



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

“CALIDAD EN LAS ORGANIZACIONES
(EMPRESAS E INSTITUCIONES)
CONTROL ESTADISTICO DE LA PRODUCCION
EN UNA EMPRESA FABRICANTE
DE ENVASES DE VIDRIO”

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

MIGUEL DE NAZARETH PINEDA BECERRIL

ASESOR: ING. JUAN RAFAEL GARIBAY BERMUDEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
REPUBLICA NACIONAL
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

UNAM
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

R. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN Q. Ma. del Carmen García Mejares
Jefa del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

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

Calidad en las Organizaciones (Empresas e Instituciones)

Control Estadístico de la Producción en una

empresa fabricante de envases de vidrio.

que presenta el pasante Pineda Becerra Miguel de Nazareth

con número de cuenta 9307556-5 para obtener el título de
Ingeniero Mecánico Electricista

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

TENTAMENTE
POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 07 de Junio de 2001

MODULO

PROFESOR

FIRMA

I Ing. Juan de la Cruz Hernández Zamudio

II Ing. Juan Rafael Garibay Bermúdez

III Dr. Armando Aguilar Márquez

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Gracias a dios por darme la vida, y por permitir que lograra la terminación de la Universidad

A mis ambos padres (Lucina y Miguel Ángel)

Por todo el sacrificio que hicieron para darme la oportunidad de estudiar, por la gran educación que me brindaron, por su comprensión y amor que me han dado Por mantener la familia unida. Muchas gracias

A mi Abuelo (Carlos) y a mi tía Lucrecia

Por todo el apoyo y por confiar en mi.

A mis Abuelos (Carmen y Pedro) q.e.p.d. A mi Tío Pancho (q.e.p.d.)

Que espero que desde donde quiera que estén me apoyan. Con mucho cariño está dedicada a ustedes.

A mi Mamá (Lucina)

Por su gran apoyo y motivación que me brindaste así como también por todo el cariño y amor que me has dado. Por guiarme por el buen camino. Gracias Mamá

A mi Papá (Miguel)

Por todos los grandes consejos que me has dado y por la confianza que me has dado, por todo lo que con esfuerzos hiciste para que yo estudiara. Gracias Papá

A mis hermanos (Carlos y Sarahi)

Por su apoyo y comprensión, por aguantarme en los malos momentos, por ser la razón para seguir adelante y darles un buen ejemplo. Por todos los momentos que hemos compartido juntos. Muchas gracias

En especial para mis padres y hermanos gracias por ser una familia unida y apoyarme en todo momento y confiar en mí Muchas gracias

A toda mi familia en general

Por demostrar que en los momentos difíciles contamos con su apoyo gracias

A todos mis amigos y amigas

Por el apoyo que me han brindado y por los consejos que me dieron gracias

Con todo cariño para todos mis amigos de la FESC-4

Para todos mis amigos y amigas de Progreso Industrial, en especial a la bandera de las canchas

Gracias a todos los que hicieron posible la realización de este trabajo

INDICE

Introducción

1

CAPITULO I "EL VIDRIO"

1.1	Orígenes del Vidrio y su evolución	2
1.1.1	Historia del Vidrio	2
1.1.2	Orígenes y evolución de la materia prima del vidrio	3
1.2	Tipos de Vidrio en la Industria	4
1.2.1	Composición y propiedades	4
1.2.2	Vidrio al plomo	5
1.2.3	Vidrio de ventana	5
1.2.4	Vidrio de placa	6
1.2.5	Botellas y recipientes	6
1.2.6	Vidrio óptico	7
1.2.7	Vidrio fotosensible	7
1.2.8	Vitrocerámica	7
1.2.9	Fibra de vidrio	8
1.2.10	Vidrio templado	8
1.2.11	Vidrios termoendurecidos	8
1.2.12	Vidrio laminado	9
1.2.13	Vidrio coloreado en masa	9
1.2.14	Vidrios recubiertos con capas metálicas	9
1.2.15	Vidrios serigrafados	9
1.2.16	Vidrios con cámara	10
1.2.17	Otros tipos de vidrio	10
1.3	Métodos de Fabricación del Vidrio	11
1.3.1	Soplado a boca	11
1.3.2	Soplado mecánico	11
1.3.3	Estirado Mecánico	11
1.3.4	Laminado Continuo	11
1.3.5	Vidrio Flotado	12
1.4	Características Mecánicas	13

CAPITULO II “PROCESO DE FABRICACION DE UN ENVASE DE VIDRIO”

2.1	Diseño del envase de vidrio	15
2.2	Proceso de preparación y fundición de materia	15
2.3.	Proceso de formación de envase de vidrio	19
2.3.1	Proceso de Preparación de Moldes	19
2.3.2	Cambios de moldura	21
2.3.3	Máquinas formadoras	21
2.3.4	Proceso de temple de un envase de vidrio	24
2.4	Proceso de Revisión de un Envase de Vidrio	25
2.5	Proceso de Control de Calidad	26
2.5.1	Clasificación de Defectos	26
2.5.2	Clasificación de Unidades Defectuosas	24
2.5.3	Forma de Expresar la Inconformidad	24
2.5.4	Inspección del Producto	27

CAPITULO III “LAS SIETE HERRAMIENTAS BASICAS DE LA CALIDAD”

3.1	El diagrama de Pareto	30
3.1.1	Usos del diagrama de Pareto	30
3.1.2	Trazo del diagrama de Pareto	31
3.2	Diagrama Causa Efecto	32
3.2.1	Usos del diagrama causa efecto	32
3.2.2	Como graficar el diagrama causa efecto	32
3.3	Histograma	34
3.3.1	Pasos para dibujar un histograma	34
3.3.2	Usos del histograma	36
3.4	Hoja de revisión o evaluación (check list)	37
3.4.1	Usos de la hoja de evaluación	37
3.4.2	Entrada de datos a la hoja de evaluación	37

3 5	Diagrama de dispersión	38
3 5 1	Usos del diagrama de dispersión	38
3 5 2	Trazo del diagrama de dispersión	39

3.6	Grafica lineal	40
3.6 1	Usos de la grafica lineal	40
3.6.2	Trazo de la grafica lineal	40

3 7	Diagrama de control	41
3 7 1	Usos del diagrama de control	41
3 7 2	Como elaborar el diagrama de control	41

CAPITULO IV "CONTROL ESTADISTICO DE PRODUCCION"

4.1	Software para Control Estadístico del Producto	42
4.1 1	¿ Que es el SuperCEP ?	42
4.1 2	Operación	42
4.1 3	Apoyo a la norma ISO-9000	43
4.1.4.	Herramientas Disponibles	43

4.2	Descripción de las herramientas disponibles en el SuperCEP	44
4 2 1	Hoja de Inspección o Verificación (Formatos)	44
4 2 2	Características generales de todas las gráficas	44
4 2 3	Histogramas de Frecuencia y Análisis de Habilidad	45
4 2 4	Gráficas de Control	45
4.2.5	Análisis de Pareto	45
4.2.6	Regresión Lineal	46
4.2 7	Muestreo de Aceptación	46
4 2 8	Certificados de Calidad	46

4 3	Ventajas Clave	47
-----	----------------	----

4 4	Descripción de Herramientas del Control Estadístico del Proceso	48
4 4 1	Estudio de Capacidad del Proceso	48
4 4.2	Gráfico de Control	51
4 4 3	Diagrama de Pareto	52
4 4 4	Muestreo de Aceptación	53
4 4 5	Regresión Lineal	55

Conclusiones		59
--------------	--	----

Bibliografía		60
--------------	--	----

INTRODUCCIÓN

El envase de vidrio posee una serie de cualidades que le convierten en soporte ideal para todo tipo de alimentos: es inerte, aséptico, transparente, versátil, hermético, higiénico, indeformable, impermeable al paso de los gases, conserva aroma y sabor sin ceder nada al producto que contiene, añade prestigio e imagen al producto, reutilizable y reciclable

La utilización de envases reutilizables o de un solo uso, es una estricta decisión de mercado. El envase de vidrio, dando muestras de una extraordinaria sensibilidad y capacidad de sintonizar con los problemas de la sociedad actual, ha desarrollado de manera óptima las dos opciones: la reutilizable y la de un solo uso. Ambas se complementan y, en todo caso, se soportan en un proceso eficaz de reciclado.

Los envases de un solo uso son prácticos para aquellos productos con alto valor añadido y en los que el precio del envase no tiene una gran importancia frente al valor total, tales como productos de alta calidad, destinados a la exportación, etc.

El vidrio es el más universal de los envases, al no contar con contraindicación de uso alguna. Está presente en la práctica totalidad de los sectores y en algunos de ellos en exclusiva, aunque es la industria agroalimentaria a la que más estrechamente ligado se encuentra.

Dentro de esta industria, lidera de forma absoluta algunos segmentos como vino, cavas o cervezas, conviviendo con el resto de materiales en otros como refrescos, aguas, zumos o conservas

Los envases de vidrio requieren de un control estadístico muy estricto para cumplir con las exigencias de los clientes, por tal motivo se debe de contar con toda la ayuda posible de la tecnología, para mejorar la calidad

En la actualidad con la globalización se tiene un software para el control estadístico de la producción, en el cual se cuenta con las siete herramientas básicas de la calidad. Esto nos ayuda a tener un acceso mas rápido a los reportes que se necesiten para analizar una situación fuera de control

CAPITULO I "EL VIDRIO"

1 1 Orígenes del vidrio y su evolución.

1 1 1 Historia del Vidrio

Muchos autores de la antigüedad escribieron acerca del vidrio Plinio el Viejo (23-79 d.C.), por ejemplo, narró en su Historia Natural que el descubrimiento de ese material tuvo lugar en Siria, cuando unos mercaderes de natrón, probablemente en ruta hacia Egipto, preparaban su comida al lado del Río Belus, en Fenicia. Al no encontrar piedras para colocar sus ollas, pusieron trozos del natrón que llevaban como carga, y a la mañana siguiente vieron cómo las piedras se habían fundido y su reacción con la arena había producido un material brillante, vítreo, similar a una piedra artificial. Tal fue, en síntesis, el origen del vidrio.

Estrabón (58 a.C.-25 d.C.), por su parte, en su Geografía describe con admiración un sarcófago de vidrio, y asegura que en un punto localizado entre Tolemaida y Tiro se extraía la arena apropiada para el vidrio. El griego Heródoto (484-410 a.C.), considerado como el "Padre de la Historia", relata la manera en que los etíopes embalsamaban a sus muertos para colocarlos en sarcófagos de vidrio. Eliano, escritor griego del siglo III, narra las condiciones en que Jerges, el hijo de Darío, descubrió el cuerpo de un jefe asirio en un ataúd de vidrio. Salomón, en sus Proverbios, condenó al que miraba el vino a través de un vaso de vidrio, y también en el Antiguo Testamento se encuentra mencionado el vidrio en la Historia de Job. "No se compara el oro y el cristal, ni se cambia por vasija de oro fino. Corales y cristal no merecen ni mención, la sabiduría vale más que las perlas."

Todas estas alusiones resultan muy posteriores a la época en que comenzó a fabricarse el vidrio, y en su mayoría pasaron de generación en generación por transmisión oral antes de ser perpetuadas por la escritura. De manera adjunta, dichos testimonios constituyen la versión de los vencedores, lo cual les otorga un cierto grado de duda en cuanto a su veracidad. Igualmente cuestionables son las investigaciones históricas del siglo XIX sobre el mundo antiguo, ya que en ellas prevalece una visión romántica y poco científica acerca de los orígenes de la cultura occidental. Es por ello que cuando se da inicio a una investigación relacionada con las civilizaciones preterritas, se suscita el problema de que las fuentes históricas varían mucho en la calidad de la información que ofrecen. Empero, en la actualidad existen datos más seguros, sustentados en los resultados que se obtienen por el empleo del radiocarbono, la dendrocronología, el arqueomagnetismo, la informática, la investigación documental y el trabajo de campo realizado por los arqueólogos.

Entre los textos antiguos antes mencionados, resalta por su importancia la Historia Natural de Plinio el Viejo, escrita en el primer siglo después de Cristo. En ella se ofrecen buenas evidencias acerca de la región geográfica en la que pudo haber sido descubierto el vidrio y sobre la manera accidental en que tal episodio ocurrió. No obstante, los detalles del descubrimiento narrado por Plinio son poco confiables, ya que para lograr el punto de fusión del natrón que dio por resultado la formación del vidrio, hubiera sido necesaria una

temperatura aproximada a los 1'300° ó 1'500° C , mientras que una fogata al aire libre puede alcanzar, cuando mucho, los 600° C.

Si en los aspectos físicos se pueden suscitar dudas, en lo que respecta a la información sobre los fenicios existen verdades indiscutibles. Por un lado, ellos fueron los comerciantes por excelencia de la época, ya que al carecer de recursos naturales en sus tierras, buscaron en el comercio otra forma de supervivencia. Inclusive pedían permiso a los egipcios para comprar y vender libremente en sus costas, llevando después los productos de ese imperio a los puertos de todo el Mediterráneo. Los fenicios no sólo intercambiaban objetos en sus viajes, sino que también propagaban la ciencia, los conocimientos y costumbres de todo el mundo conocido. Muchos eran los productos que comercializaban, entre ellos el natrón. Este material era sumamente apreciado porque se empleaba tanto para el aseo de los dientes como para el baño. Además, al ser disuelto en agua funciona como desengrasante, por lo que se utilizaba para limpiar la loza. Los egipcios, por su parte, lo aprovechaban constantemente en el proceso de momificación. Es probable que además del natrón, los fenicios comercializaran objetos de faiensa y vidrio, los cuales eran fabricados en Egipto. Los artesanos de ese imperio eran famosos en todo el Mediterráneo por imitar casi a la perfección, con dichos materiales, las piedras preciosas y semipreciosas.

1.2 Orígenes y evolución de la materia prima del vidrio.

Para el estudio de los orígenes del vidrio, tenemos que remontarnos al Medio Oriente, hacia el cuarto o quinto milenio anteriores a Cristo, y al área geográfica que va desde Egipto hasta la cuenca mesopotámica, donde aparecieron por primera vez las sociedades estables. Allí, a raíz del descubrimiento de las técnicas de utilización de los metales, se imitaron rápidamente en cerámica objetos similares a los elaborados en metal. Este hecho derivó en el descubrimiento de barnices alcalinos, que junto con la frita de plomo fueron las sustancias más empleadas para volver impermeables los recipientes de arcilla. La producción más antigua de este tipo de vasos o recipientes, tuvo lugar en Egipto, en Uadi Hammamat y en Badari, centros localizados muy cerca de yacimientos de sílex y esteatita.

Del perfeccionamiento en los trabajos de alfarería se derivó el gusto por decorar los ladrillos y confeccionar artesanías de composición vítrea (conocida como faiensa egipcia), cuya técnica fue desarrollada en Egipto. El vidrio surgió posteriormente como resultado de las experiencias adquiridas con el procesamiento de los metales, ya que para esos menesteres se requerían, al igual que con el vidrio, la construcción de hornos capaces de alcanzar altas temperaturas y la experimentación con fórmulas minerales. Las capas de vidrio que cubrían las joyas, amuletos de composición vítrea, vasos de cerámica y ladrillos, son las manifestaciones más antiguas que existen sobre el aprovechamiento del vidrio.

1.2 El Vidrio en la industria y tipos de Vidrio

1.2.1 El Vidrio en la Industria

Vidrio (industria), sustancia amorfa fabricada sobre todo a partir de sílice (SiO_2) fundida a altas temperaturas con boratos o fosfatos. También se encuentra en la naturaleza, por ejemplo en la obsidiana, un material volcánico, o en los enigmáticos objetos conocidos como tectitas. El vidrio es una sustancia amorfa porque no es ni un sólido ni un líquido, sino que se halla en un estado vítreo en el que las unidades moleculares, aunque están dispuestas de forma desordenada, tienen suficiente cohesión para presentar rigidez mecánica. El vidrio se enfría hasta solidificarse sin que se produzca cristalización; el calentamiento puede devolverle su forma líquida. Suele ser transparente, pero también puede ser traslúcido u opaco. Su color varía según los ingredientes empleados en su fabricación.

