



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ISO 9001:2000 EN EL ÁREA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE FRICCIÓN

TRABAJO PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTA:

RUBÉN DARÍO MOLINA CANCHOLA

ASESOR: I.Q. FERNANDO OROZCO FERREYRA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A quien todo debo, mi amacita chula de Tlalnepantla: **Socorro Canchola**, eres la mujer más admirable que he conocido.

Para **Darío I**, ahí ... donde te encuentres (†) 25-05-99. “No importa cómo fue mi padre, sino cómo recuerdo que era”.

María Lozano y **Antonio Canchola**, añorados abuelos.

Mi abue malacanchunchas: **María Torres**, ¡Gracias por tus ganas de vivir!, por supuesto tu gran ejemplo; eres, citando a los clásicos, el “orgullo del matriarcado”.

Para mis amados **Aislinn**, **América**, **Jesús**, **Toño** y **Darío III**. Luz de mis ojos.

Verónica, ¡Gracias, por aceptarme como soy!

Chino. . . simplemente ¡Gracias!

Para **Eduardo** y **Francisco Canchola**, quienes me señalaron, y empujaron en el camino en aquellos los días difíciles.

Alfredo Andrade De León, verde entre los verdes, y su hermosa familia. Gracias por treinta años de hermandad, y faltan aún los mejores.

Para el Amigo y Maestro: **Jaime Morales Pineda**. Has tenido un importante impacto en mi vida y mi modo de pensar.

Por supuesto, los inolvidables “**Thundercats**”. 14ª generación de Ingeniería Química

Con respeto y admiración para **Ing. Fernando Orozco Ferreyra** (†) 20-09-08

Mil gracias a todos mis profesores de la **FES Cuautitlán** que con paciencia y generosidad me aportaron sus conocimientos. Me es imposible mencionar a todos, pero no puedo pasar por alto a **Enrique Ángeles**, **Ariel Bautista**, **Héctor Becerra**, **Margarita Castillo**, **Rafael Decelis**, **Ricardo Hernández**, **Guillermo Rodríguez** (†) y **Rafael Sampere**, entre otros a quienes siempre consideraré mis maestros.

Para finalizar, y humildemente; para **Bergman**, **Candía**, **Coppola**, **Kurosawa**, **Ripstein**, **Scorsese** y todos los grandes de la cinematografía; quienes me han enseñado a soñar.

PENSAMIENTOS

Sí alguna vez cuentan mi historia que digan que caminé junto a gigantes. Los hombres se alzan y caen como el trigo en el invierno, pero estos nombres nunca morirán. Que digan que viví en tiempos de Héctor, domador de caballos. Que digan que viví en los tiempos de Aquiles.

HOMERO (La Iliada)

Tened en mente que las cosas maravillosas que se aprenden en las escuelas son el trabajo de muchas generaciones, producidas por el esfuerzo entusiasta y la labor infinita en todos los países del orbe. Todo esto se pone en vuestras manos como herencia para que la recibáis, honréis, aumentéis y, un día, con toda vuestra buena fe, la traspaséis a vuestra descendencia. Esta es la forma en que nosotros los mortales logramos la inmortalidad en las cosas permanentes que creamos en común.

ALBERT EINSTEIN

Yo tenía nueve años y se acercaba Navidad, fiesta en la que los niños de mi familia recibíamos regalos de una anciana amiga de casa. Los regalos llegaron dos días antes de Nochebuena. Descubrí inmediatamente que uno de ellos contenía un proyector de CINE y casi me desmaye de alegría. Sin embargo, en el momento del reparto de los juguetes, el proyector fue para mi hermano de trece años. Pero éste, que nunca había mostrado el menor interés por la **CINEMATOGRAFIA**, aprovecho la ocasión para venderme el proyector por doscientos soldados de plomo. Dos días más tarde me declaró la guerra, invadió mi país y derrotó a las escasas pero valerosas tropas que me quedaban. Escapé a un oscuro trastero, donde me refugié con mi nuevo juguete. Se llamaba **“cinematógrafo”**.

Era una maquina sencilla, pero más peligrosa que una bomba.

