$$

Los límites de control superior e inferior se dibujan con líneas punteadas.

de comenzar a construir una gráfica X:

1.- *La media de cada muestra.* Se calcula dividiendo la suma de los valores de la muestra entre el número de valores:

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

donde:

X: es la media de una muestra.

E: suma de todos los valores de la muestra.

n: número de elementos de la muestra.

2.- *La media de las muestras muestrales.* Esta se obtiene dividiendo la suma de las medias muestrales por el número de muestras a ser incluidas en la gráfica:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum X}{\text{número de muestras}}$$

3.- *Límite de Control Superior e Inferior para una*

gráfica X. El límite de control superior puede obtenerse sumando $3\sigma_x$ (el error estándar de X basado en todas las medias muestrales posibles de tamaño n) a μ (la media de las medias de todas las muestras). El límite de control inferior puede obtenerse restando $3\sigma_x$ de μ . Sin embargo, en la práctica, el valor de μ se estima a partir de las muestras. La mejor estimación de μ es \bar{X} puesto que la media de todas las medias muestrales a ser incluidas en la gráfica (X) de una sola muestra. Los límites de control basados en la media de todas las medias muestrales, pueden ser expresados como:

$$LCS_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{X}}$$

y

$$LCI_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 3\sigma_{\bar{X}}$$

donde:

$$3\sigma_{\bar{x}} = 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

y

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

σ = desviación standard de la población

x_i = representa cada uno de los elementos de la muestra

También se pueden calcular dichos límites usando el promedio de las varianzas muestrales (s^2), esto es:

Cuando " σ " es reemplazada s , σ_x se vuelve:

$$S_{\bar{x}} = \frac{\hat{s}}{\sqrt{n}} = \frac{s}{\sqrt{n-1}}$$

Entonces los límites de control podrán ser estimados como:

$$LCS_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + 3 \frac{s}{\sqrt{n-1}}$$

$$LCI_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - 3 \frac{s}{\sqrt{n-1}}$$

donde " s " es la varianza de la muestra, es decir, en vez de usar solo una muestra, se usa el promedio de las varianzas de todas las muestras para encontrar el valor de " s ".

Ejemplo:

Dadas las siguientes muestras, se trazará la Gráfica de Control del tipo "X":

Número de muestra	Valores de la muestra		
	1	2	3
1	5	6	7
2	6	5	7
3	9	8	9
4	7	7	4
5	11	9	10

A.- Se calcula la media de cada una de las muestras (X):

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

Utilizando la fórmula anterior obtenemos:

Para la muestra:

$$\begin{aligned} 1: X &= (5+6+7)/3 = 6 \\ 2: X &= (6+5+7)/3 = 6 \\ 3: X &= (9+8+9)/3 = 8.67 \\ 4: X &= (7+7+4)/3 = 6 \\ 5: X &= (11+9+10)/3 = 10 \end{aligned}$$

B.- Se calcula la media de las medias muestrales (\bar{X}):

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

Utilizando la fórmula anterior obtenemos:

$$\begin{aligned} \bar{X} &= (6+6+8.67+6+10)/5 \\ \bar{X} &= 36.667/5 \\ \bar{X} &= 7.34 \end{aligned}$$

C.- Se calculan los límites superior e inferior. En primer lugar se debe calcular la varianza muestral,

esto es:

$$S^2 = \sum \frac{(X_i - \bar{X})^2}{n}$$

posteriormente se calcula la desviación estándar, ésta con la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\sum \frac{(X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Muestra1: $s^2 = [(5-6)^2 + (6-6)^2 + (7-6)^2] / 3$
 $s^2 = 0.66, s = 0.81$

Muestra2: $s^2 = [(6-6)^2 + (5-6)^2 + (7-6)^2] / 3$
 $s^2 = 0.66, s = 0.81$

Muestra3: $s^2 = [(9-8.67)^2 + (8-8.67)^2 + (9-8.67)^2] / 3$
 $s^2 = 0.22, s = 0.46$

Muestra4: $s^2 = [(7-6)^2 + (7-6)^2 + (4-6)^2] / 3$
 $s^2 = 2, s = 1.41$

Muestra5: $s^2 = [(11-10)^2 + (9-10)^2 + (10-10)^2] / 3$
 $s^2 = 0.66, s = 0.81$

En resumen se presentan los resultados en la siguiente tabla:

Entonces la varianza promedio será:

$$\overline{S^2} = \sum \frac{S^2}{n}$$

$$s^2 = (0.66 + 0.66 + 0.22 + 2 + 0.66) / 5$$

$$s^2 = 0.84$$

La desviación estándar promedio será la raíz cuadrada de la varianza promedio:

$$s = 0.91$$

Número de muestra	IX	X	s ²
1	18	6	0.66
2	18	6	0.66
3	26	8.67	0.22
4	18	6	2
5	30	10	0.66
TOTAL:	110	36.67	4.2

Para calcular los límites de control se utilizaran las fórmulas antes descritas:

Para el cálculo del Límite de Control Superior se tiene:

$$LCS_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + 3 \frac{S}{\sqrt{n-1}}$$

sustituyendo se tiene:

$$LCS_{\bar{x}} = 7.34 + 3 \frac{0.91}{\sqrt{3-1}}$$

$$LCS_{\bar{x}} = 9.27$$

y ahora para el Límite de Control Inferior se tiene:

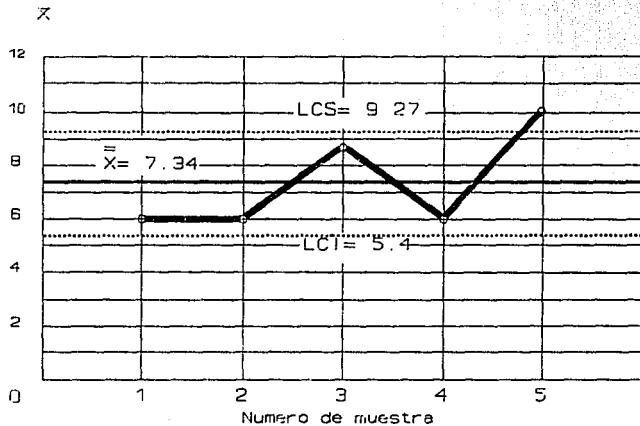
$$LCI_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - 3 \frac{S}{\sqrt{n-1}}$$

$$LCI_{\bar{x}} = 7.34 - 3 \frac{0.91}{\sqrt{3-1}}$$

$$LCI_{\bar{x}} = 5.4$$

Una vez obtenida la información necesaria se procede a trazar la gráfica de control, ésta se observa en la siguiente página:

GRAFICA TIPO "X"



(cada muestra contiene tres elementos)

Como se observa en la gráfica, la muestra número cinco excedió el límite de control superior, lo cual indica que el proceso está fuera de control, por lo que la causa deberá ser descubierta y corregida inmediatamente (más adelante se mencionarán algunas de estas posibles causas, pero cabe aclarar que dichas causas dependerán del proceso y del tipo de empresa donde se esten analizando estas gráficas).

Gráfica R.

La gráfica de R (R: recorrido de una muestra) se usa para mostrar la variabilidad o dispersión de la calidad producida por un proceso dado. En general, el procedimiento para construir una gráfica R es similar a la gráfica X. Los valores requeridos para construir la gráfica R son:

- 1.- El recorrido de cada muestra
 - 2.- La media de los recorridos de las muestras.
 - 3.- El límite de control superior (LCS) y el límite de control inferior (LCI) para la gráfica R.
- La media de los recorridos de las muestras R es usada como la estimación de la media de los recorridos de todas las muestras posibles del mismo tamaño (n) extraídas de la población. Por lo tanto:

$$LCS_R = \bar{R} + 3\sigma_R$$

y

$$LCI_R = \bar{R} - 3\sigma_R$$

donde:

σ_R : el error standard del recorrido (o la desviación standard de los recorridos de todas las muestras posibles del mismo tamaño n extraídas de una población dada).

El valor de σ_R puede estimarse encontrando la desviación estándar de los recorridos de las muestras incluidas en una gráfica.

Ejemplo.

Haciendo uso de la tabla del ejemplo anterior, se construirá la Gráfica de Control R.

A) Se calcula el recorrido de cada una de las muestras.

R= Valor máximo menos valor mínimo de la muestra:

$$\text{Muestra 1:} \quad R= 7-5= 2$$

$$\text{Muestra 2:} \quad R= 7-5= 2$$

$$\text{Muestra 3:} \quad R= 9-8= 1$$

$$\text{Muestra 4:} \quad R= 7-4= 3$$

$$\text{Muestra 5:} \quad R= 11-9= 2$$

B) Se calcula la media de los recorridos de las muestras (R):

Utilizando la siguiente fórmula:

$$\bar{R} = \sum \frac{R}{N}$$

Sustituyendo los datos:

$$R = (2+2+1+3+2)/5$$

$$R = 2$$

C) Se calculan los límites superior e inferior, es decir:

Para:

$$LCS_{\bar{R}} = \bar{R} + 3\sigma_{\bar{R}}$$

y

$$LCI_{\bar{R}} = \bar{R} - 3\sigma_{\bar{R}}$$

En primer lugar se calculará la desviación estándar de los recorridos:

Sustituyendo se tiene:

$$s_R = \{[(2-2)^2 + (2-2)^2 + (1-2)^2 + (3-2)^2 + (2-2)^2]/5\}^{(1/2)}$$

$$s_R = (2/5)^{(1/2)}$$

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum (R_i - \bar{R})^2}{n}}$$

$$s_R = 0.63$$

Entonces el límite de control superior será:

$$LCS = 2 + 3(0.63)$$

$$LCS = 3.89$$

Y el límite de control inferior será:

$$LCI = 2 - 3(0.63)$$

$$LCI = 0.11$$

En la práctica es más fácil utilizar la tabla de factores propuesta por la American Society for Testing and Materials. ASTM. Manual on Quality Control of Materials. Table B2. (Philadelphia, Pa., 1951) Pp. 115. (Dicha tabla se localiza en el anexo I), la cual se utiliza para muestras de tamaño desde $n=2$ hasta $n=20$. Por lo tanto se podrán calcular los límites de control superior e inferior de la siguiente manera:

$$LCS_R = D_4 R$$

y

$$LCI_R = D_3 R$$

Sustituyendo y haciendo referencia a la tabla 1 del anexo I, tenemos:

Para el cálculo del límite de control superior, se tendrá que el valor de D_4 para una muestra de tres elementos es igual a:

$$D_4 = 2.575$$

Entonces:

$$LCS_R = 2.575 * 2$$

$$LCS_R = 5.15$$

Para el cálculo del límite de Control inferior, tenemos que el valor de D_3 para una muestra de tres elementos es:

$$D_3 = 0$$

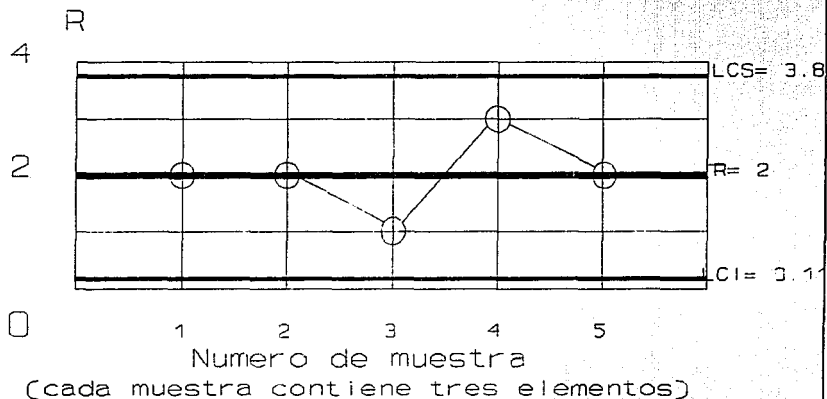
Entonces:

$$LCI_R = 0 * 2$$

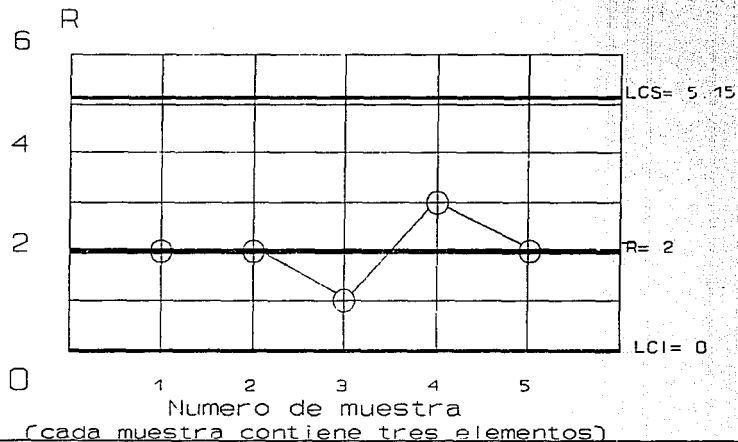
$$LCI_R = 0$$

Como se puede observar, los resultados obtenidos tienen una ligera variación entre sí, debe tomarse en cuenta que el primer método trabaja con información precisa, y en el segundo método se trabaja con factores de estimación, que se obtuvieron en base a la experimentación, por lo tanto dependerá del proceso y la exactitud que se requiera.

GRAFICA OBTENIDA MEDIANTE EL USO DE DESVIACION STANDARD



GRAFICA OBTENIDA MEDIANTE EL USO DE TABLA DE FACTORES



Gráficas de Control por Atributos.

Las gráficas de control por variables proporcionan las características de calidad que se miden y expresan en unidades mediante números. Por otra parte las gráficas de control por atributos tratan con las características de calidad que son observadas solamente porque se ajustan o no a características específicas y se expresan mediante dos palabras opuestas tales como SI o NO, Pasa o no pasa, bueno o malo, defectuoso o no defectuoso, etc. Existen varios tipos de gráficas de control por atributos, entre las cuales se pueden mencionar:

- 1.- Gráfica p (fracción de defectuosos)
- 2.- Gráfica np' (número de defectuosos)
- 3.- Gráfica c (número de defectos)

A continuación se dan los detalles para la construcción de cada una de estas gráficas:

Gráfica p.

Los valores requeridos para construir una gráfica p son:

- 1.- La fracción de defectuosos de cada muestra, (p)

Lo cual se expresa:

$$p = \frac{\text{número de defectuosos de una muestra}}{\text{número de elementos inspeccionados}} = \frac{np}{n}$$

El número de elementos inspeccionados en cada muestra, o tamaño de la muestra n, para una gráfica p, deberá ser relativamente más grande que el de una gráfica de control por variables.

- 2.- La fracción promedio de defectuosos de las muestras, (p), lo cual se expresa:

$$p = \frac{\text{número de defectuosos de todas las muestras}}{\text{número total de elementos inspeccionados}} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

- 3.- Límite de control superior (LCS_p) y Límite de control inferior (LCI_p). Lo cual se expresa:

$$LCS_p = P + 3\sigma_p, LCI_p = P - 3\sigma_p$$

Donde:

P = la verdadera fracción defectuosa del proceso (población), y

σ_p = desviación estándar de p, es decir:

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{PQ}{n}}$$

Por lo general el valor de P es desconocido. Cuando el proceso está bajo control, \bar{p} es usualmente empleado como la estimación de P:

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\bar{p}Q}{n}}$$

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

puesto que:

$$Q = 1 - P$$

por lo tanto cuando se utilizan los valores estimados, los dos límites de control pueden ser escritos como:

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

y

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

El tamaño de la muestra (n) para una gráfica de p es preferible que sea constante; es decir, el tamaño de la muestra deberá ser el mismo para todas las muestras incluidas en la gráfica. Sin embargo, en muchos casos el tamaño de la muestra puede variar. El procedimiento para construir una gráfica (p) para muestras de

un tamaño constante es por lo tanto diferente de aquel para muestras de varios tamaños.

Ejemplo 1. A continuación se muestra un ejemplo para gráfica tipo p cuando el tamaño de la muestra es constante:

Dada la siguiente tabla:

Número de muestra	Población (n)	No. de defectuosos(np)
1	100	10
2	100	8
3	100	5
4	100	12
5	100	11
Total	500	46

Trazar la gráfica p.

Solución:

En primer lugar se calcularán los valores requeridos para construir la gráfica:

1.- Primero se calculará la fracción de defectuosos de cada muestra:

Utilizando la siguiente fórmula:

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

Sustituyendo:

$$p = \frac{10}{100} = 0.10$$

Realizando la misma operación en cada caso, se tendrá:

$$P_1 = 0.10$$

$$P_2 = 0.08$$

$$P_3 = 0.05$$

$$P_4 = 0.12$$

$$P_5 = 0.11$$

2.- En segundo lugar se calculará la fracción promedio de defectuosos, mediante la siguiente expresión:

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

Sustituyendo:

$$\bar{p} = \frac{10+8+5+12+11}{500} = 0.092$$

3.- Se calculan los límites de control superior e inferior, utilizando las fórmulas:

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

y

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

Sustituyendo valores se tiene:

$$LCS_p = 0.092 + 3\sqrt{\frac{0.092(1-0.092)}{100}} = 0.18$$

y

$$LCI_p = 0.092 - 3\sqrt{\frac{0.092(1-0.092)}{100}} = 0.005$$

Entonces:

$$LSC_p = 0.18$$

$$LIC_p = 0.005$$

Una vez obtenidos los resultados se procede a la construcción de la gráfica de control, la cual se presenta a continuación:

Ejemplo 2. A continuación se muestra un ejemplo para gráfica tipo p cuando el tamaño de la muestra es variable:

Dada la siguiente tabla:

Número de muestra	Población (n)	No. de defectuosos(np)
1	180	18
2	225	36
3	165	24
4	210	12
5	310	8
Total	1090	98

Trazar la gráfica p .

Solución:

En primer lugar se calcularán los valores requeridos para construir la gráfica:

1.- Se calcula en primer lugar la fracción de defectuosos (p) para cada muestra.

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

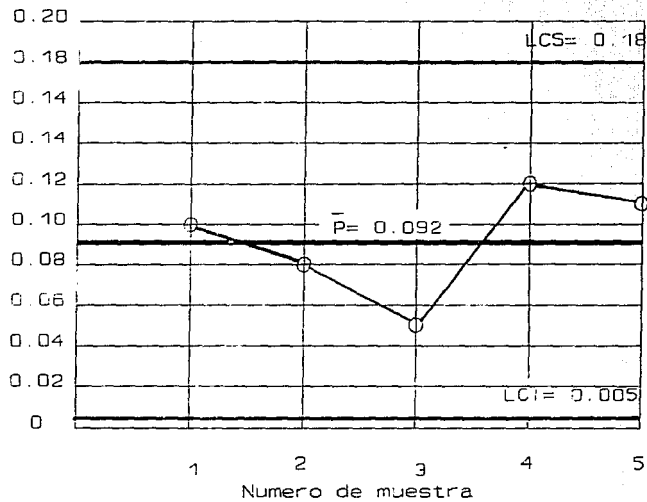
Sustituyendo:

$$p = \frac{18}{180} = 0.10$$

Realizando la misma operación en cada caso, se tendrá:

$$\begin{aligned} P_1 &= 0.10 \\ P_2 &= 0.16 \\ P_3 &= 0.15 \\ P_4 &= 0.06 \\ P_5 &= 0.03 \end{aligned}$$

fraccion de defectuosos



2.- En segundo lugar se calculará la fracción promedio de defectuosos, mediante la siguiente expresión:

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

Sustituyendo:

$$\bar{p} = \frac{18+36+24+12+8}{1090} = 0.089$$

3.- Se calculan los límites de control superior e inferior, utilizando las fórmulas:

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

y

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

Sustituyendo valores se tiene:

$$LCS_p = 0.089 + 3 \frac{\sqrt{0.089(1-0.089)}}{\sqrt{180}} = 0.152$$

y

$$LCI_p = 0.089 - 3 \frac{\sqrt{0.089(1-0.089)}}{\sqrt{180}} = 0.025$$

Para cada una de las muestras se tienen los siguientes resultados::

M1: $LCS_p = 0.152$	$LCI_p = 0.025$
M2: $LCS_p = 0.146$	$LCI_p = 0.032$
M3: $LCS_p = 0.155$	$LCI_p = 0.022$
M4: $LCS_p = 0.148$	$LCI_p = 0.030$
M5: $LCS_p = 0.137$	$LCI_p = 0.040$

4.- El siguiente paso es obtener el promedio de los límites de control, esto es:

$$\overline{LCS}_p = \frac{\sum LCS_p}{\text{número total de muestras}}$$

$$\overline{LCI}_p = \frac{\sum LCI_p}{\text{número total de muestras}}$$

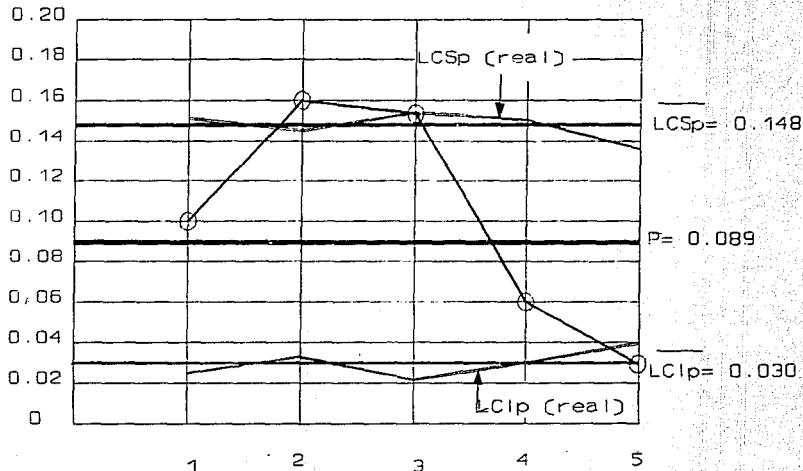
Sustituyendo valores:

$$\overline{LCS}_p = \frac{0.152 + 0.146 + 0.155 + 0.148 + 0.137}{5}$$

$$\overline{LCI}_p = \frac{0.025 + 0.032 + 0.022 + 0.030 + 0.040}{5}$$

Una vez obtenidos los resultados se procede a la construcción de la gráfica de control, la cual se presenta a continuación:

fraccion de defectuosos



Gráfica np (np: número de defectuosos de la muestra)

Una gráfica "np" presenta el número real de defectuosos que contiene la muestra. La gráfica se aplica sólo cuando las muestras a ser incluidas son de tamaño constante, cuando este varía, se debe utilizar la gráfica de control para la fracción de defectuosos (gráfica p) para mostrar la calidad del producto de un proceso.

Los datos que se requieren para construir la gráfica tipo np se describen a continuación:

- 1.- El número de defectuosos de cada muestra.
- 2.- El número promedio de defectuosos por muestra de un tamaño constante, np. Este se obtiene dividiendo el número total de defectuosos de todas las muestras (Σnp) por el número de muestras.
- 3.- Los límites de control superior e inferior, los cuales se obtienen mediante:

$$LCS_{np} = n\bar{p} + 3\sigma_{np}$$

$$LCI_{np} = n\bar{p} - 3\sigma_{np}$$

donde:

\bar{p} = la fracción de defectuosos del proceso

$n\bar{p}$ = el número medio de defectuosos por muestra, basado en todas las muestras posibles de tamaño n del proceso,

$\sigma_{np} = [n\bar{p}(1-\bar{p})]^{(1/2)}$, la desviación estándar.

Cuando el proceso está bajo control, \bar{p} es usualmente empleada como la estimación de P. Cuando P es reemplazada por \bar{p} , los límites de control se calculan mediante:

$$LCS_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

Los valores que se requieren para calcular la gráfica np son:

- 1.- El número de defectuosos de cada una de las muestras como se ve en la tercera columna de la tabla.

$$LCI_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

(Se retomará el ejemplo anterior para el caso de muestras de tamaño constante).

Número de muestra	Población (n)	No. de defectuosos (np)
1	100	10
2	100	8
3	100	5
4	100	12
5	100	11
Total	500	46

2.- El número medio de defectuosos por muestra:

$$n\bar{p} = \bar{np} = \frac{\sum np}{\text{número de muestras}} = \frac{46}{5} = 9.2$$

3.- Los límites de control superior e inferior:

$$3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 3\sqrt{9.2(1-0.092)} = 8.67$$

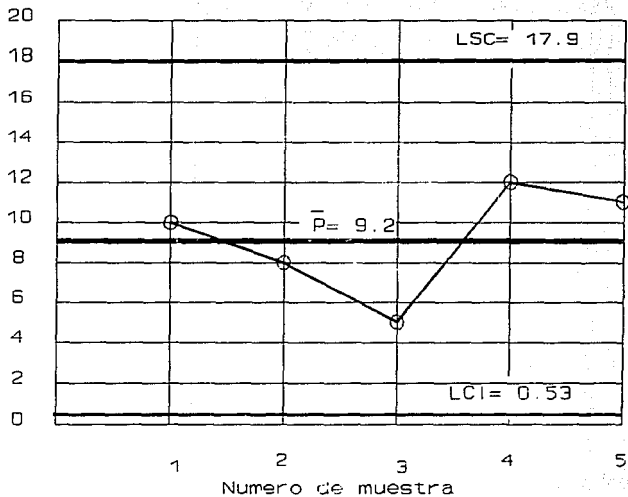
$$LCS_{np} = 9.2 + 8.67 = 17.9$$

$$LCI_{np} = 9.2 - 8.67 = 0.53$$

Se debe hacer notar que el valor de $p=0.092$ se obtuvo de la misma forma que en el ejemplo anterior.

