



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

CALIDAD EN LAS ORGANIZACIONES
MODELO DE CALIDAD PARA LA
INDUSTRIA LLANTERA

TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A
LUIS GUILLERMO COBIAN GONZALEZ

ASESOR: ING. JUAN R. GARIBAY BERMUDEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1997



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

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

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
PRESENTE.

AT'N: ING. RAFAEL RODRIGUEZ CEBALLOS
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-C.

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

Calidad en las Organizaciones. Modelo de Calidad para la Industria
Llantera.

que presenta el pasante: Luis Guillermo Cobián González
con número de cuenta: 8836016-4 para obtener el Título de
Ingeniero Mecánico Electricista

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

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautilán Izcalli, Edo. de México, a 10 de Octubre de 1996

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>I y III</u>	<u>Ing. Juan De La Cruz Hernández Zamudio</u>	
<u>II</u>	<u>Ing. Juan R. Garibay Bermúdez</u>	
<u>IV</u>	<u>MCA. Armando Aguilar Márquez</u>	

DEP/VOBOSM

ÍNDICE

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.2 ANTECEDENTES DEL MOVIMIENTO HACIA LA CALIDAD.....	4

CAPITULO II LA INDUSTRIA HULERA

2.1 HISTORIA DE LA INDUSTRIA HULERA.....	6
2.2 CONSIDERACIONES TEÓRICAS EN LA FABRICACIÓN DE NEUMÁTICOS... 10	
2.2.1 MATERIAS PRIMAS.....	10
2.2.2 VULCANIZACIÓN.....	14
2.2.3 PROCESO DE FABRICACIÓN.....	15
2.3 PRUEBAS FÍSICAS.....	21

CAPITULO III ISO 9000

3.1 ¿QUE ES ISO 9000?.....	25
3.2 CERTIFICACIÓN DE CALIDAD ISO 9000 EN UNA INDUSTRIA LLANTERA....	28

CAPITULO IV MÉTODOS ESTADÍSTICOS

4.1 MÉTODOS ESTADÍSTICOS USADOS EN EL CONTROL DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA HULERA.....	44
4.1.1 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS.....	44
4.1.2 GRÁFICAS DE CONTROL.....	48
4.1.3 MUESTREO DE ACEPTACIÓN.....	51

CAPITULO V CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIONES.....	54
-----------------------	----

BIBLIOGRAFÍA.....	56
-------------------	----

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Debido a la actual competencia el hacer bienes rentables nunca había sido tan importante como ahora, la calidad debe ser lo primero en una empresa si quiere progresar y prosperar ganando y manteniendo la preferencia del cliente por sus productos o servicios.

Tradicionalmente el ofrecer un producto o servicio solo cumpliendo normas o estándares se decía que se actuaba bien y con calidad pero esto puede estar alejado de la realidad pues quien califica un bien con calidad es el cliente o consumidor y esta calificación es en base a como recibe el bien. Si se logra la satisfacción del cliente entonces el servicio es de calidad.

Es lógico suponer que en la mayoría de las empresas exista el control de calidad a veces independiente o como una rama de desarrollo y generalmente limitada a la investigación de defectos y a la inspección.

Bajo el enfoque actual es importante señalar que la calidad no la da la inspección; sino que es necesario controlar todo el proceso con objeto de controlar la calidad de el resultado, para ello actualmente se cuenta con sistemas de aseguramiento de la calidad en los cuales se aplica una serie de recomendaciones y normas que cubren desde la investigación de las necesidades del consumidor hasta el servicio posventa, tal es el caso de los sistemas ISO 9000 para aseguramiento y certificación de la calidad de una organización.

El presente trabajo tiene como objetivo principal el mostrar en forma general un programa o sistema de calidad aplicable a cualquier empresa pero se ilustra particularmente su aplicación a la industria hulera llantera, estructurándose en la siguiente forma:

El primer capítulo contiene la presente introducción además de una descripción de las principales características por las que a atravesado la calidad.

El segundo es una breve introducción a los aspectos relacionados a la fabricación de neumáticos comenzando por una resumida historia de la industria hulera, seguido se explican los aspectos teóricos básicos para la fabricación incluyendo

una descripción de las materias primas y los procesos para formar un compuesto de hule, y por ultimo se describen las principales pruebas físicas efectuadas al compuesto de hule en el laboratorio de mezclas.

El tercer capitulo trata sobre el sistema de aseguramiento de calidad ISO 9000. El primer tema es una introducción a lo que es ISO 9000. El segundo tema expone la evolución del sistema de calidad de la compañía hulera Tornel empresa dedicada a la fabricación de llantas neumáticas para camión, bicicleta y automóvil, dentro de este también se hace una descripción de las acciones más significativas que permitieron lograr la implantación del sistema de calidad y los pasos para lograr la certificación de acuerdo a la norma Modelo para el Aseguramiento de la Calidad Aplicable a la Fabricación e Instalación NMX-CC-4-1990 (ISO 9000).

En el cuarto capitulo se describen las principales Técnicas Estadísticas de Control de Calidad Rutinario comúnmente utilizadas en la industria hulera, comenzando por las Distribuciones de Frecuencia seguido por las Gráficas de Control y por ultimo los Planes de Muestreo.

El quinto capitulo lo constituyen las conclusiones del trabajo, y por ultimo se encuentra la bibliografía utilizada en su elaboración.

1.2 ANTECEDENTES DEL MOVIMIENTO HACIA LA CALIDAD

Desde el inicio de la época industrial la calidad a pasado por una serie de etapas comenzando por la introducción de procedimientos específicos para atender la calidad al iniciarse la fabricación masiva de artículos.

La calidad controlada mediante la inspección fue la primera etapa en la historia de la calidad, en ella se decidía si el artículo era apto o no para el uso destinado y si este cumplía con los estándares establecidos o no. Para ello se creo el departamento de control de control de calidad no obstante no se consideraba tarea de dicho departamento descubrir la causa de los problemas.

Posterior a esta etapa comenzó el control estadístico de la calidad en la que las investigaciones efectuadas por miembros de la Bell Telephone Laboratories sentaron sus bases. Dentro de esta etapa se reconoció que existían variaciones en el proceso de manufactura de un producto, es decir no se puede fabricar dos artículos exactamente iguales, pero estas variaciones debían ser estudiadas con los principios de la probabilidad y la estadística. No se trataba de suprimir la variación sino de mantenerla dentro de límites aceptables.

Posteriormente dentro de la misma etapa se inicio el muestreo de aceptación que consiste en verificar un cierto numero de elementos elegidos al azar de cierta producción (lote) y decidir si era aceptable o no. Al respecto el departamento de defensa de los EUA creo una serie de normas (MIL STD) para la aceptación de los productos que adquiría. Estas normas pasaron a formar un estándar común en el control de la calidad a nivel mundial.

La siguiente etapa se caracteriza por la fuerza que toma el aseguramiento de la calidad dentro de una organización, en ella se hizo conciencia del papel que juega la administración en dicho aseguramiento y se caracteriza principalmente por una serie de filosofías que tienen como fin el evitar el producto defectuoso y aumentar la productividad.

Algunos autores señalan la necesidad de que el control de calidad sea efectivo desde el diseño del producto hasta parar en las manos de un cliente satisfecho, y resaltan la necesidad de contar con profesionales al respecto que cuenten con conocimientos estadísticos y a la vez habilidades administrativas, siempre estando consciente de que la calidad es responsabilidad de todos los que intervienen en el proceso.

La actual etapa por la que atraviesa la calidad se debe a la importancia que a tomado la estrategia competitiva, ésta fue motivada por el impacto que por su calidad, precio y confiabilidad han tenido los productos japoneses internacionalmente. Para alcanzar dicha competitividad la alta gerencia debe partir para su planeación estratégica de los requerimientos del consumidor y a la vez superar la calidad de los productos de los competidores.

CAPITULO II LA INDUSTRIA HULERA

2.1 HISTORIA DE LA INDUSTRIA HULERA LLANTERA

Generalidades

El desarrollo de la industria hulera, se viene incrementando día a día en todo el mundo y constituye uno de los sectores más importante en el desarrollo económico de un país.

México tiene una autosuficiencia casi total en artículos de hule y una de las metas en ésta industria, es desarrollar tecnología propia así como aumentar la calidad de sus productos.

Eran muy pocos los artículos de hule que se fabricaban al inicio de este siglo, pero hoy en día se ven infinidad de productos construidos con este material como por ejemplo llantas, mangueras, botas, bandas transportadoras, empaques y una gran variedad de artículos más.

Siempre que mencionamos el uso de hule en los automóviles pensamos inmediatamente en los neumáticos porque es la parte más fácilmente visible y en donde se emplea una mayor cantidad de este material, pero también es usado en otras partes que lo constituyen como el caso de las mangueras, empaques, sellos, etc.

La llanta neumática además de ser el eslabón final en la transmisión de potencia del motor a la carrera y de proporcionar fricción para el frenado, debe cumplir con funciones complementarias como son: soportar el peso del automóvil, absorber y aislar los choques debidos a las irregularidades del camino y contribuir a la dirección del automóvil.

La llanta no solo es el principal producto de esta industria sino también el más delicado por la función vital que desempeña. Por esto mismo y sabiendo que cada día se construyen vehículos que desarrollan velocidades cada vez mayores, éste artículo debe estar construido con las materias primas optimas, la tecnología más moderna y con la calidad necesaria en cada proceso de su manufactura.

Sin duda la mayoría de los avances alcanzados por la industria del neumático, están dirigidos a mejorarlos de manera que cumplan con los funciones encomendadas dentro de un amplio margen de seguridad.

En la actualidad existe la posibilidad de elegir entre muchos tipos de diseños, materiales, variaciones de construcción etc. Pero aun no existe el neumático perfecto que ofrezca un comportamiento óptimo en todas las funciones importantes y en todas las condiciones de uso.

Como se menciono anteriormente el principal constituyente de una mezcla para obtener un artículo como es la llanta, es el hule ya que este se emplea en grandes cantidades.

El hule utilizado en la fabricación de neumáticos se divide en dos grupos: el hule natural y el hule sintético.

Hule natural.

Los primeros conocimientos del hule datan de antes del descubrimiento de América. Estudios hechos sobre civilizaciones mayas revelan el uso de bolas de hule en un juego en los comienzos del siglo XI. Estas eran fabricadas con el líquido que escurría de ciertos arboles al hacer incisiones en ellos.

El primer estudio de carácter científico del caucho fue efectuado por un francés llamado Charles Marie de la Condamine. En 1736 llegó a Guayaquil, exploró el ecuador y las riveras del Amazonas reportando a la academia de ciencias de París como los nativos extraían un líquido lechoso haciendo un corte en un árbol llamado Hevea Brasiliensis y el cual se solidificaba gradualmente al contacto con el aire. Este árbol cubre actualmente más de 4 millones de hectáreas que se reparten entre Indonesia, Ceilán e Indochina. Estas plantaciones suministran el 97% del caucho natural del mundo.

Muchos trataron de industrializar el hule y llegaron a fabricar tubos impermeables, gomas de borrar y telas ahuladas pero no progresaron debido principalmente a que la pegajosidad y elasticidad no desaparecían de los artículos que se fabricaban.

Fue hasta 1839 cuando Charles Goodyear en los Estados Unidos y Hancock en Inglaterra en 1834, descubrieron por separado la vulcanización del hule por medio de la aplicación de azufre y calor, modificándose las propiedades iniciales, e incrementándose su resistencia; con lo cual se dio lugar a un sinnúmero de usos.

Con el descubrimiento de la vulcanización la industria hulera fue en aumento, iniciándose la producción en gran escala de llantas para bicicleta e incrementándose drásticamente con la fabricación de las de automóvil.

Fue hasta el siglo XX que la industria del caucho se había desarrollado tanto que era factible colectarlo y transportarlo a gran escala; este hecho junto con el crecimiento de la industria hulera dio un renovado interés en su estudio científico y en sus usos.