El vidrio fundido es maleable y se le puede dar forma mediante diversas técnicas. En frío, puede ser tallado. A bajas temperaturas es quebradizo y se rompe con fractura concoidea (en forma de concha de mar).

Se fabricó por primera vez antes del 2000 a. C., y desde entonces se ha empleado para fabricar recipientes de uso doméstico así como objetos decorativos y ornamentales, entre ellos joyas. (En este artículo trataremos cualquier vidrio con características comercialmente útiles en cuanto a transparencia, índice de refracción, color. En Vidrio (arte) se trata la historia del arte y la técnica del trabajo del vidrio.)

1.2.2 Composición y propiedades

La sílice se funde a temperaturas muy elevadas para formar vidrio. Como éste tiene un elevado punto de fusión y sufre poca contracción y dilatación con los cambios de temperatura, es adecuado para aparatos de laboratorio y objetos sometidos a choques térmicos (deformaciones debidas a cambios bruscos de temperatura), como los espejos de los telescopios. El vidrio es un mal conductor del calor y la electricidad, por lo que resulta práctico para el aislamiento térmico y eléctrico. En la mayoría de los vidrios, la sílice se combina con otras materias primas en distintas proporciones. Los fundentes alcalinos, por lo general carbonato de sodio o potasio, disminuyen el punto de fusión y la viscosidad de la sílice. La piedra caliza o la dolomita (carbonato de calcio y magnesio) actúa como estabilizante. Otros ingredientes, como el plomo o el bórax, proporcionan al vidrio determinadas propiedades físicas.

Vidrio soluble y vidrio sodocálcico

El vidrio de elevado contenido en sodio que puede disolverse en agua para formar un líquido viscoso se denomina vidrio soluble y se emplea como barniz ignífugo en ciertos objetos y como sellador. La mayor parte del vidrio producido presenta una elevada concentración de sodio y calcio en su composición, se conoce como vidrio sodocálcico y se utiliza para fabricar botellas, cristalerías de mesa, bombillas (focos), vidrios de ventana y vidrios laminados.

1.2.3 Vidrio al plomo

El vidrio fino empleado para cristalerías de mesa y conocido como cristal es el resultado de fórmulas que combinan silicato de potasio con óxido de plomo. El vidrio al plomo es pesado y refracta más la luz, por lo que resulta apropiado para lentes o prismas y para bisutería. Como el plomo absorbe la radiación de alta energía, el vidrio al plomo se utiliza en pantallas para proteger al personal de las instalaciones nucleares.

Vidrio de borosilicato

Este vidrio contiene bórax entre sus ingredientes fundamentales, junto con sílice y álcali. Destaca por su durabilidad y resistencia a los ataques químicos y las altas temperaturas, por lo que se utiliza mucho en utensilios de cocina, aparatos de laboratorio y equipos para procesos químicos.

Color

Las impurezas en las materias primas afectan al color del vidrio. Para obtener una sustancia clara e incolora, los fabricantes añaden manganeso con el fin de eliminar los efectos de pequeñas cantidades de hierro que producen tonos verdes y pardos. El cristal puede colorearse disolviendo en él óxidos metálicos, sulfuros o seleniuros. Otros colorantes se dispersan en forma de partículas microscópicas.

Ingredientes diversos

Entre los componentes típicos del vidrio están los residuos de vidrio de composición similar, que potencian su fusión y homogeneización. A menudo se añaden elementos de afino, como arsénico o antimonio, para desprender pequeñas burbujas durante la fusión.

Propiedades físicas

Según su composición, algunos vidrios pueden fundir a temperaturas de sólo 500 °C; en cambio, otros necesitan 1.650 °C. La resistencia a la tracción, que suele estar entre los 3 000 y 5 500 N/cm², puede llegar a los 70 000 N/cm² si el vidrio recibe un tratamiento especial. La densidad relativa (densidad con respecto al agua) va de 2 a 8, es decir, el vidrio puede ser más ligero que el aluminio o más pesado que el acero. Las propiedades ópticas y eléctricas también pueden variar mucho.

1.2.4 Vidrio de ventana

El vidrio de ventana, que ya se empleaba en el siglo I d.C., se fabricaba utilizando moldes o soplando cilindros huecos que se cortaban y aplastaban para formar láminas. En el proceso de corona, técnica posterior, se soplaba un trozo de vidrio dándole forma de globo aplastado o corona. La varilla se fijaba al lado plano y se retiraba el tubo de soplado. La corona volvía a calentarse y se hacía girar con la varilla, el agujero dejado por el tubo se hacía más grande y el disco acababa formando una gran lámina circular. La varilla se partía, lo que dejaba una marca. En la actualidad, casi todo el vidrio de ventana se fabrica de forma mecánica estirándolo desde una piscina de vidrio fundido. En el proceso de Foucault, la lámina de vidrio se estira a través de un bloque refractario ranurado sumergido en la superficie de la piscina de este material y se lleva a un horno vertical de recocido, de donde sale para ser cortado en hojas.

1.2.5 Vidrio de placa

El vidrio de ventana normal producido por estiramiento no tiene un espesor uniforme, debido a la naturaleza del proceso de fabricación. Las variaciones de espesor distorsionan la imagen de los objetos vistos a través de una hoja de ese vidrio.

El método tradicional de eliminar esos defectos ha sido emplear vidrio laminado bruñido y pulimentado, conocido como vidrio de placa. Éste se produjo por primera vez en Saint Goban (Francia) en 1668, vertiendo vidrio en una mesa de hierro y aplanándolo con un rodillo. Después del recocido, la lámina se bruña y pulimentaba por ambos lados. Hoy, el vidrio de placa se fabrica pasando el material vítreo de forma continua entre dobles rodillos situados en el extremo de un crisol que contiene el material fundido. Después de recocer la lámina en bruto, ambas caras son acabadas de forma continua y simultánea.

En la actualidad, el bruñido y el pulimentado están siendo sustituidos por el proceso de vidrio flotante, más barato. En este proceso se forman superficies planas en ambas caras haciendo flotar una capa continua de vidrio sobre un baño de estaño fundido. La temperatura es tan alta que las imperfecciones superficiales se eliminan por el flujo del vidrio. La temperatura se hace descender poco a poco a medida que el material avanza por el baño de estaño y, al llegar al extremo, el vidrio pasa por un largo horno de recocido.

En arquitectura se emplea vidrio laminado sin pulir, a menudo con superficies figurativas producidas por dibujos grabados en los rodillos. El vidrio de rejilla, que se fabrica introduciendo tela metálica en el vidrio fundido antes de pasar por los rodillos, no se astilla al recibir un golpe. El vidrio de seguridad, como el utilizado en los parabrisas de los automóviles o en las gafas de seguridad, se obtiene tras la colocación de una lámina de plástico transparente (polivinilbutiral) entre dos láminas finas de vidrio de placa. El plástico se adhiere al vidrio y mantiene fijas las esquirlas incluso después de un fuerte impacto.

1.2.6 Botellas y recipientes

Las botellas, tarros y otros recipientes de vidrio se fabrican mediante un proceso automático que combina el prensado (para formar el extremo abierto) y el soplado (para formar el cuerpo hueco del recipiente). En una máquina típica para soplar botellas, se deja caer vidrio fundido en un molde estrecho invertido y se presiona con un chorro de aire hacia el extremo inferior del molde, que corresponde al cuello de la botella terminada. Después, un desviador desciende sobre la parte superior del molde, y un chorro de aire que viene desde abajo y pasa por el cuello da la primera forma a la botella. Esta botella a medio formar se sujeta por el cuello, se invierte y se pasa a un segundo molde de acabado, en la que otro chorro de aire le da sus dimensiones finales. En otro tipo de máquina que se utiliza para recipientes de boca ancha, se prensa el vidrio en un molde con un pistón antes de soplarlo en un molde de acabado. Los tarros de poco fondo, como los empleados para cosméticos, son prensados sin más.

1 2 7 Vidrio óptico

La mayoría de las lentes que se utilizan en gafas (anteojos), microscopios, telescopios, cámaras y otros instrumentos ópticos se fabrican con vidrio óptico. Éste se diferencia de los demás vidrios por su forma de desviar (refractar) la luz. La fabricación de vidrio óptico es un proceso delicado y exigente. Las materias primas deben tener una gran pureza, y hay que tener mucho cuidado para que no se introduzcan imperfecciones en el proceso de fabricación. Pequeñas burbujas de aire o inclusiones de materia no vitrificada pueden provocar distorsiones en la superficie de la lente. Las llamadas cuerdas, estrías causadas por la falta de homogeneidad química del vidrio, también pueden causar distorsiones importantes, y las tensiones en el vidrio debidas a un recocido imperfecto afectan también a las cualidades ópticas.

En la antigüedad, el vidrio óptico se fundía en crisoles durante periodos prolongados, removiéndolo constantemente con una varilla refractaria. Después de un largo recocido, se partía en varios fragmentos; los mejores volvían a ser triturados, recalentados y prensados con la forma deseada. En los últimos años se ha adoptado un método para la fabricación continua de vidrio en tanques revestidos de platino, con agitadores en las cámaras cilíndricas de los extremos (llamadas homogeneizadores). Este proceso produce cantidades mayores de vidrio óptico, con menor coste y mayor calidad que el método anterior. Para las lentes sencillas se usa cada vez más el plástico en lugar del vidrio. Aunque no es tan duradero ni resistente al rayado como el vidrio, es fuerte y ligero y puede absorber tintes.

1 2 8 Vidrio fotosensible

En el vidrio fotosensible, los iones de oro o plata del material responden a la acción de la luz, de forma similar a lo que ocurre en una película fotográfica. Este vidrio se utiliza en procesos de impresión y reproducción, y su tratamiento térmico tras la exposición a la luz produce cambios permanentes.

El vidrio fotocromático se oscurece al ser expuesto a la luz tras lo cual recupera su claridad original. Este comportamiento se debe a la acción de la luz sobre cristales diminutos de cloruro de plata o bromuro de plata distribuidos por todo el vidrio. Es muy utilizado en lentes de gafas o anteojos y en electrónica.

1 2 9 Vitrocerámica

En los vidrios que contienen determinados metales se produce una cristalización localizada al ser expuestos a radiación ultravioleta. Si se calientan a temperaturas elevadas, estos vidrios se convierten en vitrocerámica, que tiene una resistencia mecánica y unas propiedades de aislamiento eléctrico superiores a las del vidrio ordinario. Este tipo de cerámica se utiliza en la actualidad en utensilios de cocina, conos frontales de cohetes o ladrillos termorresistentes para recubrir naves espaciales. Otros vidrios que contienen metales o aleaciones pueden magnetizarse, son resistentes y flexibles y resultan muy útiles para transformadores eléctricos de alta eficiencia.

1.2 10 Fibra de vidrio

Es posible producir fibras de vidrio —que pueden tejerse como las fibras textiles— estirando vidrio fundido hasta diámetros inferiores a una centésima de milímetro. Se pueden producir tanto hilos multifilamento largos y continuos como fibras cortas de 25 o 30 centímetros de largo.

Una vez tejida para formar telas, la fibra de vidrio resulta ser un excelente material para cortinas y tapicería debido a su estabilidad química, solidez y resistencia al fuego y al agua. Los tejidos de fibra de vidrio, sola o en combinación con resinas, constituyen un aislamiento eléctrico excelente. Impregnando fibras de vidrio con plásticos se forma un tipo compuesto que combina la solidez y estabilidad química del vidrio con la resistencia al impacto del plástico. Otras fibras de vidrio muy útiles son las empleadas para transmitir señales ópticas en comunicaciones informáticas y telefónicas mediante la nueva tecnología de la fibra óptica, en rápido crecimiento.

1.2 11 Vidrio templado.

El templado térmico del vidrio va a tener una gran importancia en su resistencia mecánica. La mayor parte del vidrio de seguridad templado que se fabrica de forma industrial se obtiene por temple térmico. En este proceso las piezas de vidrio, deben de tener su forma definitiva antes de entrar en el horno de temple, puesto que una vez templadas no se puede realizar ninguna manufactura sobre ellas. El proceso consiste en calentar los vidrios hasta una temperatura algo mas baja a la de su reblandecimiento y a continuación enfriarlos bruscamente haciendo incidir sobre su superficie multitud de chorros de aire frío.

De este modo, la superficie queda sometida a fuerzas de compresión, y el interior a fuerzas de tracción, cuyas intensidades varían de acuerdo con el gradiente térmico que se estableció en el momento de su enfriamiento.

Estas tensiones originan ciertas deformaciones en los vidrios que pueden ser origen de distorsiones ópticas. La elección de las dimensiones de los vidrios juega un papel importante en las deformaciones de los mismos.

El templado completo da una mejor resistencia mecánica y hace del vidrio un producto de seguridad, puesto que en caso de rotura los trozos son muy pequeños y los riesgos de producir accidentes son prácticamente nulos.

1 2 12 Vidrios termoendurecidos.

Los vidrios termoendurecidos nos llevan a un reforzamiento de la resistencia mecánica, pero estos no se consideran un producto de seguridad puesto que en caso de rotura los trozos son de una gran dimensión y pueden ocasionar accidentes. El proceso de fabricación es parecido al del vidrio templado, pero varía la forma de enfriamiento, en los vidrios termoendurecidos, el enfriamiento es mucho más lento, por lo que las tensiones superficiales son inferiores y por tanto tiene una resistencia mecánica más baja.

1.2.13 Vidrio laminado.

Vidrio compuesto por dos o más vidrios simples unidos por medio de láminas de butiral de polivinilo que es un material plástico con muy buenas cualidades de adherencia, elasticidad, transparencia y resistencia. La característica más sobresaliente del vidrio laminado es su resistencia a la penetración por lo que resulta especialmente indicado como protección de personas y bienes. En caso de rotura los fragmentos de vidrio quedan adheridos a la lámina de butiral con lo que se reduce el riesgo de accidente. La presencia del butiral mejora las propiedades acústicas ya que disminuye el fenómeno de la resonancia. También se usa el vidrio laminado como protección contra la radiación ultravioleta pues dicha radiación es absorbida por el butiral.

1.2.14 Vidrio coloreado en masa.

Es un vidrio al que, en el proceso de fabricación, se le han añadido óxidos metálicos que le dan un color característico con el consiguiente aumento de la absorción. El vidrio coloreado se utiliza fundamentalmente como protección solar. Debido a la gran absorción de energía solar se hace necesario el templado para evitar la rotura por choque térmico.

1.2.15 Vidrios recubiertos con capas metálicas.

Son vidrios en los que se ha depositado, sobre una de sus superficies, una o varias capas metálicas mediante bombardeo iónico en alto vacío, este tratamiento se realiza a baja temperatura por lo que no afecta a la planimetría del vidrio.

Estos tipos de vidrios nos brindan la posibilidad de tener un gran control sobre la transmisión de luz y de energía así como de conseguir diferentes aspectos estéticos.

En las zonas climáticas en las que el aire acondicionado es necesario, es deseable limitar buena parte de la energía radiante solar. Los vidrios con multicapas metálicas son la solución ideal para este propósito.

También podemos combinar estos recubrimientos con vidrio coloreados en masa, lo que provoca que el color en reflexión cambie, dándonos así un amplio rango de colores y propiedades de protección solar.

Una clase especial de vidrios con capa la constituyen los vidrios bajo emisivos en los que la capa metálica es prácticamente transparente a la radiación solar visible reflejando en cambio la radiación del infrarrojo lejano. Esta característica permite una reducción importante de la ganancia solar a la vez que mantiene un alto coeficiente de transmisión luminosa.

1.2.16 Vidrios serigrafiados.

Vidrios en los que por el sistema de impresión serigráfica se depositan en una de sus caras esmaltes vitrificables y posteriormente es sometido al proceso de templado. En dicha operación el esmalte queda vitrificado formando masa con el vidrio y adquiriendo las mismas propiedades que el vidrio templado normal excepto su resistencia al choque mecánico, la cual está condicionada por la superficie esmaltada, espesor de los esmaltes, dilataciones, etc.

1.2.17 Vidrios con cámara.

Están formados por dos o más lunas separadas entre sí por una cámara de aire o algún otro gas deshidratados. La separación entre las lunas la proporciona un perfil de aluminio en cuyo interior se introduce el deshidratante. El conjunto permanece estanco mediante sellado con silicona a lo largo de todo el perímetro.