Tenía dos bobinas para sesenta metros de película de 35 mm, un mecanismo de alimentación, un sector y una buena lente montada en reluciente latón. En el interior de una caja de lata laqueada en negro iban una lámpara de nafta y un espejo reflector. Otra caja azul contenía cuatro metros de película eterna, que como todos los films de la época, estaba fabricada a base de nitrato y resultaba pavorosamente inflamable. Una película de nitrato, una lámpara de nafta y un proyccionista de nueve años en un cuarto oscuro y polvoriento... Ninguna persona mayor advirtió el peligro de mezcla tan explosiva. Durante varios años fui gastando en películas todo mi dinero. Creo que en aquel trastero almacené varios kilómetros de cinta.

A veces me he sentido asombrado al recordar la exaltada e inexplicable emoción del niño que yo era. Si pasaba los fotogramas uno a uno, apenas ocurría nada. Pero si movía la manivela con rapidez, nacía el movimiento: las sombras comenzaban a actuar, las caras se volvían hacia mí, los ojos se abrían y las bocas formaban palabras inaudibles. Recuerdo aquellas imágenes con una claridad y un enfoque que, seguramente, nunca existieron en la realidad.

Ya era dueño de un rectángulo de luz, del incesante movimiento de las sombras y de unas misteriosas relaciones que se adentraban en el mundo de los sueños: el niño de nueve años había tocado la mano invisible de un gigante. Hoy, más de medio siglo después y en la oscuridad de la sala de montaje, aún continúo sintiendo la misma emoción.

INGMAR BERGMAN

Índice Monográfico

ÍNDICE

Objetivo

I. Introducción

II. Productos de fricción

III. Inspección y prueba del proceso de fabricación de productos de fricción en húmedo

IV. Inspección y prueba del proceso de fabricación de productos de fricción en seco

V. Inspección y prueba de los productos de fricción terminados

VI. Identificado del producto terminado

Conclusión

Anexo I: Plan de calidad

Anexo II: Herramientas estadísticas

Anexo III: Control de producto no conforme

Anexo IV: Glosario

Bibliografía

3. INSPECCIÓN Y PRUEBA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE FRICCIÓN EN HÚMEDO:

Para definir los lineamientos de la Inspección y Prueba de la norma NMX-CC-9001-IMNC-2000 "Sistema de Gestión de la Calidad", para un área de aseguramiento de calidad en una industria manufacturera, se documenta e implementan los siguientes puntos:

- 7.1 Planificación de la realización del producto.
- 7.4.3. Verificación de los productos comprados (No incluido).
- 7.5.3. Identificación y trazabilidad.
- 8.1. Generalidades de Medida, análisis y mejora.
- 8.2.4. Seguimiento y medición del producto.

Las inspecciones y pruebas de calidad respectivas en el proceso son efectuadas por los inspectores de proceso dependiendo en la etapa del mismo que ésta se realice (ver el respectivo plan de calidad en anexo I):

Para la transformación de la materia prima y comenzar la elaboración de los respectivos productos de fricción, se realizan las pruebas de Inspección y Prueba de los procesos y productos siguientes, que dan cumplimiento al punto **7.1 Planificación de la realización del producto**:

3.1 ÁREA DE TRANSFORMADO DE MATERIA PRIMA (EN HÚMEDO)

La respectiva inspección de materias primas en proceso, para el método en húmedo, es efectuada por el inspector de proceso una vez por turno laboral, detallándola de la siguiente forma:

En cualquier momento del turno el inspector de proceso toma 3 lotes de materias primas en proceso aleatoriamente y los pesa en la báscula del área de transformado de materias primas (abrasivos, aglomerantes, cargas, fibras y lubricantes), para confirmar el peso correcto requerido de dichas materias primas.

De estar correcto el peso de cada uno de los tres lotes seleccionados, se procede a sellar "OK" el registro de calidad respectivo del área de transformado de materia prima.

De no estar con el peso correcto uno solo de los lotes, se procede a inspeccionar al 100% los lotes de materia prima en proceso. Los lotes de materias primas en proceso fuera de la especificación requerida encontrados en la inspección se corrigen inmediatamente a su peso correcto.