El estudio químico de la estructura del hule comienza en 1860 cuando Arville Williams consiguió romper la molécula y logró aislar un líquido de bajo punto de ebullición y de fórmula C_5H_8 al que denominó isopreno, éste es el producto más simple resultante de la descomposición del hule. El polímero se halla construido por un gran número de unidades de isopreno del cual se obtienen sustancias macromoleculares con propiedades elásticas, por lo tanto el hule es producto de la polimerización del isopreno.

Con el caucho natural se han llegado a fabricar toda clase de artículos, desde calzado, hasta neumáticos, pero la aparición del caucho sintético con una amplia gama de tipos específicos para aplicaciones particulares así como la baja resistencia al ozono y a los aceites minerales del hule natural, ha reducido el consumo de éste y aumentado el uso del caucho sintético.

Hule sintético.

En sus orígenes la industria del caucho solo disponía del de origen natural. Como es lógico con el transcurso del tiempo este no podía cubrir las necesidades tanto de calidad como de las cada vez más específicas aplicaciones. Este efecto se vio incrementado al iniciarse la primera guerra mundial y con el auge que tomó la industria del automóvil tanto en América como en Europa; en consecuencia aumentaron las investigaciones en el campo de la química orgánica y en el campo de las macromoléculas.

En 1914 al quedar Alemania aislada de los países productores de caucho, esta enfocó todos sus esfuerzos en la industria química en busca del caucho sintético; resultado de esto surgió el metil caucho el cual se abandonó por ser demasiado caro de producir

Las investigaciones fueron avanzando y el Alemania aparecieron Los Bunas. Estos cauchos lograron un amplio desarrollo a partir de 1938, rápidamente también se desarrollaron en EUA y en Japón; precisamente en los años anteriores a la segunda guerra mundial.

El caucho sintético producido por esas fechas fue conocido como GRS (Government Rubber Styrene) o Caucho Estirenico del Gobierno ya que por considerarse material bélico era controlado por el gobierno. Así fue como se inicio la fabricación de caucho sintético, al amparo de la necesidad surgida por el fuerte consumo que supone una guerra.

Para su fabricación los cauchos sintéticos tienen como base las teorías de polimerización. La polimerización es una reacción que permite obtener a partir de un compuesto otro de la misma composición pero de peso molecular mucho mas elevado. Un ejemplo que puede dejar claro este concepto es considerar la polimerización como la fabricación de una cadena partiendo de eslabones (monomeros). Cada eslabón idéntico a otro se une con su vecino formando la cadena completa, esta sigue siendo del mismo metal que el eslabón pero su peso es mucho mayor así como su longitud. Si un eslabón lo llamamos monomero al conjunto de la cadena lo llamaremos polímero.

Si tenemos dos tipos distintos de monomero lograremos con el caucho un copolímero, si son tres los monomeros obtendremos un terpolímero. Algunos monomeros son fácil de polimerizarse mientras que otros resulta imposible.

2.2 CONSIDERACIONES TEÓRICAS EN LA FABRICACIÓN DE NEUMÁTICOS

2.2.1 MATERIAS PRIMAS

Los artículos de goma raramente están únicamente constituidos por el elastomero, todo lo contrario, se le añaden una serie de productos para mejorar ciertas propiedades, ayudar en su proceso de fabricación, o reducir costos.

El número de productos auxiliares es muy grande, a continuación se describen brevemente algunos de los principales que intervienen en la fabricación de un artículo de hule como lo es la llanta neumática; atendiendo a la función que desempeñan.

Elastomeros.

Estos pueden ser hules naturales, sintéticos o regenerados. Los sintéticos son los más utilizados actualmente. En mas cuantos a los regenerados, estos son consecuencia de recuperar el caucho industrializado de los artículos desechados o de desperdicio que contienen elastomeros.

Entre los hules sintéticos más usados tenemos los siguientes:

Butadieno-Estireno (SBR)

Es actualmente el elastomero de mas consumo para propósitos generales, tiene como monómeros el estireno y el butadieno, naturalmente la proporción guardada varia las características. Las mas comunes son 37% Estireno y 62% Butadieno para extrucción y moldeado de piezas normales, al aumentar la proporción de estireno se obtiene un caucho termoplástico que da piezas de alta dureza.

El SBR es usado en la fabricación de neumáticos, suelas, cintas transportadoras, alfombras, etc. El proceso de mezcla para obtener un artículo de hule, es algo mas difícil que con el caucho natural y requiere mayor consumo de potencia en los mezcladores. La resistencia a la abrasión es optima mejorando incluso al caucho natural de ahí su uso en suelas, pavimentos y neumáticos, también cuenta con mejor resistencia al envejecimiento que el caucho natural. En cuanto a oxidación por efecto del calor, se puede decir que es excelente. No resiste el ozono si no es con antioxidantes especiales. Sus valores mecánicos (carga de ruptura, alargamiento y rebote) son menores a las del caucho natural, si bien son aceptables tales valores.

Nitrilos(NBR)

Estos cauchos pertenecen a los llamados usos especiales debido a su particular resistencia a los aceites y disolventes. Los monómeros que componen este elastómero son el Butadieno y el Acrilonitrilo, cuanto más alto es el contenido de éste último mayor resistencia a los aceites y disolventes, pero disminuye su resistencia al frío. Sus principales aplicaciones son en retenes de grasa, manguitos, tubos para aceites y disolventes, mangueras para gasolina, rodillos para la industria textil, etc. Su resistencia mecánica es inferior a la del SBR así como sus valores de tracción y rebote. Su resistencia al ozono es mala si no se usan antioxidantes especiales.

Butilos (IIR)

Ya desde 1939 se inició la producción de caucho Butil, los monómeros que componen este elastómero son el Isobutileno y el Isopreno. Debido a su estructura éste elastómero tiene baja permeabilidad a los gases, razón por la cual su principal utilización es en compuestos para cámara de neumáticos; aunque como contrapartida presenta problemas para vulcanizar. Este también muestra buenas características de resistencia al ozono, intemperie, calor, productos químicos y abrasión por lo cual este hule es muy eficaz en condiciones muy severas del ambiente. Este elastómero también es utilizado en el recubrimiento de cables eléctricos.

Cloropreno.

Este fue el primer polímero sintético que se produjo comercialmente quedando desde entonces como una importante materia prima. Tiene como monómeros el Cloro y el Butadieno. Los productos fabricados con este material presentan alta resistencia al envejecimiento por oxígeno, buena resistencia al ozono, a la degradación térmica, al inchamiento en contacto con ceras, gases o hidrocarburos alifáticos. Este como material puro se usa en adhesivos y pegamentos con muy buenos resultados.

Los hules sintéticos descritos anteriormente se relacionan directamente con la fabricación de llantas, pero existen varios tipos básicos más que cubren un rango muy amplio de propiedades. algunos de estos son:

- Polibutadienos
- Polisulfuros
- Silicones

- Elastomeros Fluorados
- Polietilenos Clorosulfurados
- Poliuretanos
- Acrílicos
- Polímeros Etileno-Propileno

Vulcanizantes.

Desde que la vulcanización fue descubierta (mas adelante se hace una descripción de este proceso) el Azufre a sido el ingrediente esencial de todos los compuestos de hule comercial aunque existen algunos otros agentes vulcanizantes como lo son: el Selenio, El Peróxido de Benzolío y otros materiales parecidos.

La cantidad de Azufre en un compuesto varia dependiendo del tipo de hule y de los aceleradores usados. Actualmente se usa de 0.5 a 4 partes por 100 de polímero, dependiendo de las características finales del compuesto.

Aceleradores

Las primeras mezclas para la vulcanización del hule con Azufre se alcanzaban después de someter la mezcla a 140°C durante 5 horas, presentando tracción y alargamientos aceptables, pero pésima resistencia al envejecimiento.

Entonces se inició la búsqueda de materiales que mejoraran las propiedades del vulcanizado y acortaran el tiempo de vulcanización; fue entonces cuando se desarrollaron los aceleradores, los cuales aparte de reducir enormemente el tiempo de vulcanización, aportan ciertas características de resistencia al envejecimiento en el hule.

Estos se dividen en orgánicos e inorgánicos, entre los primeros podemos citar: Oxido de Plomo, Cal Hidratada, Magnesia y Selenio, y entre los inorgánicos: Los Tiuranos y Los Ditiocarbomatos que son ultrarápidos, y las Guanidinas y Tiazoles que son aceleradores medios y bajos. Los Tiazoles son actualmente los más efectivos y los que ofrecen un amplio rango de vulcanización.

Activadores

Estos son necesarios para activar la vulcanización, es decir que reaccionan con los aceleradores para que efectivamente realicen su trabajo. Entre los mas utilizado podemos citar el Ácido Esteárico y el Oxido de Zinc.

Inhibidores

Estos son también llamados retardadores de proceso y su función es como auxiliar en el proceso de fabricación de neumáticos al brindar seguridad de que la mezcla no prevulcanice a cierta temperatura ya que existen procesos anteriores a la vulcanización (Mezclado, Tubulado, Calandrado, etc. que se explican más adelante.) en los que se trabaja a cierta temperatura, por tal motivo se utilizan los retardadores que prolongan el tiempo de quemamiento del compuesto o prevulcanización, evitando desechos de hule y averías en las maquinas al evitar que el compuesto se vulcanice en ellas.

Cargas

Estas se dividen en activas e inertes. Las últimas tienen como función principal la de mejorar el procesado y bajar los costos de los compuestos sin afectar las propiedades físicas del compuesto. Entre las cargas activas más importantes y usadas tenemos el Negro de Humo. Esta tiene como función principal la de incrementar la resistencia y la dureza del caucho. Estos son producto de la combustión incompleta de gas natural o aceites. Existen otras cargas llamadas cargas blancas que desempeñan la misma labor que el Negro de Humo pero permiten crear gomas de colores.

Ablandadores

En el proceso de mezcla para formar un compuesto de hule, es necesario agregar algunos materiales como: aceites vegetales, minerales, ceras, alquitranes, etc., conocidos todos ellos como ablandadores o plastificantes y su objetivo es ayudar a conseguir un mejor procesado, lográndose un mayor desplazamiento de unas cadenas del polímero sobre otras y así hacer fluir la masa de hule más fácilmente.

Antioxidantes

Si observamos los neumáticos de un coche viejo notamos que tiene ciertas grietas, el artículo de goma sufre ciertas transformaciones de envejecimiento debido entre otras causas a: la acción atmosférica, el calor, el oxígeno, el ozono, la luz y la fatiga mecánica. La despolimerización y la rotura de cadenas producida por la oxidación, se evita utilizando productos que fijen el oxígeno y usando productos que retarden la oxidación. Estos pueden ser divididos en dos grupos: las parafinas que emigran a la superficie del compuesto de hule, para formar una capa protectora contra la oxidación. El segundo grupo son los productos químicos que retardan la oxidación y despolimerización.

2.2.2 VULCANIZACIÓN

Debemos atribuir la gloria del descubrimiento de la vulcanización a Charles Goodyear quien en 1839 experimentaba para lograr el secado de artículos hechos con caucho; uno de esos secantes que utilizaba era el Azufre, en forma casual observo que el caucho con Azufre calentado durante algunas horas, se volvía elástico y disminuía la variación de sus propiedades con la temperatura, pero no fue sino hasta 1841 que un ingles llamado Hancock redescubrió la acción del Azufre y del calor y la patento con el nombre de vulcanización.

Esta descubrimiento transforma el caucho con baja tensión, alta deformación, sensible al calor y al frío, pegajoso en presencia de luz, que se hincha y se disuelve en muchos líquidos orgánicos; en otro caucho con mayor resistencia a la tracción, baja deformación, no sensible a los cambios de temperatura, insoluble en la mayoría de los líquidos orgánicos y aumento en la elasticidad.

Vulcanizar es transformar el caucho de plástico en elástico mediante puentes que transforman las moléculas de lineales en tridimensionales, no siendo necesarios un gran numero de enlaces o puentes moleculares, sino un numero limitado de ellos, en este caso el puente lo efectúa el Azufre.