4.- El último paso es construir la gráfica:

defectuosos



Gráfica c (c: número de defectuosos por unidad)

Las muestras que constituyen la gráfica c son productos individuales de tamaño constante. El número de defectos en cada producto representado por la letra c, se cuenta y registra como el valor de una muestra. Un defecto es diferente de un defectuoso. Un defectuoso es un producto que no se ajusta a uno o más requerimientos especificados; mientras que, un defecto es una falla que hace tener uno o varios defectos.

Los datos que se requieren para construir la gráfica c son:

- 1.- El número de defectos en cada muestra. Los defectos en una muestra se cuentan individualmente. Por lo tanto el número de defectos se expresa como un número entero. Las muestras se marcan en una gráfica c de acuerdo a la escala c, en el eje vertical y los números de la muestra en el eje horizontal.
- 2.- El número promedio de defectos de las muestras. El cual se calcula mediante:

$$\bar{c} = \frac{\text{Número total de defectuosos}}{\text{Número de muestras inspeccionadas}}$$

El valor de c es representado por la línea central de una gráfica c.

- 3.- Los límites de control para la gráfica c. Los cuales se obtienen mediante:

$$LCS_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$LCI_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

Ejemplo.

Dada la siguiente tabla en la que se encuentran los números de la muestra y su cantidad de defectos:

Número de muestra	Defectos (c)
1	11
2	8
3	0
4	9
5	4

Se calcula el número medio de defectos.

$$\bar{c} = \frac{11+8+0+9+4}{5} = 6.4$$

Posteriormente se calculan los límites de control superior e inferior:

$$3\sqrt{\bar{c}} = 3\sqrt{6.4} = 3(2.53) = 7.6$$

$$LCS_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 6.4 + 7.6 = 14.0$$

$$LCI_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = 6.4 - 7.5 = -1.2$$

Se debe hacer notar que el número de defectos no puede ser negativo, así que se tomará el límite de control inferior como cero en lugar de -1.2

4.- El último paso es la construcción de la gráfica de control:

Defectos (c)

16

14

12

10

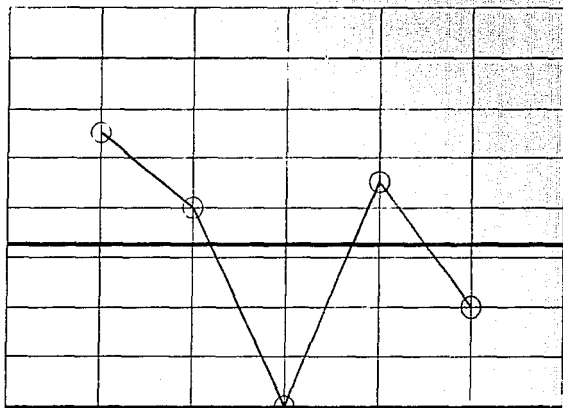
8

6

4

2

0



LCLc = 0

c = 6.4

UCLc = 14

Numero de muestra

TEMA III**ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Introducción.

Hasta este momento se ha expuesto la forma de organizar información (tabla de datos), presentación de información (graficas de barras, de pastel, de líneas y gráficas de control). Por lo tanto el presente tema tiene la finalidad de analizar los resultados expuestos en las gráficas antes mencionadas.

El análisis gráfico es aquel que con la ayuda de gráficas (de control, de barras, de pastel, etc.) detecta posibles fallas, tanto en los procesos como en la administración de los mismos.

Importancia.

"Preveer y no lamentar". Es lo que caracteriza principalmente al análisis gráfico. Esto se debe a que el mismo permite tener un mejor control del proceso, porque toda su información está basada en características e informaciones reales del proceso.

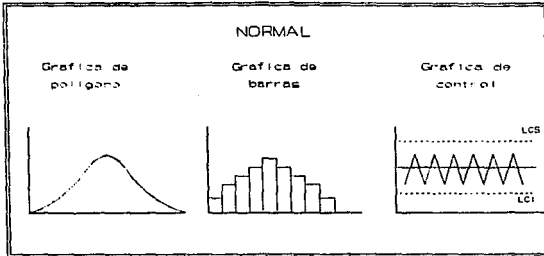
Este análisis gráfico busca descibrir las causas que impiden el funcionamiento óptimo del proceso. De esta forma se busca descubrir o encontrar una tecnología, una materia prima, un personal adecuado y un medio ambiente óptimo para poder tener control preventivo, y a su vez reducir costos y obtener un incremento en la productividad con la calidad requerida.

III.1 Análisis de un Polígono de Frecuencia:

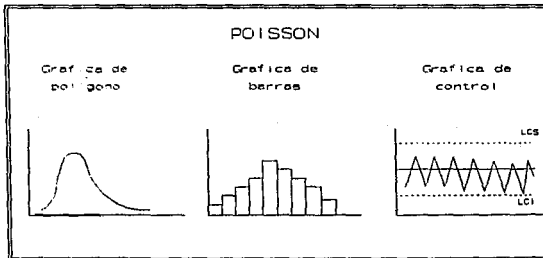
Este tipo de gráficas permiten dar a conocer y analizar mucho mejor el comportamiento de los problemas o fenómenos que sean causa de estudio.

Cabe mencionar que para lograr un estudio claro de este tipo de gráficas debe basarse en la distribución de frecuencias (datos de la muestra) que pueda presentarse, ya que dependiendo de como se ve dicha distribución, la gráfica podrá tomar formas tales como las que se presentan a continuación. Mencionando previamente que en este tipo de gráficas también pueden aplicarse para su análisis gráficas de barras o de control.

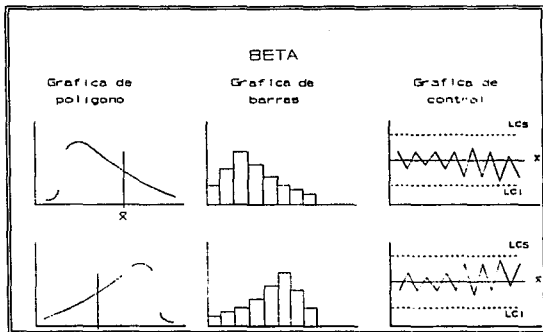
1.- Distribución normal: El valor de la media está en el centro del rango (mayor valor menos el menor valor) de los datos. La frecuencia es mayor en el centro y disminuye gradualmente hacia los extremos. La forma es simétrica. Esta es la forma más frecuente.



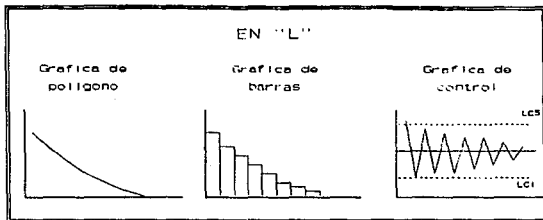
2.- Distribución de Poisson: Ligeramente cargada en los valores menores a la media (límite inferior), tiende a hacerse normal a medida que los valores se alejan de cero.



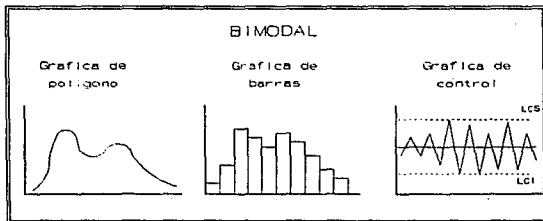
3.- **Distribución Beta:** el valor de la media está localizado a la izquierda (o derecha) del centro del rango. La frecuencia disminuye de manera brusca hacia la izquierda (o derecha) pero gradualmente hacia el otro lado. Esta forma se presenta cuando el límite inferior (o superior) se controla teóricamente o por un valor de especificación o cuando no se presentan los valores inferiores (o superiores) a cierto valor.



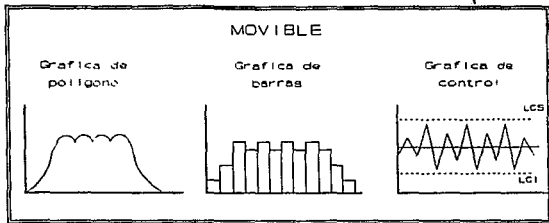
4.- **Distribución en "L":** En el caso de Histograma, el valor de la media está localizado al extremo izquierdo (o al derecho) lejos del centro del rango, la frecuencia disminuye bruscamente a la izquierda (o derecha). En el caso de gráficas de control el valor de la media se localiza en el Límite de Control Inferior (o en el Superior), la frecuencia disminuye bruscamente hacia el límite de control inferior (o superior). Esta es una forma que se presenta frecuentemente cuando se ha realizado una selección de 100% debido a una baja capacidad del proceso, y también cuando el sesgo positivo (o negativo) se hace aun más extremo.



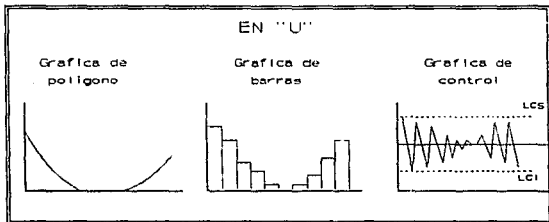
5.- Bimodal: La frecuencia es baja cerca del centro del rango de la información, y hay un pico a cada lado. Esta forma se presenta cuando se mezclan dos distribuciones que tienen valores de la media muy diferentes.



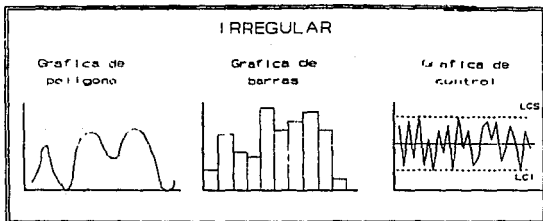
6.- Distribución Movable: La frecuencia de mayor valor se desplaza hacia uno y otro extremo.



7.- En "U": En ambos lados del campo de variación (entre los límites de control), el valor de la frecuencia es el más elevado y generalmente no hay valores en la parte media.



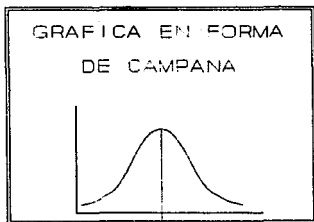
8.- **Distribución Irregular:** No presenta una forma definida. Esta es la forma que se presenta cuando se incluye una pequeña cantidad de datos de una distribución diferente, como en el caso de anomalía en el proceso, error de medición, o inclusión de información de un proceso diferente.



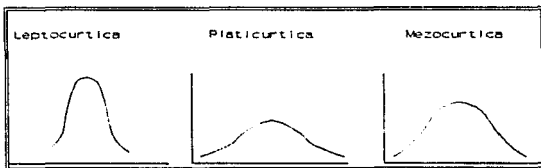
Se dice que el comportamiento de un proceso va a depender de la forma en que se de la distribución de frecuencias y no por el hecho de adoptar un determinado tipo de gráfica como los que se vieron anteriormente significa que el proceso este mal; es decir, que después de haber hecho varios análisis sobre el proceso este debe inclinarse por un cierto tipo de comportamiento, el cual marcará el patrón representativo del proceso.

Una manera característica de las gráficas y por tanto de muchos procesos se basa en la curva de distribución normal, la cual no es más que una distribución de frecuencias de manera característica, que se conoce comúnmente como la curva normal (figural). Es un modelo teórico o ideal que se obtuvo de la investigación o recolección de datos reales. La forma de la curva normal indica que las frecuencias en una distribución normal están concentrados en la parte central de la distribución y los valores hacia arriba y hacia abajo de la media están igualmente distribuidos. La utilidad de la curva normal se puede ver en sus aplicaciones a las situaciones reales de investigación y como el ingrediente esencial en la toma de decisiones.

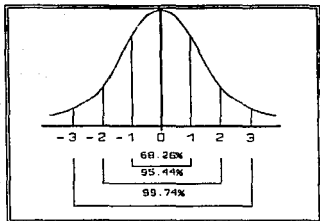
Como se indica en la siguiente figura, la curva normal es un tipo de curva uniforme y simétrica cuya forma recuerda una campana y por tanto se conoce como "curva en forma de campana"



Además la curva es unimodal (sólo tiene un pico o punto de máxima frecuencia). Algunas de las formas más comunes en las que existen variaciones considerables entre las distribuciones simétricas son:



De manera específica como se presenta a continuación se puede observar que el 68.6% de las diferencias entre medias cae entre -1 y $+1$. En términos de probabilidad esto indica que existe una probabilidad del 68.6% de que cualquier diferencia entre medias muestrales caiga dentro de este intervalo. De manera similar, se puede decir que la probabilidad es aproximadamente de 0.95 o 95% de que cualquier diferencia entre medias muestrales caiga entre -2 y $+2$ (95 oportunidades entre 100). Y de manera análoga para el último segmento de la curva normal que representa el 99.74% y comprende de -3 a $+3$.



Siempre se debe recordar que para saber si el proceso, problema o fenómeno está bajo control, se deben hacer varios muestreos del proceso que se desea conocer y después analizar cada una de las gráficas para determinar un patrón de comportamiento normal o adecuado, el cual cumpla con la normatividad o especificaciones del cliente, de la empresa, etc.

Una vez obtenida dicha gráfica se dice, en comparación con otras similares, si la producción esta resultando como debe ser, o como se espera. En caso contrario habrá que tomar medidas correctivas.

III.2 Análisis para Gráfica de Control:

Un gráfico de control es un dibujo que sirve para determinar si el modelo de probabilidad es estable o presenta alteraciones durante un periodo de tiempo. Cuando un gráfico de control se dice que está "bajo control" implica que el modelo de variación del proceso no cambia a lo largo del tiempo y que el proceso es capaz de cumplir con las especificaciones requeridas. En todos los casos, el gráfico de control es una prueba de una hipótesis, existe un gráfico de control independiente para cada parámetro de distribución y el gráfico es una representación de un ciclo temporal de las zonas críticas de esta prueba, sobre una escala de ciclos temporales.

Los límites de control son los que marcan la pauta para tomar una decisión y a la vez informan a quienes los interpretan cuando debe investigar. La posición de los límites de control, determinados por un valor seleccionado previamente reflejan los deseos del interprete de aceptar una probabilidad de equivocarse al adoptar la decisión. Una gráfica de control actúa como poderoso estímulo para lograr mejoras, al par que sirve para prevenir ajustes indiscriminados. El rechazo de la hipótesis de que el proceso sea estable solo se produce cuando hay una razón poderosa para pensar que ha habido alguna desviación en el proceso. Se deja solo al proceso hasta que se manifiesta alguna anomalía, lo cual indica que está justificado el inicio de una investigación para tratar de hallar su causa. Si no se lleva adecuadamente el gráfico y por otra parte, tampoco se investiga la causa de dicha anomalía, lo mejor será eliminarlo. Pudiéndose presentar un caso contrario, en el cual el personal se creará una actitud despectiva hacia los gráficos, que pasarán a considerarse como simples juguetes de la gerencia. Por otro lado un gráfico adecuadamente llevado producirá beneficios en cualquier empresa u organización.

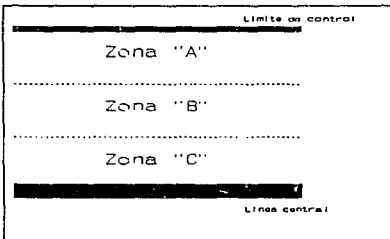
Los datos que se obtengan deben ser reales y representativos.

El gráfico de control presenta dos variantes como bien pueden ser las siguientes:

- a) Puntos fuera de los límites de control superior e inferior.
- b) Patrones de comportamiento que no son los normales (variación de los datos).

Un proceso que presenta puntos fuera de los límites de control o que su gráfica sigue un comportamiento anormal no es un proceso estable y por lo tanto se dice que está fuera de control y requiere que se investigue el origen del problema para volver dicho proceso a un comportamiento normal.

Si se tiene la siguiente gráfica:



La gráfica anterior se tiene que cada una de las zonas A, B y C constituye la tercera parte del área entre la línea central y el límite de control (superior e inferior). Se dice que la gráfica de control está fuera de control si:

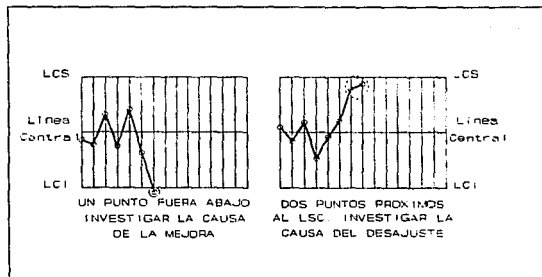
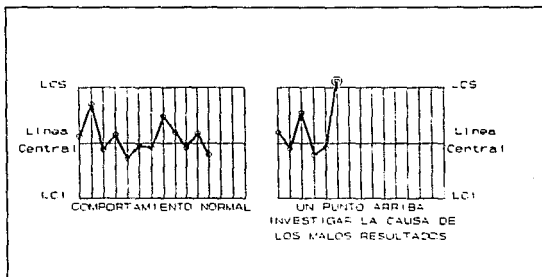
- 1.- Un solo punto cae fuera del límite de control, esto es más allá de la zona A.
- 2.- Dos de tres puntos sucesivos caen en la zona A, o más allá.
- 3.- Cuatro de cinco puntos sucesivos caen en la zona B o más allá.

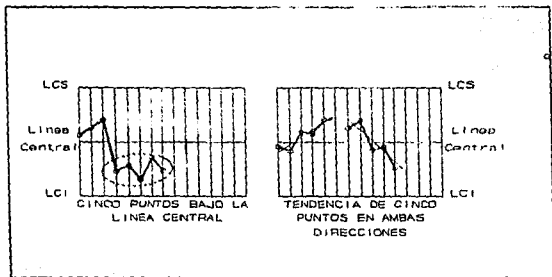
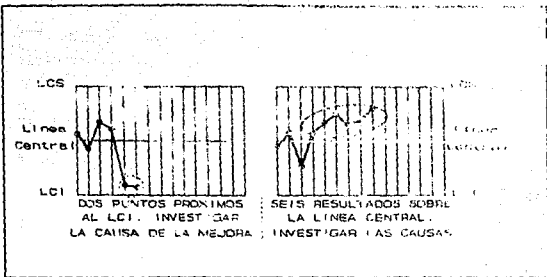
4.- Ocho puntos sucesivos caen en la zona C o más allá.

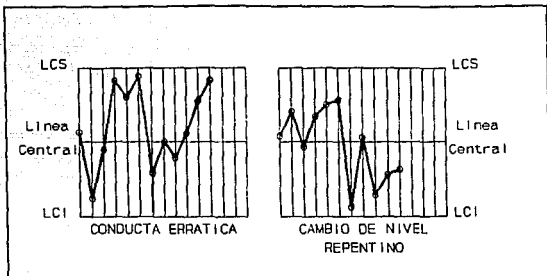
Cabe hacer notar que las pruebas antes mencionadas se aplican para ambos lados de la gráfica de control, pero se aplican separadamente para cada mitad y nunca a las dos mitades en combinación.

Nota: Es necesario aclarar que esto no es algo que se pueda generalizar, sino que dependerá del proceso.

Algunas de las gráficas más representativas dentro de los gráficos de control son las siguientes:







Razones de la variación en la gráfica de control.
Existen diversas causas por las cuales varía la información en las gráficas de control, para un mejor análisis se hace énfasis en las "emes" mágicas:

- 1.- **Materia prima:**
 - a) Mala calidad de la materia prima.
 - b) Materia prima inadecuada.
 - c) Especificaciones erroneas de la Materia Prima.
 - d) Necesidad inmediata de obtenerla, etc.

- 2.- **Maquinaria y equipo.**
 - a) Maquinaria y equipo en mal estado.
 - b) Maquinaria y equipo desajustado o descalibrado.
 - c) Maquinaria y equipo obsoleto.
 - d) Maquinaria y equipo inadecuado.

- 3.- **Factor humano (Men).**
 - a) Personal inexperto.
 - b) Horario de trabajo largo (más de ocho horas).
 - c) **Falta de capacitación.**
 - d) Cambio de turno.
 - e) Problemas personales.
 - f) Errores de medición.

- g) **Motivación.**

4.- Medio Ambiente.

- a) Clima
- b) Servicios (energía eléctrica, agua, etc)
- c) Ruido, etc.

5.- Métodos.

- a) Diseño inadecuado del proceso.
- b) Ejecución deficiente del proceso.

Existen otros factores de las "emes mágicas" que no repercuten directamente en la variación de las gráficas de control, sin embargo se ligan estrechamente con los antes mencionados, como lo son Administración (Management), Manufactura, Dinero (Money) y el factor Mercado es posible que afecten a las gráficas de control de una manera indirecta, pero esto requiere de un estudio más minucioso.

Por ejemplo, en el caso de la manufactura, cualquier posible falla y a la vez su posible solución estarían en función de los métodos, maquinaria o materiales que por separado el análisis sería más representativo.

Lo antes mencionado se puede clasificar dentro de dos grupos: La materia prima, la maquinaria y equipo, el factor humano y los métodos como errores sistemáticos; los cuales son aquellos que si se pueden controlar.

Y los factores externos son aquellos denominados errores aleatorios, los cuales son aquellos que no se pueden controlar, ya que se presentan al azar.

Para poder comprender el análisis estadístico es necesario estudiar la variación de éste, éste análisis de la variación debe comprender tanto a la maquinaria y equipo, la materia prima, el factor humano y los factores externos.

**Método MOMO² (de lo Más Obvio a lo Menos Obvio)
para el análisis de gráficas de control
anormales (puntos fuera de los límites de control)**

A continuación se presenta el método MOMO a seguir cuando el proceso este fuera de control.

Este método consiste en buscar la posible falla, desde lo más obvio a lo menos obvio en cuanto a solución se refiere, y a su vez proporcionando la posible solución. El propósito es tratar de incorporar esta variación otra vez al control del proceso, trabajando en conjunto con las "emes mágicas", lo cual permite un análisis más detallado:

²MOMO: Metodología sugerida por los autores de la tesis.

Método MOMO

I: FACTOR HUMANO

Posible Falla

a) Errores de Medición

- El personal se distrae
- El personal no sabe utilizar los instrumentos de medición.

b) Problemas personales

- El personal trae consigo problemas ajenos a la empresa y se nota en su rendimiento.

c) Personal inexperto

- La persona no es capaz de ocupar el puesto asignado

d) Falta de capacitación

- El personal no está suficientemente capacitado para ocupar el puesto asignado.

Posible solución

- Capacitar y Motivar en el uso de los instrumentos de medición

- Motivación y apoyo moral

- Capacitación y adiestramiento

- Capacitar para estar en el puesto asignado.

Método MOMO

I: FACTOR HUMANO

Posible Falla

a) Cambio de Turno

- El se muestra impaciente momentos antes de la hora de salida.
- El personal nose adapta inmediatamente al trabajo.

f) Horario de trabajo largo

- El personal muestra fatiga
- El personal no trabaja al mismo ritmo al inicio en comparación al final de la jornada.

Posible solución

- Motivar.

- Dar periodos de descanso.
- Tener en cuenta principios de ergonomía.

(continuación)

Método MOMO

II: MATERIA PRIMA

Posible Falla

a) Materia Prima Inadecuada

- La materia prima no es la óptima para el proceso.
- La materia prima no es la adecuada para la maquinaria.

b) Mala calidad de la materia prima.

- La materia prima no es de la calidad requerida.
- La materia prima presenta demasiados defectos.

c) Especificaciones erróneas.

- La materia prima no está bien identificada

d) Necesidad inmediata de obtenerla.

- La materia prima no es siempre de buena calidad.

Posible solución

- Especificar adecuadamente la materia prima.

- Revisar la materia prima antes de iniciar el proceso.

- Revisar la materia prima más rigurosamente

- Escojer a buenos proveedores
- Realizar pruebas de laboratorio.

- Especificar adecuadamente la materia prima puesto asignado.

- Tratar de hacer los pedidos programados.

Método MOMO

III: MAQUINARIA Y EQUIPO

Posible Falla

- a) *Equipo de medición descalibrado*
 - El equipo está descalibrado
 - El equipo se descalibra constantemente.
- b) *Maquinaria descalibrada*
 - La máquina está descalibrada
 - La máquina se descalibra constantemente.
- c) *Maquinaria en mal estado*
 - La máquina presenta fallas
 - La máquina no se puede calibrar.
- d) *Maquinaria inadecuada*
 - La maquinaria no se ajusta las necesidades.
- e) *Maquinaria obsoleta*
 - La máquina es obsoleta
 - No se adecua a la época.

Posible solución

- Revisar y calibrar si es necesario.
- Revisar y calibrar si es necesario cada vez que se use la máquina.
- Mantenimiento
- Mantenimiento preventivo.
- Ajustarla lo máximo posible a las necesidades requeridas
- Sustituirla.
- Cambiarla.
- Actualizarla, adaptarle nuevas herramientas.

Método MOMO

IV: MEDIO AMBIENTE

Posible Falla

- a) *Clima*
 - Exceso de calor
 - Exceso de frío
 - Lluvia.
- b) *Servicios (energía, agua, etc).*
 - Los servicios no son confluables.
- c) *Ruido*
 - Exceso de ruido

Posible solución

- aprovisionar con el equipo necesario y adecuar la zona a cada uno de los factores climáticos.
- Instalar plantas propias (planta eléctrica, cisterna, tanque de gas estacionario, etc).
- Aislar la zona de trabajo
- Proporcionar equipo a prueba de ruido.