Este producto, con su bajo coeficiente de transmisión térmica, es un buen aislante térmico, disminuyendo las pérdidas de calor respecto a un vidrio simple (monolítico). Por otra parte la superficie interior del acristalamiento permanece a una temperatura próxima a la de la habitación, aumentando la sensación de confort junto a la ventana y disminuyendo el riesgo de condensaciones en invierno

1.2.18 Otros tipos de vidrio

Los paveses de vidrio son bloques de construcción huecos, con nervios o dibujos en los lados, que se pueden unir con argamasa y utilizarse en paredes exteriores o tabiques internos

La espuma de vidrio, empleada en flotadores o como aislante, se fabrica añadiendo un agente espumante al vidrio triturado y calentando la mezcla hasta el punto de reblandecimiento. El agente espumante libera un gas que produce una multitud de pequeñas burbujas dentro del vidrio.

En la década de 1950 se desarrollaron fibras ópticas que han encontrado muchas aplicaciones en la ciencia, la medicina y la industria. Si se colocan de forma paralela fibras de vidrio de alto índice de refracción separadas por capas delgadas de vidrio de bajo índice de refracción, es posible transmitir imágenes a través de las fibras. Los fibroscopios, que contienen muchos haces flexibles de estas fibras, pueden transmitir imágenes a través de ángulos muy cerrados, lo que facilita la inspección de zonas que suelen ser inaccesibles. Las aplicaciones de la fibra óptica rígida, como lupas, reductores y pantallas también mejoran la visión. Empleadas en combinación con láseres, las fibras ópticas son hoy cruciales para la telefonía de larga distancia y la comunicación entre ordenadores (computadoras)

El vidrio láser es vidrio dopado con un pequeño porcentaje de óxido de neodimio, y es capaz de emitir luz láser si se monta en un dispositivo adecuado y se 'bombea' con luz ordinaria. Está considerado como una buena fuente láser por la relativa facilidad con que pueden obtenerse pedazos grandes y homogéneos de este vidrio

Los vidrios dobles son dos láminas de vidrio de placa o de ventana selladas por los extremos, con un espacio de aire entre ambas. Para su construcción pueden usarse varios tipos de selladores y materiales de separación. Empleados en ventanas, proporcionan un excelente aislamiento térmico y no se empañan aunque haya humedad

1.3.- MÉTODOS DE FABRICACIÓN DEL VIDRIO

A lo largo de la historia del vidrio han sido varios los métodos utilizados para la fabricación de vidrio plano, dichos métodos han pasado, gracias a un importante esfuerzo tecnológico, de los antiguos sistemas de soplado a boca a los modernos sistemas de flotado, en los siguientes puntos se describe resumidamente los principales métodos que han sido usados.

1 3.1.- Soplado a Boca.

El origen de este método se remonta al siglo X y consistía en formar un esfera de vidrio fundido mediante soplado con caña, mediante balanceos, se conseguía que el vidrio tomara la forma de un cilindro, finalmente se cortaba el cilindro a lo largo de una de sus generatrices y se aplanaba con un rodillo de madera

1.3 2.- Soplado Mecánico.

Básicamente consiste en la mecanización del proceso anterior, este sistema fue inventado a principios de siglo y como el anterior consistía en la formación de grandes cilindros que posteriormente se cortaban y aplanaban.

1 3 3 - Estirado Mecánico.

La idea de este sistema es la de conseguir extraer verticalmente, a partir de un baño de vidrio fundido, una lámina rectangular continua de vidrio que, inmediatamente después de emerger, fuese cuidadosamente enfriada También fue desarrollado a primeros de siglo, pero debido a diversas dificultades prácticas, dicho sistema ha caído en desuso

1 3 4.- Laminado Continuo.

Gracias al desarrollo de grandes hornos balsa, surgieron en 1932 los sistemas de laminado continuo En este sistema el vidrio fundido contenido en una balsa se le hace rebosar por uno de los extremos del horno y se desliza hasta llegar a los rodillos laminadores La lámina de vidrio avanza horizontalmente mientras se produce su enfriamiento

1 3.5.- Vidrio Flotado.

El procedimiento de fabricación de vidrio plano por el método de flotado ha supuesto una revolución industrial en este sector. Dicho método fue desarrollado por la compañía Pilkington en 1959 y en la actualidad prácticamente todos los vidrios usados en la construcción son fabricados por flotado. Se denomina flotado debido al proceso de fabricación que consiste en fundir el vidrio en un horno para a continuación hacerlo pasar a una cámara en la que existe un baño de estaño fundido, de manera que el vidrio flota sobre él, se extiende y avanza horizontalmente, al salir de la cámara pasa por un túnel de recocido y finalmente se corta. Por este método se consiguen vidrios de una elevada calidad a lo que hay que añadir una capacidad de producción muy elevada, para un espesor de 6mm se alcanzan 240 m/h.

1.4 .- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS.

Durante su uso el vidrio puede estar sometido a esfuerzos mecánicos de diferente tipo: tracción, compresión, torsión, impacto y penetración. El comportamiento del vidrio bajo estos esfuerzos depende de varios factores, entre los que se encuentran la rigidez de los enlaces entre las moléculas que lo constituyen y, principalmente, el estado de su superficie. En la superficie del vidrio existen fisuras microscópicas que actúan como lugares de concentración de las tensiones mecánicas y en consecuencia como centros de iniciación de posibles fracturas, debido a la imposibilidad de eliminar estos defectos microscópicos la resistencia mecánica real del vidrio está muy por debajo de su resistencia teórica, otra de las consecuencias de estas microfisuras superficiales es que la resistencia a la compresión de un vidrio es mucho más elevada que la resistencia a la tracción, por lo que un vidrio rompe siempre a tracción. No es posible dar un valor preciso de la resistencia a tracción ya que el valor característico de esta resistencia mecánica está asociada con el estado de la superficie y le influye de manera notable la duración de la aplicación de la carga.

Los ensayos proporcionan los siguientes resultados:

Resistencia a la compresión. La resistencia del vidrio a la compresión es muy elevada ($10\,000\text{ kg/cm}^2$) por lo que, en sus aplicaciones normales, es prácticamente imposible la rotura del vidrio por compresión.

Resistencia a la tracción. La resistencia a la tracción es, para el vidrio recocido, del orden de 400 kg/cm^2 , para el vidrio templado es del orden de 1000 kg/cm^2 (dos veces y media superior).

Resistencia a la flexión. Cuando un vidrio está trabajando a flexión tiene una cara sometida a tracción y la otra a compresión. La resistencia a la rotura por flexión será pues :

Para un vidrio recocido, sin defectos visibles, del orden de 400 Kg/cm^2

Para un vidrio templado, del orden de 1000 kg/cm^2

Las tensiones de trabajo admisibles que se utilizan normalmente en el dimensionado de los vidrios son

	Vidrio no sometido a tensiones permanentes (posición vertical)	Vidrio sometido parcialmente a tensiones permanentes (posición inclinada)	Vidrio sometido a tensiones permanentes (posición horizontal). Ambiente no húmedo	Vidrio sometido a tensiones permanentes (posición horizontal) Ambiente húmedo (piscinas)
Vidrio recocido	200 daN / cm ²	150 daN / cm ²	100 daN / cm ²	60 daN / cm ²
Vidrio templado	500 daN / cm ²	375 daN / cm ²	250 daN / cm ²	250 daN / cm ²
Vidrio semitemplado	350 daN / cm ²	260 daN / cm ²	175 daN / cm ²	175 daN / cm ²
V. temp. serigrafiado	350 daN / cm ²	260 daN / cm ²	175 daN / cm ²	-
V. laminado	200 daN / cm ²	150 daN / cm ²	100 daN / cm ²	100 daN / cm ²
V. colado recocido	180 daN / cm ²	135 daN / cm ²	90 daN / cm ²	90 daN / cm ²
V. colado templado	400 daN / cm ²	300 daN / cm ²	200 daN / cm ²	200 daN / cm ²
V armado	160 daN / cm ²	120 daN / cm ²	80 daN / cm ²	-

$$1 \text{ daN / cm}^2 = 10^5 \text{ Pascales} = 14.5 \text{ PSI}$$

CAPITULO II “ PROCESO DE FABRICACIÓN DE UN ENVASE”

2.1 Diseño del Envase de Vidrio

El proceso de la fabricación de un envase se inicia regularmente cuando el cliente es visitado por el agente de ventas, es allí, donde el cliente comenta con el proveedor las necesidades que tiene de envasar su producto y forma del envase que desea que se le fabrique.

La sugerencia de los técnicos en ventas de envases y el convencimiento al cliente para elaborar un boceto o diseño no muy sofisticado, que además de cumplir con los requerimientos del cliente (presentación, capacidad, color, etc.) no presente problema el fabricarlo, es de suma importancia para la productividad del fabricante de envase, ya que el envase presentará menor grado de dificultad durante su fabricación, y por consecuencia ahorro en los costos de fabricación y mano de obra.

El boceto resulta ser, la base fundamental, del cual se derivan las características esenciales del envase, así como dibujos para la elaboración de la futura moldura. El diseño es la representación grafica del envase, precisando en esté sus características, dimensiones y tolerancia de peso y capacidad. Las especificaciones del diseño integran un documento básico de del contrato, por lo que es aceptada y autorizado como tentativo para ambas partes

En la siguiente figura se muestran las partes de una botella (Fig 1)

2.2. Proceso de Preparación y Fundición de la Materia Prima.

La definición del vidrio es la siguiente, es un producto inorgánico que resulta de una fusión, el cual se ha enfriado hasta una condición rígida sin cristalización

Preparación de Materia Prima Las diversas materias primas que se usan en la fabricación del vidrio, varían de acuerdo a su composición química, normalmente dicha composición se expresa en por ciento de los óxidos que lo forman y varía según el uso para el cual esté destinado el vidrio, por lo tanto, es diferente el vidrio para botella que el vidrio de ampollita, al vidrio plano, etc

PARTES DE UN ENVASE

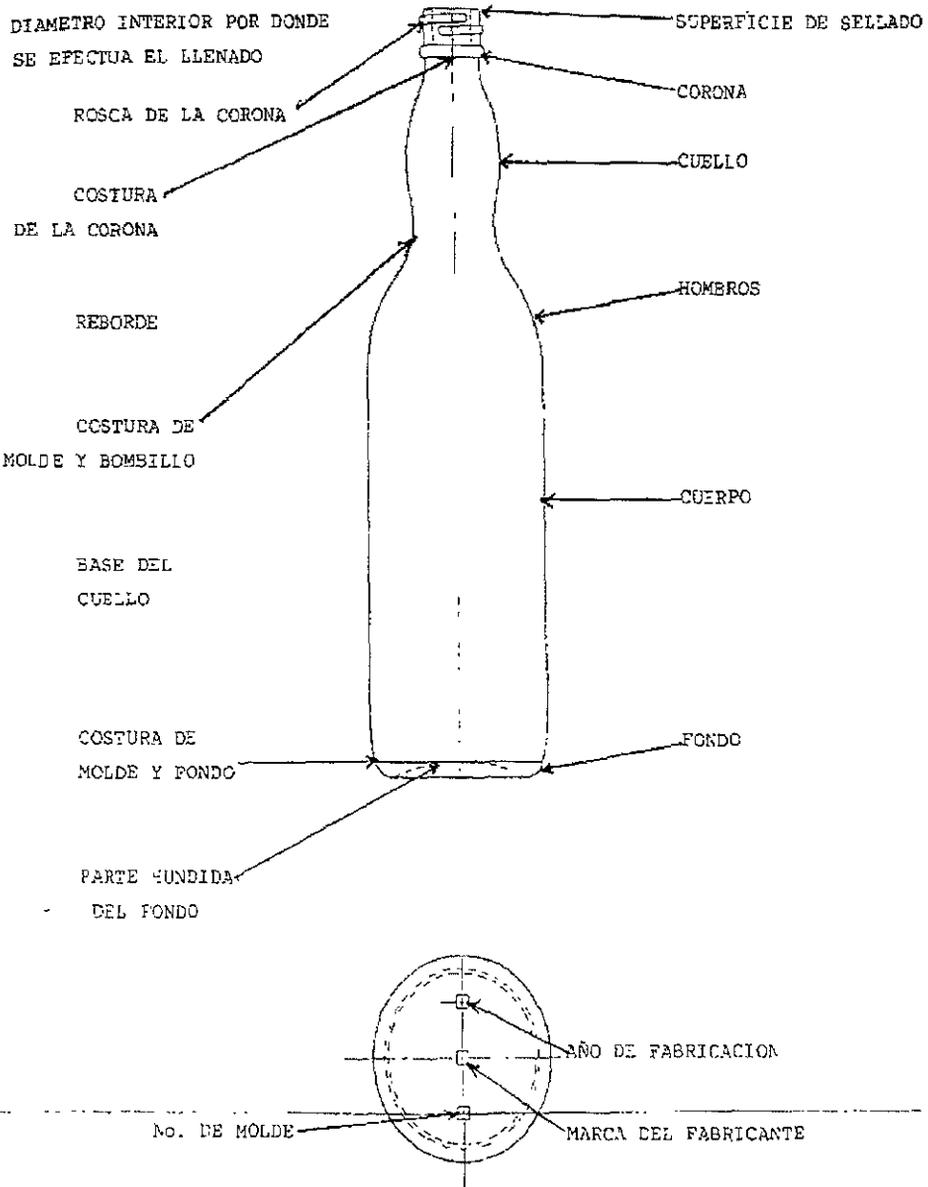


Figura 1 Partes de un envase

La composición del vidrio para botellas, cae normalmente dentro de los siguientes valores:

Oxido	Porcentaje
Silicio	69 – 72
Aluminio	1 – 5
Calcio	9 – 11
Sodio	13 – 15
Potasio	0 – 2
Férrico	0 – 0.2
Anhidrido sulfúrico	0 – 30

Las materias primas que contienen estos óxidos y que son usados regularmente en la industria del vidrio son:

Arena de Sílice. Incorpora el Oxido de silicio que es el que interviene en mayor porcentaje.

Feldespato. Se usa por el óxido de Aluminio que contiene

Caliza. Interviene por su porcentaje de Oxido de Calcio.

Soda. Proporciona al vidrio el Oxido de Sodio.

Los materiales que se usan en cantidades menores son

Nitrato de Sodio. Oxida la materia orgánica que por contaminación puede venir en las cargas y de la condición oxidante necesaria en los vidrios cristalinos.

Carbón, Azufre y oxido de Hierro. Son utilizados para lograr el color del vidrio ámbar

Dicromato de Sodio. Se utiliza para obtener los vidrios de color verde

Selenio. Se usa para compensar el verde del Oxido Férrico y lograr así la obtención del vidrio cristalino.

Es requisito importante para estos materiales su pureza y además su composición química. Una vez determinada las cantidades en cada materia prima debe intervenir para lograr la composición de la fórmula deseada, se procede a la preparación de las mezclas que se han de alimentarse a los hornos. Es importante lograr una correcta homogenización en esta operación.

Fundición de Materia Prima.

Para la fundición de la materia prima en la industria del vidrio, se usan hornos de tipo continuo y regenerativos. Según la disposición de los generadores de calor con respecto al horno, puede ser de tipo de generadores atrás o laterales, su funcionamiento es prácticamente el mismo. La carga de los hornos se introduce por la parte trasera mientras se está efectuando la combustión a base de aire y gas ó combustoleo en el interior de este. El medio de calentamiento de este tipo de hornos es directo.

La temperatura de operación varía de 1500 a 1550 °C, dependiendo la formulación. Los hornos para la fundición del vidrio tienen diferentes profundidades. Normalmente para fundir cada tonelada de vidrio se requiere un área de 4 a 5 pies², las capacidades de los hornos varían de 50 a 350 toneladas por día.

El vidrio ya fundido pasa a un segundo compartimiento, en donde se comienza a enfriar, para iniciar el acondicionamiento térmico que se requiere para moldearse, las temperaturas en esta oscila la temperatura de 1250 a 1300°C. Una tercera etapa de este proceso, es donde el vidrio se mantiene exactamente a la temperatura que se requiere para su moldeo, este depende del artículo a fabricar, otra de las funciones de esta tercera etapa es transportar el vidrio y entregarlo a las máquinas formadoras de envase.