Parece indispensable que para que tenga lugar la vulcanización, se alcancen temperaturas alrededor de la fusión del Azufre (120°C) también es indispensable que se haya despolimerizado el hule parcialmente para lo cual las temperaturas son algo superiores al valor indicado. En la practica se utilizan temperaturas de entre 133°C y 160°C.

Existen muchas teorías sobre como se encuentra el Azufre en el hule vulcanizado. Hoy en día se admite que parte esta combinado químicamente formando los puentes, parte disuelto y parte finamente dispersado.

2.2.3 PROCESO DE FABRICACIÓN DE LLANTAS

Para obtener un artículo de hule como lo es la llanta es necesario realizar una serie de operaciones en que se parte del hule crudo, al que se le incorporan todos los ingredientes necesarios para obtener la mezcla, después poner esta bajo la forma de empleo y vulcanizarla.

Mezcla

La operación de mezcla es una de las más importantes fases por las que debe pasar las composiciones de caucho. Las fases del proceso subsiguiente a la mezcla dependen de que esta sea suficiente y uniforme. La calidad del producto final está directamente influida por la clase de mezcla realizada.

Los objetivos de la operación de mezcla son los siguientes:

- Hacer una composición uniforme de todos los componentes.
- Hacer una buena dispersión de los pigmentos evitando grumos.
- Producir lotes consecutivos del mismo grado de dispersión y viscosidad.

En ocasiones como en el caso del caucho natural, es necesaria una fase de masticación previa a la mezcla con objeto de disminuir su elevada viscosidad, en el caso de los cauchos sintéticos o los naturales de viscosidad controlada, ésta se puede omitir.

El proceso de mezcla (o masticación cuando es necesario) se realiza ya sea en un mezclador abierto conocido como molino de rodillos o en un mezclador interno conocido como Banbury.

El primer paso es pesar todos los ingredientes prescritos por el formulista. el tamaño del lote varia según la capacidad de mezcla o el carácter del lote. Para un molino de 84 plg. (diámetro de los rodillos) la partida puede ser de 150 a 300 lb, mientras que para un mezclador interno puede ser de 1000 lb o más.

El procedimiento convencional de mezclado consiste en ablandar el polímero agregando los activadores, aceleradores, antioxidantes, ceras y lubricantes; después de varias pasadas durante un tiempo determinado, se agregan las cargas y los plastificantes en forma alternativa para lograr una buena dispersión. Los vulcanizantes se agregan al final. A la mezcla se efectúan varios cortes y varias

pasadas con el objeto de homogeneizar la mezcla, posteriormente se saca del molino.

El procedimiento puede variar en el orden de adicionar los ingredientes como en el caso de los Nitrilos y los Butilos. También es común premezclar los plastificantes con los materiales en polvo como son los activadores y antioxidantes, con lo que se reduce el tiempo de mezclado.

Mezclador abierto

El molino de rodillos o mezclador abierto consiste de dos rodillos paralelos horizontales que giran en direcciones opuestas y a velocidades distintas, el rodillo posterior gira más de prisa que el delantero con relación 1.1-1.0 y 1.5-1.0. El espacio entre estos se puede variar y por su interior circula agua fría, caliente o vapor con el objeto de mantener cierta temperatura durante el mezclado. El mezclado en este tipo de molinos se produce por efecto de los esfuerzos cortantes que se producen al exprimir el compuesto cuando los rodillos obligan a pasar la masa por entre ellos.

Mezclador Interno

En estos molinos la dispersión de los ingredientes se logra por los esfuerzos de corte que se desarrollan entre las paredes interiores de la maquina y la mezcla. Estos cuentan con dos rotores que giran a distinta velocidad y por el interior de ellos así como por las paredes se puede hacer circular agua o vapor con el objeto de controlar la temperatura. El vapor es en ocasiones necesario al inicio del mezclado o durante paro prolongado del proceso y tiene como objeto el facilitar el mezclado. El agua fría se utiliza durante la operación normal y tiene por objeto evitar la prevulcanización provocada por de la temperatura alcanzada por el trabajo aplicado a la mezcla.

Los rotores cuentan con unas paletas de mezcla (por lo regular 4 alabes) que no son de sección transversal uniforme en toda su longitud, sino que están diseñados para forzar el material de un extremo a otro alternativamente en ambas direcciones hasta conseguir la mezcla. Un pistón accionado neumáticamente empuja el hule y demás ingredientes hacia la cámara de mezcla con objeto de mejorar y hacer más rápido el mezclado.

El producir lotes consecutivos homogéneos con el mismo grado de dispersión y viscosidad, depende de tres factores, el primero son las variaciones en los materiales, las que se reducen con un estricto control de calidad; el segundo son

los errores de pesado, los que se reducen con un estricto pesado de los ingredientes; y el último es el cambio e el ciclo de mezclado, en el cual el correcto orden de adicionar los ingredientes y el estricto control de la temperatura de mezclado, no siempre asegura la uniformidad de lote a lote. Para resolver este problema, actualmente el control del ciclo de mezclado se realiza con la medición de trabajo consumido por la mezcla. Este es registrado en un aparato diseñado para este propósito, éste método se denomina dentro del medio hulero como integración de potencia y es la forma mas conveniente de asegurar la uniformidad de mezcla de lote a lote independientemente del tipo de mezclador.

Calandrado

Este procedimiento tiene por objeto transformar el material proveniente de los mezcladores en laminas relativamente delgadas, extenderlo sobre telas o incluirlo en telas por fricción; para esto se utiliza una maquina llamada calandria

La mas sencilla de las calandrias consta de tres rodillos paralelos colocados uno sobre otro, los intervalos entre estos puede ser ajustado. Al igual que en los mezcladores, los rodillos son huecos con el objeto de controlar la temperatura de calandrado y pueden moverse a distintas velocidades. en la fabricación de neumáticos se utilizan múltiples laminas delgadas que reducen la formación de vejigas y otros defectos.

Cuando se friccionan las telas de Nailon (Cuerda de la llanta), el rodillo que lleva el compuesto e impregna la tela va a mayor velocidad que el rodillo que presenta la tela. La abertura entre los rodillos se ajusta de tal manera que el espesor combinado de la tela y el hule sobre el rodillo sea menor, con objeto de que se mantenga un banco de mezcla del espesor de un lápiz por donde entra la tela y el hule. La penetración del hule en la lona se asegura manteniendo alta la temperatura de los rodillos para que la viscosidad sea menor, existiendo una diferencia de temperatura (7-13°C) entre el rodillo alimentador y el rodillo de fricción para que el compuesto se pegue al rodillo friccionante.

Extrucción

Esta se realiza en una maquina de estiramiento por presión que consta principalmente de un tornillo sin fin que gira en un cilindro fijo y también existen otros por medio de un pistón. En un extremo se alimenta el caucho previamente calentado y en el otro extremo hay un cabezal que lleva la matriz que produce la sección transversal deseada. El cilindro esta provisto de camisa de calentamiento. En los tornillos de gran tamaño, la sección central esta perforada con el mismo

objetivo. Este procedimiento es utilizado principalmente para la construcción de la banda de rodamiento de neumáticos y para el ahulado de alambre acerado que conforma las cejas de las llantas.

Ensamblaje

Después de las operaciones anteriores algunos objetos se vulcanizan sin mas ni mas como el caso de las mangueras, las cuales se vulcanizan con vapor al salir de la extrucción. Para la construcción de neumáticos se requiere de una serie de etapas previas a la vulcanización, El ensamblaje comienza con el corte del hule que contiene la cuerda proveniente de la calandria, en la cual por lo regular se utiliza el Nailon pero en el pasado se utilizo también el algodón y el rayón. Estos cortes se hacen a un ángulo de aproximadamente 60 grados en la dirección longitudinal para los neumáticos convencionales, y a un ángulo de 90 grados para las llantas radiales, también se necesita una banda de rodadura hecha por extrucción y cortada al tamaño conveniente.

En la construcción de llantas radiales, que son las más utilizadas en la actualidad, es necesario también un cinturón de acero o cinturón estabilizador, el cual aumenta la rigidez de al banda de rodamiento. Por ultimo se necesitan las cejas de la llanta, las cuales están formadas por alambre de acero ahumado y enrollado, estas son muy importantes pues son las que efectúan la unión de la llanta al Rin dándole al caucho la dureza y resistencia necesaria.

La llanta se construye en un tambor giratorio plegable. Primero se aplica una capa de cuerdas cortadas y se alisan en contacto con el tambor. En el caso de las llantas convencionales se cambia el ángulo de las cuerdas entre capa y capa, formando un ángulo de 90 grados y en las radiales todas las capas se colocan paralelas en dirección de ceja a ceja.

Después de aplicar la primera capa se colocan las cejas y parte de los extremos de la cuerda se doblan sobre los extremos de las cejas después se aplican las capas faltantes.

Posteriormente se coloca la banda de rodamiento con sus extremos debidamente cementados uno con otro y se alisan contra el tambor con un rodillo para asegurar buena unión.

Por ultimo se inserta una bolsa de curación (hecha de caucho) a la que se adapta la llanta para obtener una sección transversal después de esto la llanta se encuentra

lista para vulcanización se separa el tambor y se extrae la llanta verde. Es conveniente señalar que todos los componentes de la llanta se mantienen en su lugar antes de la vulcanización, gracias a la glutinosidad del caucho, pero hay casos en los que se tiene que cementar.

Vulcanización

El departamento de vulcanización representa en sí el terminado de la llanta, esta se lleva a cabo en prensas automáticas.

Al depositar la llanta verde sobre los platos de la prensa, estos deben encontrarse perfectamente limpios de cualquier materia extraña, expulsándola con aire a presión, además de efectuar un lavado a presión en la superficie y cavidades del molde con una solución que facilite la extracción del vulcanizado cuando termine el ciclo de éste.

El tiempo de vulcanización es medido desde el momento en que la prensa es cerrada hasta que la prensa se descarga.

Las temperaturas demasiado altas resultan en una prevulcanización antes de que el material fluya completamente dentro de la cavidad.

La conductividad térmica del elastomero es baja así que excepto para piezas delgadas, el moldeo a altas temperaturas da por resultado la sobrevulcanización de la superficie antes de que el centro alcance la temperatura de vulcanización.

Para efectuar el calentamiento se utilizan generadores de vapor que rara vez operan arriba de 15 KG.

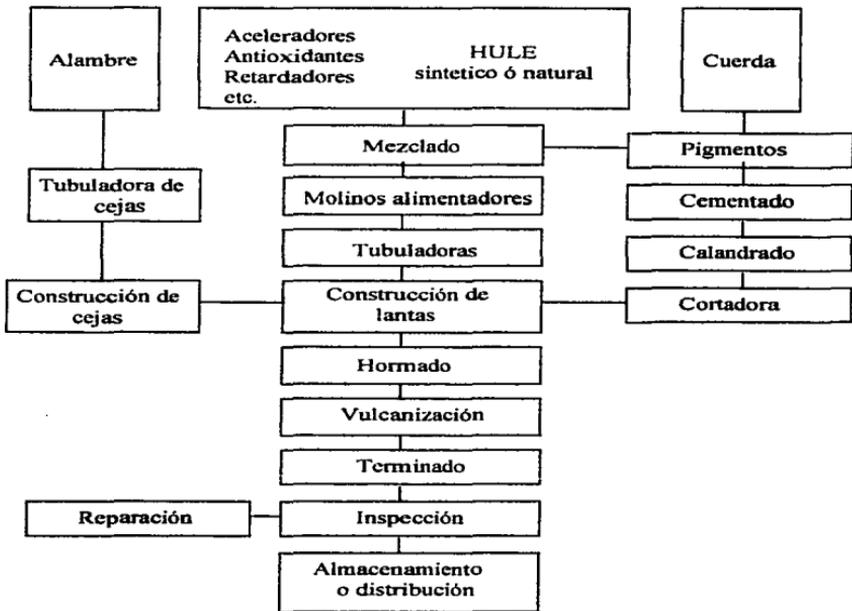


Diagrama de flujo del proceso de fabricación de llantas

2.3 PRUEBAS FÍSICAS

A continuación se hace una breve descripción de las principales pruebas físicas que se efectúan en el laboratorio de control de calidad mezclas en una fábrica de neumáticos, ya que en gran medida la calidad del neumático depende de la correcta formulación de la mezcla.