Método MOMO

V: METODO

Posible Falla

a) Método anticuado

- Exceso de tiempos muertos en el proceso
- Mala calidad del producto
- Baja productividad del proceso.

b) Método mal aplicado

- Exceso de mermas
- Exceso de reproceso

c) Materia prima no apta para el método

- Descompostura de maquinaria
- Decremento en la calidad del producto final.

d) Maquinaria no apta para el Método

- Espaciamiento excesivo entre maquinaria y equipo
- Equipo inadecuado
- Exceso de fallas de equipo

Posible solución

- Actualizar Método

- Análisis comparativo con otras empresas

- Revisar metodología

- Capacitar

- Consultar asesoría técnica

- Elaborar estudios piloto
- Análisis de compatibilidad Materia Prima- Métodos

- Consultar asesoría técnica

- Adquirir maquinaria y equipo actualizados
- Mantenimiento preventivo

**IV. APLICACION
DEL
CURSO**

CAPITULO IV**Aplicación del curso****Introducción**

El presente curso ha sido diseñado con el objeto de incrementar la productividad de la empresa POLIAL S.A. de C.V., haciendo énfasis en la fuerza laboral, así como el de capacitar al trabajador en el conocimiento de herramientas estadísticas, con el fin de incrementar sus habilidades para lograr mayor productividad en su trabajo.

¿Por qué implementar el Control Estadístico del Proceso en Polial?

El control estadístico del proceso es la forma de conocer la variación que tienen los procesos de fabricación y así mismo poder controlar estas variaciones, que a fin de cuentas repercuten en la calidad del producto final.

Polial S.A. de C.V. es una empresa cien por ciento mexicana, con las siguientes características:

NOMBRE: POLIAL S.A. DE C.V.

DIRECCION: SAN LUIS TLATILCO # 6, PARQUE INDUSTRIAL NAUCALPAN,
ESTADO DE MEXICO.

GIRO: ETIQUETAS Y PLACAS ADHERIBLES.

NUMERO DE
EMPLEADOS: 8

NUMERO DE
OBREROS: 40

AREAS:

1. CORTE
2. LAVADO
3. CEFILLADO
4. IMPRESION
5. TROQUELADO Y SUAJADO
6. LAMINADO
7. ADHESIVO
8. SELECCION
9. ALMACEN.

CLIENTES:

VOLKSWAGEN
CHRYSLER DE MEXICO
FORD
GRUPO INFRA
GRUPO VITRO
SALINAS Y ROCHA
PLASTINAK
SIEMENS
PIASA
ELECTRO-OPTICA.

entre otras.

Como se observa en la información anterior, POLIAL S.A. de C.V. es proveedor de grandes industrias (automotriz, autopartes, línea blanca, etc.) por lo cual está totalmente comprometida a entregar productos de calidad. Además que para ser proveedor de estas industrias se deben cumplir con ciertas evaluaciones por parte de auditores de calidad de estas empresas, donde en estas evaluaciones el mayor porcentaje de calificación está en el Control Estadístico del Proceso (CEP), es por eso que es de gran interés, por parte de la empresa, implementar este curso.

El curso que a continuación se presenta se diseñó teniendo como información los siguientes datos:

Nivel de estudios del país: 6o. año de primaria³

Nivel de estudios de POLIAL: 6o. año de primaria

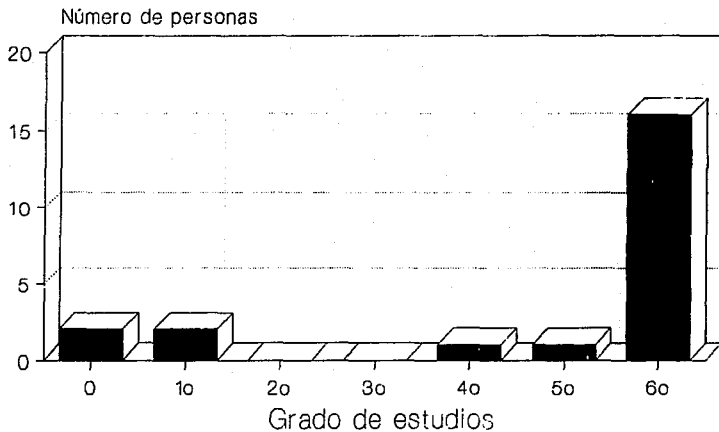
El curso fue aplicado a 40 trabajadores, los cuales tienen el siguiente grado de escolaridad:

Primaria: Grado:	porcentaje (%):	número de personas:
sin estudios	5	2
1o	5	2
2o	0	0
3o	0	0
4o	2.5	1
5o	2.5	1
6o	40	16
Secundaria:		
1o	0	0
2o	15	6
3o	22.5	9
Bachillerato:		
1o	2.5	1
2o	2.5	1
3o	0	0
Licenciatura:		
1o	0	0
2o	2.5	1
Total:	100%	40

³Fuente: Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 1992, INEGI.

Grado de estudios de POLIAL S.A. de C.V

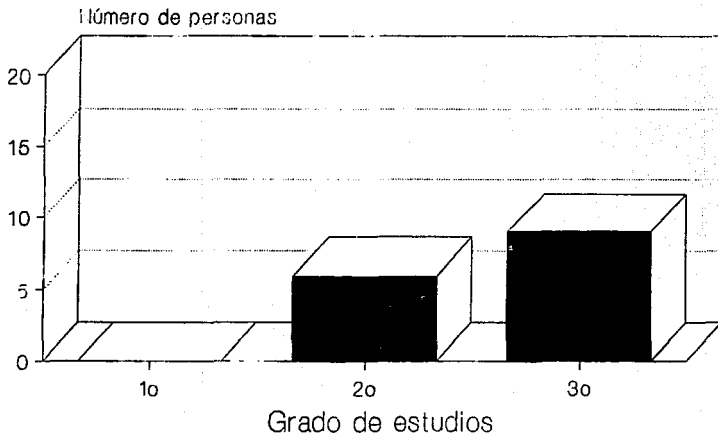
EDUCACION PRIMARIA



Fuente: depto de personal de POLIAL.

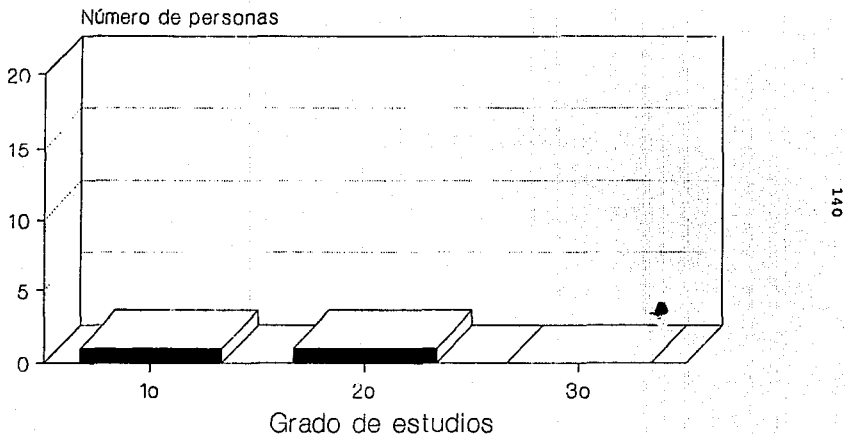
Grado de estudios de POLIAL S.A. de C.V

EDUCACION SECUNDARIA



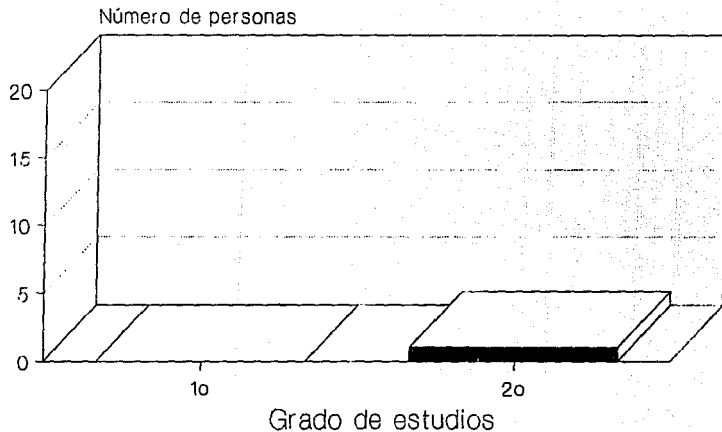
Fuente: depto de personal de POLIAL.

Grado de estudios de POLIAL S.A. de C.V BACHILLERATO



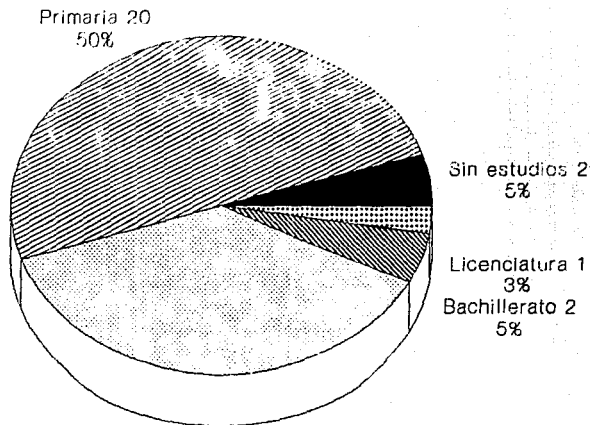
Fuente: depto de personal de POLIAL.

Grado de estudios de POLIAL S.A. de C.V LICENCIATURA



Fuente: depto de personal de POLIAL.

Grado de Estudios de POLIAL



Fuente: depto. de personal de POLIAL

De acuerdo con la información anterior se procedió a diseñar el curso, además de considerar lo anterior se tomaron en cuenta puntos tales como:

- personas que no están acostumbradas a estudiar.
- personas que tienen mucho tiempo sin estudiar.
- dos personas que no saben leer ni escribir.

El curso se encuentra dividido en cuatro capítulos y cada uno de ellos contempla los siguientes objetivos:

Tema 1. Productividad y Estadística: Se estudia el concepto de Productividad, así como los factores más importantes para su control y beneficios derivados. Se presenta también una breve semblanza de la historia y utilidad de la Estadística como herramienta para incrementar la productividad seguida de ejemplos y ejercicios.

Tema 2. Control Estadístico: Se hace un recordatorio de aritmética. Se analiza la importancia y la clasificación de las técnicas de muestreo, comprende la forma correcta de presentar información (tablas estadísticas y gráficas), gráficas de control y por último ejemplos y ejercicios.

Tema 3. Análisis Estadístico y toma de decisiones: Se menciona la importancia de analizar los resultados obtenidos con las herramientas estadísticas (tablas estadísticas y gráficas), así como su forma de analizarlas y casos más representativos. Para terminar con ejemplos y ejercicios.

Tema 4. Conclusiones: Se analiza lo aprendido en el curso. El mismo trabajador escribe sus conclusiones en una hoja en blanco sin escribir su nombre.

*CURSO DE
ESTADISTICA*

MATERIAL DE TRABAJO

POLIAL S.A. de C.V.

*

**CURSO DE CONTROL ESTADISTICO
DISEÑADO E IMPARTIDO POR:
MARCO A. RAMIREZ GARCIA
MARTIN GARCIA MERINO
VIRGILIO PADILLA CALDERON
FACULTAD DE INGENIERIA.
U.N.A.M.**

INDICE

Introducción

I. PRODUCTIVIDAD Y ESTADISTICA

1. ¿Qué es Productividad?
2. Importancia de la Productividad
3. Concepto de Estadística
4. Importancia de la Estadística
5. Ejercicios

II. CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO (CEP).

1. Antecedentes de aritmética y manejo de calculadora
2. Control estadístico del proceso
3. Ejes coordenados
4. Descripción de una gráfica de control
5. Gráficas de control por variables
6. Gráficas de control por atributos
7. Ejemplos de gráficas de control

III. ANALISIS ESTADISTICO.

1. Análisis de gráficas de control
2. Razones de la variación de las gráficas de control
3. Método MOMO.

IV. CONCLUSIONES.

INTRODUCCION

ACTUALMENTE EL PAIS VIVE UNA EPOCA EN LA CUAL TODO SIGNIFICA "CAMBIO". DICHO CAMBIO NO SOLO SE ESTA DANDO A NIVEL AUTORIDADES O GOBIERNO, SINO UN CAMBIO EN EL QUE SE INVOLUCRA TANTO GOBIERNO, AUTORIDADES, EMPRESARIOS, EMPLEADOS, PERSONAL EN GENERAL, ETC. EN EL PERSONAL EN GENERAL SE INVOLUCRA TANTO A PERSONAS ESPECIALIZADAS (COMO ALBAÑILES, CARPINTEROS, PINTORES, OPERADORES DE MAQUINAS, ETC.) COMO NO ESPECIALIZADAS (OBREROS), EL GOBIERNO MEXICANO UNA VEZ MAS PONE A PRUEBA LA CAPACIDAD Y LA ADAPTABILIDAD A CAMBIOS QUE AFECTAN DE MANERA IMPORTANTE EL QUEHACER DIARIO DE ESTE, ESTO SE VERA REFLEJADO EN EL TRATADO DE LIBRE COMERCIO ENTRE MEXICO, ESTADOS UNIDOS Y CANADA, YA QUE DE UNA FORMA U OTRA QUIEN DEBE ESTAR MEJOR PREPARADO PARA QUE ESTE TRATADO SEA UN EXITO PARA MEXICO DEBE SER LA CLASE TRABAJADORA. EN ESTE MATERIAL DE TRABAJO ENCONTRARAS:

I. PRODUCTIVIDAD Y ESTADISTICA: SE ESTUDIARA EL CONCEPTO DE PRODUCTIVIDAD, ASI COMO SUS FACTORES MAS IMPORTANTES PARA PODER CONTROLARLA Y BENEFICIOS QUE SE TIENEN. SE DEFINE EL CONCEPTO DE ESTADISTICA, ASI COMO SU IMPORTANCIA QUE TIENE COMO HERRAMIENTA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD.

II. CONTROL ESTADISTICO: SE HARA UN RECORDATORIO DE ARITMETICA, SE MENCIONARA EL USO Y CONSTRUCCION DE LAS GRAFICAS DE CONTROL, ASI COMO EJEMPLOS Y EJERCICIOS TIPICOS DE LA EMPRESA.

III. ANALISIS ESTADISTICO Y TOMA DE DECISIONES: SE MENCIONARA LA IMPORTANCIA DE ANALIZAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LAS HERRAMIENTAS ESTADISTICAS (GRAFICAS DE CONTROL), ASI COMO SU FORMA DE ANALIZARLAS Y CASOS MAS REPRESENTATIVOS. POR ULTIMO EJEMPLOS Y EJERCICIOS.

IV. CONCLUSIONES:

OBJETIVO ESPECIFICO:

**COMPRENDERA LA IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD Y LA ESTADISTICA
EN EL AMBIENTE LABORAL.**

*PRODUCTIVIDAD
Y
ESTADISTICA*

¿QUE ES PRODUCTIVIDAD?

ACTUALMENTE POR TODOS LADOS ESCUCHAMOS LA PALABRA PRODUCTIVIDAD,
¿QUE SERÁ?
ACASO SERÁ UN PRODUCTO? (UN DULCE, UNOS CIGARROS, UN PASTEL?),
O UN SERVICIO (LUZ, AGUA, O LA ATENCIÓN EN UN BANCO).

EJERCICIO:

ESCRIBA EN LOS SIGUIENTES RENGLONES LO QUE CREA O SE IMAGINE LO QUE SEA LA PRODUCTIVIDAD:

LA PRODUCTIVIDAD ES: _____

LA PRODUCTIVIDAD ES: _____

LA PRODUCTIVIDAD ES: _____

SOLUCION:

LA PRODUCTIVIDAD ES: _____

IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD

COMO SE MENCIONO ANTERIORMENTE, LA PRODUCTIVIDAD ES HACER MAS PRODUCTOS CON MENOS RECURSOS O CON LOS MISMOS. ESTO ES, SI NOSOTROS HACEMOS UN LOTE DE ETIQUETAS CON DOS METROS CUADRADOS DE ALUMINIO, MEDIO KILOGRAMO DE TINTA Y DOS METROS CUADRADOS DE ADHESIVO, ENTONCES SEREMOS PRODUCTIVOS SI LOGRAMOS PRODUCIR ESTE LOTE CON ESTA CANTIDAD O CON MENOS MATERIA PRIMA, AL PODER CUMPLIR CON ESTO, SE OBTENDRAN LOS SIGUIENTES BENEFICIOS:

- A) MENOR DESPERDICIO DE MATERIA PRIMA
- B) MENOR CANTIDAD DE RETRABAJO
- C) MAYORES UTILIDADES
- D) ELEVAR EL NIVEL DE VIDA TANTO DE LA EMPRESA COMO DEL TRABAJADOR
- E) SEGURIDAD DE MANTENER EL EMPLEO
- F) MENOR COSTO DE PRODUCCION
- G) HACER MAS COMPETITIVA A LA EMPRESA.
- H) MAYOR VOLUMEN DE PRODUCCION
- I) MEJORES SUELDOS

¿COMO ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD?

EL INCREMENTAR O ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD REQUIERE DE ANALIZAR LOS SIGUIENTES FACTORES QUE INTERVIENEN EN FORMA DIRECTA EN LA PRODUCCION:

- A) MANO DE OBRA
- B) MATERIA PRIMA
- C) MAQUINARIA Y EQUIPO
- D) MEDIO AMBIENTE
- E) METODOS DE TRABAJO

EL APROVECHAMIENTO DE CADA UNO DE LOS ANTERIORES FACTORES PUEDE CONTRIBUIR EN MAYOR O MENOR PROPORCION A INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, SEGUN LOS MEDIOS DE LA EMPRESA Y LA VOLUNTAD PERSONAL DE LOS TRABAJADORES, CUYA PARTICIPACION INFLUIRA EN EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS Y LA DISMINUCION DE LOS COSTOS.

EL OBJETIVO PRINCIPAL DEL PRESENTE CURSO ES ENFOCARNOS EN EL FACTOR MANO DE OBRA, MEDIANTE SU CAPACITACION EN HERRAMIENTAS ESTADISTICAS.

EJERCICIOS**A. IMPORTANCIA DE ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD.**

Se desea analizar la importancia que tiene el elevar la Productividad en la empresa. Para esto se aplicará un diagrama llamado "Campo de fuerzas", y para construirlo se deben seguir las siguientes instrucciones:

a) En primer lugar se traza una línea horizontal de aproximadamente veinte centímetros.

b) Se coloca un signo positivo (+) en la parte superior de la línea, el cual representará los puntos a favor en el problema:

c) A continuación se coloca un signo negativo (-) en la parte superior de la línea, el cual representará los puntos en contra en dicho problema:

+

d) Tomando en cuenta cada uno de los elementos que afectan al problema se deberán colocar en la parte superior o inferior según corresponda.

e) Ahora se debe hacer un análisis de fuerzas que benefician y afectan al problema que representa la importancia que tiene el elevar la productividad.

B. ¿COMO ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD?

Se desea saber como elevar la productividad, para esto se aplicará un duagrama llamado Ishikawa o "Espina de Pescado" y para construirlo se deben seguir las siguientes indicaciones:

- a) trazar una linea horizontal de aproximadamente veinte centímetros.
- b) Enmarcar al final de la linea el problema a tratar.
- c) Tomando en cuenta cada uno de los elementos que afectan al problema (como recursos humanos, maquinaria y equipo, medio ambiente o materia prima), deben indicarse por medio de una linea inclinada, esta iniciando de la linea horizontal antes dibujada.
- d) Una vez que se traza la "Espina de Pescado" se deberá analizar cada uno de los putos que afectan al problema, dándole seguimiento a la misma metodología.

CONCEPTO DE ESTADISTICA.

LA ESTADISTICA ES LA CIENCIA QUE SE OCUPA DE LA REUNION DE TODOS LOS HECHOS QUE SE PUEDEN VALORAR NUMERICAMENTE PARA HACER COMPARACIONES ENTRE LAS CIFRAS Y OBTENER CONCLUSIONES.

IMPORTANCIA DE LA ESTADISTICA EN LA PRODUCTIVIDAD:

EL USO DE LA ESTADISTICA HOY EN DIA ES MUY IMPORTANTE, YA QUE NOS PERMITE ANALIZAR UN SIN NÚMERO DE SITUACIONES EN CUALQUIER AREA DEL CONOCIMIENTO O DE LA CIENCIA, POR EJEMPLO, PUEDE AYUDAR A UN PROFESOR DE ESCUELA PRIMARIA A EVALUAR SU TRABAJO DADO EL PROMEDIO DE CALIFICACIONES DE SUS ALUMNOS O EN UNA EMPRESA, UN OPERARIO PUEDE OBSERVAR SI SU TRABAJO ESTA CERCA O LEJOS DE LA REALIDAD MEDIANTE UN ANALISIS ESTADISTICO.

A CONTINUACION SE MENCIONAN ALGUNAS DE LAS VENTAJAS QUE PROPORCIONA EL USO DE LA ESTADISTICA:

- 1.- LAS GRAFICAS Y LAS TABLAS ESTADISTICAS AYUDAN A OBSERVAR Y ANALIZAR MAS CLARAMENTE LO QUE ESTA SUCEDIENDO EN UN ESTUDIO.
- 2.- ATRAVES DE UNA MUESTRA SE PUEDE OBTENER INFORMACION DE UNA POBLACION Y OBSERVAR SU COMPORTAMIENTO.
- 3.- AYUDA A DETECTAR ERRORES EN UN PROCESO.
- 4.- SIMPLIFICA EL TRABAJO.

ES DE ESPERARSE QUE UNA PERSONA QUE UTILICE LA ESTADISTICA TENGA UN MEJOR JUICIO PARA LA TOMA DE DECISIONES QUE LA QUE SOLO UTILIZA SU INTUICION O SU EXPERIENCIA, PUEDE DECIRSE QUE UNA COMBINACION DE DICHS FACTORES ES UNA OPCION IDEAL PARA LLEGAR A UN RESULTADO OPTIMO.

AL UTILIZAR LA ESTADISTICA COMO HERRAMIENTA PARA ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD, ESTA PERMITIRA TENER UN MEJOR CONTROL DEL PROCESO, LO CUAL SIGNIFICA UN AHORRO DE CAPITAL PARA LA EMPRESA, EL CUAL SE VE REFLEJADO EN LOS MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO, MANO DE OBRA, ETC.

*CONTROL
ESTADISTICO
DEL
PROCESO
(C.E.P.)*

OBJETIVO ESPECIFICO

**SE FAMILIARIZARA CON HERRAMIENTAS ARITMETICAS ASI COMO CON
LA CONSTRUCCION Y MANEJO DE GRAFICAS DE CONTROL**

ANTECEDENTES DE ARITMETICA**¿QUE ES ARITMETICA?**

LA ARITMETICA ES LA PARTE DE LAS MATEMATICAS QUE ESTUDIA LA COMPOSICION Y DESCOMPOSICION DE LA CANTIDAD REPRESENTADA POR NUMEROS. ESTO ES, SON LAS MODIFICACIONES QUE SE PUEDEN HACER CON LOS NUMEROS PARA LLEGAR A UN RESULTADO.

PARA UTILIZAR LA ARITMETICA SE DEBE TENER EN CUENTA LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

- NUMEROS ENTEROS.
- NUMEROS DECIMALES.
- RECTA NUMERICA.

NUMEROS ENTEROS.

LOS NUMEROS ENTEROS SON AQUELLOS QUE REPRESENTAN CANTIDADES EXACTAS EN SENTIDO POSITIVO Y NEGATIVO (NUMEROS ENTEROS POSITIVOS Y NEGATIVOS).

EL NOMBRE POSITIVO O NEGATIVO ES MERAMENTE CONVENCIONAL. UNO DE LOS SENTIDOS SE TOMA COMO POSITIVO Y EL OPUESTO COMO NEGATIVO. SIN EMBARGO LA COSTUMBRE HA ESTABLECIDO QUE HACIA LA DERECHA VAN LOS NUMEROS DE SIGNO POSITIVO Y AL IZQUIERDO LOS NEGATIVOS.

EJEMPLOS DE CANTIDADES POSITIVAS Y NEGATIVAS:

Ejemplo

\$750.00(pérdida)	:negativo
187m. sobre el nivel del mar	:positivo
\$840.00(ganancia)	:positivo
2m. bajo el nivel del mar	:negativo
22°C. sobre cero	:positivo
10°C. bajo cero	:negativo

LOS NUMEROS POSITIVOS SE DENOTAN POR EL SIGNO (+), O SIN SIGNO, POR EJEMPLO: +2, +9, +33, +6673 O 2, 9, 33 O 6673 Y LOS NUMEROS NEGATIVOS SE DENOTAN POR EL SIGNO (-) ES DECIR: -14, -2, -55, -991.

POR LO REGULAR LOS SIGNOS POSITIVOS SE ESCRIBEN SIN SIGNO.

MIENTRAS QUE EN LOS NUMEROS NEGATIVOS SIEMPRE SE ESCRIBE SU SIGNO.

A CADA NUMERO ENTERO POSITIVO SIEMPRE LE CORRESPONDE UN NUMERO ENTERO NEGATIVO, OPUESTO A EL.

ENTEROS POSITIVOS: 1, 2, 3, ...

ENTEROS NEGATIVOS: -1, -2, -3, ...