2 3 Proceso de Formación de Envase de Vidrio.

Una parte importante para la elaboración de vidrios, son los moldes, estos están compuestos de aleaciones especiales. Los moldes no son sencillos de realizar, ya que el preparar un molde se requiere hacer varias piezas, cada una de ellas debe quedar cuidadosamente acabadas, para que se tenga un buen ensamble de éstas.

Los molde en sus cavidades pueden llevar impresiones, tales como gravados, números, leyendas, marcas u otros diseños, los cuales aparecen en relieve sobre el vidrio. El perfeccionamiento constante de los más finos abrasivos y métodos de pulir moldes de hierro, han mejorado mucho la presentación final envase de vidrio.

2 3.1 Proceso de Preparación de Moldes.

El proceso en la preparación de los moldes, se inicia cuando es recibida la orden de fabricar un nuevo pedido de envases. La moldura es transportada al área de inspección para verificar en que condiciones se encuentran los moldes, es decir, si están dentro de las especificaciones marcadas en el diseño, si no es así, surge la necesidad de elaborar un nuevo equipo de moldeo

Para la fabricación de moldura intervienen los siguiente

Dibujos mecánicos que contienen especificaciones de maquinado y tolerancias

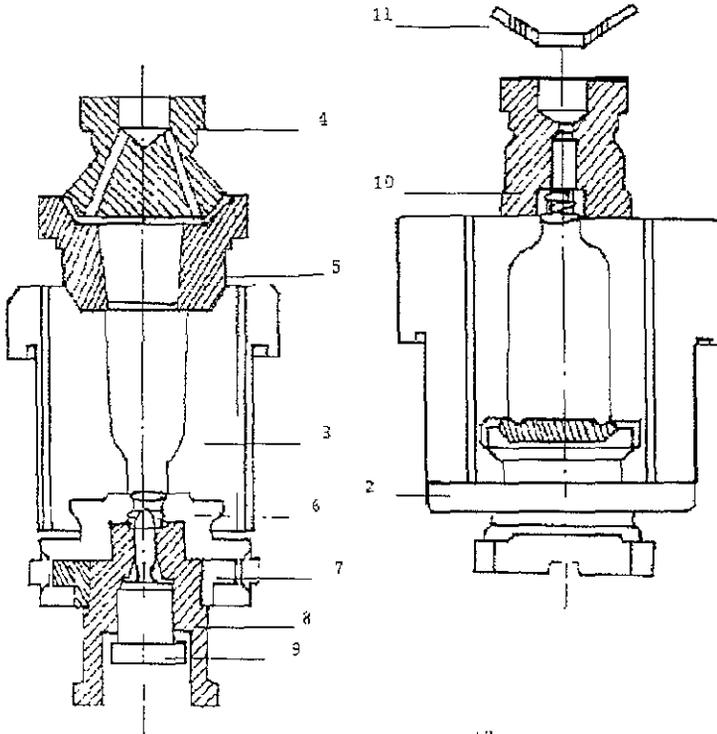
Modelos de plexiglas, madera u otro material, para ser usados posteriormente en máquinas herramientas copiadoras

Talleres mecánicos, en donde las máquinas-herramientas toman el papel más importante, también interviene el cincelado o grabado, donde se le da al molde las leyendas u ornatos que indica el diseño.

Por los general se fabricas de 8 a 16 moldes, dependiendo de sis es de doble o sencilla cavidad. Terminada la moldura e inspeccionada, se prepara para ser instalada en la máquina formadora de envases. La siguiente figura nos muestra las partes de una sección completa de una moldura

En la siguiente figura se muestran las partes de una moldura (Fig. 2)

PARTES QUE INTEGRAN UNA SECCIÓN COMPLETA



No PARTE	NOMBRE DE LA PARTE
1	MOLDE
2	FONDO
3	BOMBILLO
4	OBTURADOR
5	ENEJÓN
6	COFONA
7	ANILLO
8	GUIA
9	PISTÓN
10	CAJEZA DE SOPLO
11	PARETES DE FONDO
12	LALIBRADORES

Figura 2 Partes de una sección completa, para la fabricación de un envase de vidrio

2.3.2 Cambios de moldura.

La mayoría de las producciones en la industria del vidrio, son sobre pedido, lo cual representa un alto grado de dificultad en la operación continua, ya que origina cambios de producto constantemente.

Los cambios de producción requieren una programación de recursos humanos y materiales para ser realizados conforme a lo planeado. El cambio de moldura requiere para toda la línea de producción para ser acondicionada de acuerdo al nuevo artículo por fabricar así mismo se necesita una intercomunicación departamental para coordinar los esfuerzos y la normalización de la producción, ya que cada producto por sus características especiales de diseño, requiere el acondicionamiento especial de toda línea, de allí la importancia que representa hacer la correcta instalación de moldura en la máquina formadora de envases de acuerdo a lo planeado para formar un envase que reúna las exigencias de diseño estipuladas por el cliente.

El lograr en un mínimo de tiempo el acondicionamiento adecuado para la obtención del artículo con las exigencias deseadas, da por resultado el aprovechar adecuadamente los recursos humanos, materiales e instalaciones, reflejándose directamente en el incremento de la productividad.

2.3.3 Máquinas Formadoras.

Las máquinas formadoras de envases son diferentes tamaños, siendo estas directamente proporcionales al número de secciones que tenga cada máquina, las cuales pueden fabricar diferentes artículos simultáneamente, ya que cada sección de la máquina es individual, es decir, se puede colocar en ella moldes de diferentes artículos, siempre y cuando estos productos guarden fundamentalmente el mismo peso entre sí.

La tecnología que posee en este tipo de industria permite fabricar envases desde 10 grs hasta 3 Kg de peso y desde 5 ml hasta 4 litros de capacidad, pudiendo fabricarse botellas desde las más simples hasta las más complicadas y caprichosas formas. Este tipo de empresas provee a las industrias químico farmacéuticas, cervecera, refresquera, vinatera, alimenticia y otras, envases con las más variadas formas. El funcionamiento de dichas máquinas es a base de mecanismos de tipo neumático y electrónico. En la siguiente figura se muestra un ejemplo funcional de la formación secuencial de la fabricación de envases.

En la siguiente figura (3) se muestra el diagrama secuencial del formado de un envase de vidrio y se explica cada uno de los pasos para el formado.

DIAGRAMA SECUENCIAL DEL FORMADO DE UN ENVASE DE VIDRIO

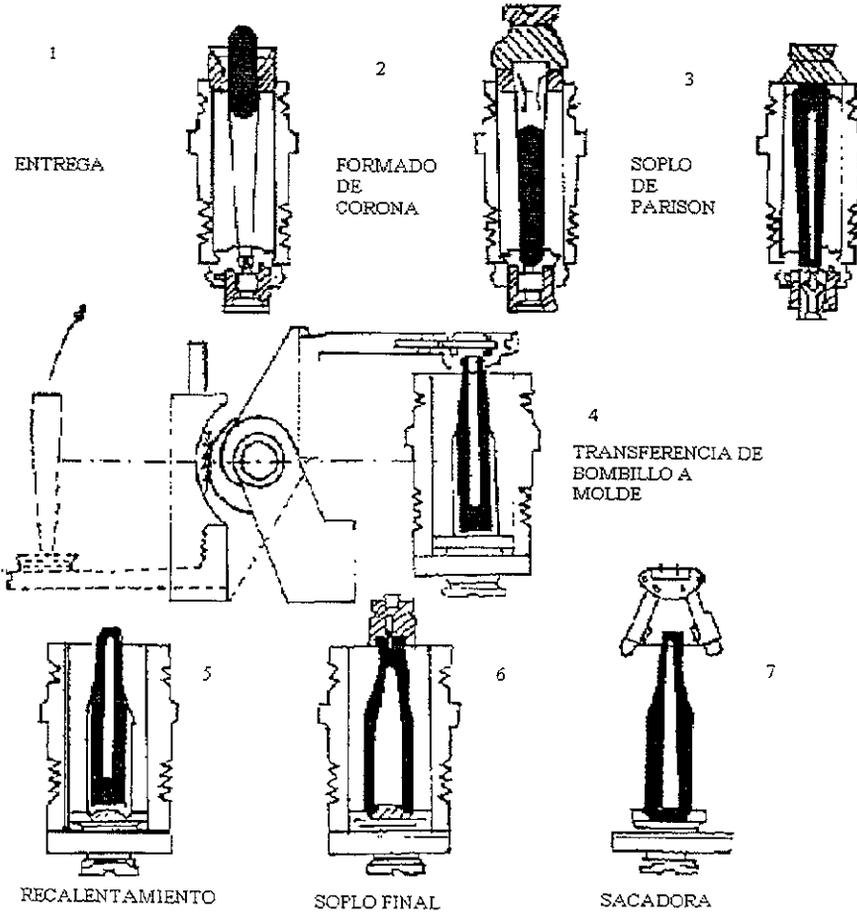


Figura 3 Diagrama secuencial del formado de un envase de vidrio.

A continuación se explica la fabricación secuencial de un envase:

Entrega.

Las gotas de vidrio suministradas por el dosificador, llegan a los moldes de preformado de cada una de las secciones de la máquina a través del equipo de entrega.

formado del pico de la botella ó corona.

Representa la formación de la corona del envase, mediante aire comprimido que fluye de arriba hacia abajo.

soplo de parison.

Es la formación de la performa, mediante aire comprimido, que fluye de abajo hacia arriba, empezando a formar la parte interior de la botella

transferencia de bombillo a molde.

Es la preparación de la transferencia del vidrio preformado a la cavidad del molde, mediante un giro de 180°, sosteniéndose el vidrio dentro del molde, por medio de un anillo llamado reborde.

Recalentamiento

Representa el recalentamiento u homogenización de temperatura del vidrio, en la cavidad del molde.

soplo final

Es la preparación gráfica de la formación del envase debido a que el vidrio adquiere su configuración final siendo esta la que tenga la cavidad del molde, mediante aire comprimido que fluye de arriba hacia abajo

sacadora.

Esta figura se refiere al articulo terminado que esta a punto de ser transferido por un mecanismo llamado sacadora, a una placa de enfriamiento del acarreador.

2.3.4 Proceso de temple de un envase de vidrio

Los envase formados en la máquinas, son transportados automáticamente a un horno de recocido, en el cual mediante un tratamiento térmico que oscila entre los 400 y 600°C, se equilibran los esfuerzos internos del envase.

El tratamiento térmico consiste en calentar los envases de vidrio a la temperatura adecuada, manteniendo unos minutos y después empezar a enfriar lentamente hasta llegar a la temperatura ambiente.

Si a un envase de vidrio recién producido se deja enfriar a la temperatura ambiente sin control alguno, el envase de vidrio estallará en cualquier momento, debido a que sus esfuerzos interiores están desequilibrados.

2.4 Proceso de Revisión de un Envase de Vidrio

El proceso de revisión se lleva a cabo a la salida de los hornos de recocido, el proceso consiste en inspeccionar los envases uno a uno ya sea por proceso manual, semiautomático ó automático.

El proceso manual, consiste en tomar manualmente los envases a la salida del templador, colocarlos en la mesa de inspección, verificar sus dimensiones con calibradores pasa no pasa, estos calibradores son calibradores patrones o muestras límite, de los defectos más comunes en ese envase; a la vez que se seleccionan los buenos y los defectuosos se desechan para el reciclado de estos (cuya calidad está fuera de especificaciones).

El proceso de inspección semiautomática, consiste en que el envase se hace pasar los envases por medio de líneas de inspección. El envase pasa por un área que se llama pantallas, en estas pantallas pasa el envase girando frente al personal revisor, este revisor debe de tener un cierto tiempo de experiencia para poder detectar los defectos por medio de la vista.

En la pantalla hay una fuente de luz fluorescente que facilita al personal revisor detectar los defectos del envase. Los envases que están fuera de las especificaciones o que el personal revisor detecta que no tienen las especificaciones deseadas, se tira por una banda recolectora de vidrio para su posteriormente se traslade a un molino de vidrio y después pasa a materias primas para reciclarse.

Posteriormente los envases aceptados siguen pasando por la línea a una posterior inspección automática donde se rechazan todos los envases que están fuera de especificaciones de la calibración de la boca del envase, así como diferentes defectos que a simple vista no se detectan.

En el proceso de inspección automática consiste en que durante el traslado en la cinta transportadora de las botellas o de los tarros a los paletizadores, varios controles son efectuados. Todos los envases son controlados por máquinas electrónicas que verifican principalmente su dimensión, su resistencia y su aspecto. También se efectúan mediciones sobre muestras a efectos estadísticos. Estos equipos son electrónicos completos, ya que pueden detectar mucho más áreas y defectos mediante un sistema programado.

Una vez que el envase de vidrio pasa por las máquinas automáticas pasa por una segunda pantalla de inspección donde se encuentra un revisor para que verifique la parte superior del envase.

Después el envase pasa al área de empaque donde puede ser empacado manualmente o automáticamente en cajas de cartón, plástico, charolas de madera o cartón, dependiendo del envase, así como también como lo haya pedido el cliente.

2.5 Proceso de Control de Calidad

Cuando el emparador ha completado un lote o tarima, éste es inspeccionado nuevamente usando técnicas de muestreo de aceptación. Este procedimiento se basa en tomar una muestra dependiendo de la cantidad del lote. La muestra se toma al azar de diferentes lugares del lote e inspeccionarlas una por una, tomando como referencia diseños del envase de vidrio y sus tolerancias, así como las muestras límite que se toman cada que arranca el producto.

Técnicas de Inspección

La inspección es el proceso de medición, examen, prueba u otra forma de comparar la unidad del producto, con los requerimientos

Inspección por atributos. Es aquella en la que la unidad del producto se clasifica simple mente como defectuosa ó no defectuosa, o el conteo de defectos en la unidad del producto con respecto a un determinado requerimiento ó conjunto de requerimientos

Umdad del Producto. Es aquello que se inspecciona con el fin de determinar su clasificación como defectuosa ó no defectuosa, para contar el número de defectos

2.5.1 Clasificación de Defectos

Una clasificación de defectos es la enumeración de posibles defectos de la unidad del producto clasificados de acuerdo a su gravedad. Un defecto es cualquier no conformidad de la unidad del producto con los requerimientos específicos. Los defectos se pueden clasificar de la siguiente manera

Defecto Critico. Es aquel que, según lo indica el criterio y la experiencia, puede provocar daño ó proporcionar condiciones inseguras en aquellos individuos que utilizan, mantienen ó dependen del producto También puede ser el defecto que puede impedir que se lleve a cabo la función para la que fue destinado un producto final mayor, como por ejemplo. un barco, un tanque, misil, avión o un vehiculo espacial.

Defecto Mayor. Se trata de un defecto, no considerado como critico, que puede provocar una falla o que reduce materialmente el uso de la unidad del producto para el propósito para el que fue destinado

Defecto menor. Es un defecto que generalmente no reduce materialmente el uso de la unidad del producto para el que fue destinado, si no que es una desviación de los estándares establecidos, con poco efecto en el uso u operación de la unidad

2.5.2 Clasificación de Unidades Defectuosas

La clasificación de unidades defectuosas es aquella unidad del producto que contiene uno ó más defectos, siendo su clasificación la siguiente:

Defectuoso crítico. Esta clasificación incluye uno o mas defectos críticos y puede tener defectos mayores ó menores

Defectuoso mayor. Contiene uno ó más defectos mayores y pueden contener también defectos menores pero no contiene defectos críticos.

Defectuoso menor. Contiene uno ó más defectos menores pero no contiene defectos críticos ni mayores.

2.5.3 Forma de Expresar la Inconformidad

El alcance de la inconformidad del producto se expresa en términos de porcentaje defectuoso ó términos de defectos por cien unidades.