Todos los compuestos de hule que conforman una llanta, deben ser probados antes de procesarlos y se podrá decir de acuerdo a los resultados, si el compuesto de hule puede seguir su procedimiento o por el contrario no cumple con los requerimientos necesarios, dándole la disposición adecuada.

Prueba de Scott.

Se vulcaniza una muestra en un molde dentro de una prensa provista de dos placas calentadas eléctricamente, en la que el tiempo de vulcanización depende de la temperatura utilizada, para 5 minutos utilizamos 173°C y para 45 minutos utilizamos 145°C por ejemplo. Después se enfría la muestra y se cortan las probetas (Corbatas).

La parte angosta tiene un ancho de $\frac{1}{4}$ de pulgada; entonces se maraca una distancia de 1 Plg. que servirá para determinar el módulo y la elongación.

Módulo es el valor de la tensión necesaria para estirar la parte angosta al 100% o al 300% de su longitud original (100% para mezclas duras y 300% para normales).

Es necesario medir el espesor de la probeta para poder convertir el valor a Lb/Plg^2 , éste resultado se compara con los límites establecidos, si el valor obtenido es inferior al límite mínimo la aceleración de la muestra es insuficiente y su vulcanización es baja; si se encuentra sobre el límite máximo la muestra se encuentra muy acelerada y sobrevulcanizada.

Elongación es el máximo estiramiento en la parte angosta hasta la rotura, midiéndose la tensión necesaria y como en el caso del módulo se hace la conversión a Lb/Plg^2 .

Esta prueba se efectúa en un Scott Tester modelo L-5.

Elongación Rápida.

Es una prueba de Scott simplificada que sirve para controlar en forma rápida la aceleración y vulcanización de cada una de las mezclas efectuadas en el Banbury; su duración no es mayor de 4 minutos.

Se vulcanizan las muestras en un molde que ya da la forma de la probeta, después estas son estiradas en un Dinamometro donde se mide el estiramiento a determinada tensión, comparándose entonces con los límites establecidos; un valor bajo indica sobrevulcanización y demasiado estiramiento indica vulcanización baja.

Viscosidad Money

Se utiliza un viscometro Money que consiste de una cámara de calentamiento formada por dos placas paralelas calentadas eléctricamente; en la placa inferior se encuentra un orificio donde se inserta un rotor.

La prueba consiste en hacer un sandwich con la muestra quedando el rotor en medio; después se cierra el viscometro y se le da un minuto de calentamiento, entonces se enciende el motor y después de tres minutos se efectúa la lectura. Esta se realiza a una temperatura constante de 100°C.

Se utiliza en mezclas maestras y finales utilizando muestras sin vulcanizar y tiene como objetivo medir el grado de fluidez que adquiere la muestra al ser calentada, medida ésta por la oposición que presenta la mezcla al movimiento del rotor.

Prueba de Quemamiento (Scorch)

Se utiliza también el viscometro Money pero ahora la prueba se hace a 137°C y se hace una lectura cada minuto; al principio la viscosidad tiende a disminuir pero como a esa temperatura ya se registra vulcanización, a medida que transcurre el tiempo comienza a vulcanizarse y endurecerse y en consecuencia aumenta la lectura de grados Money. Cuando entre dos lecturas sucesivas en un lapso de un minuto se registre una variación de 5 grados o más hacia arriba, se abra alcanzado el tiempo de quemado.

Tiene como objeto determinar la tendencia del compuesto a vulcanizar durante las etapas iniciales del proceso, un compuesto con bajo Scorch ocasiona que el hule se queme o vulcanice cuando se carga en los molinos de la tubuladora o la calandria, ocasionando pérdidas de material.

Gravedad específica

Tiene como objeto el detectar si los ingredientes fueron agregados en la proporción indicada por la fórmula. Puede también detectar una mala pesada o la ausencia de algún ingrediente.

Se utilizan una serie de frascos con una solución de $ZnCl_2$ en diferentes concentraciones. Un pequeño pedazo de muestra vulcanizada se introduce en el frasco, esta debe permanecer oscilando en la parte media del frasco si se sumerge se lleva al frasco con concentración superior, si flota se lleva al inmediato inferior.

Rheometría

Este aparato fue diseñado para medir las características completas de vulcanización de un compuesto de hule calentado y mantenido bajo presión continua durante la vulcanización.

Los datos obtenidos de este son muy importantes para conocer el comportamiento del compuesto durante la vulcanización .

Consta de un disco cónico que es encajado en una mezcla vulcanizable que se encuentra en una cavidad que tiene la temperatura de vulcanización; éste disco tiene una oscilación sinusoidal, la fuerza requerida para la oscilación del disco es proporcional a la rigidez del compuesto, como el módulo se incrementa durante la vulcanización, la fuerza es graficada contra el tiempo para dar una curva de vulcanización (rigidez del vulcanizado) contra tiempo.

Esta gráfica nos da los siguientes puntos:

Viscosidad inicial

Viscosidad mínima

Termoplasticidad

Punto de quemamiento (1 o 2 Lb/Plg arriba de la viscosidad mínima)

Tiempo de inducción o seguridad de quemamiento

Vulcanización máxima

Vulcanización óptima

Tiempo óptimo de vulcanización

Velocidad de vulcanización

Reversión

Todos estos puntos proporcionan información útil para el procesamiento del hule, pudiendo hacer los cambios convenientes para mejorarlo si es necesario; Uno de los mas importantes es el tiempo de vulcanización, ya que puede ser un factor económico importante. Conociéndolo, se puede ajustar el proceso al tiempo necesario sin pérdidas por capacidad y eficiencia de la maquinaria, pudiendo aumentar el numero de cargas a la prensa de vulcanización incrementándose la producción, o también se puede aumentar el tiempo hasta la vulcanización optima que reduciría la producción pero aumentaría la calidad.

Rayos X

El rayo X es usado como una lampara rastreadora, este puede detectar defectos antes de que la llanta salga al mercado.

Verifica que en la llanta no se encuentren incrustaciones extrañas o cuando hay duda de caja doblada o mal colocada.

También con el se puede observar hasta la separación entre cuerdas y deficiencias en la adhesión de estas hasta 2 milímetros cuadrados, lo mismo si existe duda en comprobar el ángulo de cuerda con la máxima exactitud.

CAPITULO III ISO 9000

3.1 ¿QUE ES ISO 9000?

ISO 9000 son una serie de normas internacionales sobre aseguramiento de calidad que se describen como el refinamiento de todos los mas prácticos y genéricamente aplicables principios de sistemas de calidad y la culminación de acuerdos entre las más avanzadas autoridades en estas normas como la base de una nueva era en la administración de la calidad.

Estas fueron adoptadas en un principio por la Comunidad Europea y ahora son aceptadas internacionalmente. Tuvo como antecedente la norma BS 5750 originaria de la Gran Bretaña.

Cabe señalar que esta norma es de carácter voluntario pues no existe algún requerimiento legal que exija su adopción, más sin embargo, puede convertirse en obligatoria si los compradores lo exigen.

Se pretende que su adopción sea lo mas apegada a la forma en que se encuentran, pero en ocasiones pueden adaptarse añadiendo o eliminando ciertos requisitos de la norma.

La norma esta publicada en siete documentos numerados como: ISO 8402, 9000, 9001, 9002, 9003, 9004-1, 9004-2.

La norma 8402 Define los términos utilizados en toda la serie con el fin de que exista una mutua comprensión internacional. Su primer y más importante termino es el de Calidad que la define como el conjunto de las características de un elemento que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades explícitas e implícitas y aclara en una de sus notas que esta no se utiliza para expresar excelencia en términos comparativos.

La norma ISO 9000 y 9004-1 nos ayudan a preparar nuestros sistemas gerenciales internos de calidad y a seleccionar el modelo específico con base en 9001, 9002, 9003 o 9004-2; La diferencia entre la 9000 y 9004-1, es que la primera nos ayuda a comprender los conceptos de calidad y a seleccionar el modelo apropiado, siendo la segunda una extensión de la primera.

La ISO 9001 es la primera de los modelos principales y es para aquellas compañías que necesiten asegurarle a sus clientes que la calidad con los requerimientos específicos es satisfactoria durante todo el ciclo, desde el diseño hasta el servicio. Esta es la principal y la mas completa y comprende todos los elementos del sistema de calidad detallados en ISO 9004-1.

La ISO 9002 se utiliza cuando se tiene un diseño o especificación permanente, aquí todo lo que se tiene que demostrar es su capacidad en producción e instalación, y es menos rigurosa que la ISO 9001

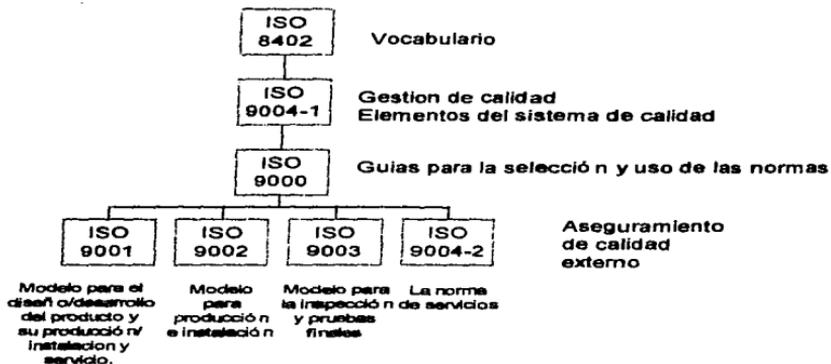
La ISO 9003 la podemos requerir cuando solo es necesario demostrar la capacidad para la inspección y prueba donde el producto es suministrado por un fabricante para tales requerimientos, su nivel de rigidez es aun más baja que para ISO9002.

ISO 9004-2 es la norma de servicios y es utilizada por aquellas compañías de servicio que desean manejar aspectos de calidad de una manera mas efectiva.

Esta serie contienen algunas normas más que sirven de apoyo a las descritas anteriormente, entre éstas se encuentran la ISO 10011-1,2,3 referentes a las auditorias de calidad, la ISO 10012-1,2 referentes a la metrología, y la ISO 10013 que es una guía para el desarrollo de manuales de calidad.

Por ultimo cabe señalar que estas normas son constantemente revisadas y actualizadas por la Organización Internacional de Normalización (ISO) con el objeto de que estén adaptadas a las necesidades actuales. La aplicación de cualquiera de ellas deberá ser atendiendo a la última versión

Panoramica de las normas de la serie ISO 9000



3.2 CERTIFICACIÓN ISO 9002 EN UNA INDUSTRIA LLANTERA

Generalidades

En el presente capítulo se expone la evolución del sistema de calidad de la compañía hulera Tornel, empresa dedicada a la fabricación de neumáticos. Se comienza por una breve historia de la empresa, sus orígenes y su desarrollo, y una explicación de los pasos que siguió la empresa en la creación de un sistema para el manejo de la información que posteriormente se convirtió en un Sistema de Aseguramiento de la Calidad.

También se describen algunas de las acciones más significativas que permitieron lograr la implantación del sistema y los pasos tomados para lograr la certificación,.

Las llantas neumáticas son producto de alta tecnología, de las cuales depende la seguridad de los usuarios por lo que deben cumplir con Normas Oficiales Mexicanas (NOM). Para cumplir con tales se debe aprobar una serie de pruebas efectuadas en un laboratorio acreditado.