La inspección del material aglomerante es efectuada por el inspector de proceso una vez cada turno laboral, y se lleva a cabo de la siguiente manera:

En cualquier momento del turno laboral el inspector de proceso toma un lote de material aglomerante aleatoriamente y lo pesa en la báscula de la misma área para confirmar el peso correcto de dicho lote.

De estar correcto el peso del lote seleccionado de material aglomerante, se procede a sellar "OK" el registro de calidad respectivo de dicho lote.

De no estar con el peso correcto, dicho lote de material aglomerante se procede a inspeccionar al 100% los lotes restantes. Dichos lotes del material aglomerante fuera de especificación encontrados en la inspección del proceso se corrigen inmediatamente a su peso correcto.

El inspector de proceso verifica visualmente la temperatura del producto resultante de mezclar mecánicamente en húmedo los materiales aglomerantes, fibrosos, cargas, lubricantes y abrasivos; antes de agregar el segundo de los materiales aglomerantes (en este caso particular un

fenol resínico modificado); esta temperatura es inspeccionada con un termómetro bimetálico montado en el equipo mezclador.

Es de suma importancia respetar la temperatura máxima de agregado del aglomerante 2, ya que de no ser así, la mezcla obtenida anteriormente perdería consistencia (Llamado comúnmente “cortarse”).

Una vez terminado el proceso de mezclado, se mide la viscosidad de la misma con un viscosímetro digital; debiendo cumplir un rango de viscosidad de 10,000 a 25,000 centipoises en un rango de 35°C a 45°C.

Finalmente, el inspector de proceso verifica visualmente la apariencia homogénea de la mezcla húmeda y de ser correcta (comparada contra una ayuda visual preparada exclusivamente para este fin), se procede a sellar “OK” el registro de calidad respectivo de dicha mezcla húmeda.

3.2 ÁREA DE IMPREGNADO DE CUERDAS

De acuerdo a la Patente U.S. 3,756,910 (4 de septiembre de 1973), W.B. Peters, Barnett (asignada a Johns-Manville Corp.)

Las cuerdas impregnadas con la mezcla friccionante son evaluadas por el inspector de proceso cuatro veces por turno laboral para corroborar el peso de impregnado por metro.

El inspector del proceso procede a cortar 5 cuerdas impregnadas de un metro, que en ese momento este saliendo del equipo de secado, e inmediatamente pesa individualmente dichas cuerdas en la báscula de pesado del área de impregnado; los datos de la inspección respectiva son registrados en el correspondiente formato del sistema de calidad (Referirse al Anexo II).

De encontrarse las cuerdas impregnadas dentro de la especificación requerida, se sella “OK” el registro de calidad correspondiente al área de impregnado de cuerdas.

Si dentro de las muestras (cuerdas impregnadas cortadas), existe una muestra con una variación menor a un gramo por metro o mayor un gramo por metro (de acuerdo a la especificación requerida); es decir, si la especificación de impregnado por metro es de 14 ± 1 gr/m y se encuentra una cuerda con peso menor a 13 gr/m o mayor a 15 gr/m, se procede a actuar conforme a lo establecido en el documento pertinente al “Control de Producto No Conforme” (Ver anexo III que da cumplimiento al requerimiento 8.3 de NMX-CC-9001-IMNC-2000 “Sistema de Gestión de la Calidad”), y se comunica al área de producción dicha no conformidad.

Una vez realizados los ajustes necesarios al proceso, el inspector de proceso espera a que “corran” aproximadamente treinta metros de cuerdas impregnadas para nuevamente tomar 5 muestras e inspeccionar y corroborar el peso de impregnado por metro.

El “producto no conforme” generado en esta etapa del proceso, es dosificado en una proporción no mayor al 10% del peso requerido en el reverso de las piezas fabricadas con producto OK (aprobado). Por ejemplo, si una pieza requiere 250 gramos de peso, sólo se deben agregar como máximo 25 gramos.