Porcentaje Defectuoso. El porcentaje defectuoso de una cantidad determinada de unidades del producto es 100 veces el número de unidades defectuosas contenidas ahí y divididas entre el número total de unidades del producto

$$\text{porcentaje}_{\text{defectuoso}} = \frac{\text{No.defectuoso}}{\text{No.Unidades Revisadas}} * 100$$

Defectos por cien unidades. El número de defectos por cien unidades de una cantidad determinada de unidades es cien veces el número de defectos contenidos (uno ó más defectos pueden ser posibles en cualquier unidad del producto) dividido entre el número total de unidades del producto.

$$\text{Defectos}_{\text{por cien unidades}} = \frac{\text{No de Defectos}}{\text{No Unidades Revisadas}} * 100$$

2.5.4 Inspección del Producto

Lote o Tanda

El termino de lote ó tanda se refiere al lote ó tanda de inspección, que es una colección de unidades de producto de donde se toma una muestra y se revisa para determinar su conformidad con el criterio aceptado y puede diferir de la colección de unidades designadas como lote o tanda para otros propósitos

Formación de lotes

El producto será ordenado en lotes, sublotos ó tandas identificables. Cada lote ó tanda, consistirá hasta donde resulte más practico, es decir, de unidades de producto de un solo tipo, grado, clase, tamaño y composición, manufacturados esencialmente bajo las mismas condiciones.

La formación de lotes, su tamaño y la forma en que se deben presentarse e identificarse por el productor, deberá designarse o aprobarse por la autoridad responsable. Como sea necesario, el productor proporcionara un espacio adecuado de almacenaje para cada lote, equipo requerido para su presentación e identificación, así como el personal necesario para el manejo de las muestras del producto.

Selección de muestras

Una muestra consiste en una o mas unidades del producto seleccionadas de un lote, siendo las muestras tomadas al azar sin considerar su calidad. El número de unidades del producto en la muestra es el tamaño de la muestra.

El muestreo representativo. Cuando es apropiado el número de unidades en el muestreo se seleccionaran en proporción al tamaño de los sublotos o subtandas ó partes del lote, identificaciones por un criterio personal. Cuando se utiliza un muestro representativo, las unidades de cada parte del lote se seleccionaran al azar.

Las muestras pueden seleccionarse después de que todas las unidades que comprenden el lote han sido formadas ó pueden ser seleccionadas durante el montaje del lote.

Inspección

Existen diferentes tipos de inspección para el muestreo, los cuales son inspección normal, inspección reducida e inspección estricta.

La inspección normal se utiliza al principio de la inspección a menos de que la autoridad responsable disponga otra cosa. Para nuestro caso se ha determinado que inmediatamente después del cambio de moldura debemos iniciar con muestreo estricto.

La inspección normal, estricta ó reducida, continuará igual para cada tipo de defecto ó de unidades defectuosas en lotes sucesivos, excepto donde los procedimientos de cambio que se dan a continuación requieren cambios. Los procedimientos de cambio de aplicaran a cada tipo de defectos ó de unidades defectuosas independientemente.

Cambio de Procedimiento.

Normal a Estricto. Cuando esta operando la inspección normal, se instituirá la inspección estricta si 2 de 5 lotes son consecutivos han sido rechazados en el primer muestreo.

Estricto a Normal. Cuando está operando la inspección estricta, se instituirá la inspección normal si 5 lotes consecutivos se han aceptado en el primer muestreo.

Normal a reducido. Cuando está operando la inspección normal se instituirá la inspección reducida siempre que se satisfagan algunas condiciones del cliente.

Niveles de Inspección

El nivel de inspección determina la relación entre el tamaño de la muestra. El nivel de inspección que va a utilizarse para algún requerimiento en particular será determinado por la autoridad responsable. Existen tres niveles de inspección.

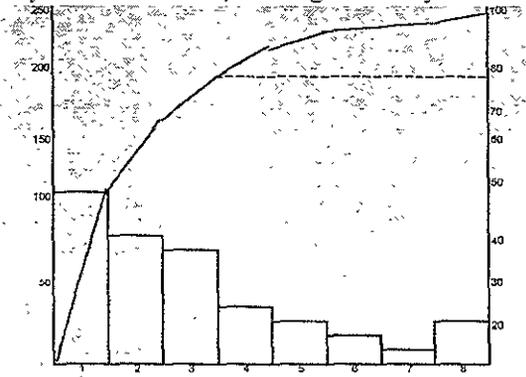
A menos de que se especifique otra cosa, se utilizará la inspección de nivel II, sin embargo, la inspección nivel I se puede especificarse cuando se requiere menos profundidad ó el nivel III puede especificarse para mayor profundidad de muestreo

CAPITULO III
LAS SIETE HERRAMIENTAS BÁSICAS DE LA CALIDAD

3.1 EL DIAGRAMA DE PARETO.

Para aplicar el diagrama de pareto en control de calidad es necesario graficar la frecuencia de los defectos de producción en una grafica de barras que vaya de mayor a menor, la acumulación de estos errores se representan por una grafica lineal sobre las barras. De esta manera, se puede averiguar cuál de los artículos o procesos es el mas influyente y su grado de repercusión en los resultados finales.

Si hay muchos defectos, sólo algunos influyen. En el ejemplo únicamente los tres



primeros defectos ejercen el 80% de la influencia total que causa el error. Por eso, si los esfuerzos de corrección se concentran en ellos, el problema se habrá resuelto en mayor parte.

3.1.1 USO DEL DIAGRAMA DE PARETO

El diagrama de pareto se utiliza con el propósito de visualizar rápidamente qué factores de un problema, qué causas o qué valores en una situación determinada son los más importantes y, por fin solucionar el problema o mejorar la situación

Para determinar cuál defecto causa el problema. Si hay muchos defectos, sólo unos cuantos son influyentes. En el ejemplo los tres primero defectos ejercen el 80% de la influencia total que causa el error. Por eso, si los esfuerzos de corrección se concentran en ellos se habrá resuelto el problema en gran parte

Para investigar la causa del error. Hay dos maneras de clasificar las causas del error. La primera clasificación es en términos de resultados como defectos de producción, localización del suceso, pasos en que se produce, etc. La segunda clasificación es en términos de causa de defectos en materiales, maquinaria, instrumentos, métodos de trabajo.

trabajadores, etc. Los puntos del problema se identifican por medio de la clasificación de resultados y luego para conocer sus causas se pasa al diagrama de Pareto.

Para reportar y registrar en archivo. El diagrama de Pareto es más sencillo y conveniente que la tabla de números para formar el cuadro completo del problema. Cuando antes y después de haber tomado la acción se ha hecho el diagrama de Pareto, los efectos son claramente visibles.

3.1.2 TRAZO DEL DIAGRAMA DE PARETO

1. . Determinar qué artículos o temas causantes de error van a ser graficados.
2. . Obtener datos para un periodo determinado.
3. . Tomar datos de la frecuencia con que ocurre cada artículo o tema.
4. . Tomar el porcentaje de frecuencia en que ocurre cada artículo o tema en relación al total de artículos o temas.
5. . Dibujar el eje Horizontal y el vertical en la hoja para gráficas. Se gradúa el eje vertical y se colocan los artículos o temas en el eje horizontal en una secuencia de mayor a menor.
6. . Dibujar una grafica de barras
7. . Dibujar una gráfica lineal que represente la acumulación de los artículos o temas.
8. . Anotar el periodo para el cual fueron tomados los datos, el nombre de la persona o grupo de personas que los recopiló y el propósito.

3 2 DIAGRAMA DE CAUSA EFECTO

Al inicio de los años 40 en Universidad de Tokio el Dr. Kaoru Ishikawa empezó a usar el diagrama causa efecto también como diagrama de Ishikawa o diagrama de esqueleto de pescado. A continuación se presenta el diagrama del problema del arroz quemado. Con este problema Ishikawa inventó el diagrama. Como se sabe, el arroz japonés o gohan no es difícil de cocinar, ya que sus ingredientes sólo son arroz y agua.

En este diagrama se refleja en un plano todo aquello que contribuye al problema, su gran ventaja es que queda por escrito todo aquellos que muchas veces se piensa pero algunas veces se olvida.

En el diagrama causa efecto se muestra como las causas se relacionan con los efectos. Como en la figura.

3.2.1 USOS DEL DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO.

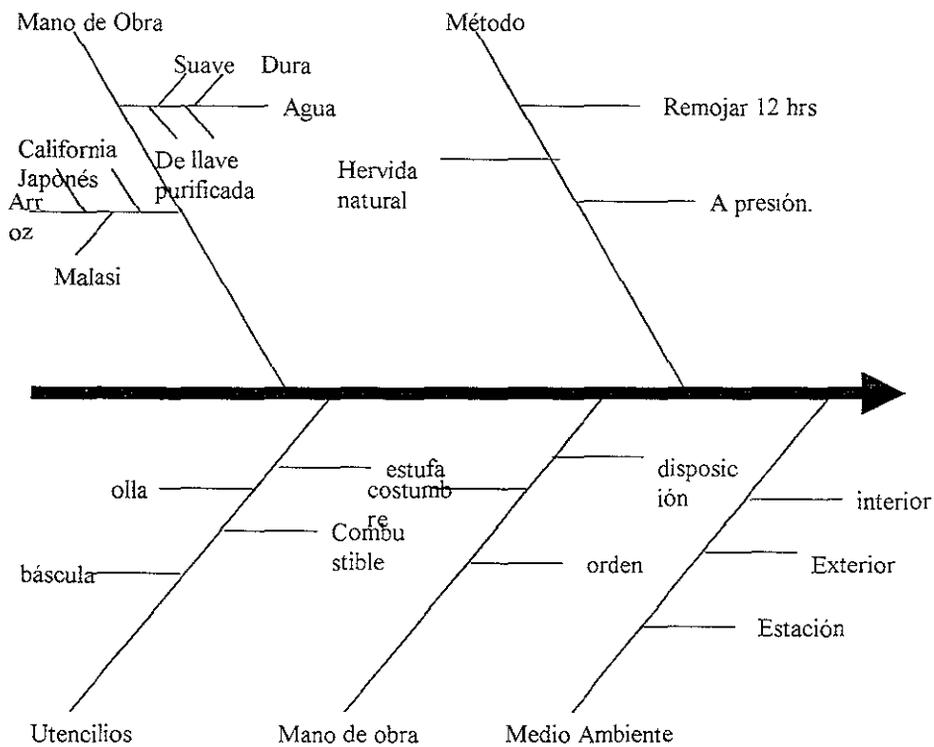
Para tomar datos estadísticos de las causas de reclamos y de artículos defectuosos. Cuando hay reclamaciones y se encuentran artículos defectuosos, las causas deben ser discutidas y debe dibujarse un diagrama causa efecto. En este diagrama se examina cada causa con cuidado, para luego determinar acciones que se van a tomar primeramente.

Para establecer las medidas de mejoramiento. Los métodos para mejorar la calidad y eficiencia deben ser proyectados en el diagrama causa efecto, luego cada método se examina para determinar cuál se usará primero.

3 2.2 COMO GRAFICAR EL DIAGRAMA CAUSA EFECTO.

1. Determinar las características de calidad (efecto)
2. Dibujar una línea principal de izquierda a derecha e indicar las características de calidad en el extremo derecho
3. Anotar las causas mayores en las ramas y luego encerrarlas en casillas
4. Escribir las causas menores en las ramas menores.
5. Escribir el propósito por el cual se dibuja el diagrama causa y efecto, la fecha y el diagramador

El Dr. Ishikawa dice que los diagramas causa efecto reflejan el nivel tecnológico de una institución o compañía.



3.3 HISTOGRAMA

3.3.1 PASO PARA DIBIJAR UN HISTOGRAMA.

Los pasos para dibujar el histograma con los datos listados en la tabla siguiente.

10.94	10.97	10.92	10.94	11.06	11.08	10.95	10.98	11.1	10.85	11.09	11.1
11.09	11.23	10.92	11	11.09	10.96	11.05	11.18	10.98	11	11.08	10.97
11.09	10.97	10.01	11.02	10.93	11.03	10.99	10.97	11.03	10.95	10.96	10.98
10.85	10.98	10.93	10.93	10.94	10.92	11.08	10.99	10.95	10.91	10.98	10.96
10.93	11.03	1.95	10.89	11.01	10.8	10.98	11.11	11.06	10.95	11.03	10.83
11.11	11	10.93	10.98	11	10.85	11.1	10.09	11.04	10.97	11.15	10.93
11.09	10.92	11	10.89	11.03	10.95	10.91	10.99	10.95	10.93	11.05	10.97
11.02	10.99	10.86	10.96	11.1	10.92	10.94	10.99	10.87	11.14	11	11.02
10.93	11.15	10.84	10.89	10.85	10.93	10.93	11.09	10.84	10.89	11.13	10.91
10.93	11.04	10.84	10.86	10.89	11	11	11	10.94	10.91	11.13	10.89

Se cuenta el número de ítems listados en N . En este caso N es igual a 120.

Se reportan el total de datos en varios grupos y se determinan los valores máximo y mínimo para cada grupo. Entonces determinar $Máx$ y $Mín$. en este caso $Máx$ es igual a 11.23 y $Mín$ es igual a 10.08.

Se obtiene la diferencia entre $Máx$ y $Mín$ y se divide entre 10.

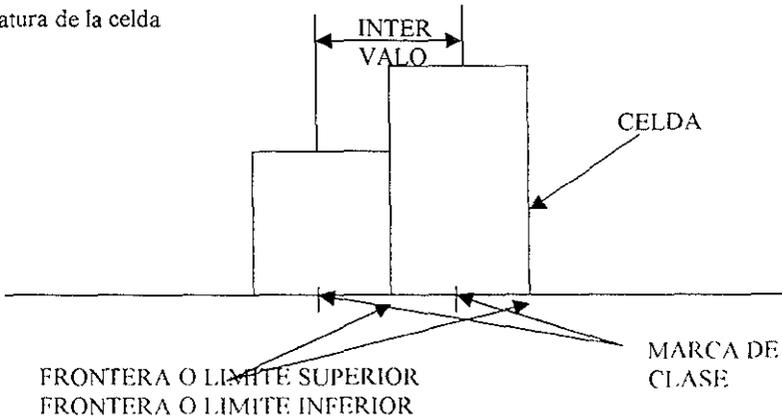
$$\frac{Máx - Mín}{10} = \frac{11.23 - 10.08}{10} = 0.043$$

4) para determinar el ancho C de la división, se redondea el valor obtenido en el paso 3 para tener el mismo número de decimales que los datos

Número de lecturas
Menos de 50
50-100
100-250
Más de 250

Número de clases
6-8
9-11
8-13
10-15

Nomenclatura de la celda



C o i = ancho de intervalo $C = \frac{R}{Q}$ como se vio en el paso 3, donde $Q=10$

Núm. De división	Límites de la división	Valor central	Frecuencias
1	10.775 – 10.825	10.80	1
2	10.8225 – 10.875	10.85	11
3	10.875 – 10.925	10.90	15
4	10.925 – 10.975	10.95	32
5	10.975 – 11.025	11.00	27
6	11.025 – 11.075	11.05	11
7	11.075 – 11.125	11.10	15
8	11.125 – 11.175	11.15	5
9	11.175 – 11.225	11.20	2
10	11.225 – 11.275	11.25	1
total			120

En este caso la cifra de 0.043 se debe redondear a 0.04 o 0.05 en el ejemplo se tomó el valor de 0.05 para C

5) determinan los valores límite para la división, tomando el valor *Máx* como valor central. El último dígito del valor límite debe ser la mitad de la unidad de medida (0.005 en este caso)

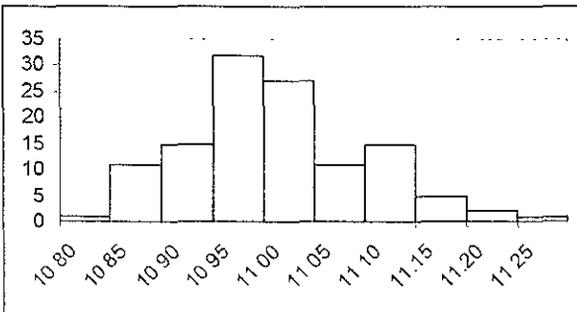
Se determinan todos los otros valores límite y su valor central para hacer una tabla de frecuencia

Se describen los datos medidos en la tabla para obtener la frecuencia de las divisiones.

Se toma el eje vertical para frecuencia y el eje horizontal para las unidades medidas en la hoja

Se dibuja un histograma basado en la tabla siguiendo el paso 8.

Figura



3.3.2 USO DEL HISTOGRAMA

En la revisión del estado de la línea de producción

Por la forma del histograma, se puede saber si el estado de línea de producción es normal o anormal.