La política de Certificación Oficial de Productos sujetos al cumplimiento de las NOM establecida por la Dirección General de Normas, señala varias alternativas para la certificación de los productos y la empresa; optando Tornel por el sistema de modelo de aseguramiento de la calidad de acuerdo a la norma Modelo de Aseguramiento de la Calidad Aplicable a la Fabricación e Instalación. NMX-CC-4-1990. (ISO 9002).

Historia

Los comienzos de la compañía hulera Tornel datan de 1925 cuando Isauro Tornel y su hijo Armando Tornel, actual presidente y director general de la empresa, inicia un negocio de representación y venta de refacciones automotrices. Por estos años la Secretaría de Economía Nacional restringía la importación de llantas.

En 1937 la familia Tornel, funda la Compañía Hulera el Centenario S.A. donde se fabricaron las llantas América y All State

En 1943 nuestro país se integra formalmente al proceso de normalización con la creación de la Dirección General de Normas; la cual desde entonces rige, impulsa y coordina la normalización en México.

En 1950 con el comienzo de la guerra fría, las tecnologías se vuelven ultrasecretas; la empresa para poder sobrevivir se ve forzada a implementar su propio sistema de

investigación y desarrollo, generando tecnologías que le permitieron subsistir y competir con las grandes firmas transnacionales.

Para la década de los cincuenta, la familia Tornel, crea una nueva empresa, la actual Cia Hulera Tornel S.A. de C.V. que inicia sus actividades como productora de hule y materiales para renovación de llantas. Es entonces cuando la Dirección de la Compañía establece el lema "Calidad Significa Progreso".

A finales de los años cincuentas se diversifican las actividades de la empresa desarrollando nuevas técnicas en la fabricación de cámaras para bicicleta, para 1968 la empresa extiende sus operaciones a la fabricación de llantas para bicicleta y para 1970 se establece una nueva línea dedicada a la producción de cámaras para vehículos automotrices.

En 1971 el local donde se encuentran las instalaciones de la planta No1 resultan insuficientes con lo que se inicia la construcción de la planta No2. Para el mes de Octubre de 1972 se construye la primera llanta para camión y autobús en las nuevas instalaciones de Santa Lucia y para 1975 se inicia la producción de las de camioneta y camión ligero..

En 1972, los técnicos de la empresa, participaron en la elaboración de la Norma de Textiles Para Llanta Neumática, siendo ésta la primera norma de materia prima para la industria hulera y para 1974 a petición de la Dirección General de Normas, las empresas llanteras inician los trabajos para la elaboración de normas para llantas de camión y automóvil.

En 1976 nuevamente el espacio físico que ocupa la empresa se satura y se ve en la necesidad de instalar el equipo de mezclado y el laboratorio de compuestos, en un local ubicado a corta distancia de las demás instalaciones, con lo cual se crea la Planta No3, pero estas nuevamente se saturan de equipo con lo que la empresa se ve obligada a buscar un nuevo espacio, y para 1982 consigue un terreno en Tultitlán Estado de México, donde construye la planta No 4.

En el aspecto tecnológico, la evolución de la compañía se enfrenta a nuevos retos debidos a las limitantes que establecen las patentes a nivel mundial. La dificultad para la transferencia de tecnología se acentúa y la diferencia entre los países desarrollados y los subdesarrollados se hace mayor; lo que ponía a la empresa en grave desventaja al carecer de tecnología. Es entonces que compañía se ve obligada a incursionar en el desarrollo de maquinaria para poder suplir la falta de

cierto tipo de maquinas que al estar protegidas por la patentes internacionales, no se encontraban a la venta.

La empresa incursiona en este campo en forma totalmente empírica, los bajos volúmenes de producción permiten la fabricación de maquinas como piezas únicas, sin seguir ningún estándar de construcción; a pesar de esto la empresa entra en un crecimiento acelerado, propiciado por la independencia tecnológica tanto de productos como de procesos y maquinaria.

La falta de estandarización empezó a crear problemas y esto originó la sistematización en la elaboración de procedimientos para la fabricación de maquinaria, por lo que fue necesaria la creación de un Departamento de Diseño que permitiera a los talleres duplicar las partes de la misma.

Simultáneamente, tras un largo periodo de investigación y desarrollo, se inicia la producción de llantas radiales para automóvil cuya fabricación requiere de una secuencia de precisas acciones repetitivas.

Antecedentes del sistema de calidad Tornel

Para 1983, la empresa contaba con cuatro plantas, ocho diferentes líneas de producción, más de 1000 personas empleadas y 100 distribuidores en las principales ciudades del país, la administración de la información, se volvió un asunto de supervivencia básica: se generan nuevos retos de comunicación entre plantas, aspectos de logística, el control de la aplicación de la tecnología, el control del personal, la distribución de productos, etc. Todo esto propicia un vertiginoso aumento del personal administrativo, la computadora central de la empresa, se vuelve incapaz de manejar estos volúmenes de información.

Obligada por las circunstancias, la empresa se ve en la necesidad de resolver esta compleja situación; apoyados en la experiencia adquirida durante su participación activa, en la elaboración de más de 100 normas de producto y materias primas dentro del Comité Técnico de Normalización de la Industria Hulera, y basado en la llamada Norma de Normas, NOM-R-50-1977, Guía Para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Oficiales, se establece un sistema integral diseñado de tal forma que fuera capaz de adaptarse a las necesidades de la empresa.

Tomando como base toda la experiencia adquirida, surgen los primeros documentos internos elaborados bajo este sistema que permitieron regular y

controlar la emisión, redacción, distribución y vigencia de toda la documentación tecnológica generada en la empresa.

Estos primeros documentos, dieron origen a lo que en dos años de desarrollo e investigación se denominó dentro de la empresa como Sistema Tecnológico Administrativo Tornel (S.T.A.T.) el cual se convierte en el factor fundamental para el progreso de la compañía.

Con esto se daban los primeros pasos para conformar la estructura de lo que más adelante se convertiría con algunas adecuaciones en un verdadero Sistema de Calidad, sin que originalmente esta fuera su intención.

Se estableció que todos los documentos emitidos en la empresa tenían que estar dentro de éste sistema y deberían tener uniformidad en su formato y en la estructura de la información contenida.

La documentación fue agrupada en manuales que fueron calificados tanto por su temática como por aplicación, así se crearon manuales temáticos y departamentales.

Por su diseño, este sistema para el manejo de la información tiene la capacidad de contener clasificados una gran cantidad de documentos, ya que la estructura para la codificación de claves de estos es prácticamente ilimitada.

Con esto la tecnología de la empresa se conforma dentro de un sistema que la convierte en conceptos duplicables, generándose así la herramienta fundamental para la capacitación del personal.

Este sistema cuenta con un documento básico que muy bien se puede comparar con la norma de normas El cual se denomina Guía Para la Elaboración, Redacción y Control de Documentos en el que se establecen los lineamientos para la emisión de todos los documentos del sistema definiéndose entre otras cosas: los títulos de los documentos, estructuración de la información en base a capítulos, tipo de documento, estilo de redacción, redacción de textos, numeración de capítulos, incisos y subincisos, unidades de medida, elaboración de listados, fechas de emisión, distribución de los documentos, etc.

Igualmente existe otro documento de primordial importancia, denominado Organización de la Tecnología, el cual contiene el listado de los manuales

existentes dentro del sistema y los lineamientos para la codificación y control de los documentos así como información relativa al: motivo de la emisión de un documento, procedimiento para el registro de firmas, identificación y firma del emisor, identificación y firma de la persona que lo aprueba, departamento o manual al que pertenece, documentos de circulación restringida, áreas de influencia, vigencia de documentos, clave del documento, documento al que reemplaza en su caso y color de papelería utilizada.

Con el objeto de asegurar el desarrollo, aplicación, y permanencia del sistema, se creó un departamento de soporte denominado Organización y Sistemas, el cual depende directamente de la Dirección de la Compañía, y es el responsable de asegurar la adecuada operación del sistema a través de auditorías internas, así mismo supervisa la actualización de la información y el control de la emisión de documentos y manuales.

Establecer el S.T.A.T. comenzó a dar frutos como resultado de organizar la tecnología de una manera metodológica

En 1988 la empresa solicita a la dirección General de Normas, La autorización para hacer uso del sello oficial de garantía (NOM), la cual fue otorgada el 14 de junio en esa época el uso del sello era de carácter voluntario.

A finales de ese año, las normas clasificadas como de seguridad para el usuario, son declaradas como obligatorias; dentro de este grupo se encontraban las normas de llantas por lo cual la conceptualización sobre ellas se modificó y para obtener el certificado de cumplimiento con dichas normas fue necesario la acreditación del laboratorio donde se les efectuaban pruebas a las llantas ante el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios SINALP.

Al intentar implantar lo establecido en “Directrices Generales Para Evaluar La Competencia Técnica de los Laboratorios de Prueba”, la empresa se ve involucrada en lo que se podría llamar certificación de un minisistema, encontrando varios puntos entre estos los referentes al control de la documentación y lo referente a la metrología, que no habían recibido la atención necesaria y que fueron corregidos.

A raíz de los preparativos para esta certificación se crea un departamento que se encarga de la Metrología, en la que la actividad más laboriosa fue la certificación

de los patrones utilizados como referencia, utilizando para ello la infraestructura de los laboratorios acreditados ante el Sistema Nacional de Calibración. SNC.

Finalmente en Octubre de 1989 la Dirección General de Normas otorgo el certificado de acreditamiento por parte del Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios SINALP en la rama Metal-Mecánica, siendo el primero en contar con un laboratorio acreditado.

Para 1992 se celebra el primer foro sobre las normas ISO 9000 en México, en este mismo año la Dirección General de Normas realiza un estudio para la privatización de la normalización en México y simultáneamente en Tornel, consiente de sus responsabilidades ecológicas, implementa dentro del laboratorio químico todo el instrumental necesario para determinar los parámetros establecidos en NOM para la calidad de las aguas residuales que posteriormente independiza formándose el Laboratorio de Ecología de la Compañía Hulera Tornel que posteriormente es acreditado ante el SINALP siendo el primero en su tipo.

Implantación del sistema de aseguramiento de calidad

En la implantación del sistema de calidad en Tornel se tomo como base la experiencia adquirida durante el proceso de acreditamiento de su laboratorio de pruebas ante el SINALP y en la documentación generada por el Sistema Tecnológico Administrativo Tornel del que se mencionaron sus principales características en el tema anterior y que cubría prácticamente todos los requerimientos documentales establecidos en NMX-CC-4 (ISO 9002).

A continuación se presentan las acciones tomadas por la compañía para cumplir con los requisitos de la norma NMX-CC-4, para ello se sigue el mismo orden en que están expuestos en los requerimientos de la norma. Tales requerimientos son:

1. Responsabilidad de la dirección
2. Sistema de calidad
3. Revisión del contrato
4. Control de documentos y datos
5. Adquisiciones
6. Identificación y rastreabilidad del producto
7. Control del proceso
8. Inspección y prueba

9. Control de equipo de inspección, medición y prueba
10. Estado de inspección y prueba
11. Control de producto no conforme
12. Acción correctiva y preventiva
13. Manejo, almacenamiento, empaque, conservación y entrega
14. Control de registros de calidad
16. Auditorias de calidad internas
17. Capacitación
18. Técnicas estadísticas

1. Responsabilidad de la Dirección

Este es el primer requisito de la norma; ésta consta de tres puntos; el primero de ellos se refiere a la Política de Calidad, en donde se deben definir y documentar tanto la Política de Calidad como los objetivos para ésta, así como asegurarse de que ésta es entendida, implantada y mantenida en la empresa. La Dirección de Tornel fue la promotora para la implantación del sistema, así que dicto una serie de medidas para estar congruente a la norma además de formalizar y difundir sus objetivos y su Política de Calidad; esta última es la siguiente:

La compañía hulera Tornel se compromete a fabricar productos que satisfagan las necesidades de los consumidores y que cumplan con los requerimientos de los estándares industriales y normas oficiales.