LOS ENTEROS POSITIVOS, EL CERO Y LOS ENTEROS NEGATIVOS FORMAN EL CONJUNTO DE LOS NUMEROS ENTEROS, CONJUNTO DENOMINADO POR LA LETRA Z:

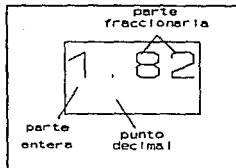
$Z = \{ \dots -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3 \dots \}$

SE DEBE HACER NOTAR QUE EL CERO NO ES NUMERO POSITIVO NI NEGATIVO.

NUMEROS DECIMALES:

LOS NUMEROS DECIMALES SON LOS FORMADOS POR UNA PARTE ENTERA Y UNA FRACCIONARIA. DICHA PARTE FRACCIONARIA INDICA UNA PARTE DE UN NUMERO QUE NO LLEGA A SER ENTERO. POR EJEMPLO SI SE TIENE UNA MANZANA Y SE CORTA EN DOS PARTES, SE TENDRAN DOS PARTES FRACCIONARIAS DE UNA ENTERA, QUE SERIA LA MANZANA.

PARA REPRESENTAR LA PARTE FRACCIONARIA SE ANOTA UN PUNTO LLAMADO PUNTO DECIMAL A LA DERECHA DEL NUMERO ENTERO, Y TODOS LOS NUMEROS QUE SE ESCRIBAN A LA DERECHA DEL PUNTO DECIMAL SERAN FRACCIONARIOS:



AL IGUAL QUE 13.2 O 213.982 O 105.86, LOS CUALES SON EJEMPLOS DE NUMEROS DECIMALES TAMBIEN.

SI SE COMPRO UN DULCE QUE TIENE UN VALOR DE UN PESO Y MEDIO (UN PESO CON CINCUENTA CENTAVOS), EL VALOR DE DICHO DULCE SE REPRESENTA \$ 1.50

EN ESTE CASO EL NUMERO 50 A LA DERECHA DEL PUNTO INDICA QUE SE TIENE UNA FRACCION DE 50 CENTECIMOS DE UN ENTERO, ES DECIR LA MITAD DEL ENTERO. SI EL VALOR DEL CARAMELO FUERA DE \$1.87 SIGNIFICARIA QUE SE TIENE UNA FRACCION DE 87 CENTECIMOS DE UN ENTERO.

ALGUNAS DE LAS FRACCIONES DE LOS NUMEROS ENTEROS SON:

0.1	un décimo
0.01	un centésimo
0.001	un milésimo
0.0001	un diezmilésimo
0.00001	un cienmilésimo
0.000001	un millonésimo

LOS NUMEROS DECIMALES TAMBIEN SE PUEDEN RESTAR, SUMAR, MULTIPLICAR, DIVIDIR, Y HASTA OBTENER SU RAIZ CUADRADA.

RECTA NUMERICA:

A LA FORMA DE REPRESENTAR NUMEROS POSITIVOS O NEGATIVOS EN UNA LINEA RECTA SE LE LLAMA RECTA NUMERICA.

LOS NUMEROS POSITIVOS SE SITUAN A LA DERECHA DEL ORIGEN, QUE ES EL CERO (0) Y LOS NEGATIVOS SE SITUAN A LA IZQUIERDA DEL ORIGEN.



HERRAMIENTAS DE LA ARITMETICA:

- A) SUMA
- B) RESTA
- C) MULTIPLICACION
- D) DIVISION
- E) POTENCIA
- F) RAIZ CUADRADA*
- G) PORCENTAJE*

* AUNQUE ESTOS TERMINOS NO SE DENOMINAN PROPIAMENTE COMO

CONCEPTOS DE ARITMETICA, SE MENCIONAN PORQUE TIENEN UNA RELACION ESTRECHA CON LA ESTADISTICA.

CABE DESTACAR QUE HOY EN DIA EL USO DE LAS MAQUINAS CALCULADORAS SON HERRAMIENTAS MUY IMPORTANTES PARA EL CALCULO DE OPERACIONES ARITMETICAS, YA QUE AHORRAN MUCHO TIEMPO Y DISMINUYE LAS PROBABILIDADES DE ERROR EN DICHOS CALCULOS, POR LO QUE TODOS LOS ANTECEDENTES DE ARITMETICA SE APOYARAN EN EL USO DE LA CALCULADORA.

A) SUMA.

LA SUMA ES LA OPERACION MAS SENCILLA DE LAS MATEMATICAS Y CONSISTE EN AGREGAR UN NUMERO A OTRO.

LA SUMA SE REPRESENTA POR EL SIMBOLO "+" Y SE LE CONOCE COMO "MAS" [+].

EJEMPLO:

$$3 + 4 = 7$$

DONDE:

3: ES EL PRIMER NUMERO

+: (MAS) ES EL SIMBOLO DE LA SUMA QUE SIGNIFICA QUE AL PRIMER NUMERO SE LE AGREGARA EL SIGUIENTE.

4: ES EL NUMERO QUE SE LE ESTA AGREGANDO AL PRIMERO.

=: (IGUAL A) ES EL SIMBOLO QUE SE UTILIZA PARA ASOCIAR LAS CANTIDADES, EN ESTE CASO SIGNIFICA QUE EL RESULTADO DE TRES MAS CUATRO ES IGUAL A OTRO VALOR, ES DECIR ESTA ASOCIANDOLA SUMA CON SU VALOR CORRESPONDIENTE DESPUES DE EFECTUAR LA OPERACION.

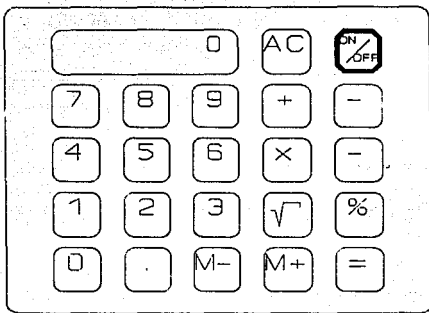
7: ES EL RESULTADO DE LA OPERACION REALIZADA, SIGNIFICA QU AL AGREGAR CUATRO AL TRES NOS VA A RESULTAR SIETE.

LA OPERACION REALIZADA SE LEE:

TRES MAS CUATRO IGUAL A SIETE.

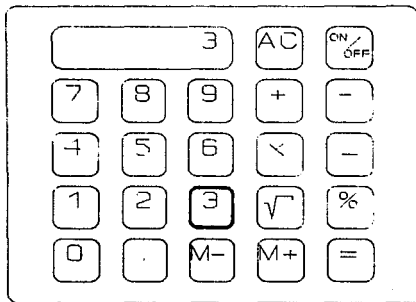
UTILIZANDO LA CALCULADORA, LA OPERACION SE REALIZARIA DE LA SIGUIENTE MANERA:

1. ENCENDER LA CALCULADORA, ESTO ES APRETAR EL BOTON [ON] COMO SE INDICA A CONTINUACION:



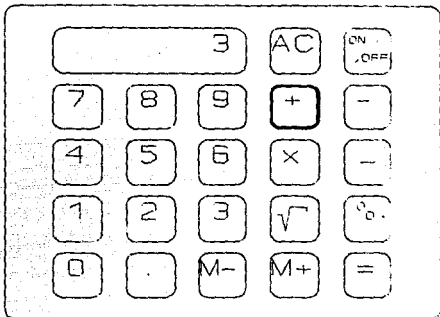
SE DEBE VERIFICAR QUE APAREZCA EL CERO EN LA PANTALLA.

2. OPRIMIR EN LA CALCULADORA EL PRIMER NUMERO, PARA EL CASO ANTERIOR ES EL NUMERO TRES [3], ESTO ES:



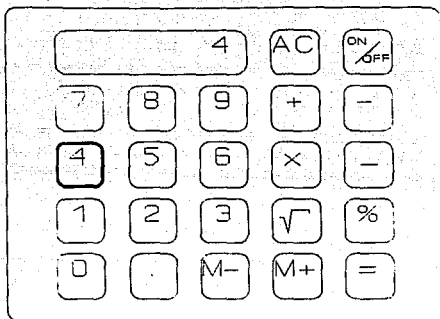
SE DEBE AHORA VERIFICAR QUE APAREZCA EL NUMERO TRES EN LA PANTALLA.

3.- OPRIMIR EN LA CALCULADORA EL SIMBOLO DE LA SUMA QUE ES EL MAS [+], ESTO ES:



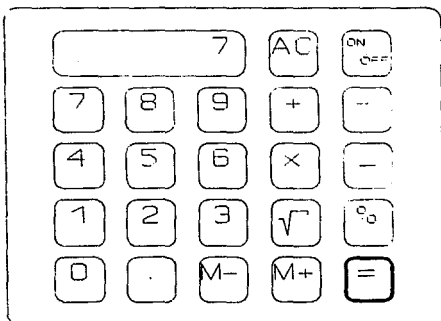
AQUI SE NO SE OBSERVARA NINGUN CAMBIO EN LA PANTALLA, PERO LA CALCULADORA YA RECIBIO EL MENSAJE DE REALIZAR LA OPERACION "SUMA".

4.- OPRIMIR EL SEGUNDO NUMERO DE LA SUMA, PARA EL EJEMPLO SERIA EL NUMERO CUATRO [4] ESTO ES:



OBSERVAR QUE EN LA PANTALLA SE BORRO EL NUMERO TRES [3] Y EN SU LUGAR APARECIO EL NUMERO CUATRO [4], ESTO SE DEBE A QUE LA MAQUINA CALCULADORA YA REGISTRO EL NUMERO Y EL SIMBOLO ANTERIORES Y SE PREPARA PARA EL RESULTADO.

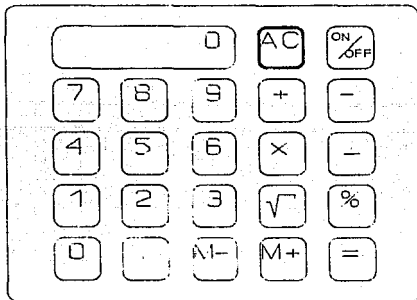
5.- OPRIMIR EN LA CALCULADORA EL SIMBOLO QUE NOS DARA EL RESULTADO DE LA OPERACION QUE ES EL IGUAL [=], ESTO ES:



SE OBSERVA QUE AL OPRIMIR ESTA TECLA, DESAPARECE EL CUATRO [4], ES DECIR EL SEGUNDO NUMERO Y APARECE EN SU LUGAR OTRO NUMERO, QUE ES EL RESULTADO DE LA OPERACION; EL NUMERO SIETE [7].

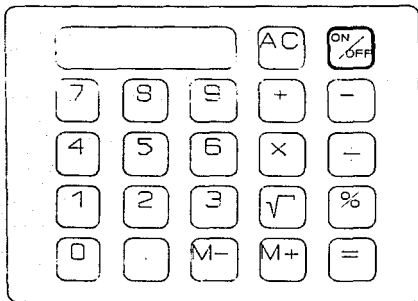
TRES MAS CUATRO IGUAL A SIETE.

6.- OPRIMIR LA TECLA [AC]



AL OPRIMIR ESTA TECLA SE BORRA LA INFORMACION QUE CONTIENE LA CALCULADORA Y ESTA LISTA PARA LA SIGUIENTE OPERACION. EXISTEN CALCULADORAS QUE EN LUGAR DE TENER LA TECLA [AC] TIENEN OTRA QUE DICE [AC/C], LO CUAL SIGNIFICA QUE AL APRETAR UNA VEZ LA TECLA, SE BORRA LA ULTIMA TECLA OPRIMIDA Y SE PUEDE CONTINUAR CON LA OPERACION, POR EJEMPLO SI AL TRATAR DE APRETAR EL CUATRO [4] HUBIERA HABIDO UN ERROR Y SE HUBIERA APRETADO EL CINCO [5], CON APRETAR UNA VEZ DICHA TECLA SE BORRADA EL CINCO Y APRETAR AHORA LA TECLA CORRECTA Y LA SUMA NO SE MODIFICA. AL APRETAR DOS VECES LA TECLA [AC/C] SE BORRA TODA LA INFORMACION QUE SE TENIA, Y LA CALCULADORA ESTA LISTA PARA LA SIGUIENTE OPERACION.

7.- OPRIMIR LA TECLA [OFF], ESTO ES:



CON ESTA TECLA SE APAGA LA CALCULADORA.

SUMA DE NUMEROS ENTEROS:

SE TIENEN LAS SIGUIENTES REGLAS PARA SUMAR NUMEROS ENTEROS:
 1º PARA SUMAR ENTEROS POSITIVOS SE SUMAN SUS VALORES Y AL RESULTADO SE LE PONE EL SIGNO (+) O REGULARMENTE NO SE LE PONE SIGNO Y SE SABE QUE ES UNA CANTIDAD POSITIVA.

EJ. SI UNA PERSONA TIENE EN SU CARTERA \$25.00 Y EN EL BOLSILLO TIENE \$105.00, LA CANTIDAD TOTAL DE DINERO QUE TIENE DICHA PERSONA ES:

$$\$25 + \$105 = \$130$$

2º PARA SUMAR NUMEROS ENTEROS NEGATIVOS SE SUMAN SUS VALORES Y AL RESULTADO SE LE PONE UN SIGNO (-)

EJ. SE LE DEBO A UN AMIGO \$20.00 (-20) Y A OTRO AMIGO DEBO \$35.00 (-35) EN TOTAL DEBO:

$$(-20) + (-35) = -\$55$$

SUMA DE NUMEROS DECIMALES.

LOS NUMEROS DECIMALES SE SUMAN DE LA MISMA MANERA QUE LOS ENTEROS, SOLO SE DEBE TENER CUIDADO CON LA COLOCACION DEL PUNTO DECIMAL.

LOS SUMANDOS (NUMEROS A SER AGREGADOS O SUMADOS) SE COLOCAN UNOS ARRIBA DE OTROS DE TAL MANERA QUE CORRESPONDAN LAS PARTES ENTERAS CON LAS FRACCIONARIAS, ES DECIR DECENAS SOBRE DECENAS, UNIDADES SOBRE UNIDADES, DECIMOS SOBRE DECIMOS, CENTECIMOS SOBRE CENTECIMOS, ETC. Y SIEMPRE EL PUNTO SOBRE EL OTRO PUNTO. EJEMPLO: SUMAR LOS SIGUIENTES NUMEROS:

$$\{0.35, 9.178, 13.5\}$$

SE COLOCAN LOS NUMEROS COMO SE MENCIONA ANTERIORMENTE:

$$\begin{array}{r} 0.35 \\ + 9.179 \\ + 13.5 \end{array}$$

DEBE HACERSE NOTAR QUE EL PUNTO DECIMAL ESTA EN LA MISMA COLUMNA.

EL SIGUIENTE PASO ES SUMAR LOS NUMEROS Y DEJAR EL PUNTO EN LA MISMA COLUMNA, ESTO ES:

$$\begin{array}{r} 0.35 \\ + 9.179 \\ + \underline{13.5} \\ \hline 23.029 \end{array}$$

B) RESTA O SUSTRACCION.

LA RESTA O SUSTRACCION CONSISTE EN QUITARLE UNA PARTE A UN NUMERO.

LA RESTA O SUSTRACCION SE REPRESENTA POR EL SIMBOLO "-" Y SE LE CONOCE COMO "MENOS" [-].

EJEMPLO:

$$4 - 3 = 1$$

RESTA DE NUMEROS ENTEROS.

PARA RESTAR ENTEROS CON EL MISMO SIGNO, SE RESTAN SUS VALORES Y AL RESULTADO SE LE PONE EL SIGNO QUE CORRESPONDA AL MAYOR DE LOS NUMEROS QUE SE RESTARON.

EJ.1 (SI AMBOS SON POSITIVOS) SI UNA PERSONA FABRICO 30 CINTURONES EN UN DIA, PERO CINCO DE ELLOS RESULTARON DEFECTUOSOS SE DESEA SABER CUANTOS DE ELLOS ESTAN EN BUEN ESTADO:

30 CINTURONES DE PRODUCCION

5 CINTURONES DEFECTUOSOS

EN TOTAL SE TIENEN:

$$30 - 5 = 25 \text{ CINTURONES EN BUEN ESTADO}$$

ES DECIR A LA PRODUCCION TOTAL LE QUITAMOS LOS QUE NO SERVIAN.

EJ.2 (SI AMBOS SON NEGATIVOS) SI LA TEMPERATURA AMBIENTAL ES CINCO GRADOS BAJO CERO, ES DECIR MENOS CINCO GRADOS, Y ESTA AUMENTA EN TRES GRADOS, ES DECIR MENOS TRES GRADOS, SE DESEA SABER LA TEMPERATURA ACTUAL, SE TIENE TIENE:

$$T.A. = -5^{\circ}\text{C}$$

$$\text{AUMENTO: } 3^{\circ}\text{C}$$

SE TIENE EN TOTAL:

$$3^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C} = -2^{\circ}\text{C}$$

NOTESE QUE EL RESULTADO LLEVA EL SIGNO DEL MAYOR DE LOS NUMEROS, EN ESTE CASO ES -5.

RESTA DE NUMEROS DECIMALES.

LOS NUMEROS DECIMALES SE RESTAN DE LA MISMA MANERA QUE LOS ENTEROS, SOLO SE DEBE TENER CUIDADO CON LA COLOCACION DEL PUNTO DECIMAL AL IGUAL QUE EN LA SUMA.

LOS NUMEROS A SER RESTADOS SE COLOCAN UNOS ARRIBA DE OTROS DE TAL MANERA QUE CORRESPONDAN LAS PARTES ENTERAS CON LAS FRACCIONARIAS, ES DECIR DECENAS SOBRE DECENAS, UNIDADES SOBRE UNIDADES, DECIMOS SOBRE DECIMOS, CENTECIMOS SOBRE CENTECIMOS,

ETC. Y SIEMPRE EL PUNTO SOBRE EL OTRO PUNTO.

EJEMPLO: RESTAR 4.52 A 6.78

SE COLOCAN LOS NUMEROS COMO SE MENCIONO ANTERIORMENTE:

$$\begin{array}{r} 6.78 \\ - 4.52 \\ \hline \end{array}$$

DEBE HACERSE NOTAR QUE EL PUNTO DECIMAL ESTA EN LA MISMA COLUMNA.

EL SIGUIENTE PASO ES RESTAR LOS NUMEROS Y DEJAR EL PUNTO EN LA MISMA COLUMNA, ESTO ES:

$$\begin{array}{r} 6.78 \\ - 4.52 \\ \hline 2.26 \end{array}$$

C) MULTIPLICACION.

LA MULTIPLICACION ES UNA SUMA REPETIDA, ES DECIR SE SUMA UN NUMERO TANTAS VECES COMO ESTE SE INDIQUE.

LA MULTIPLICACION SE REPRESENTA POR EL SIMBOLO "X" Y SE LE CONOCE COMO "POR" [X].

EJEMPLO:

$$6 \times 4 = 24$$

O SEA SUMAR CUATRO VECES SEIS:

$$6 + 6 + 6 + 6 = 24$$

MULTIPLICACION DE NUMEROS ENTEROS.

SE TIENEN LAS SIGUIENTES REGLAS PARA MULTIPLICAR NUMEROS ENTEROS:

1º PARA MULTIPLICAR ENTEROS CON EL MISMO SIGNO SE MULTIPLICAN SUS VALORES Y AL RESULTADO SE LE PONE EL SIGNO POSITIVO (+), YA SEA QUE LOS NUMEROS SEAN POSITIVOS O NEGATIVOS.

EJ. SI UNA PERSONA AL TRABAJAR PRODUCE 50 CARTERAS EN CADA HORA Y TRABAJA 7 HORAS DIARIAS, SE DESEA SABER CUANTAS CARTERAS PRODUCE EN TOTAL AL DIA:

PRODUCCION: 50 CARTERAS POR DIA

TIEMPO: 7 HORAS AL DIA

SE TIENE DE PRODUCCION TOTAL:

$$50 \times 7 = 350$$

ENTONCES EL TRABAJADOR FABRICA 350 CARTERAS DIARIAS.

ESTA DUE UNA MULTIPLICACION DE DOS NUMEROS POSITIVOS Y EL SIGNO QUE SE LE ASZOCIA AL RESULTADO ES POSITIVO, SI SE MULTIPLICARAN DOS NUMEROS NEGATIVOS, EL RESULTADO SERIA TAMBIEN POSITIVO. EJ. SI SE MULTIPLICARAN -12 Y -8 , SE TENDRIA:

$$-12 \times -8 = 256$$

EL RESULTADO ES POSITIVO Y POR LO MISMO NO SE LE ANOTA EL SIGNO.

2º PARA MULTIPLICAR NUMEROS ENTEROS CON SIGNO CONTRARIO SE MULTIPLICAN SUS VALORES Y AL RESULTADO SE LE PONE UN SIGNO NEGATIVO (-).

EJ1. MULTIPLICAR 60 POR -7 , SE TIENE:

$$60 \times -7 = -420$$

EL SIGNO DEL RESULTADO ES NEGATIVO.

EJ2. MULTIPLICAR -45 POR 3, SE TIENE:

$$-45 \times 3 = -135$$

EL SIGNO DEL RESULTADO ES TAMBIEN NEGATIVO, POR LO CUAL SE CONCLUYE QUE LA COLOCACION DE LOS NUMEROS AL MULTIPLICARLOS NO IMPORTA.

DADAS LAS REGLAS ANTERIORES SE PUEDE ESCRIBIR UNA TABLA EN LA

QUE SE ANOTEN LOS SIGNOS EN LA MULTIPLICACION:

	POS	NEG
POS	POS	NEG
NEG	NEG	POS

+	×	+	=	+
-	×	-	=	+
+	×	-	=	-
-	×	+	=	-

EXISTEN DIFERENTES NOTACIONES PARA REPRESENTAR UNA MULTIPLICACION APARTE DEL SIGNO "X", Y ESTAS SON:

PARENTESIS: CUANDO LOS NUMEROS SE SEPARAN POR PARENTESIS SIGNIFICA QUE SE ESTAN MULTIPLICANDO, ES DECIR:

(5) (7) ES LO MISMO QUE 5 X 7 O 5 (7)

PUNTO: CUANDO LOS NUMEROS SE SEPARAN POR UN PUNTO TAMBIEN SE ESTAN MULTIPLICANDO, ES DECIR:

5·7 ES LO MISMO QUE 5 (7) O 5 X 7

ASTERISCO (*): EL ASTERISCO TIENE EL MISMO SIGNIFICADO QUE EL SIGNO "X", ES DECIR:

5 * 7 ES LO MISMO QUE 5 X 7 O 5·7 O 5 (7)

MULTIPLICACION DE NUMEROS DECIMALES.

PARA MULTIPLICAR NUMEROS DECIMALES AL PRINCIPIO SE HACE IGUAL QUE LOS ENTEROS, NO SE TOMAN EN CUENTA LAS PARTES DECIMALES Y SE PROCEDE A REALIZAR LA MULTIPLICACION COMO SI FUERAN TODOS ENTEROS, Y CUANDO SE OBTENGA EL RESULTADO, SE CUANTAN LA CANTIDAD DE NUMEROS DECIMALES QUE HAY EN AMBOS NUMEROS, Y ESA CANTIDAD SERA EL NUMERO DE DECIMALES QUE SE LE PONDRAN AL RESULTADO.

EJ. MULTIPLICAR 54.56 Y 3.778:

PRIMERO SE MULTIPLICAN SIN TOMAR EN CUENTA LOS DECIMALES:

$$5456 \times 3778 = 20\ 612\ 768$$

ES EL RESULTADO COMO SI FUERAN ENTEROS, AHORA SE CUENTAN LOS NUMEROS DECIMALES EN CADA NUMERO (LOS NUMEROS A LA

DERECHA DEL PUNTO DECIMAL):

EL PRIMER NUMERO 54.56 TIENE DOS DECIMALES Y EL SEGUNDO 3.778 TIENE TRES DECIMALES, LO QUE EN TOTAL HACE CINCO NUMEROS DECIMALES QUE SON LOS QUE SE COLOCARAN EN EL RESULTADO, CONTANDOLOS DE DERECHA A IZQUIERDA, ESTO ES:

20 612 768

206.12768

SI AL CONTAR LOS NUMEROS A LA DERECHA SE ACABAN LOS NUMEROS, ESTOS SE SUSTITUYEN CON CEROS. EJ. SI SE MULTIPLICAN 0.2 Y 0.06, SE TIENE:

2 X 6= 12

SE TIENEN EN TOTAL TRES DECIMALES, ENTONCES QUEDARIA

0.012

EN LA CALCULADORA SE DEBE ANOTAR EL PUNTO DE CADA NUMERO ADECUADAMENTE Y EL RESULTADO SE OBTIENE DIRECTAMENTE.

D) DIVISION.

LA DIVISION ES LA OPERACION INVERSA DE LA MULTIPLICACION, ES DECIR SE TRATA DE ENCONTRAR UN NUMERO QUE QUEPA EN OTRO TANTAS VECES COMO ESTE INDICADO.

LA DIVISION SE REPRESENTA POR EL SIMBOLO "÷" Y SE LE CONOCE COMO "ENTRE" [÷].

EJEMPLO:

$$24 \div 4 = 6$$

ES SEIS CABE CUATRO VECES EN EL VEINTICUATRO:

$$6 + 6 + 6 + 6 = 24$$

EN LA DIVISION SI IMPORTA EL ORDEN DE LOS FACTORES, NO COMO EN LA MULTIPLICACION, YA QUE DE ELLO DEPENDE EL RESULTADO, NO ES LO MISMO DIVIDIR $4 \div 8$ QUE $8 \div 4$, EL RESULTADO ES DIFERENTE.