Tipo normal de forma simétrica Los datos están distribuidos de manera normal, la media y el modo se localizan al centro.

Esta distribución indica que hay un tope natural o artificial en el valor izquierdo del histograma. Esto sucede cuando una producción es revisada al 100% y se selecciona de ese límite hacia arriba.

Esta es una forma que aparece cuando hay una pequeña adición de datos desde una distribución diferente, como el caso de anomalía de procesos, error de medición, o cuando se incluyeron datos de otro proceso.

Misma característica y causa que en el inciso anterior.

Esta forma ocurre cuando el límite inferior (o superior) es controlado ya sea teóricamente o por un valor especificado o cuando los valores menores (o superiores) que un cierto valor no ocurren.

Esta forma ocurre cuando el número de datos incluido en la clase varía de clase a clase o cuando hay una tendencia particular en la forma en que los datos se redondean. Esta forma ocurre cuando se mezclan dos distribuciones con valores medios ampliamente diferentes.

En la revisión de las lecturas para saber si éstas cumplen con el rango permisible especificado.

Cuando las líneas de tolerancia superior e inferior están dibujadas en el histograma, se puede conocer el número de artículos defectuosos fuera del rango y esto ayudará a tomar acciones correctivas a encargado de control de calidad.

Para examinar la desviación y dispersión de la distribución característica del producto en términos de cada parámetro

Los histogramas para varios parámetros han de ser distribuidos para ver los defectos de éstos en la desviación y la dispersión de la distribución de las características del producto. Los parámetros pueden ser el material, la máquina, el método de trabajo, la mano de obra etc.

3.4 HOJA DE REVISIÓN O EVALUACIÓN (CHECK LIST)

DEFINICIÓN DE LA HOJA DE EVALUACIÓN

La hoja de evaluación es un diagrama o una tabla que muestra la distribución de las características del producto en términos de un parámetro. Como lo muestra la figura

3.4.1 USOS DE LA HOJA DE EVALUACIÓN

Como archivo de datos.

Para archivar el estado de frecuencia del defecto o para reportar en qué consiste el defecto

Para conocer las causas del defecto.

3.4.2 ENTRADA DE DATOS A LA HOJA DE EVALUACIÓN

Determinar la clasificación de los artículos o temas a ser registrados. Las relaciones entre artículos y los datos son las mismas que aquellas entre las causas y los efectos del diagrama causa efecto.

Determinar el formato de hoja de archivo. Si se usa la tabla se puede clasificar muchos artículos o temas. Si se usa el diagrama se tiene acceso a muchas posiciones

Recopilar datos por un periodo determinado.

Escribir marcas en la hoja. De diferentes formas o colores para diferenciarlas entre si.

Escribir el periodo en el cual se toman los datos, la persona encargada de tomarlos, el propósito y el número de formato en caso de tener ISO 9000

HOJA DE EVALUACIÓN

Máquina		Máquina 1		Máquina 2	
	Trabajador	A	B	C	D
Fecha					
Lunes	Mañana				
	Tarde				
Martes	Mañana				
	Tarde				
Miercoles	Mañana				
	Tarde				
Jueves	Mañana				
	Tarde				
Viernes	Mañana				
	Tarde				
Sabado	Mañana				
	Tarde				

3.5 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN.

Este es también llamado correlación matemática Sir Francis Galton (1822 – 1911) desarrolló sus principios al aplicar a la herencia biológica el método de mínimos cuadrados y las ecuaciones de regresión.

Se grafica con puntos sólo un par de artículos o características listadas. La relación entre ellos dos puede verse fácilmente. En el diagrama causa y efecto se puede ver la relación entre las causas y el efecto; en el diagrama de dispersión se puede ver la relación entre una y otra forma de efecto.

La siguiente figura nos muestra los diferentes tipos de diagrama de dispersión.

3.5.1 USO DEL DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

Para examinar la correlación entre los datos de un par de artículos.

Se llama correlación positiva cuando se da el caso en el efecto A aumenta a medida que el efecto B también aumenta. El caso contrario, en el cual el efecto A aumenta a medida que el efecto B disminuye, se llama correlación negativa. Si el efecto A no tiene relación con el incremento o decremento del efecto B, el caso se denomina “no correlación” como lo muestra la figura.

Si el efecto B aumenta y luego disminuye a medida que el efecto A aumenta (o viceversa), el punto de viraje representa la condición óptima (o la peor situación).

Para graficar diagrama de dispersión con base a parámetros para conocer su influencia. Se grafica el diagrama de dispersión con base en parámetros tales como: material, maquinaria, método de trabajo, trabajador, etc., para conocer sus efectos. Si se produce un diagrama con alguna peculiaridad en la dispersión, entonces se considera que el parámetro en cuestión tiene influencia en dicho efecto.

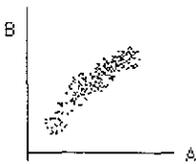
3.5.2 TRAZO DEL DIAGRAMA DE DISPERSIÓN.

Recopilar datos por determinado periodo. El número de artículos listados debe ser de 50 o más.

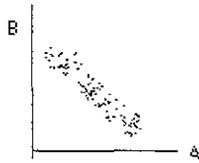
Dibujar el eje horizontal y el vertical en la hoja de gráficas y graduarlas. La longitud de los dos ejes debe ser la misma. El dato del valor mínimo debe estar en el punto de intersección de los ejes y el valor máximo debe estar al final de cada eje.

Colocar datos en la gráfica.

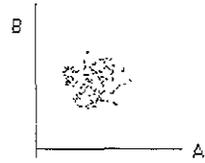
Anotar el periodo en que se toman los datos, el nombre de la persona encargada de recopilarlos y el propósito.



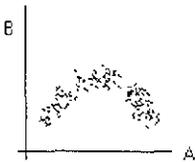
a) Correlación



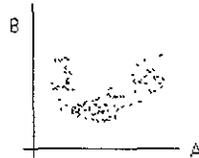
b) Correlación



c) No Correlación



d) Punto de cambio tipo



e) Punto de cambio tipo valle

3 6 GRÁFICA LINEAL.

Las características de los productos y los servicios tienen variación (llamada también variabilidad) que es necesario reducir al mínimo, ya que evitarla es imposible; para ello se usa la grafica lineal

Para mostrar la transición se trazan líneas entre puntos adyacentes que corresponden a datos diferentes. Cuando en una gráfica lineal aparecen dibujadas la línea central y la línea de limite, que indican si los puntos representan datos normales o no, se le llama diagrama administrativo.

3 6 1 USOS DE LA GRÁFICA LINEAL

Para examinar la variación de los datos dependientes del tiempo. La grafica lineal se usa para conocer cómo cambian los factores con el tiempo

Para administrar el trabajo. Si están entrando datos a la grafica lineal todos los días, se puede determinar se la línea de producción está o no en estado normal.

3 6.2 TRAZO DE LA GRÁFICA LINEAL.

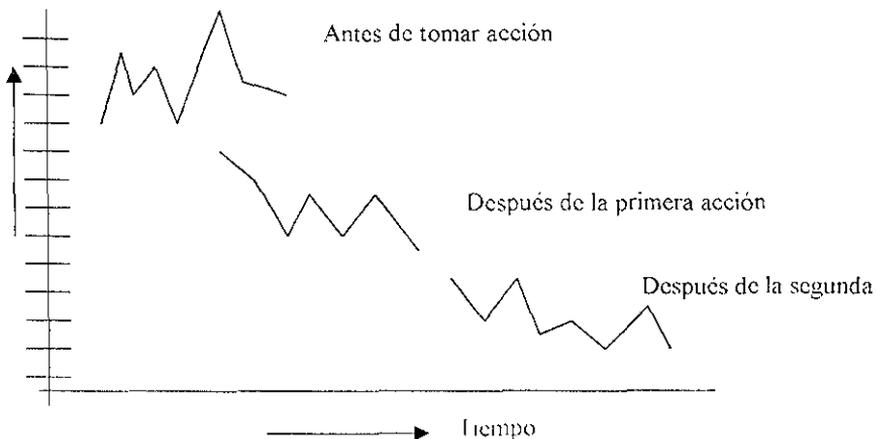
Recopilar datos de un periodo

Calcular las razones de falla y valores intermedios y luego pasarlos a la gráfica.

Dibujar los ejes horizontal y vertical en la hoja de gráficas. En eje vertical se colocan los datos y en el eje horizontal se coloca el tiempo

Colocar en la gráfica los puntos que representan los datos y trazar las líneas de conexión entre puntos adyacentes

Anotar el periodo para el cual fueron tomados los datos, el nombre de la persona encargada de recopilar los datos y el propósito



3.7 DIAGRAMA DE CONTROL.

Es una gráfica lineal en la cual se trazan la línea central y la línea límite. Hay muchos tipos de estas gráficas.

3.7.1 USOS DEL DIAGRAMA DE CONTROL.

Para examinar si el estado de la línea de producción es estable.

Si los puntos están dentro de las líneas límite y no se encuentran en un patrón especial, puede decirse que la línea de producción está en un estado estable

Para controlar la calidad o las condiciones de producción

3.7.2 COMO ELABORAR EL DIAGRAMA DE CONTROL.

A continuación se explica el diagrama $\bar{x} - R$

Clasificar en varios grupos los artículos fabricados en las mismas condiciones. Tomar 4 o 5 muestras de cada grupo y tomar los datos de calidad respectivos. El número de grupos debe ser de 20 a 25. Estos se llaman datos preparatorios.

Calcular la media de cada grupo

Obtener la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo en cada grupo. El valor se denomina rango R

Trazar en una hoja cuadrículada el eje horizontal, para el número de grupos y el eje vertical, para \bar{x}

Colocar en el diagrama los valores para R y \bar{x} obtenidos en los pasos 2 y 3

Calcular los valores para los límites de control en el diagrama de control \bar{x} por medio de las siguientes fórmulas y coeficientes según se la tabla

$$LCS = \bar{x} + A_2 \bar{R} \qquad LCS = D_4 \bar{R}$$

$$LC = \bar{x} \qquad LC = R$$

$$LCI = \bar{x} - A_2 R \qquad LCI = D_3 R$$

Donde:

LCS: Límite de Control Superior

LC: Límite Central

LCI: Límite de Control Inferior

Colocar en el diagrama de control los valores obtenidos para los límites de control en los pasos anteriores

Examinar si los puntos colocados están dentro del rango permisible, entre los límites de control superior e inferior. Si hay algunos puntos fuera de los límites, entonces hay una causa de error que no debe pasarse por alto, debe de ser examinada. Si un punto está precisamente sobre la línea de control límite, se asume que está fuera del límite

CAPITULO IV "CONTROL ESTADÍSTICO DE PRODUCCIÓN"

4.1 Software para Control Estadístico del Producto

4.1.1 ¿ Que es el SuperCEP ?

El *SuperCEP* es un sistema muy poderoso que le permite realizar, por medio de una PC, todos los análisis, gráficas, cálculos y reportes que requiere una empresa para poder conocer, analizar, controlar y mejorar la calidad de sus productos, procesos y servicios

Es un sistema muy fácil de operar, desarrollado pensando en las necesidades del personal de planta (Operadores, supervisores, inspectores, etc.), que puede ser utilizado por cualquier persona sin importar su nivel de conocimientos o escolaridad, además es muy flexible, con grandes posibilidades de crecimiento y con todo el soporte técnico que se requiere

El *SuperCEP* es una herramienta que viene a revolucionar el concepto de aplicaciones para Plantas Industriales, ya que se adapta a las necesidades de información de cada usuario, no requiere ningún conocimiento previo de computación y se puede implantar tanto en oficinas, en laboratorios o directamente en el piso

Además, el *SuperCEP* tiene la capacidad de tomar datos provenientes de miles de instrumentos, equipos de proceso o de laboratorio, de diferentes tipos y marcas y de forma local y remota. Así mismo, el *SuperCEP* puede trabajar en una red de computadoras personales bajo una gran variedad de sistemas operativos

4.1.2 Operación

La operación del sistema se basa en que el usuario, ya sea un operador, un inspector o un gerente de control de calidad, tenga frente a él una imagen exacta de su trabajo diario, lo que se hace por medio de Formatos u Hojas de Inspección idénticos a los que se tienen a mano. Desde esta pantalla del Formato de Inspección se tiene acceso a todas las gráficas del *SuperCEP*, sin necesidad de cambiar ni de menú ni a otras pantallas

El encargado de la implantación, genera registros con los permisos y preferencias para cada usuario, donde se determina quien puede ver que gráfica, con que características y asignar los permisos para consultar, capturar, borrar, reportar los datos y mucho más.

4 1 3 Apoyo a la norma ISO-9000

Si usted está trabajando o ya tiene su certificación ISO-9000, el *SuperCEP* le será de gran ayuda, ya que, además de resolver de manera fácil y eficiente todo el proceso de captura, posee un despliegue automático de avisos sobre medidas preventivas y correctivas para cada característica, producto y tipo de problema de calidad, guarda toda la historia que desee teniendo acceso a ella en cualquier momento, tiene un gran poder para realizar trazabilidad de datos y el almacenamiento de la información es prácticamente ilimitado

El SuperCEP, sirve de apoyo a los siguientes puntos específicos de las normas ISO-9001/2.

4.4 Control de Diseño

4.6. Compras

4 6.2. Validación de los subcontratistas.

4.6 4. Verificación del producto comprado.

4.9 Control de Proceso

4.9.1. General. b) "Monitoreo y control de las características..

4 10. Inspección y prueba

4.10 1 Inspección y prueba en recepción.

4 10.1 1 Inspección, registro y verificación del insumo .

4.10.2. Inspección y prueba en proceso

4.10 3 Prueba e Inspección Final

4.10 4. Registros de Inspección y Prueba

4.12. Estatus de Inspección y prueba.

4 16 Registros de Calidad

4 20 Técnicas Estadísticas.

4 1.4 Herramientas Disponibles

Histogramas normales y no normales, por característica y colectivos

Análisis de habilidad con sigma variable con cálculos de Pp, Ppk, Cp, Cpk, I/Cp, y I/Cpk

Gráficas de control por variables X-R, X-S, Xi-Rm (Con cálculo de límites de control históricos y nominales)

Gráficas de control por atributos p, n-p, c, u (Con cálculo de límites de control históricos y nominales)

Diagramas de pareto por numero y costo de defectos

Muestreo de aceptación de lotes por variables (Military Standard 414).

Muestreo de aceptación de lotes por atributos (Military Standard 105D)

Diagramas de dispersión y regresión lineal

Certificados de Calidad diseñados por el usuario.

Vaciado de hojas de datos y calculos X, R, S

Reportes sumanados de Conteo de Defectos, Análisis de Habilidad y Bitácoras

4 2 Descripción de las herramientas disponibles en el SuperCEP

4 2 1 Hoja de Inspección o Verificación (Formatos)

Acceso inteligente a hojas de datos, no se tienen que memorizar nombres de archivos o comandos complicados.

Posee cuatro tipos de Captura. Manual (Dato numérico desde teclado), Automática (Desde un instrumento por puertos RS-232), Cálculo (A partir de 1 o más columnas por medio de una fórmula) y Libre (Dato alfanumérico desde teclado)

Identificación de datos dentro y fuera de límites, por medio de colores (verde/rojo, azul/blanco, etc)

Límites de captura configurables para evitar errores

Modo sólo de consulta de datos, sin captura ni borrado.

Las características de calidad de un mismo producto, se asocian por renglones correspondientes a una misma fecha, hora, turno y operador.

Bitácora o comentario asociado a cada renglón de datos

Asignación de fecha, hora, turno y operador automáticos o por captura manual.

Tamaño de subgrupo, número de decimales, frecuencia de muestreo y costo por falla configurables para cada característica

Consulta directa a hoja de información de proceso para cada característica o producto

Inserción y borrado de renglones con control de fechas y horas.

Copiado de columnas a otros formatos. .

Modo opcional de captura en pantalla gráfica con despliegue inmediato de gráfica de control e histograma o gráfica C

Posibilidad de impresión de la hoja de inspección o formato

4 2 2 Características generales de todas las gráficas.