Para cubrir el punto referente a la organización, Tornel define y documenta las responsabilidades y autoridades de las personas involucradas en la calidad, así como el nombramiento de un representante de la presidencia ejecutiva para la calidad.

Por último, para cubrir lo referente a la revisión de la Dirección la compañía establece periodos para revisiones al Sistema de Calidad, a la aplicación de su política, y a sus objetivos, así como la generación de evidencia de tales revisiones.

2. Sistema de Calidad

Este requerimiento de la norma está compuesto de tres puntos, el primero son las generalidades del sistema de Calidad en el que la documentación es un medio para asegurar que el producto es conforme y se establece la preparación de un manual de calidad en el que se hace referencia a todos los procedimientos del Sistema de

Calidad. Para cubrir este punto de la norma Tormel contaba ya con su Sistema Tecnológico Administrativo Tormel STAT.

Los procedimientos del Sistema de Calidad fueron cubiertos por la parte documental del STAT contenida en manuales donde se describen las especificaciones y procedimientos relacionados con la calidad, además de mencionar especificaciones técnicas de sus productos, así como los procedimientos para su producción, todo ello contenido en el manual correspondiente al Departamento Técnico.

La planeación de la calidad se refiere a la preparación de Planes de Calidad documentados acordes con los requisitos del sistema y con los requisitos específicos para cada línea de productos.

3. Revisión del Contrato

En el primer punto de este requisito, la empresa estableció los procedimientos generales para el Departamento de Ventas en los que se asegura que los pedidos del producto serán surtidos en el tiempo y bajo las condiciones necesarias.

El siguiente punto nos marca la revisión; la venta de los productos manufacturados por la empresa se realiza a través de distribuidores, a los que se les informó del acreditamiento del Sistema de Calidad, así como se les envió un documento que contenía la declaración de conformidad del producto con las normas de llantas vigentes.

Por último se rediseñaron los formatos para la toma de pedidos de tal manera que sirvieran como registros para el Sistema de Calidad.

4. Control de Documentos y Datos

Para cubrir el primer punto de este requisito la empresa ya contaba con el control de documentos establecido en STAT a través del documento denominado Organización de la Tecnología y Guía para la Elaboración, Redacción y Control de Documentos, por lo que únicamente se realizaron algunas adecuaciones para cumplir con NMX-CC-4, entre estas podemos citar la formulación de lineamientos para estandarizar la codificación y presentación de las formas para el control de datos, así como la implantación de un sistema de red de computo con lo que se lograba archivar toda la información generada en la empresa y una comunicación eficiente entre plantas.

5. Adquisiciones

Este punto establece la formulación de procedimientos documentados para asegurar que el producto adquirido por el proveedor este conforme a los requisitos especificados.

El primer punto de la norma se refiere a los subcontratistas, al respecto Tornel procedió a informar a todos sus proveedores de materias primas acerca de las gestiones efectuadas para acreditar el sistema de calidad de la empresa, además de enviarles la especificaciones en las que se establecía las características, métodos de prueba y tolerancias para la aceptación, que deben cumplir las materias primas y se les solicito por escrito su aceptación y compromiso.

Para cubrir el tercer punto de éste requisito, se establecieron procedimientos generales para el departamento de compras los cuales tienen como fin que las materias primas sean surtidas en el tiempo y bajo las condiciones acordadas.

6. Identificación y rastreabilidad del producto

Esta consiste en mantener procedimientos documentados para identificar el producto por medios adecuados; desde la recepción y durante todas las etapas de producción entrega e instalación.

Tornel aplicaba la rastreabilidad del producto a través del proceso en forma parcial, en consecuencia; estableció los procedimientos necesarios para garantizar la rastreabilidad total del producto de acuerdo a los Planes de Calidad.

7. Control de Procesos

Para cumplir con este requerimiento; Tornel documento todas las actividades relacionadas con el área productiva así como las especificaciones correspondientes; esto involucro desde las descripciones de puestos de personal hasta los métodos de trabajo y los procedimientos de operación, personal asociado y maquinaria; controlando y supervisando aquellos parámetros y características del producto. relacionadas directamente con la calidad.

También se elaboraron programas de producción que se cumplieran de acuerdo a los métodos de trabajo establecidos, sin embargo existían actividades no cubiertas por planes de calidad por lo que se procedió a elaborarlos.

Por ultimo se elaboro un procedimiento para dar seguimiento a los programas de producción así como un mantenimiento adecuado del equipo para asegurar

continuamente la capacidad del proceso y cumplir con los compromisos establecidos por el departamento de ventas.

8. Inspección y Prueba

Este requisito se refiere al establecimiento y mantenimiento de procedimientos documentados para las actividades de inspección y prueba, verificando que se cumplan los requisitos especificados.

En la empresa se encontró que lo establecido en algunos procedimientos de inspección , diferían de la practica en algunos aspectos; esta situación se corrigió por medio de capacitación al personal, además de que en algunas formas donde se asentaban los datos de inspección eran muy complejas; por lo que se procedió a simplificarlas, para facilitar su llenado.

En la inspección y prueba de recibo, el proveedor debe asegurarse que el producto de entrada no sea utilizado hasta que haya sido inspeccionado.

La documentación que hacia referencia a la inspección y prueba de las materias primas ya existían también en los manuales pertenecientes a los departamentos químico y técnico.

La inspección y prueba en el proceso también debe estar debidamente documentada, y el producto debe ser retenido hasta en tanto no se terminen dichas pruebas o mediante procedimientos de liberación establecidos.

La inspección y pruebas finales, también se llevan a cabo mediante procedimientos documentados, ya que éstos producen la evidencia de conformidad del producto terminado con los requisitos especificados.

Todo lo referente a pruebas de producto final ya estaba establecido en el manual perteneciente al laboratorio de pruebas acreditado ante el SINALP .

Los registros de inspección y pruebas son el último requisito de este punto y no son mas que evidencia documentada de que el producto ha sido inspeccionado y/o probado.

Cuando el producto no haya pasado las inspecciones, deben aplicarse los procedimientos para el control de productos no conformes.

9. Control de equipos para inspección, medición y prueba.

En este punto el proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para controlar, calibrar y mantener los equipos de inspección, medición y prueba utilizado para demostrar la conformidad del producto con los requisitos especificados.

Se debe comprobar que tales equipos son aptos para verificar la aceptabilidad del producto antes de su liberación para su uso y reexaminarse con una periodicidad preestablecida, además de mantener registros como evidencia del control.

Para los procedimientos de control, el proveedor debe:

- 1.- Determinar las mediciones, la exactitud y el equipo apropiado.
- 2.- Calibrar y comprobar contra equipo certificado a intervalos prescritos.
- 3.- Definir el proceso usado en la calibración.
- 4.- Identificar el equipo con una marca que muestre el estado de calibración.
- 5.- Conservar registros
- 6.- Evaluar la valides de inspecciones cuando se haya encontrado equipo fuera de calibración
- 7.- Asegurar que las condiciones ambientales son las adecuadas para la calibración, inspección y prueba.
- 8.- Asegurar que las condiciones de manejo y almacenamiento son las adecuadas.
- 9.- Asegurar el equipo contra ajustes que invaliden la calibración hecha.

Todo lo referente al equipo para inspección medición y prueba, está bajo la responsabilidad del Área de Metrología. Esta área nació a partir del acreditamiento del laboratorio de pruebas ante el SINALP.

Anteriormente se tenían los instrumentos de medición adecuados pero no se realizaban verificaciones a los mismos tal como lo establece éste punto: se procedió a adquirir instrumentos que se enviaron a certificar para operar como patrones; así mismo, se estableció el uso obligatorio de bitácoras, donde se asientan los datos obtenidos durante cada verificación de los instrumentos de medición.

10. Estado de Inspección y Prueba

Consiste en identificar el producto, indicando si éste es conforme o no con respecto a la inspección y prueba realizadas, o si ha sido liberado mediante concesión autorizada

Solamente en algunas etapas de los procesos se identificaban los materiales utilizados; se procedió, a formalizar estas actividades para todas las etapas de los procesos .

Se actualizó el procedimiento de manejo de etiquetas para identificar el material aceptado, rechazado y pendiente.

11. Control del producto no conforme

Este requisito del sistema consiste en mantener procedimientos documentados que prevengan el uso no intencionado de producto no conforme.

El control de estos incluye, identificación, documentación, evaluación, separación y disposición. así como a la notificación a los responsables.

En algunas áreas de la empresa se manejaba el control de producto no conforme por medio de etiquetas, formas y áreas de confinamiento, pero no existía el procedimiento respectivo. Esta actividad se hizo extensiva a toda el área productiva y se formalizó con los procedimientos correspondientes

Los productos no conformes deben revisarse de acuerdo a procedimientos documentados así cómo definirse una autoridad para tal revisión.

Los resultados de la revisión pueden ser:

- Retrabajar
- Aceptar por concesiones
- Reclasificar para usos alternativos
- Rechazar o desechar

Cuando se especifique en el contrato la reparación o uso del producto no conforme, este se informara al cliente para solicitar su concesión. Por ultimo si el producto no conforme fue re TRABAJADO, éste deberá ser reinspeccionado.

12. Acciones Correctivas y Preventivas

Consiste en mantener procedimientos documentados para la implantación de acciones correctivas y preventivas que eliminen las no conformidades, además de registrar cualquier cambio en los procedimientos documentados como resultado de estas acciones.

Para las acciones correctivas las acciones deben incluir:

- Manejo efectivo de las reclamaciones de los clientes e informes de producto no conforme
- Investigación de causas
- Determinar las acciones para eliminar la causa
- Aplicación de controles que aseguren que sean efectivas las acciones correctivas

El departamento de control de calidad contaba con los procedimientos para dar seguimiento a las no conformidades detectadas en los materiales.

En el caso del producto terminado no conforme, que se detectaba en la fábrica, se realizaba una reunión para el análisis de defectos y se tomaban las acciones correctivas necesarias; sin embargo, no existía un documento que estableciera el procedimiento a seguir durante el análisis de defectos en el producto final, por lo cual se procedió a elaborarlo.

Cuando se detectaban defectos en el producto en servicio, el área de ingeniería en campo reportaba al departamento técnico para que se efectuaran las acciones correctivas necesarias; de todo esto se origina la necesidad de elaborar el procedimiento para realizar el análisis del producto en servicio.

En el caso de las acciones preventivas, los procedimientos deben incluir:

- Uso de informes apropiados tales como los procesos y operaciones de trabajo, resultados de auditorías, registros de calidad, informes de servicios y reclamaciones de los clientes, con el fin de detectar la causa de no conformidades.
- La determinación de los pasos necesarios.
- Iniciación y establecimiento de controles que aseguren su efectividad.
- Someter las acciones efectuadas a revisión.

13. Manejo, Almacenamiento, Conservación y Entrega

Consiste en establecer procedimientos documentados para el Manejo, Almacenamiento, Conservación y Entrega.

Para el manejo deben existir métodos que eviten el daño o deterioro del producto., Para el almacenamiento deben existir áreas para prevenir el daño así como un método para autorizar la recepción y despachado y hacer evaluaciones periódicas para detectar deterioro. Para el empaque, se debe asegurar el embalaje y marcado de acuerdo a los requisitos. Para la conservación, se deben aplicar métodos adecuados de separación y conservación. Por ultimo, en la entrega, cuando ésta este estipulada en el contrato, se deben tomar las medidas necesarias para proteger la calidad hasta la entrega de productos a su destino.

En Tornel se elaboro totalmente el manual correspondiente al Almacén de Producto Terminado, por no existir documentos donde se establecieran las políticas, procedimientos y especificaciones de trabajo de esta área.

Se establecieron por escrito las condiciones para estibar y conservar el producto; así como el manejo del mismo durante su recepción en planta y su entrega en el almacén.

14. Control de Registros de Calidad

En éste punto el proveedor debe establecer procedimientos documentados para identificar, compilar, codificar, acceder, archivar, almacenar, conservar y disponer de registros de calidad.