3.3 ÁREA DE TEJIDO DE CUERDAS IMPREGNADAS

Las cuerdas impregnadas con la mezcla friccionante son procesadas en el área de tejido, y el inspector del proceso evalúa el subproducto tejido de la siguiente manera:

3.3.1 Diámetro del subproducto

El inspector del proceso evalúa el subproducto en esta área 4 veces por turno por cada una de la maquinaria que se encuentre laborando, primeramente comparándola visualmente con

la plantilla respectiva del número específico de parte. El subproducto se recarga manualmente con dicha plantilla y las partes exteriores e interiores deben coincidir de manera aproximada.

3.3.2 Apariencia del tejido del subproducto

El inspector del proceso verifica visualmente que la apariencia del tejido del subproducto sea el correcto comparado contra la ayuda visual respectiva.

3.3.3 Peso del subproducto

Una vez tejido el subproducto el inspector de proceso verifica que el peso de dicho subproducto se encuentre dentro de la especificación requerida. Se toman cinco muestras de subproducto 4 veces por turno y se procede a pesar cada una de estas en la báscula respectiva de la maquinaria

De no cumplirse con lo descrito en los incisos anteriores, el inspector de proceso notifica por medio de un "Reporte General de Procesos y/o Productos No Conformes" al supervisor de producción de dicha área de tejido, para que se realicen los ajustes necesarios a la maquinaria de tejido, y en el momento pertinente recuperar y reciclar el subproducto en una proporción no mayor al 10% del peso requerido en el reverso de las piezas fabricadas con producto OK (aprobado).

3.4 ÁREA DE TERMOFORMADO

El inspector de proceso verifica visualmente en el equipo de termoformado las siguientes características y parámetros dos veces por turno.

Se deben inspeccionar y verificar los parámetros del equipo de termoformado en los respectivos indicadores:

- Presión Hidráulica
- Presión del Vapor, y
- Temperatura del Vapor

En caso de encontrarse las mangueras de vapor obstruidas, fugas de vapor, herramientas maltratadas o el equipo sucio, se debe reportar inmediatamente al área de producción para que se corrija la anomalía y el proceso continúe correctamente.

Se elige aleatoriamente uno de los equipos y se toman 5 muestras por cada uno de los diferentes subproductos procesados, realizando una inspección visual a dichas muestras. Estas deben cumplir con la apariencia requerida comparada contra las respectivas ayudas visuales.

En caso de encontrarse algún subproducto no conforme, éste se separa del lote y se descuenta en el registro de calidad respectivo del área. Al no cumplir con el correcto termoformado, el subproducto es considerado como irre recuperable y se desecha posteriormente a su clasificación y contabilización.

3.4.1 Espesor del subproducto

El inspector de proceso procede a medir con un dispositivo micrométrico el espesor del subproducto termoformado en las muestras elegidas anteriormente, para verificar la correcta medida de dicho subproducto. Las mediciones obtenidas son anotadas en el respectivo registro de calidad del área.

En caso de encontrarse algún subproducto no conforme, éste se separa del lote y se descuenta en el registro de calidad respectivo del área. Además de que inmediatamente se deben reinspeccionar los herramientas utilizados, parámetros de proceso del equipo y características de la submateria prima (subproducto tejido).

El subproducto no conforme es clasificado y contabilizado por tipo de área de proceso y defecto para que al final de cada semana y mes se elabore un reporte gerencial de piezas no conformes en el proceso por cada tipo de subproducto. Esta actividad se efectúa en cada una de las etapas posteriores del proceso general de fabricación.

3.5 ÁREA DE VULCANIZADO

El inspector de proceso verifica en el área de vulcanizado de los subproductos las siguientes características:

En conjunto con el supervisor de producción, el inspector del proceso verifica y/o programa el dispositivo controlador electrónico del equipo de vulcanizado con los siguientes parámetros:

- Temperatura de arranque del equipo
- Velocidad de calentamiento de la cámara de vulcanizado
- Temperatura requerida de vulcanizado del subproducto
- Tiempo máximo de vulcanizado

Anotando dichos datos en el registro respectivo de aseguramiento de calidad.