No se tiene que salir de su hoja de datos para visualizar cualquier gráfica

Posibilidad de obtener gráficas X-R, puntos individuales, histogramas y gráficas C totalmente en línea

Todas las gráficas se pueden obtener en español o inglés

Las gráficas siempre están debidamente identificadas por medio de un encabezado que contiene el nombre de su empresa, identificación de producto, característica, estación, máquina, formato, rango de fechas y horas de los datos presentados

Posibilidad casi ilimitada de Estratificar por turno, operador, lote, máquina o cualquier otra característica de calidad o valor registrado

Accesos limitados a gráficas configurables para cada usuario

4.2.3 Histogramas de Frecuencia y Análisis de Habilidad

Histogramas Normales, No-normales y Colectivos.

Histograma con número de intervalos variable y escala autoajustable.

Despliegue gráfico y numérico de LIE, LSE, X+3S, X-3S, valor nominal y media obtenida.

Cálculo de Pp, Ppk, Cp y Cpk con valores variables de sigma y cálculo opcional de Cr (1/Cpk)

Despliegue gráfico de curva de distribución normal.

Selección automática de límites bilaterales o unilaterales con sus cálculos correspondientes.

Análisis de Normalidad con Sesgo, Curtosis y prueba de Anderson-Darling.

Cálculo de fracción teórica dentro y fuera de especificación en porcentaje y partes por millón

Análisis no-normal mediante curvas de Pearson con cálculo de Cpk.

Posibilidad de desplegar los histogramas de todas las características de calidad de un producto o proceso en una sola pantalla.

4.2.4 Gráficas de Control

Por Variables. Gráfica de medias y rangos (X-R), gráfica de medias y desviaciones estándar (X-S), gráfica de puntos o lecturas individuales y rangos móviles (Xi-Rm).

Por Atributos. Gráfica de la fracción defectuosa (P). Gráfica de defectuosos (NP).

Gráfica de número de defectos (C). Gráfica de defectos por unidad (U).

Análisis de puntos fuera de control, tendencias, adhesión a límites y corridas indicadas sobre la gráfica misma

En situaciones anormales o fuera de control hay despliegue automático de avisos sobre medidas preventivas y correctivas individualizadas por característica, producto y tipo de problema

Posibilidad de comprar en la misma gráfica límites de control históricos o nominales con límites de especificación

Obtención de límites de control mediante los estimadores tradicionales o mediante cálculos exactos (X-S)

Escala horizontal configurable por fecha, por número de subgrupo relativo al comienzo de la gráfica, por número de renglón del archivo de datos o por cualquier columna de datos

Reporte de medias, rangos y desviaciones estándar por subgrupos (Reporte X-R-S)

4.2.5 Análisis de Pareto

Muestra gráficamente la clasificación de los defectos o problemas según su contribución por frecuencia y costo

Puede realizarse sobre las características de un formato o mediante una lista capturada libremente

La captura puede agilizarse utilizando código de barras o botoneras electrónicas
Acumula defectos menos frecuentes en. Otros

4 2 6 Regresión Lineal

Correlaciona por mínimos cuadrados dos características del mismo formato directamente de los datos o tomando los datos transformados con operaciones algebraicas, exponenciales o logarítmicas.

Obtiene factor de correlación y ecuación de la forma $y = mx + b$

Muestra gráficamente la dispersión obtenida

4.27 Muestreo de Aceptación

Por variables. Military Standard 414 (MIL-STD-414) y por atributos: Military Standard 105-D (MIL-STD-105D)

Calcula los tamaños de muestra y números de aceptación de planes sencillos para cualquier tamaño de lote, nivel de inspección y nivel aceptable de calidad (AQL)

Dibuja la curva de operación del riesgo comprador-productor (Curva OC).

Emite una memoria de cálculo y un veredicto de aceptación o rechazo de manera inmediata.

4 2 8 Certificados de Calidad

Se pueden definir un número ilimitado de certificados y modificarlos con cualquier editor de textos

La impresión (en modo texto) se realiza en un formato totalmente libre

Integración de datos de las hojas de inspección o formatos al certificado.

Además de los datos provenientes de los formatos, se pueden capturar otros datos variables diferentes para cada certificado

4.3 Ventajas Clave

Muy fácil de operar, desarrollado pensando en las necesidades del personal de planta (operadores, supervisores, inspectores, etc.)

Muy fácil de operar, desarrollado pensando en las necesidades del personal de planta (operadores, supervisores, inspectores, etc.)

Se puede instalar en oficinas, laboratorios y directamente en el piso.

Se conecta directamente a los instrumentos de medición

Puede trabajar en una red de computadoras personales con diferentes sistemas operativos

Gráficas en tiempo real

Niveles de seguridad por usuario.

Puede instalarse en una red local con número ilimitado de usuarios.

Permite importar y exportar datos a cualquier otro sistema por medio de archivos ASCII y DBF.

Emite avisos sobre medidas correctivas y preventivas por características, producto o tipo de problema de calidad

Control de personas presentes en el análisis de los problemas.

Histogramas normales y no normales por característica y colectivos.

Análisis de variabilidad con sigma variable Cálculo de Pp, Ppk, Cp, Cpk, 1/Cp y 1/Cpk

Gráficas de control por variable: X-R, X-S, Xi-Rm. Límites de control históricos y nominales

Gráficas de control por atributos: p, n-p, c, u.

Diagrama de Pareto por número y costo de defectos.

Muestreo de aceptación de lotes por atributos (Military Standard 105D).

Muestreo de aceptación de lotes por variable (Military Standard 414)

Diagramas de dispersión y regresión lineal.

Certificados de calidad diseñados por el usuario

Reportes resumidos de conteo de defectos.

Análisis de habilidad y Bitácoras

La versión de MS-DOS y Windows se pueden usar de manera simultánea y en red

Gráficas en español e inglés

Análisis automático de tendencias, corridas, adhesión y puntos fuera de límites

Estratificación de la información por fecha, hora, turno, operador o cualquier otra característica

Cantidad ilimitada de máquinas, productos, características, etc.

4.4 Descripción de Herramientas del Control Estadístico del Proceso

4.4.1 Estudio de Capacidad del Proceso

La tabulación o recopilación del número de veces en que se presenta una cierta medición o dato de la característica o variable de calidad a analizar, para un producto cualquiera que se esté examinando se conoce como Histograma de Frecuencias. La tabulación u ordenación de datos se representa colocando sobre el eje vertical la frecuencia en que ocurren los datos, y sobre el eje horizontal los valores de la característica que se mide, estos valores se representan en pequeños intervalos numéricos casi siempre definidos por el usuario, llamados intervalos de clase.

Normalmente en dicho Histograma, se muestra también las marcas correspondientes a la media nominal de toda la población, así como los valores de los límites inferior y superior de especificación.

La capacidad potencial del proceso o Cp se define como la relación entre los límites de especificación o tolerancia y la variabilidad total del proceso dada por el cálculo de la desviación estándar

Matemáticamente se expresa de la siguiente forma

$$C_p = \frac{\text{Especificación Superior} - \text{Especificación Inferior}}{6 \text{ veces la desviación estándar}}$$

Ejemplo

Límite superior de especificación	5.00 % de humedad
Límite inferior de especificación	3.00 % de humedad
Desviación estándar del proceso	0.40 %
(Calculado con los datos obtenidos en el mes pasado)	

Sustituyendo estos valores en la fórmula se tiene

$$C_p = \frac{5 - 3}{6 \times 0.40} = 0.83$$

El denominador es mayor que el numerador y resulta un valor menor a la unidad, esto significa que el proceso tiene mayor variabilidad de lo que permite la especificación.

Ahora, se toma acción correctiva sobre una de las causas comunes para reducir la variabilidad y entonces la nueva desviación estándar del proceso es igual a 0.25 %, por lo que se tiene un nuevo valor de Cp:

$$C_p = \frac{5 - 3}{6 \times 0.25} = 1.333$$

Esto indica que la variabilidad de la humedad que da el proceso es menor que la de la tolerancia establecida, por lo que el proceso tiene la capacidad potencial de cumplir la especificación.

Como se ve, el índice Cp permite calificar la variabilidad tanto del producto como del proceso, siendo mayor la capacidad de cumplir con la especificación, mientras mayor es el valor de Cp.

El lector se habrá dado cuenta que para el cálculo del Cp se ha considerado que el valor promedio de la distribución siempre coincide con el centro de la especificación, pero en la realidad pueden suceder situaciones como las de los casos "B" o "C" de la siguiente figura, donde el promedio de la distribución no coincide con el centro de la especificación.

Es evidente que en el caso "B" hay más valores fuera de especificación y en el caso "C", aunque en menor cantidad, la distribución muestra que los valores también tienden a salirse del límite superior de la especificación, sin embargo, de acuerdo a la fórmula de Cp, en los 3 casos "A", "B" y "C", el valor numérico sería de 1.33.

Para considerar esta situación, se usa un índice más significativo que toma en cuenta la posición del centro de la distribución con respecto a la de la especificación, que llamamos Habilidad de Proceso (Cpk), matemáticamente se expresa así:

$$C_{pk} \text{ lsc} = \frac{\text{Especificación Superior} - \text{Promedio}}{3 \text{ veces la desviación estándar}} = \frac{\text{LSE} - X}{3 \cdot s}$$

$$C_{pk} \text{ hie} = \frac{\text{Promedio} - \text{Especificación Inferior}}{3 \text{ veces la desviación estándar}} = \frac{X - \text{LIE}}{3 \cdot s}$$

De los valores que se obtengan, se toma en cuenta el que resulte más bajo.

$$Cpk = \text{Min}(Cpk_{lie}, Cpk_{lse})$$

Aplicando la fórmula al caso "A" en que el promedio de distribución = 4 se tiene

$$Cpk_{lse} = \frac{5 - 4}{3 \times 0.25} = 1.333$$

$$Cpk_{lie} = \frac{4 - 3}{3 \times 0.25} = 1.333$$

En este caso, el promedio de distribución coincide con el centro de los límites especificados, por eso los valores de Cpk lse, Cpk lie y Cp son iguales y por lo tanto el Cpk también es igual.

En el caso "B" donde el promedio de distribución = 3.2, se tiene

$$Cpk_{lse} = \frac{5 - 3.2}{3 \times 0.25} = 2.4$$

$$Cpk_{lie} = \frac{3.2 - 3}{3 \times 0.25} = 0.267$$

En este caso, al usar sólo el valor de Cpk lse parecería que el proceso está perfecto, pero el valor de Cpk lie = 0.267, que es el valor que se tomará como Cpk, es muy bajo, lo que indica que una gran cantidad de datos están fuera del límite inferior, lo cual se aprecia en la figura anterior

En el caso "C" se tiene que el promedio de la distribución = 4.35 y por lo tanto

$$Cpk_{lse} = \frac{5 - 4.35}{3 \times 0.25} = 1.0$$

$$Cpk_{lie} = \frac{4.35}{3 \times 0.25} = 1.666$$

En este caso, no se tienen problemas con el límite inferior, pero por el otro lado, el valor de Cpk lse indica que está en la frontera del límite superior especificado

Lo anterior permite concluir que mientras más alto es el valor de Cpk, la variabilidad es menor y el promedio de la distribución se acerca al valor central de la especificación y por consiguiente es más alta la probabilidad de cumplir con las condiciones que se establecen para un proceso dado, para insumo, parte, producto, etc., o sea, que a mayor Cpk tenemos mayor calidad

4.4 2 Gráfico de Control

Algunas personas se sorprenden al enterarse que dos partes aparentemente idénticas, hechas bajo condiciones cuidadosamente controladas, de la misma fuente de materia prima y fabricadas sólo con diferencia de segundos por la misma máquina, puedan ser diferentes en muchos aspectos

En realidad, cualquier proceso de fabricación, aún el más confiable, se caracteriza por cierto grado de variabilidad que es de naturaleza aleatoria y que no se puede eliminar completamente

Cuando la variabilidad presente en un proceso de producción está limitada a la variación aleatoria, se dice que el proceso está Bajo Control Estadístico.

Esto se consigue buscando y eliminando todas las causas que originan variaciones de otra clase, como son las que se pueden deber a operarios poco entrenados, a materia primas de baja calidad, a ajustes indebidos de las máquinas, a partes usadas, a deterioro en el herramental, etc

Como los procesos de fabricación raramente se encuentran libres de este tipo de defectos, es importante tener algún método sistemático de detectar las desviaciones notables de un estado de control estadístico, cuando estas se presentan o si es posible antes. Es para este fin para el que emplean principalmente las gráficas de control

Una gráfica de control consiste en una línea central que corresponde al promedio en que se desarrolla el proceso y dos líneas correspondientes a los límites de control superior e inferior

Estos límites se escogen de tal forma que los valores que caen fuera de ellos deben ser interpretados como indicaciones de una falla de control

Marcando los resultados obtenidos de muestras tomadas periódicamente en intervalos frecuentes, es posible verificar, por medio de esta gráfica, si el proceso está bajo control o si en el proceso ha aparecido alguna falla que causa problemas como los indicados anteriormente

Cuando un punto obtenido cae fuera de los límites de control, se buscan fallas, pero si aún los puntos quedan dentro de los límites, la aparición de una tendencia o irregularidad sistemática puede servir como aviso de que se debe tomar alguna acción para evitar problemas serios

La capacidad para "leer" o "interpretar" las gráficas de control y determinar justamente que acción correctiva debe tomarse, es cuestión de experiencia y buen juicio

Hay varios tipos de gráficas de control que pueden construirse. Si se obtienen datos para una característica de calidad que puede medirse y expresarse en números, generalmente se utilizan gráficas de control para mediciones de tendencia central y variabilidad, ya que la calidad de un producto, frecuentemente puede resumirse en términos de estas dos cantidades.

El SuperCEP maneja las siguientes gráficas de Control por Variables:

- Gráfica X - R (De la media y el rango)
- Gráfica X - S (De la media y la desviación estándar)
- Gráfica (Xi-Rm) (De puntos individuales con rango movible)

Cuando una característica de la calidad puede observarse y elaborar el análisis de un artículo que sea defectuoso o no lo sea, requiere de un enfoque y tipo de gráficas para la fracción defectuosas o número de defectos que contiene un producto, el sistema contempla estas posibilidades por lo que maneja las siguientes gráficas de Control por Atributos:

- Gráfica P (De la fracción defectuosa)
- Gráfica NP (Del número de defectivos)
- Gráfica C (Del número de defectos que aparecen por unidad (es))
- Gráfica U (De defectos de la unidad)

4.4.3 Diagrama de Pareto

En los procesos productivos existen muchos factores que deben ser mejorados y éstos a su vez consisten de varios problemas pequeños, por lo que en ocasiones resulta difícil saber cuál atacar primero y qué camino seguir para resolverlos,

El diagrama de Pareto es una herramienta que ordena de mayor a menor, el impacto negativo de las características o variables que se miden o manejan para un producto determinado, ya sea por número de defectos o eventualidades encontradas o por su costo o valor con el cual repercuten en el proceso.

La elaboración sistemática de estos diagramas nos permite observar la evolución de las mejoras realizadas en los procesos productivos.

4.4.4 Muestreo de Aceptación

Los productos fabricados se envían al comprador en lotes que varían en tamaño desde unos pocos hasta muchos miles de objetos individuales. Idealmente, cada lote no debería contener ningún objeto defectuoso, pero en la práctica es muy raro encontrar este caso.

Reconociendo el hecho de que se han enviado algunos objetos defectuosos, aún suponiendo que el lote haya sido inspeccionado en un ciento por ciento, muchos consumidores exigen una evidencia basada en una inspección cuidadosa, de que la porción de defectuosos en cada lote no sea excesiva.

Un método frecuentemente empleado y muy eficaz para dar esta evidencia es el de la inspección de muestras, en el cual se seleccionan muestras de cada lote antes del envío (o antes de que los acepte el consumidor) y se toma una decisión sobre la base de esta muestra para aceptar o rechazar el lote. Un lote puede ser aceptado aún cuando contenga algunas unidades defectuosas. Los regalos entre el productor y el consumidor servirán para dar una forma de compensación al consumidor, pero deberá haber un regalo especial para estos casos.

El rechazo de un lote no significa que haya de ser destruido, sino simplemente, que se debe someter a una inspección estricta para eliminar todas las partes defectuosas.