Estos sirven para demostrar la conformidad con los requisitos y la operación efectiva del sistema de calidad.

Los registros de calidad de los subcontratistas deben formar parte de los anteriores, así como mostrar los del proveedor al cliente si esto se establece en el contrato.

Estos deben ser almacenados en lugares que prevengan su daño así como determinarse el tiempo que estos deben conservarse.

El STAT, ya tenia establecido un documento para el control de los documentos que integraban los manuales.

Se elaboro otro documento donde se establecieron los lineamientos a seguir para el manejo y conservación de todos aquellos documentos que contengan información relacionada con el sistema de calidad.

Se estableció un procedimiento para el control de archivos, documentos de trabajo, documentos de referencia, y documentos obsoletos; así como los procedimientos para la destrucción de documentos.

15. Auditorias Internas de Calidad

Estas consisten en mantener procedimientos documentados para planear y hacer auditorias internas que tienen como objetivo determinar si las actividades de calidad y los resultados cumplen con lo planeado y determinar se u efectividad.

Estas son programadas en base a la importancia de la actividad, además de que son efectuadas por personal independiente al área auditada.

Los resultados deben registrarse y darse a conocer al responsable del área auditada para que tome las acciones correctivas necesarias.

En Ternel se realizaban auditorias a los procesos, pero no existían los documentos donde se establecían los procedimientos y los formatos adecuados, y tampoco se archivan las evidencias documentales respectivas. Se procedió a especificar el método para la realización de dichas auditorias, así como el plan y los programas a seguir.

Se capacitó a un grupo de técnicos de la empresa para desempeñar las actividades de auditor interno y así poder llevar acabo los programas de auditorias establecidos.

Se realizaron una serie de auditorias internas al sistema de calidad de la empresa, para verificar el cumplimiento con la norma NMX-CC-4.

16. Capacitación

Consiste en mantener procedimientos documentados para identificar las necesidades de capacitación y capacitar a todo el personal que ejecuta actividades que afectan la calidad.

Este personal deberá estar calificado en base a educación, capacitación y/o experiencia, así como mantener registros relativos a la capacitación.

En la compañía Tornel, se formalizó la creación de un departamento específico para la coordinación de la capacitación, se elaboraron procedimientos para detectar las necesidades de capacitación para el personal.

Se elaboro un plan general y un programa de capacitación, así como las guías de capacitación específicas para cada puesto existente en la empresa.

Con la creación del departamento de capacitación, se corrigieron los problemas de la administración de la documentación relativa a capacitación: registros, temarios, memorias y constancias de capacitación.

La capacitación y el adiestramiento del personal de la empresa se realizaba, aunque siempre se tuvo duda de si el modelo que se aplicaba era el adecuado. Después se varios intercambios de experiencias con otras empresas se llego a la conclusión de que se estaba en lo correcto: esto es, que no era necesario encontrar un capacitador que dominara todos los temas relacionados con la industria hulera ya que dentro de mismo personal de la empresa existía gente capacitada para impartir los cursos necesarios o asesorar al personal de nuevo ingreso o a quienes lo requieran.

17. Técnicas Estadísticas

Este requisito del sistema consiste en la identificación de las necesidades de contar con métodos estadísticos y los procedimientos documentados relacionados.

El proveedor debe identificar la técnica estadística apropiada para el establecimiento, control, y verificación de la capacidad del proceso y de las características del producto.

Por lo anterior se debe contar con procedimientos para implantar y controlar la aplicación de dichas técnicas.

Dentro de la empresa se utilizaban técnicas estadísticas, sin embargo, no existía un documento para regular su aplicación. Se procedió a crear la Coordinación de Control Estadístico para establecer los lineamientos relacionados con la aplicación correcta de dichas técnicas.

En el siguiente capítulo se hace una descripción de las técnicas estadísticas más apropiadas para el control de la calidad en una industria hulera llantera.

CAPITULO IV MÉTODOS ESTADÍSTICOS

4.1 MÉTODOS ESTADÍSTICOS USADOS EN EL CONTROL DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA HULERA

Existen muchos métodos útiles en el control rutinario, y a veces los simples datos numéricos o gráficas de por ciento de rechazos, son suficientes para mostrar la necesidad de introducir métodos de mejora. Hay 3 métodos de Control de Calidad Estadístico comúnmente usados en la industria hulera que bastan para convertir inspecciones ó pruebas a una base útil para decisión y acción, éstas se explicaran a continuación, pero que son aplicables a cualquier industria ó proceso, y son:

- Distribución de Frecuencias
- Gráficas de Control y
- Planes de Muestreo

4.1.1 DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA

Basándonos en los principios básicos de los Métodos de Control de Calidad Estadístico y teniendo en cuenta que: Nunca dos partes manufacturadas serán exactamente iguales con respecto a tamaño, forma y terminado, sólo nos queda para producir un artículo más uniforme, mantener las variaciones entre ellos lo más pequeñas que sean posibles, esforzándonos para evitar la tendencia natural a que se vuelvan más grandes.

La manera de conocer las variaciones de un producto ó proceso, es comprobando una serie de resultados. Cuando los datos se agrupan en orden creciente -casi sin excepción todo lo que pueda ser medido- mostrara que las partes varían de acuerdo a un modelo definido conocido con el nombre de Distribución Normal de Frecuencia, Curva de Campana ó de Gauss y que es la base de todos los conceptos del Control de Calidad Moderno.

Por consiguiente, al agrupar los resultados de pruebas parecidas, podemos determinar gráfica o matemáticamente algo del proceso ó lote del que se hicieron las pruebas.

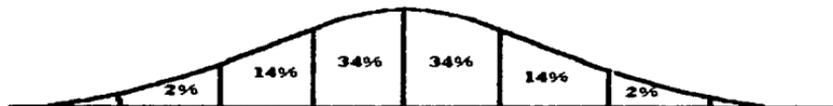
Por ejemplo: En la siguiente tabla, es aparente, mientras todas las pruebas satisfagan las especificaciones, que el proceso del lote A es inseguro, el del lote B es tan amplio que algunas pruebas adicionales podrían quedar fuera; el lote C

parece una mezcla de dos condiciones diferentes de producción; el lote D es más satisfactorio, y por ultimo el lote E tiene mas uniformidad y podría moverse al limite más económico de especificación y aún ser de confianza.

	Lote A	Lote B	Lote C	Lote D	Lote E
Máximo	-	✓✓	✓✓	-	-
	✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓	✓✓
	✓✓✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓✓	✓✓✓✓
	✓✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓✓✓✓
	✓✓✓✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓	✓✓✓✓✓	✓✓✓✓✓✓✓✓✓
Mínimo	✓✓	-	✓✓	-	-

Una revisión de la tabla anterior comprobará la consistencia de la curva de frecuencias a repetirse y la tendencia natural de la mayoría de las pruebas a agruparse sobre el promedio.

Matemáticamente se ha hecho una predicción exacta del camino en el que las medias caerían en la curva de distribución, como se muestra en la siguiente figura y cuyo significado practico seria:



PREDICIÓN DEL CAMINO EN QUE CAEN LAS MEDIDAS EN LA CURVA DE DISTRIBUCIÓN

A) Si midiéramos cada pieza que viene de la maquina y anotáramos las medidas, tendríamos una curva similar a la anterior.

B) Ahora suponer que no lo hicimos, sino que tomamos al azar del almacén un puñado de piezas y las medimos. Las oportunidades son de que de cada 100, 68 caerían dentro de las dos zonas de la mitad, 28 en las siguientes dos y cuatro en las dos zonas exteriores.

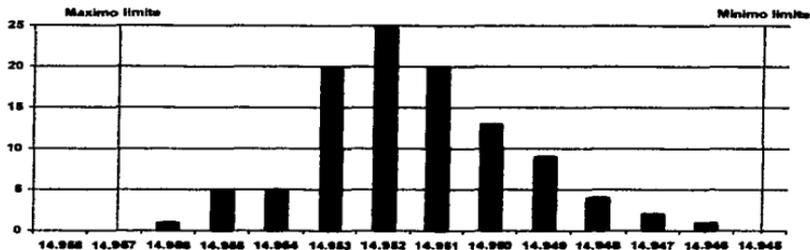
Por consiguiente, el medir la forma de la curva de distribución de frecuencias para partes que se producen por cualquier proceso, podemos comparar la distribución de piezas actualmente producidas, contra las especificaciones previamente establecidas, así sabríamos lo que esta haciendo el proceso, y si no se satisface la comparación podríamos cambiar el proceso ó la especificación.

Ahora, hay algunas variaciones en las que no podemos hacer nada. La Oportunidad de Variación, es la cantidad normal de variación que esta presente en cualquier operación.

En una operación de taller tenemos algún control de la maquinaria que ejecuta el trabajo, del operador y del material. Bajo condiciones normales, podemos determinar la variación del proceso; si un cambio extraño ocurre, lo notamos en la curva de distribución de frecuencia, ya que esta se distorsiona, y decimos que es resultado de una causa asignable.

En su sentido real, los Métodos Estadísticos de control de Calidad dan un medio de imaginar y controlar la calidad mediante el Histograma ó Gráficas de Control. El Histograma representa la instantánea de un grupo de partes de una operación industrial, mostrando el desempeño de un proceso en un momento dado.

En la siguiente tabla se muestran los diámetros de 100 aros para cejas de llanta de 15 pulgadas de rim, con punto medio de especificación de 14.950, medidos mediante un aparato de precisión calibrado en milésimas de pulgada y con una tolerancia de ± 0.006 ". El Histograma formado no es mas que una distribución de frecuencias puesto en forma de bloques.



Histograma formado por mediciones de 100 aros para llantas de 15 PIG de rim.

Por un examen del Histograma anterior podemos contestar tres preguntas:

1. ¿El proceso opera normalmente?

Como es casi simétrico y para aplicaciones practicas, se diría que: El proceso es normal, y las variaciones se deben a causas no controladas.

2. ¿Esta centrado el proceso?

El promedio del Histograma (del proceso) y el punto medio de la especificación, están casi juntos, por lo tanto esta bien centrado. Si hubieran quedado apartados entonces habría necesidad de un ajuste del proceso.

3. ¿El proceso satisface las especificaciones de ingeniería?

Desde luego, porque el desprendimiento del proceso está dentro de los limites, pero si los extendiera, el numero de piezas que caerian fuera, podría estimarse.

Por lo anterior, el Histograma se usa en control de calidad para propósitos como: Evaluar y comprobar procesos; Indicar la necesidad para hacer correcciones; Medir los efectos de ésta acción; Comprobar el funcionamiento de las maquinas, los materiales, vendedores, etc., en otras palabras nos da un método para ilustrar la calidad.

4.1.2 GRÁFICAS DE CONTROL

Debido al tiempo en acumular y analizar datos para un Histograma, no es posible hacer más de unos cuantos por día, entre tanto el proceso puede cambiar y muchas partes defectuosas producirse.

La Gráfica de Control se asemeja a la película de un proceso, es un registro de los resultados de inspecciones periódicas de un trabajo, generalmente basado sobre muestras de 4 a 5 piezas consecutivas, ya que el promedio de éstas, muestra la estrechez del proceso a la dimensión especificada, así como cualquier tendencia al desajuste de las maquinas. En la industria ayuda a mantener un registro de cómo opera un trabajo y para mantener los procesos en control y distinguir entre ligeras ó grandes variaciones que se corrijan prontamente.

Claro que podemos decir si un trabajo esta operando bien, pero necesitamos limites de control que indiquen el rango entre los cuales podemos operar con seguridad. Estos limites se basan sobre funcionamientos pasados y por lo tanto muestran lo que puede esperarse del proceso mientras nada cambie.