Una vez encendido el equipo de vulcanizado el inspector de proceso verifica y registra cada 15 minutos las temperaturas en los indicadores respectivos en el registro pertinente del área de aseguramiento de calidad. Además de inspeccionar visualmente el correcto trazado de la grafica del equipo de vulcanizado.

De presentarse alguna anomalía en el proceso de vulcanizado, debe entregarse al laboratorio una pieza por cada una de las áreas de la cámara de vulcanizado al espesor nominal final y evaluar el nivel de vulcanizado del subproducto mediante cada una de las siguientes pruebas de funcionalidad:

- “Determinación del Coeficiente de Fricción y desgaste en materiales de fricción de uso automotriz, agrícola e industrial utilizando la máquina FAST (Friction Assesment Secreening Test)” (NOM-D-153-1979).
- “Determinación de la Resistencia al Estallamiento por Centrifugación en pastas de fricción para embrague de uso automotriz” (DGN-D-115-1976).
- “Determinación de Dureza en pastillas de freno y pastas para embrague automotriz (Method of Hardness test for brake linings, pads and clutch facing of automobiles” Japanese Industrial Standard)” (JIS D 4421 1987).

Mientras se efectúan dichas pruebas, el producto puede ser procesado “normalmente”, con la única salvedad de no dejarlas al espesor nominal final (ver inciso 3.9 Desbaste final), por si se requiere efectuar algún reproceso de vulcanizado.

3.6 ÁREA DE DESBASTE INICIAL

El inspector de proceso verifica el subproducto en la etapa de desbaste inicial cinco veces por turno para verificar que el subproducto no sea rebajado a más o a menos de la especificación requerida, para evitar problemas de rebaba dura (desbaste menor a lo especificado); o de apariencia (si es desbastado por arriba de lo especificado).

3.7 ÁREA DE SUAJADO DE REBABA

Realizado el desbaste inicial del subproducto, éste pasa al equipo de suajado de rebaba para eliminar la misma.

El inspector de proceso verifica visualmente que el suaje correspondiente al subproducto procesado sea montado y alineado correctamente en el equipo, para que al realizar la operación el

subproducto no sea mordido. Una vez montado y alineado el equipo, se inspeccionan las primeras cinco piezas procesadas para asegurar que no exista subproducto no conforme.

Para el subproducto, para el cual no existe suaje correspondiente, la operación de retirado de rebaba se realiza manualmente auxiliándose con cuchillas metálicas montadas en una mesa de trabajo.

La inspección se lleva a cabo eligiendo aleatoriamente a un operador y lote, tomándose cinco muestras y revisándolas visualmente comparándolas con las ayudas visuales de dicha etapa del proceso.

En caso de encontrarse algún subproducto no conforme, éste es retirado del lote y descontado en el respectivo registro de calidad. El subproducto no conforme retirado es clasificado y contabilizado.

3.8 ÁREA DE CEPILLADO DE DIÁMETROS

El subproducto una vez terminado de suajar o rebabear de sus diámetros exterior e interior, es trasladado al área de cepillos para mecánicamente eliminar el resto de las pequeñas rebabas (no eliminadas en las etapas anteriores).

El inspector del proceso verifica visualmente dos veces por turno que en el área de cepillado no se lastimen los diámetros exterior e interior del subproducto. Para ello, elige cinco piezas por lote y las compara visualmente con la ayuda visual respectiva del área.

Para los productos de exportación se realiza la inspección dimensional de los diámetros exterior e interior para cumplir con la especificación requerida, siendo anotados los resultados de dicha inspección en el respectivo registro de calidad.

3.9 ÁREA DE DESBASTE FINAL

(A espesor de especificación de producto terminado)

Una vez terminada la operación de cepillado de diámetros el producto se traslada al área del equipo de "rectificado" para proceder al desbaste final. La especificación de "paralelismo" solicitada por los clientes es de 0.003" (tres milésimas de pulgada), entre uno y otro extremo de la pieza rectificadora.

El inspector de proceso verifica el subproducto en la etapa de desbaste final cinco veces por turno para verificar que el subproducto no sea rebajado más o menos de la especificación requerida. Para esto se auxilia de un micrómetro digital de espesores y se realizan cinco lecturas a lo largo de la pista del producto y estos se registran en la respectiva "Gráfica X-R" del área de rectificado.