EL NUMERO BASE SE LLAMA NUMERADOR MIENTRAS QUE EL NUMERO ENTRE EL QUE SE ESTA DIVIDIENDO SE LLAMA DENOMINADOR, ENTONCES LA DIVISION SE LEE: NUMERADOR ENTRE DENOMINADOR, Y AL RESULTADO SE LE LLAMA COCIENTE.

$$\begin{array}{l} \text{numerador} \quad 8 \\ \hline \text{denominador} \quad 4 \end{array} = 2 \text{ cociente}$$

NOTACION DE DIVISION.

EXISTEN DIFERENTES NOTACIONES PARA REPRESENTAR LA DIVISION APARTE DEL SIGNO "+", Y ESTAS SON:

DIAGONAL: CUANDO LOS NUMEROS SE SEPARAN POR UNA DIAGONAL SIGNIFICA QUE SE ESTAN DIVIDIENDO, Y EL PRIMERO ES EL NUMERADOR Y EL SEGUNDO EL DENOMINADOR, ES DECIR:

$$7 / 5 \text{ ES LO MISMO QUE } 7 \div 5$$

OTRA NOTACION ES SEPARARLOS POR UNA LINEA HORIZONTAL PONIENDO EL NUMERADOR EN LA PARTE DE ARRIBA Y EL DENOMINADOR EN LA DE ABAJO, ESTO ES:

$$\frac{7}{5} = 7 / 5$$

DIVISION DE NUMEROS ENTEROS.

SE TIENEN LAS SIGUIENTES REGLAS PARA DIVIDIR NUMEROS ENTEROS:

1º PARA DIVIDIR NUMEROS ENTEROS CON EL MISMO SIGNO SE DIVIDEN SUS VALORES (NUMERADOR ENTRE DENOMINADOR SIEMPRE) Y AL RESULTADO SE LE PONE EL SIGNO POSITIVO (+), YA SEA QUE LOS NUMEROS SEAN POSITIVOS O NEGATIVOS.

EJ. SI UNA PERSONA AL TRABAJAR FABRICA 350 CAMISAS EN UN DIA Y TRABAJA 7 HORAS DIARIAS, SE DESEA SABER CUANTAS CAMISAS PRODUCE POR HORA DE TRABAJO:

PRODUCCION: 350 CARTERAS POR DIA

TIEMPO: 7 HORAS AL DIA

SE TIENE DE PRODUCCION POR HORA DE:

$$350 \div 7 = 50$$

ENTONCES EL TRABAJADOR FABRICA 50 CARTERAS POR HORA DE TRABAJO. ES DECIR EL 50 CABE 7 VECES EN EL 350.

SI SE DIVIDEN DOS NUMEROS NEGATIVOS, EL RESULTADO SERIA TAMBIEN POSITIVO. EJ. SI SE DIVIDE -56 ENTRE -8, SE TENDRIA:

$$-56 \div -8 = 7$$

EL RESULTADO ES POSITIVO Y POR LO MISMO NO SE LE ANOTA EL SIGNO.

DEBE NOTARSE QUE SI SE MULTIPLICA EL RESULTADO (COCIENTE) POR EL DENOMINADOR, RESULTA DEL NUMERADOR, ES DECIR:

$$7 \times (-8) = -56$$

2º PARA DIVIDIR NUMEROS ENTEROS CON SIGNO CONTRARIO SE DIVIDEN SUS VALORES Y AL RESULTADO SE LE PONE UN SIGNO NEGATIVO (-).

EJ1. DIVIDIR 60 ENTRE DIEZ, SE TIENE:

$$60 \div (-10) = -6$$

EL SIGNO DEL RESULTADO ES NEGATIVO.

EJ2. DIVIDIR -45 ENTRE 3, SE TIENE:

$$(-45) \div 3 = -15$$

EL SIGNO DEL RESULTADO ES TAMBIEN NEGATIVO.

DADAS LAS REGLAS ANTERIORES DE LOS SIGNOS SE OBSERVA QUE SON LAS MISMAS QUE LA MULTIPLICACION.

EXISTEN DIVISIONES EN LAS CUALES EL RESULTADO NO ES EXACTO, ES DECIR SE TIENE UN RESIDUO DE LA DIVISION, POR EJEMPLO:

$$39 \div 6 = 6$$

PERO AL REALIZAR LA MULTIPLICACION DEL DENOMINADOR POR EL COCIENTE NOS RESULTA:

$$6 \times 6 = 36$$

FALTANDO TRES UNIDADES PARA EL NUMERADOR QUE ES 39, A ESAS TRES UNIDADES SE LE LLAMA RESIDUO. A ESTE TIPO DE DIVISIONES SE LES DENOMINA DE COCIENTE APROXIMADO, YA QUE ES CERCANO AL VALOR QUE SE BUSCABA, PERO NO EXACTO.

PARA OBTENER UN COCIENTE MAS APROXIMADO SE UTILIZA EL PUNTO DECIMAL OBTENIENDOSE UN NUMERO FORMADO POR UNA PARTE ENTERA Y UNA DECIMAL.

SI EN LA CALCULADORA DE SE DIVIDE 39 ENTRE 6 EL RESULTADO SERIA:

$$39 \div 6 = 6.5$$

PARA REALIZAR ESTA OPERACION SE COLOCA EL PUNTO A LA DERECHA DE LA PARTE ENTERA, EN ESTE CASO EL SEIS Y EL

RESIDUO SE COLOCA DEBAJO DEL NUMERADOR Y PARA CONTINUAR CON LA OPERACION SE LE AGREGA UN CERO AL MISMO RESIDUO FORMANDOSE AHORA EL NUMERO 30, EL CUAL TOMARA AHORA LA FUNCION DEL NUMERADOR, HACIENDO LA OPERACION RESULTA:

$$\begin{array}{r} 6.5 \\ 6 \overline{)39} \\ \underline{30} \\ 0 \end{array}$$

EL RESIDUO AHORA ES CERO, LO CUAL INDICA QUE LA DIVISION AHORA ES EXACTA. PARA COMPROBAR SE MULTIPLICA NUMERADOR POR COCIENTE:

$$6 \times 6.5 = 39$$

HAY OCACIONES EN QUE EL RESIDUO NO SERA CERO, POR EJEMPLO SI SE DIVIDE 39 ENTRE 4 SE TIENE:

$$\begin{array}{r} 9.7 \\ 4 \overline{)39} \\ \underline{30} \\ 2 \end{array}$$

AHORA EL RESIDUO ES 2, LO CUAL INDICA QUE LA DIVISION ES INEXACTA, PERO SI APROXIMADA.

SI SE MULTIPLICA DENOMINADOR POR COCIENTE, SE TIENE:

$$4 \times 9.7 = 38.8$$

EL 38.8 ES APROXIMADO AL 39, QUE ES EL DENOMINADOR.

LA DIVISION SE PUEDE HACER TAN APROXIMADA COMO SE DESEE, LO QUE SE TIENE QUE HACER PARA ESTO ES AGREGAR UN CERO A CADA RESIDUO Y CONTINUAR CON LA OPERACION, HASTA QUE SE DESEE.

DIVISION DE NUMEROS DECIMALES.

PARA DIVIDIR NUMEROS DECIMALES AL PRINCIPIO SE HACE IGUAL QUE EN LA MULTIPLICACION, NO SE TOMAN EN CUENTA LAS PARTES DECIMALES Y SE PROCEDE A REALIZAR LA DIVISION COMO SI FUERAN ENTEROS, Y CUANDO SE OBTENGA EL RESULTADO, SE CUENTA

LA CANTIDAD DE NUMEROS DECIMALES QUE HAY EN AMBOS NUMEROS, EN ESTE CASO, SE RESTA LA CANTIDAD DE CIFRAS DECIMALES DEL NUMERADOR MENOS LAS DEL DENOMINADOR Y EL RESULTADO DE DICHA RESTA ES EL NUMERO QUE LLEVARA EL RESULTADO DE LA DIVISION, COMENZANDOSE A CONTAR DE DERECHA A IZQUIERDA.

EJ. DIVIDIR 54.12 ENTRE 1.2:

PRIMERO SE DIVIDEN SIN TOMAR EN CUENTA LOS DECIMALES:

$$5412 \div 12 = 451$$

ES EL RESULTADO COMO SI FUERAN ENTEROS, AHORA SE CUENTAN LOS NUMEROS DECIMALES EN CADA NUMERO (LOS NUMEROS A LA DERECHA DEL PUNTO DECIMAL):

EL PRIMER NUMERO 54.12 TIENE DOS DECIMALES Y EL SEGUNDO 12 TIENE UN DECIMAL, AL HACER LA RESTA QUEDA UN NUMERO DECIMAL QUE ES EL QUE SE COLOCARA EN EL RESULTADO, CONTANDOLO DE DERECHA A IZQUIERDA, ESTO ES:

$$451$$

$$45.1$$

SI SE MULTIPLICA EL DENOMINADOR POR EL COCIENTE, SE TIENE:

$$1.2 \times 45.1 = 54.12$$

54.12 ES EL NUMERADOR DE LA DIVISION.

SI RESULTADO AL TOMAR SOLO NUMEROS ENTEROS FUERA UN NUMERO FRACCIONARIO, EL NUMERO DE CASILLAS EN QUE SE COLOCARA EL PUNTO SE COMIENZA A CONTAR DESDE DONDE HAYA QUEDADO EL PUNTO DE LA DIVISION, ES DECIR SI SE DIVIDE 55.39 ENTRE 1.8:

$$5539 \div 18 = 307.72$$

ESTO FUE TOMANDOS COMO ENTEROS, AHORA SE DEBEN CONTAR LAS CIFRAS DECIMALES: EL NUMERADOR TIENE DOS Y EL DENOMINADOR TIENE UNA CIFRA DECIMAL, POR LO QUE NOS QUEDA EN EL RESULTADO UNA CIFRA DECIMAL MAS COLOCADA A LA IZQUIERDA DEL PUNTO:

$$307.72$$

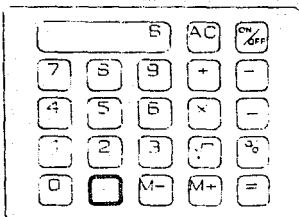
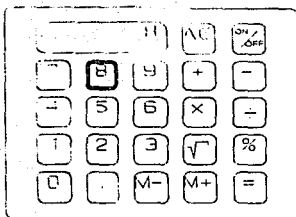
SE RECORRE UNA CIFRA EL PUNTO:

$$30.772$$

EN LA CALCULADORA SI SE COLOCAN LOS PUNTOS, EL RESULTADO SE OBTIENE DIRECTAMENTE.

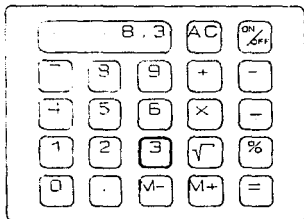
POR EJEMPLO PARA DIVIDIR $8.3 \div 4.2$ EN LA CALCULADORA SE SEGUIRIA EL SIGUIENTE METODO:

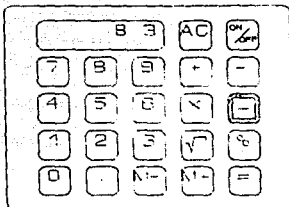
DESPUES DE ENCENDER
LA CALCULADORA SE DEBE
OPRIMIR LA TECLA DEL
NUMERO OCHO:



POSTERIORMENTE SE OPRIME
EL
PUNTO DECIMAL

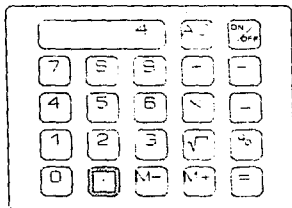
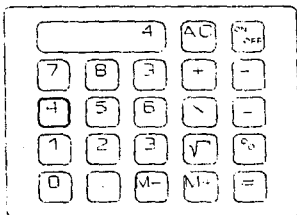
DESPUES SE OPRIME EL
NUMERO
FRACCIONARIO, QUE EN ESTE
CASO
ES TRES:





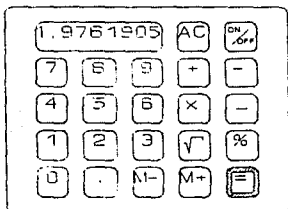
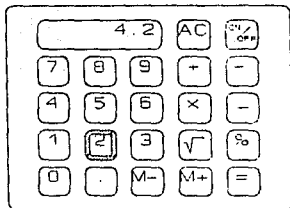
DESPUES SE OPRIME EL
SIGNO DE LA DIVISION(\div),
QUE ES LA OPERACION QUE
SE DESEA
REALIZAR.

A CONTINUACION SE
ANOTA EL SIGUIENTE
NUMERO COMENZANDO
POREL CUATRO



DESPUES SE ANOTA EL
PUNTO DECIMAL

DESPUES SE ANOTA LA
PARTE FRACCIONARIA
DEL SEGUNDO NUMERO:



POR ULTIMO SE OPRIME LA
TECLA
DEL SIGNO DE IGUAL [=]
PARA
OBTENER EL RESULTADO.

LO CUAL INDICA QUE AL DIVIDIR 8.3 ENTRE 4.2 RESULTA
1.9761905
SI DICHO NUMERO SE DESEARA REDONDEAR A DOS CIFRAS SE
TENDRIA:

1.98

E) POTENCIACION

LA POTENCIACION ES UNA SERIE DE MULTIPLICACIONES SUCESIVAS, ES DECIR, UN NUMERO SE MULTIPLICARA POR SI MISMO TANTAS VECES COMO ESTE INDICADO. LA NOTACION ES LA SIGUIENTE:

$$4^3$$

/
—

numero base potencia a la que se eleva

LO CUAL SIGNIFICA QUE EL CUATRO SE MULTIPLICARA POR SI MISMO TRES VECES, ES DECIR:

$4 \times 4 \times 4 = 64$ $4^3 = 64$
--

4 ELEVADO A LA TERCERA POTENCIA ES IGUAL A 64

EN POTENCIACION SE DEBEN TOMAR EN CUANTA LAS SIGUIENTES REGLAS:

- CUANDO SE OBTIENE LA POTENCIA DE UN NUMERO, SE DICE QUE ESTE SE ESTA ELEVANDO A DICHA POTENCIA, EN EL EJEMPLO ANTERIOR, SE ELEVO CUATRO A LA POTENCIA TRES.
- UN NUMERO ELEVADO A LA POTENCIA UNO (1) ES IGUAL A ESE MISMO NUMERO, ES DECIR:

$$5^1 = 5$$

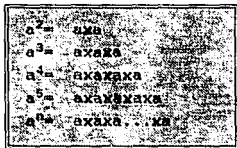
- UN NUMERO ELEVADO A LA POTENCIA CERO (0) ES IGUAL A UNO SIEMPRE:

$$7^0 = 1$$

- UN NUMERO ELEVADO A LA POTENCIA DOS SE DICE QUE SE ESTA ELEVANDO AL CUADRADO, Y UN NUMERO ELEVADO A LA POTENCIA TRES SE ESTA ELEVANDO AL CUBO.

CON EL USO DE LA CALCULADORA LA OPERACION DE ELEVAR AL CUADRADO RESULTA MUY SENCILLA, SOLO HAY QUE ANOTAR EL NUMERO A SER ELEVADO Y MULTIPLICARLO POR SI MISMO. O EN OTRAS CALCULADORAS EXISTE LA TECLA QUE ELEVA AL CUADRADO, EN ESTE CASO SE DEBE ANOTAR EL NUMERO A SER ELEVADO Y LA TECLA QUE INDIQUE ELEVAR AL CUADRADO, OBTENIENDOSE EL RESULTADO DIRECTAMENTE.

SI SE DESEA ELEVAR UN NUMERO A LA POTENCIA 3 (AL CUBO) SE DEBE MULTIPLICAR DICHO NUMERO POR SI MISMO TRES VECES. Y ASI SUCESIVAMENTE SI SE DESEA ELEVAR A CUALQUIER POTENCIA, ESTO ES:



DONDE: "a" ES CUALQUIER NUMERO

"n" ES LA POTENCIA A LA QUE SE ELEVA "a"

EJEMPLO:

ELEVAR AL CUADRADO EL NUMERO 5:

PARA ELEVAR AL CUADRADO EL NUMERO CUNCO SE DEBE REALIZAR EN LA CALCULADORA LA OPERACION DE 5 X 5 Y SE OBTENDRA EL RESULTADO, ES DECIR:

$$5^2 = 5 \times 5 = 25$$

F) RAIZ CUADRADA.

LA RAIZ CUADRADA ES LA OPERACION INVERSA A ELEVAR UN NUMERO A LA POTENCIA DOS O AL CUADRADO, ES DECIR, SE DEBE ENCONTRAR UN NUMERO QUE MULTIPLICADO POR SI MISMO RESULTE EL NUMERO QUE SE PIDE, ES DECIR:

LA RAIZ CUADRADA DE 9 SE OBTIENE MULTIPLICANDO TRES POR TRES, YA QUE SU RESULTADO ES NUEVE, EN OTRAS PALABRAS TRES ES LA RAIZ CUADRADA DE NUEVE.

LA NOTACION DE LA RAIZ CUADRADA DEL 9 ES LA SIGUIENTE:

$$\sqrt{9} = 3$$

LA RAIZ CUADRADA DE NUEVE ES IGUAL A TRES.

NO TODOS LOS NUMEROS TIENEN COMO RESULTADO UNA RAIZ CUADRADA ENTERA, POR EJEMPLO LA RAIZ CUADRADA DE 10 ES:

$$\sqrt{10} = 3.16$$

PORQUE 3.16 POR 3.16 ES IGUAL A DIEZ.

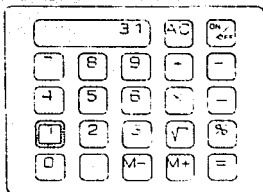
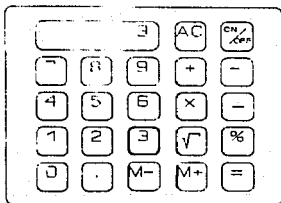
LOS RESULTADOS ANTERIORES SE OBTUVIERON ATRAVES DEL USO DE LA CALCULADORA.

EN LA CALCULADORA LA OBTENCION DE LA RAIZ CUADRADA ES MUY SENCILLA, SOLO SE DEBE ANOTAR EL NUMERO Y DESPUES OPRIMIR LA TECLA DE LA RAIZ CUADRADA ($\sqrt{\quad}$) Y SE OBTIENE EL RESULTADO DIRECTAMENTE.

EJEMPLO:

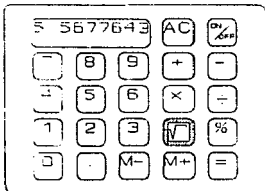
ENCONTRAR LA RAIZ CUADRADA DE 31:

DESPUES DE ENCENDER LA CALCULADORA SE ESCRIBE EL NUMERO DESEADO, EN ESTE CASO EL 31 COMENZANDO POR EL TRES:



POSTERIORMENTE SE ESCRIBE EL NUMERO UNO PARA TENER EL NUMERO COMPLETO.

PARA OBTENER LA RAIZ CUADRADA SE OPRIME LA TECLA QUE INDICA DICHA OPERACION Y EL RESULTADO APARECE INMEDIATAMENTE. OBSERVESE QUE NO SE DEBE OPRIMIR LA TECLA DE IGUAL [=] PARA OBTENER EL RESULTADO.



G) PORCENTAJE (TANTO POR CIENTO)

EL PORCENTAJE O TANTO POR CIENTO REPRESENTA UNA COMPARACION ENTRE UN NUMERO CON EL NUMERO CIEN, Y TIENE LA FINALIDAD DE HACER MAS FACIL LA COMPRENCION DE UN RESULTADO. EL TANTO POR CIENTO DE UN NUMERO SE INDICA CON EL SIMBOLO [%], QUE SE LEE "POR CIENTO". PARA CALCULAR EL "TANTO POR CIENTO" DE UN NUMERO SE MULTIPLICA EL NUMERO POR EL "TANTO POR CIENTO" Y SE DIVIDE ENTRE CIEN.

EJEMPLO 1:

SE DESEA CALCULAR EL 15 POR CIENTO (15%) DEL NUMERO 360
ESTO ES:

$$\frac{360 \times 15}{100} = 54$$

PARA CONVERTIR UNA FRACCION COMUN EN UN TANTO POR CIENTO, BASTA DIVIDIR EL NUMERADOR ENTRE EL DENOMINADOR Y MULTIPLICAR EL RESULTADO POR CIEN Y COLOCAR EL SIMBOLO DEL TANTO POR CIENTO A LA DERECHA DEL RESULTADO.

EJEMPLO 2:

CONVERTIR 3/4 EN TANTO POR CIENTO, ESTO ES:

$$\begin{array}{r} 0.75 \\ 4 \overline{) 3.00} \\ \underline{3 } \\ 0 \\ \underline{20} \\ 0 \end{array}$$

$$0.75 \times 100 = 75\%$$

CUANDO SE DESEA CALCULAR EL TANTO POR CIENTO DE UN NUMERO, ESTE EQUIVALE A CALCULAR EL TANTO POR CIENTO QUE REPRESENTA UNA FRACCION.

EJEMPLO 3:

¿QUE TANTO POR CIENTO DE 100 REPRESENTA 15?

$$\begin{array}{r} 0.15 \\ 100 \overline{)15.00} \\ \underline{15 \ 0} \\ 5 \ 00 \\ \underline{5 \ 00} \\ 0 \end{array}$$

$$0.15 \times 100 = 15\%$$

EL 15% DE 100 ES IGUAL A 15.

EN FORMA GENERAL SE PUEDE REPRESENTAR EL PORCENTAJE O TANTO POR CIENTO DE UN NUMERO MEDIANTE LA SIGUIENTE RELACION:

$$n\% \text{ de } a = \frac{n}{100} \times a$$

DONDE:

n: REPRESENTA EL PORCENTAJE O TANTO POR CIENTO.

a: ES EL NUMERO AL QUE SE DESEA OBTENER SU PORCENTAJE.

H) REDONDEO

EL REDONDEO DE NUMEROS CONSISTE EN ELIMINAR CIFRAS DECIMALES CON TAL DE HACER LOS NUMEROS MAS FACILES DE MANIPULAR, Y QUE SEAN REPRESENTATIVOS.

LA TECNICA PARA REDONDEAR NUMEROS ES COMO SE MUESTRA A CONTINUACION:

1. SE DEBE ESTABLECER CUANTAS CIFRAS DECIMALES SE DESEAN MANIPULAR.

2. SE DEBEN OMITIR LOS NUMEROS FRACCIONARIOS QUE SE ENCUENTREN A LA DERECHA DE LOS NUMEROS QUE SE DECIDIERON MANIPULAR, POR EJEMPLO SI EN UN PRINCIPIO SE DESEARON MANEJAR TRES CIFRAS DECIMALES Y SE TIENE EL NUMERO 6.4324186, EL NUMERO REDONDEADO SERA: 6.432

3. SI EL PRIMER NUMERO A OMITIR ES MAYOR O IGUAL A CINCO, EL SIGUIENTE NUMERO AUMENTARA EN UNA FRACCION, POR EJEMPLO SI SE DESEAN MANEJAR DOS CIFRAS DECIMALES Y SE TIENE EL NUMERO 4.376, EL NUMERO SEIS DESAPARECERA, PERO EL NUMERO SIETE SE CONVERTIRA EN OCHO, POR LO TANTO EL NUMERO REDONDEADO QUEDARA 4.38

4. SI EL PRIMER NUMERO A OMITIR ES MENOR QUE CINCO, EL NUMERO QUEDARA TAL Y COMO ESTA. POR EJEMPLO SI SE DESEA REDONDEAR EL NUMERO 9.765419 Y SE DESEAN MANEJAR TRES CIFRAS DECIMALES, UNICAMENTE SE OMITEN LOS NUMEROS QUE SE TIENEN DESPUES DEL CINCO, Y EL NUMERO REDONDEADO SERA 9.765

CUANDO SE DESEA REDONDEAR UN NUMERO SE SIGUE LA SIGUIENTE REGLA:

0,1,2,3,4 => (NO SE SUMA UNA FRACCION AL NUMERO ANTERIOR)

5,6,7,8,9 => (SE SUMA UNA FRACCION AL NUMERO ANTERIOR)

CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO

Una empresa está formada por varios elementos, de los cuales depende su óptimo funcionamiento o fracaso, estos son las "emes" mágicas del proceso:

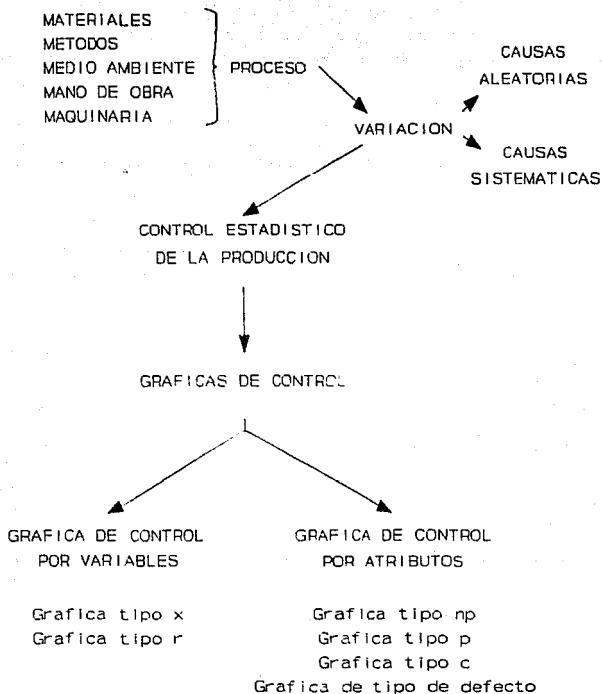
- MAQUINARIA
- MEDIO AMBIENTE
- METODO DE TRABAJO
- MANO DE OBRA
- MATERIALES.