Como el costo no es en absoluto despreciable (algunas veces es casi tan alto como el costo de producción y a veces mayor) siempre será conveniente no revisar todas las piezas de un lote. Por consiguiente, la inspección para aceptación implica en general el empleo de muestras; más concretamente, se selecciona una muestra aleatoria de cada lote y éste se aceptará si el número de defectuosos encontrados en la muestra no excede de un número de aceptación dado.

Para el muestreo de aceptación por lotes, el SuperCEP utiliza el estándar militar de inspección por variables MIL-STD-414 y por atributos el estándar militar MIL-STD-105D.

MIL-STD-105D

NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE (AQL). El nivel de calidad aceptable (AQL), se define como el máximo porcentaje defectuoso (o el número máximo de defectos por cien unidades) que para propósitos de inspección por muestreo, puede considerarse satisfactorio como un promedio del proceso. En la MIL-STD-105D, los valores de AQL de 10 ó menos se expresan como porcentaje defectuoso o como defectos por cien unidades, aquellos por encima de 10, se expresan solamente por cien unidades.

NIVELES DE INSPECCIÓN. Los niveles de inspección que utiliza el sistema son los llamados generales, cuyos valores son 1, 2 ó 3. El nivel 1 llamado inspección reducida, se aplica a proveedores muy confiables, tan confiables que se necesitará tomar tamaños de muestras pequeños para decidir si se acepta o rechaza un lote. El nivel de inspección 2 llamado normal, es el que se recomienda cuando se aplica en un inicio un sistema de aceptación. Finalmente, el nivel de inspección 3 llamado ajustado o riguroso, se sugiere se aplique a proveedores nuevos o bien aquellos que han tenido problemas en cumplir con las especificaciones requeridas en los últimos días, por lo que es indispensable tomar tamaños de muestras grandes de los lotes enviados para decidir si se acepta o rechaza un lote

MIL-STD-414

El estándar por variables tiene semejanzas al estándar por atributos. Como el estándar por atributos, los planes de muestreo se catalogan por AQL, nivel de inspección y tamaño de lote

La definición del AQL es diferente de aquella encontrada en la MIL-STD-105D. En la MIL-STD-414 el nivel de calidad aceptable, AQL, se define como un valor nominal expresado en términos de porcentaje defectuoso especificado para una sola característica de calidad.

Hay cinco niveles de inspección que van del 1 al 5. El nivel 1 es el menos riguroso y el 5 el más riguroso

Cuando se aplica por primera vez este tipo de muestreo, a menos que se especifique lo contrario, se inicia con el nivel 4. Un nivel 1 se aplica a proveedores muy malos, por lo que se tendría que inspeccionar el mayor número de muestras posibles para decidir si se acepta o se rechaza un lote

Ejemplo

Tamaño de lote	5000
Nivel de inspección	1
Nivel de calidad aceptable (AQL)	1
Tamaño de la muestra	15
% Defectuoso Permitido	3.05
Media de los datos	18.00
Límite Inf. Especificación	17.50
Límite Sup. especificación	18.22
Desviación Estándar (s)	0.21
% sobre el límite superior	2.31
% bajo el límite inferior	0.42
% Total defectuoso	2.73
El lote debe ser	ACEPTADO

4.4 5 Regresión Lineal

Mediante esta técnica es posible determinar si una variable está correlacionada con alguna otra o si son independientes. Esto es de importancia para conocer la reacción o comportamiento de una variable al modificar otra. Cuando dos o más variables están relacionadas es posible diseñar sistemas de inspección indirectos que pueden resultar más económicos y prácticos que la medición de la variable directamente.

Se utiliza la técnica de ajuste por mínimos cuadrados sobre las parejas de datos obtenidas en los muestreos bajo control estadístico

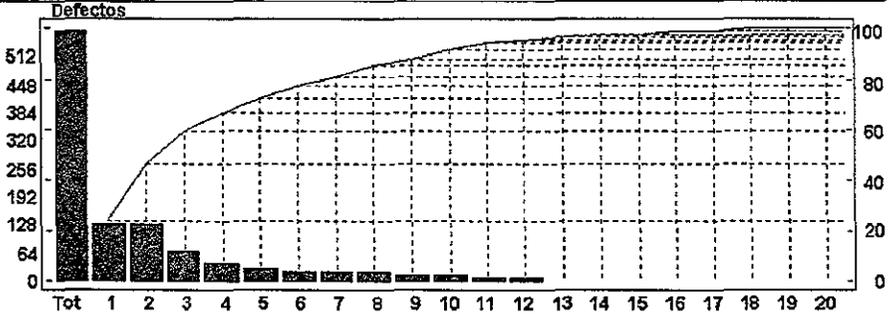
Captura de Datos

Los datos pueden teclearse directamente o ser recibidos automáticamente mediante una conexión con un instrumento de medición y serán registrados en la celda que tenga el cursor. También pueden obtenerse mediciones indirectas mediante columnas de fórmula o cálculo.

Los números en rojo indican que el dato capturado se encuentra fuera de los límites especificados. Cuando el número capturado aparece en fondo azul y no es aceptado por el sistema es porque los límites de Captura impiden la captura de datos absurdos o demasiado alejados de la especificación. Estos límites pueden consultarse y modificarse en la tabla Características del Producto del módulo de Configuración

Ejemplos de las graficas que se llevan control en una empresa fabricante de vidrio:

Diagrama de Pareto. LATINOAMERICANA DE VIDRIO, S.A. DE C.V.
 1/2 TEMPLADOR SEMI TEQUILA DESPERADOS 1,700 ml Del 11/05/2001 11:37
 ITALIANA al 22/05/2001 12:20
 DEFECTIVO TEMPLADOR PTA 1 05/DEFEC4-D/S4050A4DO

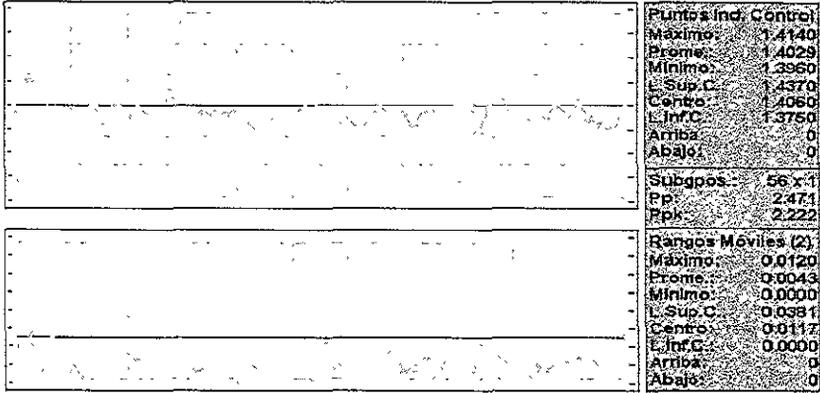


1: CUERPO TALLADO	134	23.6%	11: PEGADA	12	2.1%
2: BURBUJA	130	22.8%	12: CUERPO ARRUGADO	8	1.4%
3: ROTA EN TEMPLADOR	70	12.3%	13: CUERPO RAYADO	6	1.1%
4: CORONA ESTRELLADA	45	7.9%	14: CUERPO DELGADO	5	1.1%
5: LABIO ESTRELLADO	29	5.1%	15: FONDO DESPOSTILLADO	3	0.5%
6: TAPADA	26	4.6%	16: MATERIA	3	0.5%
7: FONDO DESCOMPENSADO	24	4.2%	17: CORONA FALLA	3	0.5%
8: VIDRIO C/ GUERDA	23	4.0%	18: FONDO DELGADO	2	0.4%
9: CUERPO ESTRELLADO	20	3.5%	19: DEGOLLADA	2	0.4%
10: FONDO ESTRELLADO	19	3.3%	20: OTROS	4	0.7%

Gráfico de Control por Variables 1.6m
LABORATORIO PLANTA 1
 ITALIANA
 TEQ. DESPERADOS C/ESP

LATINOAMERICANA DE VIDRIO, S.A. DE C.V.
 TEQUILA DESPERADOS 1,700 ml
 DIAMETRO T (PULGS)

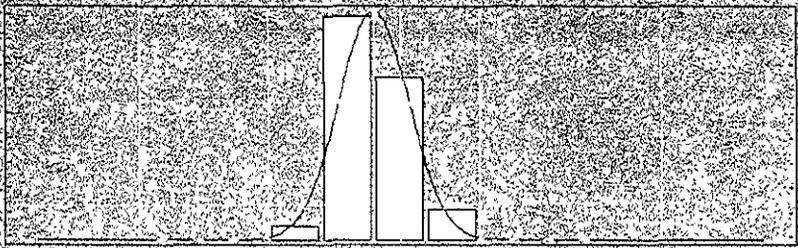
Del 11/05/2001 20:08
 al 23/05/2001 11:47
 06/DEPERA14-D/S4050A4D0dia t



Capacidad de Proceso.
LABORATORIO PLANTA 1
 ITALIANA
 TEQ. DESPERADOS C/ESP.

LATINOAMERICANA DE VIDRIO, S.A. DE C.V.
 TEQUILA DESPERADOS 1,700 ml
 DIAMETRO T (PULGS)

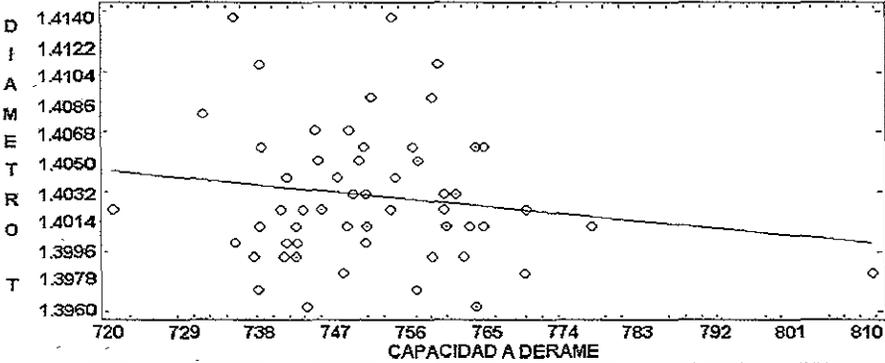
Del 11/05/2001 20:08
 al 23/05/2001 11:47
 06/DEPERA14-D/S4050A4D0dia t



Número de Datos	56	Lie: 1.3750	Obj: 1.4060	Lse: 1.4370	Tol: 0.0620
Media	1.4029	-3s: 1.3903	X: 1.4029	+3s: 1.4154	6s: 0.0251
Desv. Estándar (s)	0.0042	Z Lie: 6.665	Z Obj: -0.747	Z Lse: 8.159	
Capacidad (Pp = Tol/6s)	2.471	Especificación			
Habilidad (Ppk = Z/3)	2.222	Dentro Abajo Arriba Fuera			
		Calculado (%) 100.00 : 0.00 : 0.00 : 0.00			
		Calculado (ppm) 0 : 0 : 0 : 0			
Sesgo: 0.73	Curtosis: 0.27	Observado (%) 100.00 : 0.00 : 0.00 : 0.00			
And-Darl: 0.77		Observado (ppm) 0 : 0 : 0 : 0			

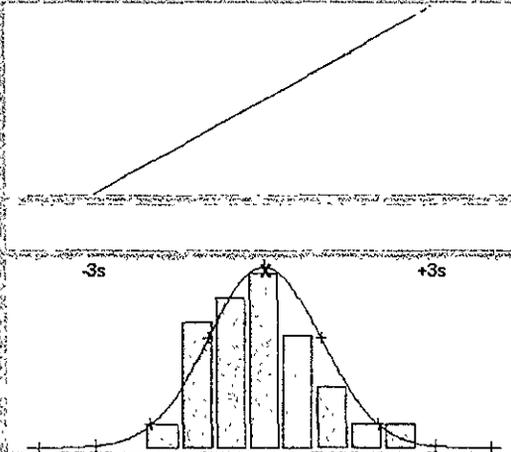
Diagrama de Dispersión, Regresión Lineal

Diagrama de Dispersión, Regresión Lineal. LATINOAMERICANA DE VIDRIO, S.A. DE C.V.
 LABORATORIO PLANTA 1 TEQUILA DESPERADOS 1,700 ml Del 11/05/2001 20:08
 ITALIANA CAPACIDAD A DERAME (.) al 23/05/2001 11:47
 TEQ.DESPERADOS C/ESP. 6515



Número de Datos 56
 Ecuación Lineal DIA T = 1.4389 - 0.0000 CAPDER
 Coef. Correlación r = -0.1566

Estudio de Normalidad. LATINOAMERICANA DE VIDRIO, S.A. DE C.V.
 LABORATORIO PLANTA 1 TEQUILA DESPERADOS 1,700 ml Del 11/05/2001 20:08
 ITALIANA DIAMETRO T (PULGS) al 23/05/2001 11:47
 TEQ.DESPERADOS C/ESP. 06DEPERA4-D/S4050A4D0/dia t



Datos:	56
Media:	X = 1.4029
Desv.Est:	s = 0.0042
X-3s:	1.3903
X:	1.4029
X+3s:	1.4154
Intervalos:	7
Coef.Corr.:	r = 0.9881
Coef.Min.:	0.9835
Normal	
Mínimo:	1.3960
Q1:	1.4000
Mediana:	1.4020
Q3:	1.4058
Máximo:	1.4140
Sesgo:	0.73
Curtois:	0.27
And-Darl:	0.77

CONCLUSIONES

La implantación de control de calidad es de gran ayuda dentro de la empresa ya que con esto se pretende llevar una documentación de todos los problemas que puede presentar algún producto.

El control estadístico de procesos lo integran una serie de herramientas que son de gran utilidad para el análisis de datos obtenidos a través de mediciones u observaciones específicas en: insumos que recibe la empresa, la manufactura dentro del proceso y el producto terminado, entre otras. Para su aplicación es importante la participación del trabajador en las funciones de calidad. Los beneficios al implantar dicho control se reflejan necesariamente en un incremento en la productividad, reducción de costos, mejoramiento constante del producto y la satisfacción del cliente.

Pensando en la importancia del Control Estadístico de Procesos y la necesidad de incrementar la velocidad de respuesta por parte de los responsables de dichos procesos existe un software para el Sistema de Control Estadístico de Procesos

El aprovechamiento integral de este tipo de técnicas exige que una gran cantidad de datos sean capturados, archivados, procesados y analizados. Con esta idea en mente y con la necesidad de obtener resultados en una forma rápida, bien presentada y confiable,

Con este software se permite al usuario capturar, corregir, eliminar, marcar, filtrar, transformar, consultar y reportar la información obtenida de inspecciones o pruebas de calidad.

El Sistema de Control Estadístico de Procesos presenta una serie de ventajas competitivas para el usuario, ya que elabora el análisis estadístico de la información obtenida en los procesos productivos, servicios o programas de mejoramiento de calidad, así como también en otras actividades fabriles, con el fin de tener elementos cuantitativos para la toma de decisiones y constatar la veracidad de la capacidad de los procesos.

Los métodos de Control Estadístico de Procesos, tienen mucha importancia en el mejoramiento de la Calidad, porque sabemos que representa la manera más segura y menos costosa de alcanzar los objetivos deseados

Usar la estadística pudiera parecernos algo muy difícil de lograr, pero la estadística no es más que una manera "astuta" de utilizar los números para ayudarnos a tomar decisiones en la operación de cualquier planta y reducir el número de problemas de fabricación.

BIBLIOGRAFIA

Aguila Sanches Luis
Control de la Calidad
Mexicana

Avallone A. Eugene
Manual del Ingeniero Mecánico
Mc Graw Hill

Bertrand L. Hansen.
Control de Calidad Teoría y Aplicaciones
Edt. Díaz de Santos 1999 Madrid España

Eugene L. Grant / Richard S
Control Estadístico de Calidad
Edt Continental

González González Carlos
Calidad Total
Mc Graw Hill Mexico 1996

Moore-Kibbey
Materiales y Procesos de Fabricación
Limusa

Pola Maseda Angel
Gestión de Calidad
Macombo

Richard C. Vaughn
Control de Calidad
Limusa 1982

Mitutoyo
Control Estadístico del Proceso

Enciclopedia Encarta

Paginas en Internet
www.glasspack.com
www.duglass.com