Estas mediciones son utilizadas para medir el paralelismo en el subproducto, registrándose la lectura mayor y menor. Por ejemplo:

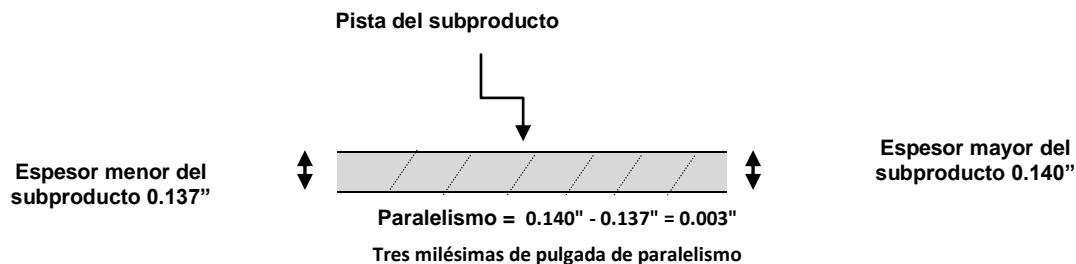


Figura 1: Esquema representativo del concepto de paralelismo

Una vez que se ha llegado al espesor especificado requerido para cada uno de los diferentes números de parte en el desbastado final, el inspector de proceso inspecciona cinco veces por turno los lotes terminados tomando cinco piezas aleatoriamente y tomando una lectura por pieza. Los resultados obtenidos de cada una de las lecturas son registrados en la respectiva "Gráfica X-R" del área de rectificado, para posteriormente construir la gráfica en el mismo formato con el promedio del resultado de cada una de las cinco muestras.

Si el equipo rectificador presenta un paralelismo fuera de la especificación requerida para el subproducto final (tres milésimas de pulgada), el inspector de calidad está con la autoridad de notificar al supervisor de producción de la anomalía presentada en dicho equipo, mediante lo establecido en el documento pertinente al "Control de Producto No Conforme".

Una vez realizados los ajustes necesarios al equipo de rectificado por el departamento de mantenimiento, conjuntamente con el supervisor de producción, el inspector de calidad inspecciona y verifica el subproducto como se indica en los primeros dos párrafos de este inciso. Para corroborar el correcto ajuste del equipo en lo referente al paralelismo del subproducto.

3.10 ÁREA DE PERFORADO

El objetivo final de los siguientes dos subprocesos es el de barrenar adecuadamente la pista del subproducto, y para este fin se cuenta con dos métodos:

3.10.1 Troquelado

Una vez terminado de desbastar el subproducto a su espesor final nominal, éste es trasladado al área de la prensa troqueladora (siempre y cuando exista el herramental correspondiente al número de parte requerido). Una vez en esta área, el subproducto procesado es inspeccionado dimensionalmente y liberado mediante un formato específico de área de perforado para este subproceso (Dicho formato se muestra al final de este inciso).

Para garantizar un correcto troquelado del producto, es necesario dar un seguimiento al trabajo que realizan los herramientas usados en la prensa troqueladora (conocido comúnmente como "Golpes de Troquel"). Este seguimiento es realizado por el área de aseguramiento de calidad y consiste en lo siguiente:

El inspector de calidad, auxiliándose del reporte de producción de troquelado, contabiliza dichos golpes semanalmente y los reporta pertinentemente al área de Ingeniería del Producto para que, una vez llegados a los 15,000 golpes aproximados del herramental, éste sea afilado en el área de mantenimiento.

Esta misma instrucción se lleva a cabo para los herramientas conocidos como suaje; de acuerdo a lo descrito en el inciso 3.7

3.10.2 Perforado

Cuando se ha terminado de desbastar el subproducto al espesor final nominal, éste es trasladado al área de taladros perforadores. Una vez en esta área, el subproducto procesado es inspeccionado dimensionalmente y liberado de acuerdo a lo descrito en el primer párrafo de esta etapa del proceso general.