Sin embargo todo proceso presenta VARIACIONES, conociéndose como variación a aquella inestabilidad en el proceso, es decir siempre puede existir en un proceso causas que se pueden controlar y causas que no se pueden controlar, para esto, estas causas son llamadas:

- CAUSAS SISTEMATICAS: son la que si se pueden controlar ejemplo: una tinta que no proporcione el tono requerido.
- CAUSAS ALEATORIAS: son las que no se pueden controlar ejemplo: no saber cuando se va a ir la luz.

Las causas sistemáticas se pueden controlar con el CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO (CEP), éste se analiza por medio de Gráficas de Control, las cuales son aquellas que representan en forma gráfica la característica más importante que se desea controlar en un producto (por ejemplo el grosor de una lámina, el diámetro de algún barreno, etcétera). Las gráficas de control se clasifican en:

- Gráficas de Control por variables, que son aquellas que sirven para analizar dimensiones o manejar variables, se subdividen a su vez en Gráficas tipo x-r, por individuos, medianas, de desviación. En nuestro caso nos enfocaremos a las tiupo x-r.
- Gráficas de Control por atributos, que son las que detectan defectos o no los detectan, es decir, la pieza se acepta o se rechaza. Se subdividen a su vez en gráficas tipo np, p, c, en nuestro caso nos enfocaremos al tipo np, ya que es la que se apegá más al proceso de la empresa.



GRAFICAS DE CONTROL**¿CUÁNDO USAR UNA GRAFICA DE CONTROL?**

- Cuando existe demasiado desperdicio.
- Cuando hay exceso retrabajo.
- Cuando hay especificaciones por parte del cliente.

CRITERIOS PARA DISEÑAR UNA GRAFICA DE CONTROL¹:

- Hacer un estudio piloto del producto a fabricar.
- Analizar si nuestra maquinaria y equipo, método de trabajo, mano de obra, medio ambiente y materiales ("emes" mágicas) son adecuados a las especificaciones de nuestro cliente.
- Analizar si las especificaciones del cliente estan consideradas dentro de nuestros límites de control.

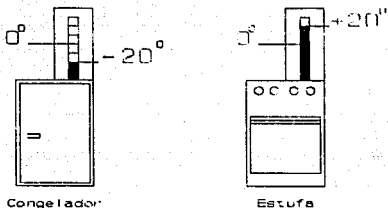
Toda aquella persona involucrada en formacion de una Gráfica de Control debe ser capaz de localizar puntos dentro de ella, por lo cual es de grán interés conocer lo siguiente:

EJES COORDENADOS

Existen números positivos y negativos, los cuales sirven para utilizar cantidades menores que cero. Como ejemplo de esto se tiene el siguiente caso:

Se tienen dos termómetros que marcan el mismo número, pero cada uno de ellos esta colocado en diferentes ambientes, el primero de ellos esta en un congelador y el segundo sobre una estufa. Esto es:

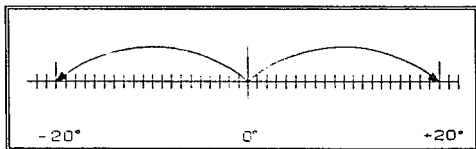
¹ A cargo de departamento de calidad.



Ambos termómetros marcan el mismo número, pero ¿en realidad son iguales?

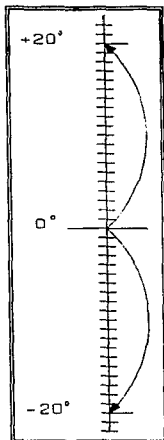
Como se puede observar, hay situaciones en las cuales además de indicar el número, es importante indicar su posición con respecto al cero.

Al observar una vez más los termómetros y con la ayuda de la recta numérica se tiene:



Esto significa que del lado derecho del cero se tienen los números positivos y del lado izquierdo se tienen los negativos.

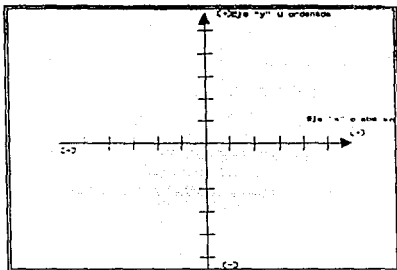
O si la recta numérica estuviera en posición vertical, la representación sería:



Entonces aquí los números positivos son los que están arriba del cero y los negativos por debajo de él.

Por lo tanto para el ejemplo en cuestión el termómetro que está en el congelador marca un número negativo, ya que la cantidad está por debajo del cero, como se manejó anteriormente los números negativos se representan con un guión antes del número (es decir: -20), y el termómetro que está sobre la estufa está por arriba del cero, con lo que se concluye que es una cantidad positiva (20).

Hasta el momento se sabe que se puede representar a la recta numérica en forma vertical u horizontal, sin embargo si se unen ambas se construirán los "EJES COORDENADOS" los cuales se representan:



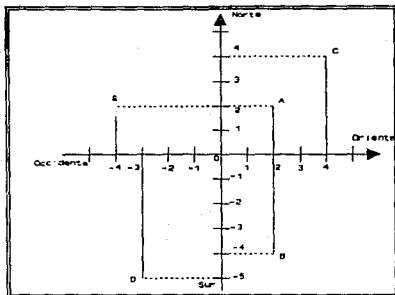
El signo (-) de los números negativos, no significa sustracción (o resta), sino que los números tienen una posición opuesta a los números positivos y se consideran por lo tanto menores que cero.

Los números positivos pueden ser escritos sin signo o en su defecto si se desea precisar se le agrega el signo de más (+), lo cual significa que son números mayores que cero.

Localización de puntos en los ejes coordenados.

Con la ayuda de los ejes coordenados se pueden localizar puntos en el plano. (plano: llamado también a la intersección de los dos ejes)

Para tener una mejor comprensión se ejemplifica a continuación:



Si se toma como referencia el punto cero se tiene:

El punto A se localiza a 2 oriente y 2 norte

El punto B se localiza a 2 oriente y 4 sur

El punto C se localiza a 4 oriente y 4 norte

El punto D se localiza a 3 occidente y 5 sur

El punto E se localiza a 4 occidente y 2 norte

La localización con números sería:

A (2, 2)

D(-3,-5)

B (2,-4)

E(-3, 2)

C (4, 4)

Como se puede observar en la solución de este ejemplo, el primer número que se lee o se busca de los ejes coordenados es al que corresponde a un punto del eje horizontal (este eje se llama **abscisa**), lo cual se debe tomar como regla de los ejes coordenados, el segundo número que se lee o se busca en los ejes coordenados es el del eje vertical (dicho eje se llama **ordenada**). A esta la localización de cada punto se le conoce como **coordenadas**. Por ejemplo las coordenadas del punto B son (2,-4), donde dos es la primera coordenada o abscisa y el menos cuatro es la segunda coordenada u ordenada.

DESCRIPCION GENERAL DE UNA GRAFICA DE CONTROL.**Partes principales de una Gráfica de Control**

Una Gráfica de Control incluye generalmente las cuatro siguientes partes que se muestran a continuación:

a) Escala de Calidad.

Esta es una escala vertical. La escala está marcada de acuerdo con las características de la calidad (variables o atributos) de cada muestra.

b) Escala de las muestras.

En una Gráfica de Control no se marcan las calidades de elementos individuales de una muestra. Solamente se marca la calidad de la muestra total representada por un solo valor (un estadístico). El valor se marca en la gráfica en forma de un punto. Por ejemplo, si las calidades de cuatro elementos de una muestra se expresan mediante las variables 1, 2, 2 y 7 kilogramos, solamente se pondrá el valor medio de los cuatro elementos, 3kg. [$(1+2+2+7)/4 = 3$], es marcada en la gráfica mediante un punto. Por lo tanto, la escala vertical se marca en número de kilogramos de acuerdo a los valores de la media. La gráfica se llama en este caso una *gráfica de X*.

c) Números correspondientes a las muestras.

Las muestras marcadas en una Gráfica de Control, son numeradas individual y consecutivamente en una línea horizontal. La línea se coloca usualmente en la parte inferior de la gráfica.

d) Tres líneas horizontales.

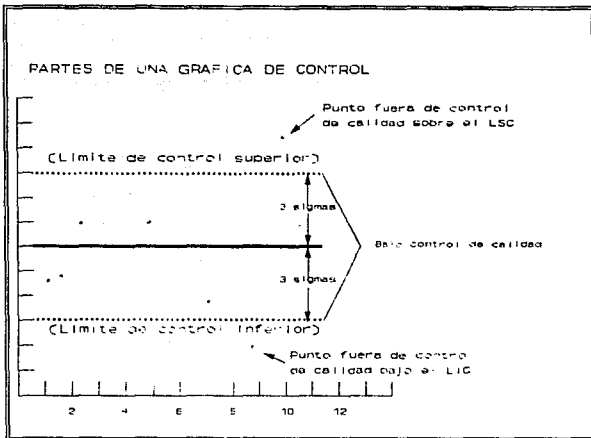
La línea central continua representa la calidad promedio de las muestras marcadas sobre la gráfica. Por ejemplo, la línea puede representar la media de las medias muestrales si es una gráfica de \bar{X} . La línea arriba de la línea central muestra el límite de control superior (LCS), el cual se obtiene comúnmente aumentando tres sigmas al promedio, tal como:

$$\bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{X}}$$

La línea por abajo de la línea central es el límite inferior de control (LIC), el cual se obtiene restando tres sigmas del promedio, tal como:

$$\bar{X} - 3\sigma_{\bar{X}}$$

Los límites de control superior e inferior se dibujan con líneas punteadas.



En algunos tipos de procesos puede haber límite de control superior solamente, tal como una dimensión que no exceda un número dado de centímetros; o puede haber límite de control solamente tal como la resistencia de una cuerda que esté sobre un número mínimo de centímetros, etc.

GRÁFICAS DE CONTROL PARA VARIABLES.

Las gráficas de control por variables son aquellas que proporcionan las características de calidad que son medidas y expresadas en unidades mediante números.

Gráfica X

La gráfica X (X: promedio de cada muestra) es utilizada para observar la variación de las muestras con respecto a los promedios de cada una de ellas, es decir, se van anotando en la gráfica con puntos los promedios de cada muestra.

Gráfica R.

La gráfica de R (R: recorrido de una muestra) se usa para mostrar la variabilidad o dispersión de la calidad producida por un proceso dado. En general, el procedimiento para construir una gráfica R es similar a la gráfica X. Los valores requeridos para construir la gráfica R son:

- 1.- El recorrido de cada muestra
- 2.- La media de los recorridos de las muestras.
- 3.- El límite de control superior (LCS) y el límite de control inferior (LCI) para la gráfica R.

La media de los recorridos de las muestras R es usada como la estimación de la media de los recorridos de todas las muestras posibles del mismo tamaño (n) extraídas de la población.

GRÁFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS.

Las gráficas de control por variables proporcionan las características de calidad que son medidas y expresadas en unidades mediante números. Por otra parte las gráficas de control por atributos tratan con las características de calidad que son observadas solamente porque se ajustan o no a características específicas y se expresan mediante dos palabras opuestas tales como SI o NO, Pasa o no pasa, bueno o malo, defectuoso o no defectuoso, etc. Existen varios tipos de gráficas de control por atributos, entre las cuales se pueden mencionar:

- 1.- Gráfica p (fracción de defectuosos)
- 2.- Gráfica np' (número de defectuosos)
- 3.- Gráfica c (número de defectos)

LA GRÁFICA p se usa para registrar la proporción o porcentaje de partes que son defectuosas en una muestra.

LA GRÁFICA np revela el número de partes defectuosas en cada muestra.

LA GRÁFICA c controla el número de defectos por pieza.

Por las características que presenta nuestro proceso, nos enfocaremos a estudiar únicamente las gráficas tipo np y tipo p.

GRÁFICA np (np: número de defectuosos de la muestra)

Una gráfica "np" presenta el número real de defectuosos que contiene la muestra. La gráfica se aplica solo cuando las muestras a ser incluidas son de tamaño constante, cuando este varía, se debe utilizar la Gráfica de Control para la fracción de defectuosos (gráfica p) para mostrar la calidad del producto de un proceso.

Los datos que se requieren para construir la gráfica tipo np se describen a continuación:

- 1.- El número de defectuosos de cada muestra.
- 2.- El número promedio de defectuosos por muestra de un tamaño constante, np. Este se obtiene dividiendo el número total de defectuosos de todas las muestras (Σnp) por el número de muestras.
- 3.- Los límites de control superior e inferior.

Los datos que se requieren para construir una gráfica tipo p se describen a continuación:

- 1.- Obtener muestras de un determinado tamaño.
- 2.- Calcular la fracción defectuosa.
- 3.- Calcular la línea central.
- 4.- Calcular los límites de control superior e inferior.

*ANALISIS
ESTADISTICO*

OBJETIVO ESPECIFICO:

APRENDERA A INTERPRETAR GRAFICAS DE CONTROL POR MEDIO DE UN ANALISIS VISUAL O DE COMPARACION.

ANÁLISIS DE GRÁFICAS DE CONTROL

Introducción.

El presente tema tiene la finalidad de analizar los resultados expuestos en las gráficas de control antes mencionadas.

Análisis de Gráfica de Control.

El análisis de gráficas es aquel que con la ayuda de gráficas de control, detecta posibles fallas, en el proceso.

Importancia.

"Preveer y no lamentar". Es lo que caracteriza principalmente al análisis gráfico. Esto debido a que el mismo permite tener un mejor control del proceso, porque toda su información está basada en características e informaciones reales del proceso. Este análisis gráfico busca descubrir las causas que impiden el funcionamiento óptimo del proceso. De esta forma se busca descubrir o encontrar una tecnología, una materia prima, un personal adecuado y un medio ambiente óptimo para poder tener control preventivo, y a su vez reducir costos y obtener un incremento en la Productividad con la calidad requerida.

Un gráfico de control es un diagrama que sirve para determinar si el modelo de probabilidad es estable o presenta alteraciones durante un periodo de tiempo. Cuando un gráfico de control se dice que está "bajo control" implica que el modelo de variación del proceso no cambia a lo largo del tiempo y que el proceso es capaz de cumplir con las especificaciones requeridas. En todos los casos, el gráfico de control es una prueba de una hipótesis, existe un gráfico de control independiente para cada parámetro de distribución y el gráfico es una representación de un ciclo temporal de las zonas críticas de esta prueba sobre una escala de ciclos temporales.

Los límites de control son los que marcan la pauta para tomar una decisión y a la vez informan a quienes los interpretan cuando debe investigar. La posición de los límites de control, determinados por un valor seleccionado previamente reflejan los deseos del interprete de aceptar una probabilidad de equivocarse

al adoptar la decisión. Una Gráfica de Control actua como poderoso estímulo para lograr mejoras, al par que sirve para prevenir ajustes indiscriminados. El rechazo de la hipótesis de que el proceso sea estable solo se produce cuando hay una razón poderosa para pensar que ha habido alguna desviación en el proceso. Se deja solo al proceso hasta que se manifiesta alguna anomalía lo cual indica que está justificado el inicio de una investigación para tratar de hallar su causa. Si no se lleva adecuadamente el gráfico y por otra parte tampoco se investiga la causa de dicha anomalía, lo mejor será eliminarlo. Pudiéndose presentar un caso contrario, en el cual el personal se creará una actitud despectiva hacia los gráficos, que pasarán a considerarse como simples juguetes de la gerencia. Por otro lado un gráfico adecuadamente llevado producirá beneficios en cualquier empresa u organización.

Los datos que se obtengan deben ser reales y representativos.

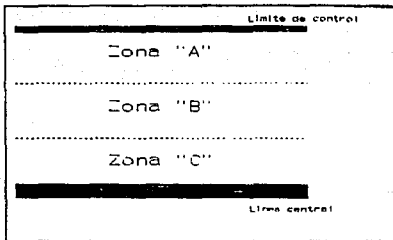
El gráfico de control presenta dos variantes como bien pueden ser las siguientes:

a) Puntos fuera de los límites de control superior e inferior.

b) Patrones de comportamiento que no son los normales (variación de los datos).

Un proceso que presenta puntos fuera de los límites de control o que su gráfica sigue un comportamiento anormal no es un proceso estable y por lo tanto se dice que está fuera de control y requiere que se investigue el origen del problema para volver dicho proceso a un comportamiento normal.

Si se tiene la siguiente gráfica:



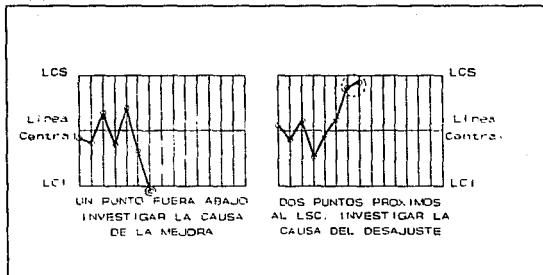
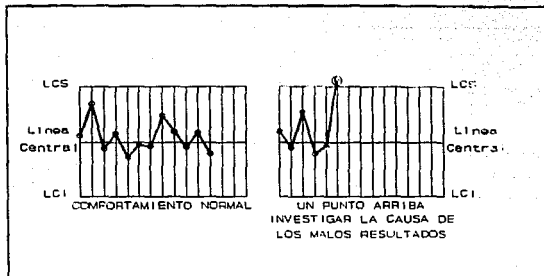
La gráfica anterior se tiene que cada una de las zonas A, B y C constituye la tercera parte del área entre la línea central y el límite de control (superior e inferior). Se dice que la Gráfica de Control está fuera de control si:

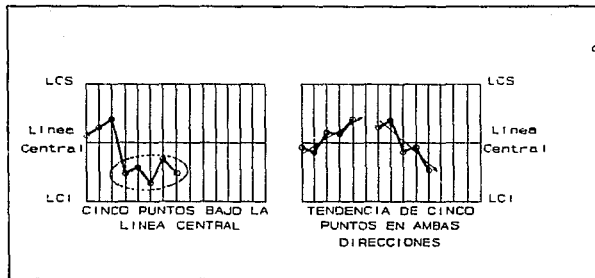
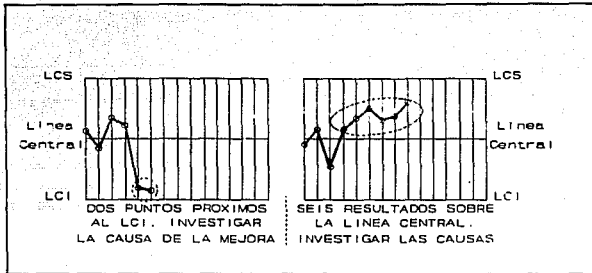
- 1.- Un solo punto cae fuera del límite de control, esto es más allá de la zona A.
- 2.- Dos de tres puntos sucesivos caen en la zona A, o más allá.
- 3.- Cuatro de cinco puntos sucesivos caen en la zona B o más allá.
- 4.- Ocho puntos sucesivos caen en la zona C o más allá.

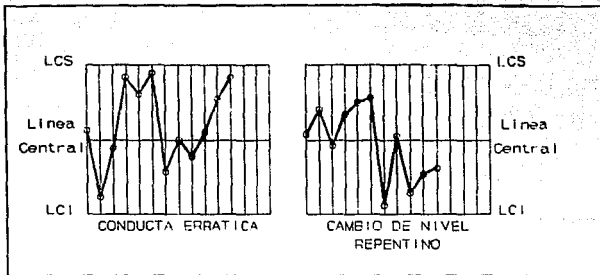
Cabe hacer notar que las pruebas antes mencionadas se aplican para ambos lados de la gráfica de control, pero se aplican separadamente para cada mitad y nunca a las dos mitades en combinación.

Nota: Es necesario aclarar que esto no es algo que se pueda generalizar, sino que dependerá del proceso.

Algunas de las gráficas más representativas dentro de los gráficos de control son las siguientes:







Razones de la variación de la Gráfica de Control.

"Emes mágicas" del Proceso.

Existen diversas causas por las cuales varía la información en las gráficas de control, para un mejor análisis se hace énfasis en las "emes" mágicas:

1.- Materia prima:

- a) Mala calidad de la materia prima.
- b) Materia prima inadecuada.
- c) Especificaciones erróneas de la Materia Prima.
- d) Necesidad inmediata de obtenerla, etc.

2.- Maquinaria y equipo.

- a) Maquinaria y equipo en mal estado.
- b) Maquinaria y equipo desajustado o descalibrado.
- c) Maquinaria y equipo obsoleto.
- d) Maquinaria y equipo inadecuado.

3.- Factor humano (Men).

- a) Personal inexperto.
- b) Horario de trabajo largo (más de ocho horas).
- c) Falta de capacitación.
- d) Cambio de turno.

- e) Problemas personales.
 - f) Errores de medición.
 - g) Motivación.
- 4.- Medio Ambiente.
- a) Clima
 - b) Servicios (energía eléctrica, agua, etc)
 - c) Ruido, etc.
- 5.- Métodos.
- a) Diseño inadecuado del proceso.
 - b) Ejecución deficiente del proceso.

Existen otros factores de las "emes mágicas" que no repercuten directamente en la variación de las gráficas de control, sin embargo se ligan estrechamente con los antes mencionados, como lo son Administración (Management), Manufactura, Dinero (Money) y el factor Mercado es posible que afecten a las gráficas de control de una manera indirecta, pero esto requiere de un estudio más minucioso.

Por ejemplo, en el caso de la manufactura, cualquier posible falla y a la vez su posible solución estarían en función de los métodos, maquinaria o materiales que por separado el análisis sería más representativo.

Lo antes mencionado se puede clasificar dentro de dos grupos: La materia prima, la maquinaria y equipo, el factor humano y los métodos como CAUSAS SISTEMÁTICAS; las cuales son aquellas que si se pueden controlar. Y los factores externos son aquellas denominadas CAUSAS ALEATORIAS, las cuales son aquellas que no se pueden controlar, ya que se presentan al azar. Para poder comprender el análisis estadístico es necesario estudiar la variación de éste, éste análisis de la variación debe comprender tanto a la maquinaria y equipo, la materia prima, el factor humano y los factores externos.

Ejercicio: Juego con dados (comportamiento normal).

Se deben lanzar cien veces un par de dados e ir anotando con una diagonal (/) frente al número que corresponda el valor que se va obteniendo, para observar su comportamiento.

Número	Frecuencia
--------	------------

1	
---	--

2	
---	--

3	
---	--

4	
---	--

5	
---	--

6	
---	--

7	
---	--

8	
---	--

9	
---	--

10	
----	--

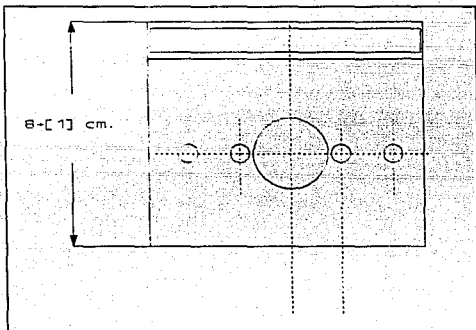
11	
----	--

12	
----	--

Los datos obtenidos ahora deben ser ubicados en la Gráfica de Control, que se encuentra en la siguiente página:

**EJEMPLO DE GRAFICA DE VARIABLES
TIPO X-R**

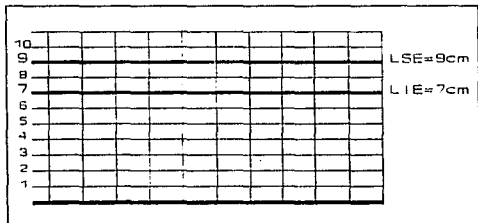
SI SE TIENE LA SIGUIENTE PLACA:



SE DESEA CONTROLAR LA VARIACION DEL ANCHO DE LA PLACA, Y LAS ESPECIFICACIONES DICEN QUE NO DEBE SER MAYOR A 9 cm. NI MENOR A 7cm.