Las gráficas estadísticas son sólo gráficas simples de datos de inspección ó prueba con limites que no derivan de requisitos ó especificaciones de diseño, sino del mismo proceso y representan la variación natural cuando operación y materiales sean uniformes relativamente, indicando así la capacidad del proceso. A veces los limites son más amplios que lo permitido en las especificaciones, esto significa que el proceso actual no es capaz, aún con buena operación, de cumplir las especificaciones, por lo que al hacer una aplicación cualquiera de ésta gráficas, tendríamos que analizar dos situaciones de la variabilidad del proceso:

1.- Si la variación del proceso excede el rango especificado de tolerancia, el producto puede hacerse a especificación por:

Uso de maquinas mas exactas.

Uso de personal mas diestro y mejor entrenado.

Obtener material mas uniforme.

100% de inspección para sacar el producto fuera de lo especificado.

Revisión de tolerancias para un posible aumento.

2.- Si el proceso es mucho más exacto que el requerido, es posible:

Usar una maquina menos exacta.

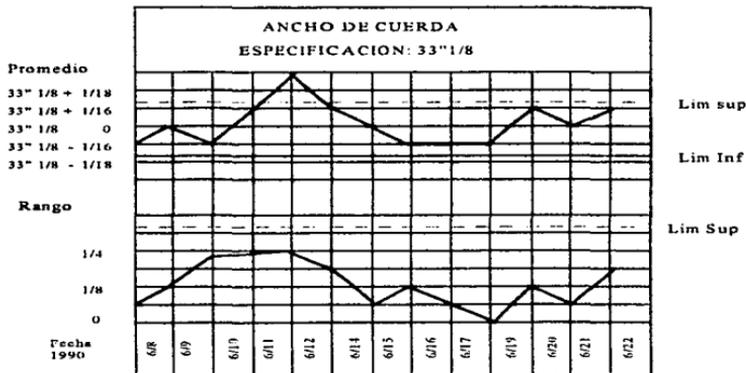
Aumentar la producción.

Permitir más amplitud para el desgaste de herramientas.
 Dar al cliente un producto más exacto que el especificado.

Es claro que las Gráficas de Control deben ser diferentes para cada proceso o trabajo particular. Por ejemplo: La reducción en ajuste de herramientas ó de dados para tubular pisos mediante el uso de una gráfica, puede ahorrar más que la reducción de desperdicio o reproceso; por lo que tenemos que seleccionar el tipo de gráfica mas adecuada y cuyo propósito será servir de advertencia de una próxima dificultad. Es lógico pensar que si una simple gráfica da el registro de solo una dimensión, se necesitan mas gráficas para otras partes o dimensiones, sin embargo, éstas no se necesitan en dimensiones que sean fácilmente medibles. Debemos recordar que el factor a determinarse en una Gráfica de Control, no es el tamaño de la tolerancia, sino el costo para mantener el proceso dentro de ésta. Existen dos tipos de gráficas:

Gráfica de promedio y rango

Se usa en trabajos donde la dimensión que queremos controlar se puede medir. Por ejemplo, en el siguiente esquema se muestra una gráfica sobre el corte de cuerdas para llanta de una cortadora de ángulo.



Gráfica de Promedio y Rango de cuerdas en la cortadora de cuerda

**ESTA PENA NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Los anchos fueron verificados periódicamente por la medición de cuatro cortes consecutivos. El ancho promedio y el rango de los cuatro se anoto en la gráfica y se compararon con los límites de control.

Se observa que un punto cayo fuera, el de Junio 12, esto nos dijo que algo estuvo equivocado y que ése día la maquina tuvo necesidad de un ajuste. Cuando éste se hizo los puntos volvieron dentro de los límites y el proceso continuo entre ellos.

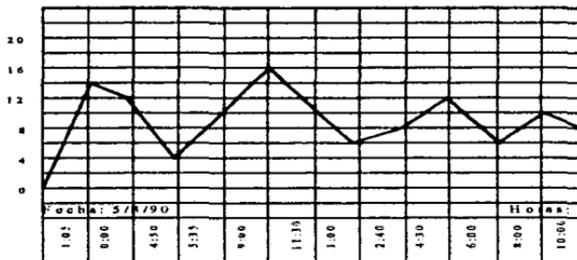
Una aplicación inicial inmediata en cualquier hulera, seria la comparación de la tolerancia natural de la maquinaria base (la tabuladora por ejemplo) contra las tolerancias especificadas. El aplicar el control estadístico a estas maquinas, tal vez enfatizaria una mayor atención al control de las mismas, ó de los procedimientos establecidos respecto a anchos de tira de alimentación de los molinos, velocidad de la banda transportadora, velocidad del sinfín, colocado de la báscula o de la longitud de corte, en lugar de perder el tiempo en revisiones de tolerancia ó de cambios de equipo.

Gráfica de atributos

Se usa en trabajos donde la dimensión ó parte que necesitamos, no se puede medir, sólo se considera buena o mala.

En el siguiente esquema se muestra una Gráfica de Control de atributos para una prensa de vulcanización de llantas.

% Defectuoso



Gráfica de Atributos de una prensa para llantas Mc Neil de 55"

Aquí la operación es el curado de llantas verdes y con una inspección de ellas para observar el desajuste del molde y con una tolerancia de éste de 3/32 “.

Como la amplitud de la tolerancia es relativamente grande, esta dimensión puede verificarse por un medidor de pasa o no pasa, ó solamente por inspección visual. Como con este tipo de mediciones ninguna lectura se toma, no puede usarse una gráfica de rango y promedio.

Con ésta gráfica, cada vez que se inspecciona las piezas se anota los porcentajes de las partes defectuosas y se comparan con los límites.

Se observa que también aquí, se formara una curva normal a mayores inspecciones y que debido a ligeras variaciones de la máquina, el hule, la destreza del operario, u otros factores, el proceso puede quedar fuera de control.

La Interpretación de ésta gráfica es similar a la anterior. El punto fuera de control de las 11:30 hs , advirtió que algo había pasado, una revisión a la prensa mostró que el empaque estaba gastado y necesitó cambiarse; la compostura corrigió la condición y la prensa quedó otra vez en control.

La aplicación de éstas gráficas en las llanteras, sería por ejemplo: la localización de defectos debidos a máquinas armadoras ó a llanteros mediante el uso de gráficas sobre el colocado del costado blanco, llantas regresadas por desbalanceo, etc. La ventaja inmediata sería por ejemplo: Si sabemos, mediante una gráfica de éste tipo, que el 50% de los defectos totales se debe a los llanteros, y al investigar las gráficas de éstos se viera que sólo el 10% de ellos ésta implicado, entonces significaría que se pueden reducir los defectos y la pobre calidad a la mitad, tan sólo concentrándose al 10% del personal llantero.

4.1.3 PLANES DE MUESTREO

La inspección del producto siempre es necesaria para asegurar que tolerancias y objetivos de calidad sean obtenidos y para eliminar el material defectuoso en proceso, antes que las operaciones adicionales sean ejecutadas así como para asegurar que sólo producto aceptable salga al consumidor.

Ya que la inspección ayuda al costo sin aumento de valor, la menor cantidad posible de inspecciones deberá establecerse para conseguir la calidad requerida. La naturaleza de la inspección determinará la cantidad de muestreo, esto puede obtenerse objetivamente y en forma exagerada, si sabemos que es necesario la inspección al 100% de la fabricación de motores para conocer si funcionan y que una cantidad mínima de muestreo es obligada en la fabricación de cerillos para saber si prenden.

Como una cantidad de muestra pequeña puede tener mayor o menor número de defectos que la relación verdadera, hacemos uso de Tablas de Muestreo para determinar las características de un lote del cual se toma la muestra. Estas tablas nos indican el tamaño del lote a muestrear y el número de defectos permisible en la muestra.

El Muestreo Estadístico pues, sirve para la segregación exacta de buenos y malos lotes de material ó producto dentro de límites de exactitud requeridos y en muchos casos ha reemplazado al 100% de sorteado, pero ésta es sólo una parte de las técnicas del Control de Calidad Estadístico y generalmente es resultado de materiales y control de procesos mejorados; más en otros casos el 100% de inspección deberá continuarse. Esto nos lleva a considerar que dos de las funciones principales del Control de Calidad moderno serán:

- Establecer estándares razonables de productos de calidad. y
- Establecer un sistema de inspección para ver que éstos estándares sean de la satisfacción del cliente y de la Compañía.

En resumen, como no se puede examinar el 100% de los productos, se recurre al análisis de una muestra de ellos. Para aplicar las técnicas estadísticas a la calidad, se necesita a ésta ó sus características en términos numéricos, luego anotar en una gráfica las frecuencias de cada valor y estudiar su distribución: Si es bi o

multimodal, hay más de un origen de esta variabilidad, éstas se investigan y eliminan antes de poder controlar nuevamente el proceso.

De ésta manera al aplicar correctamente las Gráficas de control mediante los Métodos Estadísticos, nos ayuda ya sea a decidir en materias primas, material en proceso ó producto terminado, cuando:

- Estamos operando satisfactoriamente ó
- Si se ha hecho algo equivocado, lo cual necesita corrección.

Es decir, todos los Métodos de Control de Calidad Estadístico tienen en común las ventajas de :

- Poner a la consideración del Ejecutivo la actualidad del promedio, amplitud y capacidad aparente del proceso.
- Dar idea de la exactitud de las pruebas ó su muestreo.
- Adelantar las acciones a seguir, dependiendo de los resultados.

La consideración lógica de los anteriores puntos, es una parte importante del Control de Calidad Estadístico y es casi nula sin algún concepto de él.

CAPITULO V CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIONES

La aplicación de los conceptos mencionados en el presente trabajo, constituye una valiosa herramienta en la implantación de un sistema de calidad.

Actualmente los Sistemas de Calidad están pasando a formar parte importante para las empresas. Estos sistemas han cambiado la perspectiva con la que se observaba la calidad, la cual estaba enfocada al departamento de Control de Calidad, Formando actualmente parte de toda la organización.

La implantación de los Sistemas de Calidad basados en las Normas ISO 9000, no es más que la aplicación de los más prácticos y aplicables principios de la calidad.

Estas intentan cubrir todos los aspectos importantes que se relacionan con la calidad; desde la compra de materiales hasta el servicio posventa, pasando por Diseño, Control del Proceso, Inspección etc.

El establecimiento de éstas normas en la Compañía Hulera Tornel quien desde antes ya contaba con un sistema de organización de "Todo por escrito" que bien podía compararse con un sistema de calidad, trajo los siguientes beneficios.

- Reducción de desperdicios en el proceso
- Reducción de reprocesos
- Incremento de la productividad
- Reducción del tiempo extra
- Reducción en el índice de ausentismo
- Reducción en fallas de maquinaria
- Mejor comunicación interdepartamental
- Se detectó y elimino la duplicidad de funciones
- Mejor flujo y control de la información
- Fomento del trabajo en equipo
- Continuidad en el trabajo
- El personal adquirió un nuevo concepto de la calidad
- Reducción en el índice de accidentes

Los anteriores constituyen el resultado de aplicar la calidad en todas las áreas importantes relacionadas con ésta y no solo limitarse al departamento de Control de Calidad como anteriormente se acostumbraba.

La aplicación de Técnicas Estadísticas, constituye una parte del Sistema de Calidad. Anteriormente la calidad era mas relacionada con estas; ahora éstas son valiosas herramientas que se siguen aplicando en distintas áreas en donde se les requiere, pero siempre bajo el Sistema General de Calidad.

BIBLIOGRAFÍA

- **Control de Calidad Teoría y Aplicaciones**
Bertrand L. Hansen
Prebhakar M. Ghare
Ed. Diaz de Santos
- **Control de Calidad Estadístico**
Eugene L. Grant
Richard S. Leavenworth
Ed. Cccsa
- **Control de Calidad y Estadística Industrial**
Acheson J. Duncan
- **ISO 9000**
Brian Rothery
De. Panorama
- **Tesis “Manufactura de Llantas para Automóvil”**
Montoya Rodríguez Manuel
UNAM Fac. Química
- **Tesis “Control de Calidad Estadístico en la Industria Hulera”**
Marín Escobar Jaime
UNAM Fac. Química
- **Normas ISO 9000**
- **Revista Hule Mexicano y Plástico**