Las características a inspeccionar en estos subprocesos son las siguientes:

Inspección dimensional de diámetros de barreno: El inspector de calidad, auxiliándose con un calibrador vernier digital, inspecciona aleatoriamente cinco piezas por lote y toma una lectura por pieza de los diámetros de barreno chico y grande por cada uno de los números de parte troquelados. De troquelarse varios lotes del mismo número de parte, estos lotes se consideran como uno solo para registrarse en el formato de liberación de perforado de subproducto.

Inspección dimensional concentricidad de barrenos: El inspector de calidad auxiliándose con un calibrador vernier digital, inspecciona aleatoriamente cinco piezas y mide el desplazamiento de barrenos contra el diámetro exterior (conocido como concentricidad). La tolerancia máxima permitida para desplazamiento es de 0.015”.

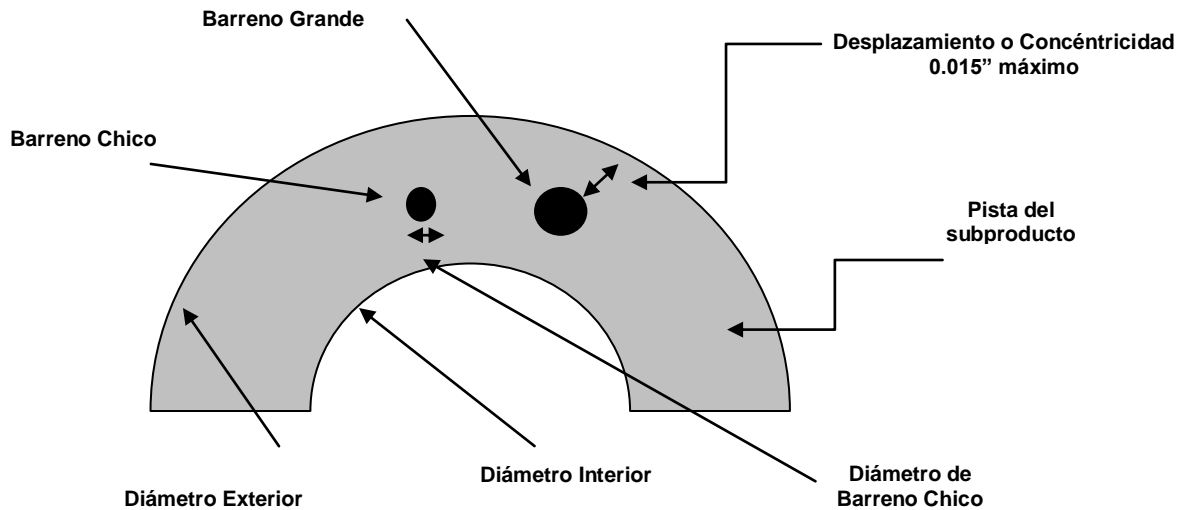


Figura 2: Inspección del perforado del subproducto

Inspección dimensional de diámetros exterior e interior: Esta se realiza auxiliándose de un calibrador vernier digital y midiendo en dos puntos diferentes de cada uno de los diámetros (preferentemente de forma cruzada).