PASO 1:

PARA CONTROLAR DICHO PROCESO EN UNA GRAFICA DE CONTROL SE DEBEN COLOCAR 2 LINEAS EN EL EJE HORIZONTAL, DONDE EL 7 REPRESENTA EL LIMITE INFERIOR ESPECIFICADO Y EL 9 EL LIMITE SUPERIOR, ESTO ES:



PASO 2:

EL SIGUIENTE PASO ES TOMAR LAS LECTURAS DE CADA UNA DE LAS MUESTRAS, ES DECIR MEDIR CON UN VERNIER (CALIBRADOR), PARA ESTE CASO SUPONGAMOS QUE SE DEBEN TOMAR LECTURAS CADA HORA Y SE MEDIRAN EL ANCHO DE LAS PLACAS REGISTRANDOLAS DE LA SIGUIENTE MANERA:

HORA

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	8.0	8.2	8.4	8.9	8.0	8.2	7.2	7.9
2	7.9	7.8	8.5	8.2	7.9	7.4	7.3	7.9
3	8.1	7.3	8.9	8.0	7.9	7.2	7.9	7.8
4	8.2	7.9	7.3	8.3	7.8	7.0	8.0	7.8
5	8.6	8.4	7.8	8.0	7.8	7.9	8.0	7.8

PASO 3:

EL SIGUIENTE PASO ES CALCULAR LA SUMA DE CADA UNA DE LAS MUESTRAS, ESTO ES:

HORA:

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	8.0	8.2	8.4	8.9	8.0	8.2	7.2	7.9
2	7.9	7.8	8.5	8.2	7.9	7.4	7.3	7.9
3	8.1	7.3	8.9	8.0	7.9	7.2	7.9	7.8
4	8.2	7.9	7.3	8.3	7.8	7.0	8.0	7.8
5	8.6	8.4	7.8	8.0	7.8	7.9	8.0	7.8
SUMA	40.8	39.6	40.9	41.4	39.4	37.7	38.4	39.2

PASO 4:

CALCULAR EL PROMEDIO DE CADA UNA DE LAS MUESTRAS, ESTO ES A LA SUMA DE CADA UNA DE LAS LECTURAS SE DEBE DIVIDIR ENTRE EL NUMERO DE LECTURAS (5), ESTO ES:

EN LA PRIMERA HORA SE TIENE UNA SUMA DE 40.8 Y EL NUMERO DE LECTURAS TOMADAS ES DE 5, REALIZANDO LA DIVISION SE TIENE:

$$\frac{40.8}{5} = 8.16$$

DE LA MISMA MANERA SE REALIZA PARA CADA UNA DE LAS MUESTRAS, COMPLEMENTANDOSE LA TABLA, QUEDANDO DE LA SIGUIENTE MANERA:

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	8.0	8.2	8.4	8.9	8.0	8.2	7.2	7.9
2	7.9	7.8	8.5	8.2	7.9	7.4	7.3	7.9
3	8.1	7.3	8.9	8.0	7.9	7.2	7.9	7.8
4	8.2	7.9	7.3	8.3	7.8	7.0	8.0	7.8
5	8.6	8.4	7.8	8.0	7.8	7.9	8.0	7.8
SUMA	40.8	39.6	40.9	41.4	39.4	37.7	38.4	39.2
PROM:	8.16	7.92	8.18	8.28	7.88	7.54	7.68	7.84

SIMULTANEAMENTE ESTOS VALORES SE DEBEN IR COLOCANDO CON UN PUNTO O ASTERISCO EN LA GRAFICA DE PROMEDIOS, ESTO SERIA:

PASO 5:

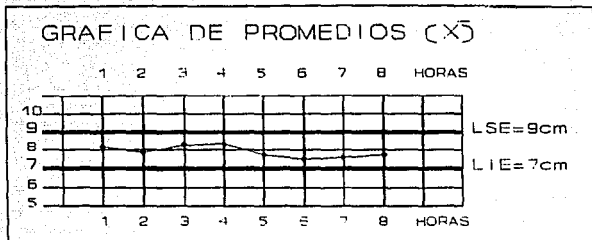
CALCULAR EL RANGO DE CADA UNA DE LAS MUESTRAS, ESTO SE HACE DE LA SIGUIENTE MANERA:

SE DEBE IDENTIFICAR EL VALOR MAXIMO Y EL VALOR MINIMO DE LA MUESTRA, ESTO ES:

EL VALOR MAXIMO DE LA MUESTRA ES 8.6

EL VALOR MINIMO DE LA MUESTRA ES 7.9

A CONTINUACION SE DEBE RESTAR EL VALOR MAXIMO MENOS EL MINIMO PARA OBTENER EL RANGO DE LA MUESTRA:



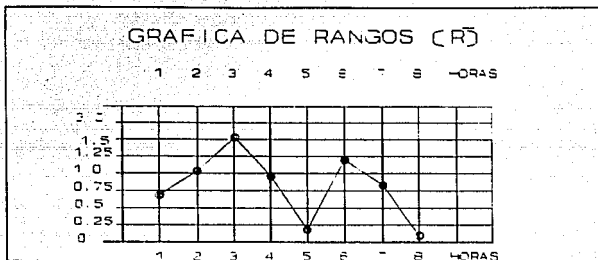
$$8.6 - 7.9 = 0.7$$

EL RANGO DE LA PRIMERA MUESTRA ES IGUAL A 0.7

HACIENDO LO MISMO PARA CADA UNA DE LAS MUESTRAS SE COMPLEMENTA LA TABLA DE LA SIGUIENTE MANERA:

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	8.0	8.2	8.4	8.9	8.0	8.2	7.2	7.9
2	7.9	7.8	8.5	8.2	7.9	7.4	7.3	7.9
3	8.1	7.3	8.9	8.0	7.9	7.2	7.9	7.8
4	8.2	7.9	7.3	8.3	7.8	7.0	8.0	7.8
5	8.6	8.4	7.8	8.0	7.8	7.9	8.0	7.8
RANGO	0.7	1.1	1.6	0.9	0.2	1.2	0.8	0.1

SIMULTANEAMENTE ESTOS VALORES SE DEBEN LOCALIZAR CON UN PUNTO O UN ASTERISCO EN LA GRAFICA DE RANGOS, ESTO SERIA:



EJEMPLO DE GRAFICA DE ATRIBUTOS TIPO P

SE DESEA ELABORAR UNA GRAFICA DE CONTROL DEL TIPO "P" DE UNA PLACA. SI SE TIENE LA SIGUIENTE INFORMACION:

MUESTRA	TAMAÑO DE MUESTRA	NUMERO DE PLACAS DEFECTUOSAS
1	5	2
2	5	1
3	5	2
4	5	3
5	5	1

COMO PRIMER PASO SE DEBE DIVIDIR PARA CADA MUESTRA EL NUMERO DE PLACAS DEFECTUOSAS, ENTRE EL TAMAÑO DE LA MUESTRA Y MULTIPLICAR POR CIEN (100), ESTO ES:

PARA LA MUESTRA 1 SE TIENE:

$$\frac{2}{5} \times 100 = 40$$

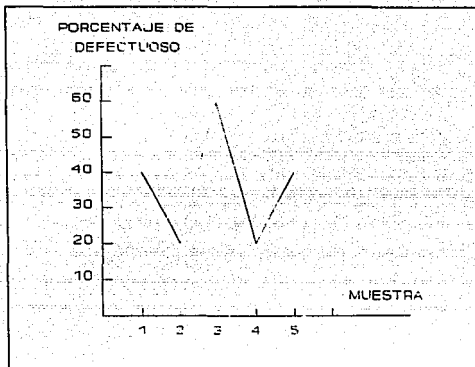
CALCULANDO PARA EL RESTO DE LAS MUESTRAS SE TIENE LA SIGUIENTE TABLA:

MUESTRA	TAMAÑO DE MUESTRA	NUMERO DE DEFECTUOSAS	PORCENTAJE DE DEFECTOS
1	5	2	40%
2	5	1	20%
3	5	3	60%
4	5	1	20%
5	5	2	40%

EL SIGUIENTE PASO ES COLOCAR EN LA GRAFICA DE CONTROL LOS PUNTOS LOCALIZADOS:

EN EL EJE HORIZONTAL SE COLOCARA EL NUMERO DE MUESTRA.

EN EL EJE VERTICAL SE COLOCARA EL PORCENTAJE DE DEFECTUOSOS, POR LO TANTO LA GRAFICA SERA DE LA SIGUIENTE MANERA:



EJEMPLO DE GRAFICA DE ATRIBUTOS TIPO np

En la inspección en la fabricación de una etiqueta se encontraron los siguientes datos:

NUMERO DE MUESTRA	TAMAÑO DE LA MUESTRA	NUMERO DE PIEZAS DEFECTUOSAS
1	200	23
2	200	15
3	200	17
4	200	15
5	200	41
6	200	0
7	200	25
8	200	31
9	200	29
10	200	0
11	200	8
12	200	16

PRIMER PASO: CALCULAR EL NUMERO PROMEDIO DE DEFECTUOSOS POR MUESTRA. ESTE SE OBTIENE DIVIDIENDO EL NUMERO TOTAL DE DEFECTUOSOS DE TODAS LAS MUESTRAS (SUMA DE TODAS LAS PIEZAS DEFECTUOSAS) ENTRE EL NUMERO DE MUESTRAS, ENTONCES NOS RESULTARA LA SIGUIENTE TABLA:

NUMERO DE MUESTRA	TAMAÑO DE LA MUESTRA	NUMERO DE PIEZAS DEFECTUOSAS
1	200	23
2	200	15
3	200	17
4	200	15
5	200	41
6	200	0
7	200	25
8	200	31
9	200	29
10	200	0
11	200	8
12	200	16
TOTAL:	2400	220

$$\overline{np} = \frac{220}{12} = 18.3$$

$$\overline{p} = \frac{220}{2400} = 0.0917$$

DONDE P REPRESENTA LA FRACCION DEFECTUOSA DE LA PRODUCCION.

SEGUNDO PASO: CALCULAR LOS LIMITES DE CONTROL, ESTO ES:

$$LSC = 30.5$$

$$LIC = 6.5$$

NOTA: LOS CALCULOS ANTERIORES SERAN PROPORCIONADOS POR EL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD.

TERCER PASO: CONSTRUIR LA GRAFICA DE CONTROL.

**Método MOMO² (de lo Más Obvio a lo Menos Obvio)
para el análisis de gráficas de control
anormales (puntos fuera de los límites de control)**

A continuación se presenta el método MOMO a seguir: cuando el proceso este fuera de control, presenta variaciones especiales (puntos fuera de los límites de control). Por lo que se desea investigar las posibles causas.

Este método consiste en buscar la posible falla, desde lo más obvio a lo menos obvio en cuanto a solución se refiere, y a su vez proporcionando la posible solución. El propósito es tratar de incorporar esta variación otra vez al control del proceso, trabajando en conjunto con las "emes mágicas", lo cual permite un análisis más detallado:

²MOMO: Metodología sugerida por los autores de la tesis.

Método MOMO

I: FACTOR HUMANO

Posible Falla

- a) Errores de Medición*
- El personal se distrae
 - El personal no sabe utilizar los instrumentos de medición.
- b) Problemas personales*
- El personal trae consigo problemas ajenos a la empresa y se nota en su rendimiento.
- c) Personal inexperto*
- La persona no es capaz de ocupar el puesto asignado
- d) Falta de capacitación*
- El personal no está suficientemente capacitado para ocupar el puesto asignado.

Posible solución

- Capacitar y Motivar en el uso de los instrumentos de medición
- Motivación y apoyo moral
- Capacitación y adiestramiento
- Capacitar para estar en el puesto asignado.

Método MOMO

I: FACTOR HUMANO

Posible Falla

- e) *Cambio de Turno*
 - El se muestra impaciente momentos antes de la hora de salida.
 - El personal nose adapta inmediatamente al trabajo.
- f) *Horario de trabajo largo*
 - El personal muestra fatiga
 - El personal no trabaja al mismo ritmo al inicio en comparación al final de la jornada.

Posible solución

- Motivar.

- Dar periodos de descanso.
- Tener en cuenta principios de ergonomía.

(continuación)

Método MOMO

II: MATERIA PRIMA

Posible Falla

a) Materia Prima inadecuada

- La materia prima no es la óptima para el proceso.
- La materia prima no es la adecuada para la maquinaria.

b) Mala calidad de la materia prima.

- La materia prima no es de la calidad requerida.
- La materia prima presenta demasiados defectos.

c) Especificaciones erróneas.

- La materia prima no está bien identificada

d) Necesidad inmediata de obtenerla.

- La materia prima no es siempre de buena calidad.

Posible solución

- Especificar adecuadamente la materia prima.

- Revisar la materia prima antes de iniciar el proceso.

- Revisar la materia prima más rigurosamente

- Escoger a buenos proveedores
- Realizar pruebas de laboratorio.

- Especificar adecuadamente la materia prima
puesto asignado.

- Tratar de hacer los pedidos programados.

Método MOMO

III: MAQUINARIA Y EQUIPO

Posible Falla

Posible solución

- | | |
|--|---|
| <p>a) <i>Equipo de medición descalibrado</i></p> <ul style="list-style-type: none">- El equipo está descalibrado- El equipo se descalibra constantemente. | <ul style="list-style-type: none">- Revisar y calibrar si es necesario. |
| <p>b) <i>Maquinaria descalibrada</i></p> <ul style="list-style-type: none">- La máquina está descalibrada- La máquina se descalibra constantemente. | <ul style="list-style-type: none">- Revisar y calibrar si es necesario cada vez que se use la máquina. |
| <p>c) <i>Maquinaria en mal estado</i></p> <ul style="list-style-type: none">- La máquina presenta fallas- La máquina no se puede calibrar. | <ul style="list-style-type: none">- Mantenimiento- Mantenimiento preventivo. |
| <p>d) <i>Maquinaria inadecuada</i></p> <ul style="list-style-type: none">- La maquinaria no se ajusta a las necesidades. | <ul style="list-style-type: none">- Ajustarla lo máximo posible a las necesidades requeridas- Sustituirla. |
| <p>e) <i>Maquinaria obsoleta</i></p> <ul style="list-style-type: none">- La máquina es obsoleta- No se adecua a la época. | <ul style="list-style-type: none">- Cambiarla.- Actualizarla, adaptarle nuevas herramientas. |

Método MOMO

IV: MEDIO AMBIENTE

Posible Falla

- a) *Clima*
 - Exceso de calor
 - Exceso de frío
 - LLuvia.
- b) *Servicios (energía, agua, etc).*
 - Los servicios no son confiables.
- c) *Ruido*
 - Exceso de ruido

Posible solución

- aprovisionar con el equipo necesario y adecuar la zona a cada uno de los factores climáticos.
- Instalar plantas propias (planta eléctrica, cisterna, tanque de gas estacionario, etc).
- Aislar la zona de trabajo
- Proporcionar equipo a prueba de ruido.

Método MOMO

V: METODO

Posible Falla

- a) *Método anticuado*
 - Exceso de tiempos muertos en el proceso
 - Mala calidad del producto
 - Baja productividad del proceso.
- b) *Método mal aplicado*
 - Exceso de mermas
 - Exceso de reproceso
- c) *Materia prima no apta para el método*
 - Descompostura de maquinaria
 - Decremento en la calidad del producto final.
- d) *Maquinaria no apta para el Método*
 - Espaciamiento excesivo entre maquinaria y equipo
 - Equipo inadecuado
 - Exceso de fallas de equipo

Posible solución

- Actualizar Método
- Análisis comparativo con otras empresas
- Revisar metodología
- Capacitar
- Consultar asesoría técnica
- Elaborar estudios piloto
- Análisis de compatibilidad Materia Prima- Métodos
- Consultar asesoría técnica
- Adquirir maquinaria y equipo actualizados
- Mantenimiento preventivo

CONCLUSIONES

Los cambios tan vertiginosos que está viviendo el México actual y los importantes señalamientos que tratan de imponer los países del primer mundo en aspectos técnicos, tecnológicos, educativos, científicos, ideológicos y sociales, se encaminan hacia un solo termino: "adaptabilidad", esto quiere decir que el México de hoy debe adaptarse a transformaciones de diversas índoles para poder ser un país altamente competitivo y a la vez seguir el ritmo normal del cambio. Concientes de lo anterior y como objetivo final de nuestra tesis, se diseñó un curso para ser aplicado en una empresa mexicana. Lo cual nos llevó a iniciar la búsqueda de una fábrica que requiriera de un curso de capacitación en Control Estadístico del Proceso, y por ese motivo, elegimos la empresa POLIAL S.A. de C.V., una fábrica que se ha trazado diversos objetivos, que se encaminan a un solo fin en común: "alcanzar el éxito". Dicho éxito debe fundamentarse en el bienestar y desarrollo de todo el personal que con su trabajo, dedicación y entusiasmo lograrán que la mencionada empresa alcance los objetivos propuestos.

Sabíamos que la empresa estaba plenamente convencida de que el aspecto CAPACITACION es uno de los peldaños primordiales para alcanzar dicho éxito, y a la vez de que "la necesidad es la madre de la inventiva"; en POLIAL S.A. de C.V. se requería de un adiestramiento y capacitación multidisciplinario para lograr que sobresallera y cumpliera sus objetivos. Claro que todo esto tiene su precio y el precio actual, como bien se indicaba, es la disciplina a base de trabajo y más trabajo; de esta forma simbiótica se combinaron los aspectos capacitación y trabajo en pro del resurgimiento exitoso de la empresa; es decir, no es suficiente contar con la mejor maquinaria, materia prima, procesos, etc., si no se cuenta con la adecuada capacitación y método de trabajo.

En primera instancia se midió la productividad de la empresa para tener una idea clara y concisa de qué tan baja o alta era y para compararla una vez finalizado el curso, esto con el fin de posteriormente observar la efectividad de dicho curso. Es cierto que el aspecto de capacitar a los obreros era el objetivo

principal de esta tesis, en el cual se inculcarían aspectos de productividad y estadística, los factores más importantes para poder controlarla y los beneficios que susceptibles de obtener. Se les habló de Productividad y de Control Estadístico del Proceso, de las ventajas que conllevan para elevar la calidad del producto y de las herramientas necesarias para lograr su mejor comprensión y análisis (Diagrama de Ishikawa y Campo de fuerzas). Una vez entrados en el curso observamos, para sorpresa nuestra, que muchos de los trabajadores tenían conceptos muy reales de productividad y calidad y que estaban bastante familiarizados con ellos. Con respecto al concepto de estadística sucedió todo lo contrario, ya que todos ligaban a la estadística con aspectos de porcentajes, como ejemplo dieron los resultados de una elección en donde por medio del manejo de datos estadísticos se lograba saber quién era el ganador de dicha elección. Posteriormente, al hablarles de la multiplicidad de usos que tiene la estadística y decirles que mediante su uso se logra un incremento en la productividad manifestaron una viva curiosidad y se preguntaron entre ellos cómo sería posible. Ese aspecto se quedó un poco "al aire" ya que no lo percibieron de inmediato o no les fue tan comprensible; posteriormente dicha duda iría quedando resuelta conforme avanzaba el curso.

Como requisito indispensable para la manipulación de datos estadísticos eran necesarias las herramientas aritméticas para mejor entendimiento y comprensión de este método. Sobre todo porque la mayoría de los obreros poseían sólo el nivel de primaria y dos de ellos no sabían leer ni escribir. Este fue uno de los primeros obstáculos con los que nos enfrentamos. El otro sería que casi en su totalidad tenían años de no pararse en un aula y recibir un curso, plática o simplemente el hecho de tomar clase. Es verdaderamente impresionante el tipo de barrera que pone un trabajador ante el hecho de asistir a un curso o simplemente de escuchar a un interlocutor "supuestamente con cierta autoridad" (nosotros en este caso). Pudimos notar que se creaba un ambiente de expectativa y polémica maliciosa y que se planteaban preguntas como: "¿qué nos van a hacer?", "¿quiénes son?", "¿qué querrán?", "¿para qué nos hablaron?", "¿es un

curso?", "¿harán examen?", "¿y si no lo pasamos?", etc.

Conforme se aplicaba el curso, los trabajadores fueron tomando más confianza, se logró establecer un vínculo más estrecho con los instructores y se pudieron explicar cada uno de los puntos aritméticos, lo cual significó un avance lento y tedioso para ellos, ya que muchos conocían los símbolos o el cómo hacer operaciones, pero no se inmiscuían en aspectos conceptuales. Posteriormente, una vez llegada la hora de efectuar operaciones mediante el uso de la calculadora, la cual les brindaba a ellos mayor seguridad y rapidéz en los resultados, nos encontramos frente a un problema diferente: Les habíamos obsequiado calculadoras solares de tipo normal; pero después de efectuadas cinco o seis operaciones de práctica, muchos de ellos nos alegraron que sus calculadores no servían. Claro, para nosotros este hecho resultó sumamente extraño, ya que las habíamos probado en su totalidad desde un principio y ninguna de ellas mostraba o daba indicios de algún desperfecto. Los dos aspectos que se prestaron a conformar las dudas eran, en primer lugar, el hecho de que por ser solares necesitaban de un espectro mínimo de energía luminosa para poder funcionar y dada la disposición de las lámparas en la fábrica, ocasionaba que hubiera zonas mayor o menormente iluminadas, lo cual propiciaba que no encendieran o no operaran con efectividad.

Una vez resuelta la situación se continuó con el avance del curso, se les habló del control estadístico del proceso, y fue entonces cuando expresaron las dudas que se habían presentado días antes con respecto a la utilidad del uso de la estadística en el incremento de la Productividad, pero mediante nuestras explicaciones se fueron disipando las dudas. Gracias a todos estos incidentes y percances que se suscitaban se iba entrando más en confianza y por lo tanto, nuestra labor también empezaba a facilitarse.

En los puntos de las gráficas de control se presentaron más interrogantes por parte de los discípulos, ya que de entrada, al

ver una hoja cuadriculada llena de fórmulas y de espacios con datos, se mostraban incapaces ante la tarea de llenar tales hojas, quizás por el hecho de que el llenado mismo de las hojas y la interpretación posterior sería una carga más a la labor que desempeñaban en un área determinada.

Parecía que todo iba a ser una labor muy difícil en torno a lo que se pretendía enseñar, pero cual no sería nuestra sorpresa cuando al avanzar el curso, ellos entraban más en confianza con los conceptos que se les enseñaba y en lo personal con cada uno de nosotros, ya que se daban cuenta que estábamos en la mejor disposición de ayudarlos.

Al cabo de tres semanas de clase con una hora y media diaria, se alcanzó a cubrir el objetivo del curso, que era la aplicación e interpretación de las gráficas de control estadístico; antes de finalizar el curso, tres clases antes para ser más exactos, se les solicito que en una hoja en blanco y con carácter de anónimo, expresaran las dudas e inquietudes en torno al curso.

A continuación se presentan las opiniones de cada uno de los trabajadores a los que fue aplicado el curso, dichas opiniones fueron entregadas a nosotros en forma anónima con el fin de no inhibirlos y que escribieran sin ningún temor sus verdaderas impresiones, lo cual es la mejor conclusión que podemos tener de nuestra tesis.

OPINION DE LOS TRABAJADORES A LOS QUE FUE
APLICADO EL CURSO:

Mi opinión:

Es felicitarlos por varios motivos, todos son de provecho, de mi parte no tengo duda, lo que me falta es ejecutarlos sobre la práctica. Y además venir a trabajar con gusto y entusiasmo y tratar de superarme en todo por el bien de todos. «c.a.»

Espero que el curso impartido es serio sirva para lograr que el personal labore con fé y Polial pueda aparecer en el mercado y participar en cualquier nivel de serigrafía y salir adelante.

No tenemos dudas, gracias por su atención.

No tengo ninguna duda y me pareció muy interesante todas sus clases, y pude aprender cosas que no sabía y que nos van a ayudar en nuestro trabajo, y me gustaría que hubiera otros cursos.

El curso me pareció muy bien porque aprendimos algo más. No tengo dudas.

Doy gracias a la Ingeniera por habernos dado el curso y darle la oportunidad a ustedes.

Que me expliquen como colocar los decimales, que tengamos más cursos de este tipo.

Me pareció muy importante el curso y me gustaría otro, pero ahora del idioma inglés. Lo que no entiendo muy bien es la gráfica X y de Rango, las confundo por las líneas chicas que le ponen y la gráfica p es más fácil que la gráfica X y R.
Felicidades por lo logrado en la empresa.

Todo estuvo muy bien durante el curso, deberían de dar más.
Sin dudas explicaban muy bien.

NO LE ENTIENDO A LA GRÁFICA DE PROMEDIOS NI DE RANGOS. GRACIAS.

Todo me gustó, menos que estuviera de metiche Martín porque no sabe explicar.

SIN PALABRAS, GRACIAS Y OJALA LES VAYA BIEN.

Sin dudas, explicaron muy bien, excelente, gracias por todo.

Me gustaría que den otro curso porque no entiendo bien lo de la gráfica X-R.

Gracias por haber venido, Me gustaron mucho las explicaciones que nos dieron Marco y Virgilio.

Estubo de película. Sin dudas, gracias por compartir su tiempo.

No entendí el redondeo.

Pues a mi me gustó mucho el curso, la gráfica p me dio mucho

trabajo pero le entendí un poco, igual a la np. Me gustaría que hubiera otro curso, aunque fuera de 5 a 6.

ME GUSTO LA CLASE, LES DOY LAS GRACIAS POR ENSEÑARNOS LAS GRÁFICAS, LE ENTENDÍ BIEN A LAS GRÁFICAS.

Me gustaría que vinieran ustedes un día entre semana a checar las gráficas que hayamos hecho y platicar algunas dudas.
Francisco Barrón.

No le entendí a las gráficas de promedios y rangos y la clase se me hizo interesante pero me gustó más en la tarde, gracias por lo que enseñaron.

Yo no podía entender el redondeo ni la gráfica X, si entendí la R, la p y la np, también y el porcentaje también.

Divisiones con puntos decimales. Juan.

Si me gusto el curso, me dio mucho gusto que nos hayan venido a dar el curso.

Mi opinión sobre el curso de Control de Calidad:

A mi en lo personal me gustó muchísimo y doy gracias a control de calidad por este curso, va que me hizo ver muchas cosas diferentes de las cuales se pueden solucionar con las gráficas de control que son muy importantes, porque nos hacen notar los errores que debemos superar buscándole soluciones para una mejor productividad con calidad para mantener a un cliente satisfecho, brindándole un servicio con mejor calidad.

No tengo ninguna duda.

No tenemos dudas, gracias por su atención.

Antonio Bustamante Vargas, departamento de Impresión:

En mi opinión me gustaría que a cada departamento se le diera una clase extra para que sepan que clase de gráfica se va a manejar en su area de trabajo.

También pienso yo que estaría bien poner en cada departamento una gráfica muestra en grande que más o menos maneje un standard de lo que maneja cada departamento para que en el caso de duda de los trabajadores puedan consultarla y darse una idea si va bien o tienen algún error. En mi opinión el curso estuvo bien, lo que faltó fue más participación de todos.

No le entiendo al redondeo. Y de vuelta felicitades a Martín, Virgilio y MarcoPolo por el curso que dieron, por su interés de hacer progresar al personal.

En las clases subsecuentes se aclararon estas dudas y se dió seguimiento a las sugerencias que manifestaron, por ejemplo: la aplicación práctica de las gráficas de control en sus lugares de trabajo y con un ejemplo verídico del mismo proceso que manejaban, todo lo anterior asesorado personalmente por cada uno de los instructores.

Fodemos afirmar, después de nuestros análisis, la impresión de los obreros y la calificación de los directivos, que este curso logró cubrir en su totalidad, su objetivo primordial.

Para comprobar lo anterior mostramos el siguiente análisis, esto haciendo referencia al capítulo II (Medición de la Productividad).

Tabla 1
Variación de la Productividad de la Mano de Obra¹
en POLIAL de Enero a Septiembre de 1993.

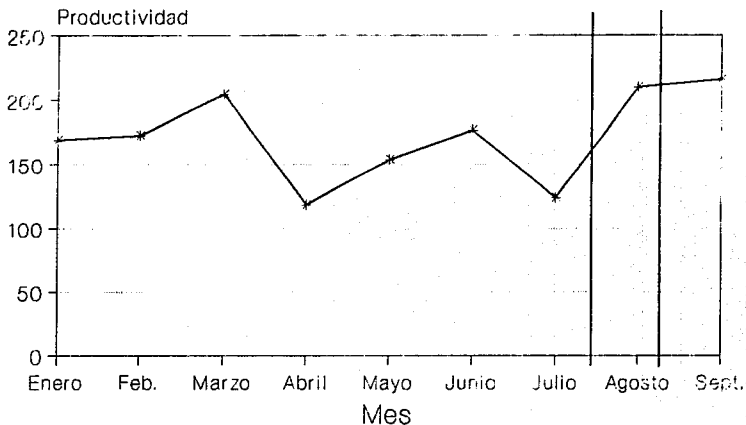
	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.
Mano de Obra	35'555	32'447	33'965	35'166	41'881	37'038	42'298	31'901	32'234
Materia Prima	82'449	73'828	62'623	78'770	78'770	67'779	81'733	59'979	52'352
Otros Insumos	4'607	6'669	5'533	8'057	8'568	9'605	6'292	5'868	5'840
<u>Inv. Bruta Fija</u>	<u>1'214</u>	<u>----</u>	<u>----</u>	<u>----</u>	<u>800</u>	<u>----</u>	<u>200</u>	<u>----</u>	<u>1'500</u>
Insumos totales	123'825	112'944	102'121	121'993	119'028	128'376	116'442	97'748	91'926
Valor bruto de la producción:	209'988	195'677	209'145	144'891	182'830	227'458	144'329	206'041	199'106
Intencidad del trabajo:	0.287 28.7%	0.287 28.7%	0.333 33.3%	0.288 28.8%	0.352 35.2%	0.289 28.9%	0.363 36.3%	0.326 32.6%	0.351 35.1%
Productividad de trabajo:	5.91	6.03	6.16	4.12	4.37	6.14	3.41	6.46	6.18
Productividad total de M. de O.	1.695	1.731	2.051	1.187	1.577	1.774	1.238	2.106	2.169

MANO DE OBRA
INTENCIDAD DEL TRABAJO = $\frac{\text{MANO DE OBRA}}{\text{INSUMOS TOTALES}}$

VALOR BRUTO DE LA PRODUCCION
PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO = $\frac{\text{VALOR BRUTO DE LA PRODUCCION}}{\text{MANO DE OBRA}}$

VALOR BRUTO DE LA PRODUCCION
PRODUCTIVIDAD DE LA M. DE O. = $\frac{\text{VALOR BRUTO DE LA PRODUCCION}}{\text{INSUMOS TOTALES}}$

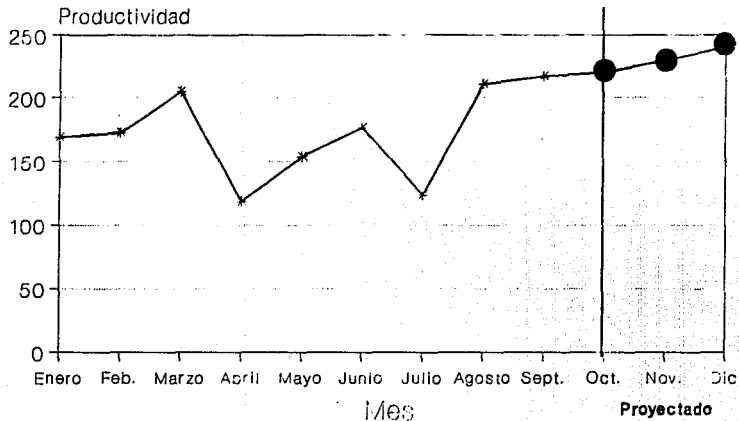
Variación de la Productividad de la Mano de Obra. Enero-Septiembre de 1993



El curso se aplicó durante tres semanas. Las dos últimas de Julio y la primera de Agosto

Fuente: departamento de Contabilidad.

Proyección de la Productividad de la Mano de Obra Octubre-Diciembre 1993



Fuente: departamento de Contabilidad.

Análisis de la Productividad Enero-Septiembre de 1993

Mes	Productividad	Calificación	Causa
Enero	169.5%	Media	Gasto excesivo de materia prima.
Febrero	173.1%	Media	Ligera disminución en la compra de materia prima y disminución del costo de Mano de Obra.
Marzo	205.1%	Alta	Disminución en la compra de materia prima y aumento de producción.
Abril	118.7%	Baja	Aumento en la compra de materia prima, aumento de costo de la mano de obra y disminución de la producción.
Mayo	157.7%	Media	Disminución en la compra de materia prima y aumento de costo de la mano de obra.
Junio	177.4%	Media	Aumento en el costo de la mano de obra y aumento en la compra de materia prima.
Julio	123.8%	Baja	Disminución en la compra de materia prima, pero aumento en el costo de la mano de obra y disminución en la producción.
Agosto	210.6%	Alta	Disminución en el costo de materias primas, así como de la mano de obra y aumento en la producción.
Septiembre	216.9%	Alta	Disminución en la compra de materia prima, menor costo de la Mano de Obra y aumento de la producción.

Proyectado:

Octubre	221.9%	Alta	Disminución en la compra de materia prima y reducción del costo de mano de obra y aumento en la producción.
Noviembre	226.9%	Alta	Disminución en la compra de materia prima y reducción del costo de mano de obra y aumento en la producción.
Diciembre	231.9%	Alta	Disminución en la compra de materia prima y reducción del costo de mano de obra y aumento en la producción.

Productividad baja: entre 100% y 140%

Productividad media: entre 140.01% y 180%

Productividad alta: entre 180.01 y 240%

Analizando la información anterior se llegaron a las siguientes conclusiones:

Enero:

Se venía acarreado una productividad del 169.5%, esto se considera como una productividad media. Dicho comportamiento se debió a que en este mes se tuvo una compra total de materia prima de N\$82'449, lo cual incrementó el costo de los insumos y tan solo se logró una productividad del trabajo de 5.91 (esto significa que por cada peso que se invirtió en mano de obra se produjo 5.91 veces su valor).

Febrero:

Se tuvo una productividad de mano de obra de 173.1, lo cual consideramos una productividad media. En este mes se hizo una compra de materia prima de N\$73'828 (menor al mes anterior) y una reducción del costo de mano de obra de N\$35'555 a N\$32'447. Se tuvo una productividad del trabajo de 6.03 lo cual significa que por cada peso invertido en mano de obra se produjo 6.03 veces más su valor.

Mazo:

Se obtuvo una productividad de la mano de obra de 205.1, la cual se considera alta debido a que en este mes hubo una reducción muy importante en cuanto a adquisición de materia prima, sin embargo, no por esto bajo el valor de la producción sino por el contrario hubo un aumento de N\$195'667 a N\$209'145.

Hubo una reducción en la compra de materia prima porque fue este un momento de transición muy importante en la empresa ya que hubo un cambio drástico en el personal administrativo incluyendo la gerencia general, gerencia de producción y la gerencia de calidad, por lo que se detuvieron momentaneamente las compras, sobre todo las de mayor consumo.

En cuanto al costo que se tuvo por concepto de mano de obra, por cada peso que se invirtió, se produjo 6.16 veces su valor. **Abril:** Se tuvo una productividad de la mano de obra de 118.7%, lo que se considera una productividad baja, la razón es que en este mes se volvió a incrementar el costo de la mano de obra y aumentó la compra de la materia prima, este aumento se debió a la adquisición de nuevas materias primas que fueron más funcionales

para lo que se estaba trabajando en ese momento, como lo son las tintas. En la tabla 1 se observa que hubo una reducción del valor bruto de la producción, esto se debió a que en este mes se trabajó con mayor previsión para que no se desperdiciara la materia prima y el resultado fue poca producción pero bien hecha.

Mayo:

Se tuvo una productividad de 152.8%, la cual fue mayor que el mes anterior, aún así se considera una productividad media, esto se debió a que en este mes se aumentó el costo de la mano de obra (contratación de personal), pero disminuyó el costo de la materia prima aumentando así la producción.

Junio:

Se tuvo una productividad de 117.4%, lo que se considera una productividad media, este resultado se debió a que en este mes hubo una disminución en el costo de la mano de obra, un aumento en el costo de la materia prima y por lo tanto un aumento en la producción. Este aumento se debió a que el personal cada vez manejaba y conocía mejor los procesos por los que pasaba la materia prima. La productividad del trabajo aumentó a un 6.14.

Julio:

Se tuvo una productividad de 123.8%, la cual es baja, este sin duda fue uno de los peores meses para la empresa y se debió a una gran cantidad de devoluciones por parte de clientes muy importantes (como Volkswagen o Siemens), estas devoluciones se dieron porque el producto terminado presentó algunos defectos, los cuales se debieron a la mala calidad de la materia prima. Estas devoluciones trajeron como consecuencia un aumento en la mano de obra (contratación de personal), aumento en la compra de materia prima y sobre todo una gran disminución en la producción.

A finales de este mes se comenzó el curso de Control Estadístico del Proceso.

Agosto:

Se tuvo una productividad de 210.6%, lo cual es una productividad alta, esta se debió a que en este mes se comenzó a trabajar con el control estadístico del proceso, lo cual ayudo mucho a que el

personal tomara conciencia de porqué varía el proceso y qué podía estar fallando. Aprendieron a conocer principalmente los factores más importantes del proceso (materia prima, medio ambiente, maquinaria y equipo, método de trabajo, mano de obra, etc.), lo que les permitió saber que cuando el proceso varía demasiado significa que algo anormal está sucediendo y deben actuar para encontrar donde está la falla.

Por otro lado este aumento de productividad se debió a que hubo una disminución en la compra de materia prima, lo cual se vió reflejado en que se aprovechó al máximo la materia prima y solo se compró lo necesario. Hubo también una disminución en el costo de la mano de obra, lo cual se aprovechó también al máximo, observándose el resultado en el aumento de la productividad del trabajo (tabla 1). Por cada peso que se invirtió se produjo 6.46 veces más.

Septiembre:

Se tuvo una productividad de 216.9%, considerada como alta, esta se debió a la reducción del costo de la mano de obra y disminución en el costo de materia prima.

Durante este mes ya se tenía mejor entendido el manejo del control estadístico del proceso por parte del personal y sobre todo comenzaron a actuar cuando veían alguna gran variación en sus gráficas, trayendo como resultado que lo que se invirtió en la mano de obra se obtuviera 6.18 veces su valor.

Meses proyectados:

Los meses de octubre, noviembre y diciembre se proyectaron en base a la información de los meses anteriores llegando a la conclusión de que la productividad aumentará en un 5%, esto basado en cada vez mejor aprovechamiento de la materia prima y la mano de obra, ya que son dos de los insumos más importantes para poder incrementar la productividad.

Finalmente el aumento constante de la productividad traerá como consecuencia mejores utilidades para la empresa y sobre todo, lo más importante el personal podrá gozar de:

- mejor nivel de vida
- mayor aprovechamiento de los recursos
- mejores sueldos
- vivir en un país mejor.

Hasta este momento se ha cumplido con parte del objetivo de la tesis, incrementar la productividad através de un curso teórico-práctico, es sin duda un objetivo que se cumplirá al 100% con el paso del tiempo, sin embargo, hasta este momento se ha logrado demostrar que después de la aplicación del curso (dos meses después), verdaderamente se ha aumentado la productividad de la mano de obra.

Por otra parte cabe aclarar que este aumento de productividad que ha tenido POLIAL S.A. de C.V. ha sido debido a un trabajo en conjunto por parte de todos los trabajadores y empleados y sobre todo un apoyo total de la dirección, lo cual se ha visto reflejado en el éxito del curso.

A continuación se presentan algunas de las gráficas que se están elaborando actualmente por parte de los trabajadores que recibieron el curso de control estadístico del proceso. Se trata de dos gráficas de atributos y dos de variables. En ellas se podrán observar como en un principio se tenían ciertos errores en el llenado de las mismas, pero posteriormente se verá cómo se sobrepasaron los mismos errores haciendo una gráfica más organizada y más limpia.

Conforme los trabajadores iban construyendo sus gráficas tuvieron asesoría por parte de uno de los instructores, el cual aclaró las dudas que iban surgiendo conforme a la construcción de las mismas trayendo como resultado cada vez mayor calidad de gráficas y se iba teniendo cada vez más confianza en los trabajadores que las hacían.

Control Estadístico de Procesos

Gráfica de atributos

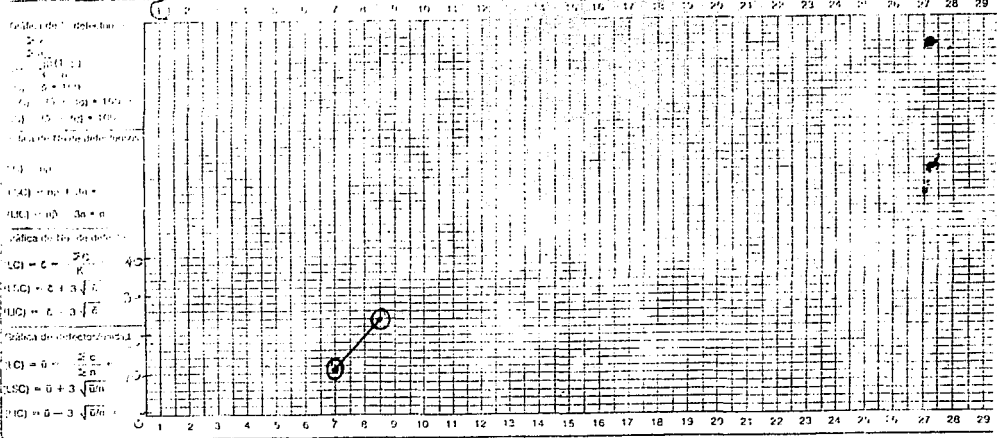
Policial
10/14/93

Volkswagen

12/09/93

Tipo de muestra: Inseto de rodillo
 Máquina:
 Características: Amalga
 Tipo de defecto: IMPRESION (TEXTO)
 Tipo de inspección: Visual
 Método de muestreo:
 Tamaño de muestra:
 Tipo de control:
 Fecha:
 Muestra:
 Tamaño: 30 min
 Operario:

Característica de muestra (A)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Presencia de defecto (0/1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Defectos (d)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Porcentaje de defectos (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Defectos acumulados (D)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

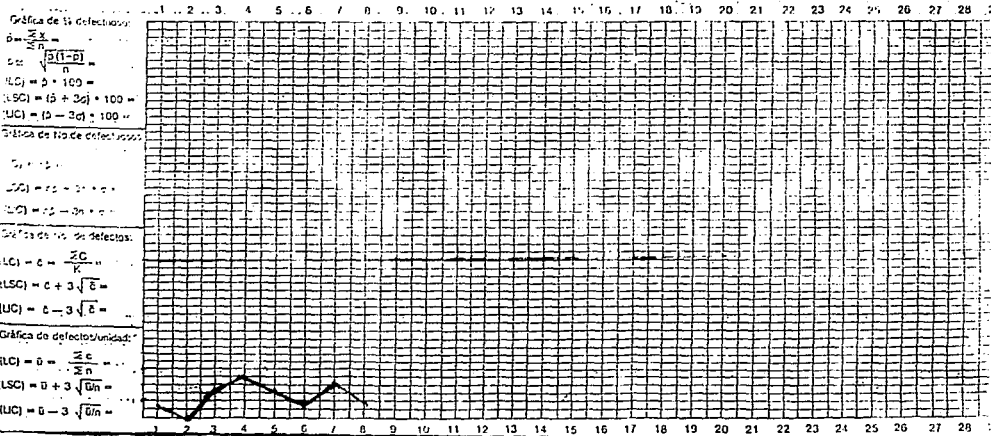


Control Estadístico de Procesos

Gráfica de atributos

Descripción: Insero Bayandilla Número de parte: 283 Cliente/Proveedor: VOLKSWAGEN DE MEX S.A Fecha: 1-10-73
 Máquina: 28 Operación: TEXT NEGRO (IMP) Línea: IMPRESION I.M.I Muestra: Constante
 Producción: 283 Unidad de inspección: VISUAL Tipo de carta: P no Frecuencia: 3c
 Fabrica: Amelia Método de inspección: VISUAL Tipo de carta: C U Aprobó:

Tamaño de muestra (n)	Número de piezas defectuosas (d)	Porcentaje defectuosos (%)	Número de defectos (c)	Defectos por unidad (u = c/n)	Fecha y hora
120	1	0.83	1	0.0083	1:30
120	0	0	0	0	2:04
120	0	0	0	0	2:30
120	0	0	0	0	3:02
120	0	0	0	0	3:30
120	0	0	0	0	4:00
120	0	0	0	0	4:30
120	0	0	0	0	5:00



En la primera de las gráficas anteriores se observa que se trabajó con un poco de desorden, lo cual lo entendemos como confusión con respecto a la construcción de la misma, se ven números anotados en la parte superior, en la parte central se ve un cinco con dos flechas, esto tiene que ver con el redondeo, si es mayor que cinco, la cifra aumenta, de lo contrario disminuye. Estos detalles son de los que nos encargamos de corregir con el paso del tiempo y los resultados fueron muy buenos, ya que en la segunda gráfica se ve un trabajo más ordenado y una construcción excelente de la gráfica de control. La segunda gráfica fue construida tres semanas después que la primera por la misma persona.

Polial

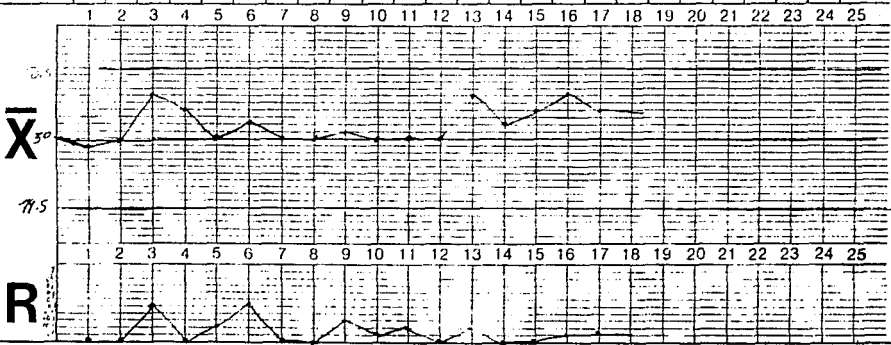
CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS

GRAFICA DE PROMEDIOS Y RANGOS

96

DEPARTAMENTO CONT OPERACION CONT DESCRIPCION PALETIN DE 2000 No. PARTE: CARTA No.: 8
 ESPECIFICACION 50 ± 5 No. DE MAQUINA 53 PERIODO 2: 1/11/73 CARACTERISTICA 1.2015 REALIZO 1/11/73
 INSTRUMENTO DE MEDICION: ALTA FREC./TAM MUESTRA: 3/25 CLIENTE/PROV: 110LSW13GER APROBO:

LECTURAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	48.5	49.5	51.5	50.5	49.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5
2	48.5	49.5	51.5	50.5	49.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5
3	48.5	49.5	51.5	50.5	49.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5
4	48.5	49.5	51.5	50.5	49.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5
5	48.5	49.5	51.5	50.5	49.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5
MEDIA X	49.5	49.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5
RANGO R	0	1	3	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
FECHA/H																									



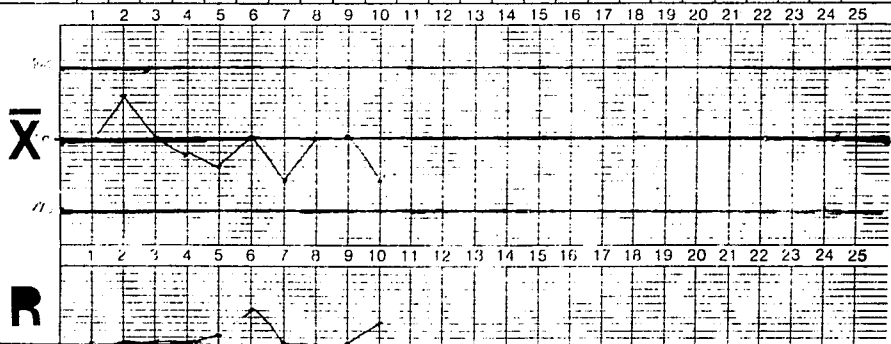
Polial

CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS

GRAFICA DE PROMEDIOS Y RANGOS

DEPARTAMENTO *0177* OPERACION. DESCRIPCION *11.1.1* No. PARTE: CARTA No. *11*
 ESPECIFICACION: No. DE MAQUINA. PERIODO CARACTERISTICA REALIZO *A. de...*
 INSTRUMENTO DE MEDICION: FREC./TAM MUESTRA CLIENTE/PIEZA APROBO

LECTURAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100															
2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100															
3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100															
4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100															
5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100															
MEDIA \bar{X}	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100															
RANGO R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0															
FECHA/H																									



En estas gráficas se observa que se tiene ya un dominio total de las gráficas de control, no se observan errores y el proceso está perfectamente detallado en la misma, se observa que en la gráfica de "X" se tiene un comportamiento un poco por arriba de la media, pero nunca excede el límite de control superior.

En la segunda gráfica se tiene un comportamiento hacia abajo, pero tampoco excede el límite de control inferior, lo cual nos habla de cierta estabilidad en el proceso.

Actualmente se está llevando el control estadístico del proceso por parte de los trabajadores y los resultados son excelentes, es por eso que pensamos que la productividad de la empresa se irá incrementando constantemente.

Anexo I

**FACTORES PARA CALCULAR LIMITES DE CONTROL 3-SIGMA
PARA CALCULAR LIMITES DE CONTROL DE X Y R**

Tamaño de muestra n	Para gráfica de X	Para gráfica de R	
	Factor para límites de control. A_2	Factor para límite inf. D_3	Factor para límite sup. D_4
2	1.880	0	3.267
3	1.023	0	2.575
4	0.729	0	2.282
5	0.577	0	2.115
6	0.483	0	2.004
7	0.419	0.076	1.924
8	0.373	0.136	1.864
9	0.337	0.184	1.816
10	0.308	0.223	1.777
11	0.285	0.256	1.744
12	0.266	0.284	1.716
13	0.249	0.308	1.692
14	0.235	0.329	1.671
15	0.223	0.348	1.652
16	0.212	0.364	1.636
17	0.203	0.379	1.621
18	0.194	0.392	1.608
19	0.187	0.404	1.596
20	0.180	0.414	1.586

BIBLIOGRAFIA

- Bain, David. Productividad. La solución a los problemas de la empresa. (México, McGraw-Hill, 1987) (Caps. I,II,III)
- Belcher, Jhon G. Jr. Productividad total. (Argentina, Granica, 1987) (Caps. I,II, III.6, III.8)
- Canavos, George C. Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y Métodos. (México, McGraw-Hill/Interamericana, 1988) (Caps. I,VII,XI,)
- Elementos de Control de Calidad. (México, Centro Nacional de Productividad, 1960) (Cap I)
- Duncan, Acheson J. Control de Calidad y Estadística Industrial (México. Alfa Omega, 1990) (Vap I.6, II.7, II.9, II.11, IV.19, IV.20)
- Feigenbaum, A.V. Control total de la Calidad. (México, CECSA, 1963) (Caps. III, IV)
- Gitlow, Howard. Como mejorar la Calidad y la Productividad m el método Deming. (México, Norma, 1989) (Caps. IV, V)
- Harrington, James H. Cómo incrementar la calidad y la productividad. (México, McGraw-Hill, 1989) (Caps. I,II,III)
- Hines, William W. Probabilidad y Estadística para Ingenieros y Administradores. (México) (Caps II, IV)
- Kume, Hitochi. Herramientas Estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad. (España, Norma, 1992) (Caps. IV,V,VII,IX)
- Ley Federal del Trabajo. Comentada y Concordada. Prólogo: Francisco Breña Garduño. Segunda edición (México, Harla, colección "Leyes comentadas", 1988) (Artículo 153)
- Vázquez, Eliodoro M. Productividad y seguridad en el trabajo. (México, Diana, 1986) (Caps. II,III,V)