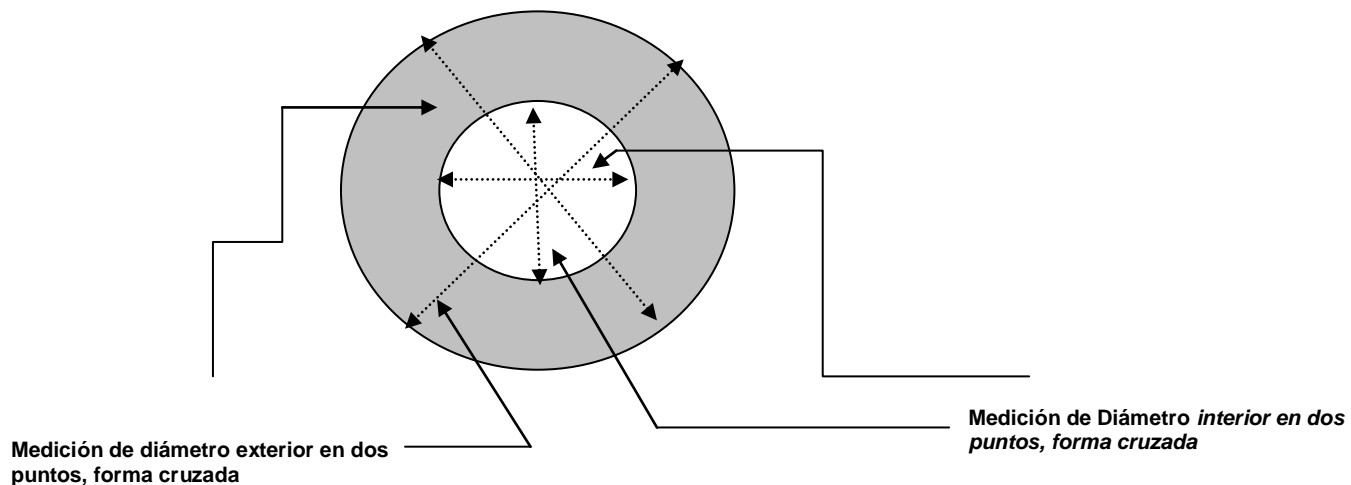


Figura 3: Inspección de diámetros exterior e interior del subproducto

Finalmente, las mediciones realizadas son registradas en el “Reporte de Troquelado / Perforado”, por ejemplo:

Para un diámetro exterior especificado de 7 pulgadas, se permite un diámetro exterior medido desde 6.985 pulgadas hasta 7.015 pulgadas (se tiene permitida una tolerancia de ± 0.015 pulgadas).

Así mismo, para los diámetros de barrenos chico y grande, se tiene una tolerancia de ± 0.005 pulgadas. Es decir, si se tiene una especificación de barreno chico de 0.203 pulgadas, se permiten diámetros desde 0.198 pulgadas hasta 0.208 pulgadas.

En el apartado de “DISPOSICIÓN” del formato, y de acuerdo a los resultados de las mediciones, es “ACEPTADO, DETENIDO o RECHAZADO” el proceso y así mismo el lote.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD REPORTE DE TROQUELADO / PERFORADO					
FECHA: _____		No. PARTE: _____		CANTIDAD: _____	
HORA: _____		No. LOTE: _____		DESTINO: _____	
TALADRO No: <input type="checkbox"/>			TROQUEL : <input type="checkbox"/>		
	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO (RANGO)	DISPOSICIÓN		
DIÁMETRO EXTERIOR:	± 0.015 "		ACEPTADO	DETENIDO	RECHAZADO
DIÁMETRO INTERIOR:	± 0.015 "				
BARRENO CHICO:	± 0.005 "				
BARRENO GRANDE:	± 0.005 "				
CONCENTRICIDAD:	0.015" Máximo				
CAPACIDAD DE HERRAMENTAL:					
LIBERACION DEL PROCESO					
LIBERACION DEL LOTE (S)					
OPERADOR (NOMBRE Y/O NÚMERO): _____			INSPECTOR (NOMBRE Y FIRMA): _____		
OBSERVACIONES: _____ _____ _____					

Figura 4: Formato para la inspección y liberación de las áreas de troquelado y perforado

En caso de encontrarse alguna anomalía en el proceso de troquelado y/o perforado (Diámetros de barreno, concentricidad, diámetros exterior y/o interior fuera de la especificación), éste es reportado al área de producción mediante lo establecido en el documento de “Control de Producto No Conforme”.

3.11 ÁREA DE AVELLANADO

El inspector de calidad verifica la altura de avellanado, una vez que se ha terminado de procesar el subproducto, cuatro veces por turno tomando cinco muestras por equipo (taladro avellanador).

Una vez avellanado el número de parte, el inspector de calidad, auxiliándose con un micrómetro digital de espesores, inspecciona cinco piezas en la altura de avellanado y toma una lectura por pieza por cada uno de los números de parte.

Así mismo, y auxiliándose del calibrador vernier, se mide el diámetro del avellanado de cada pieza seleccionada aleatoriamente.

Los resultados obtenidos de cada una de las lecturas son registrados en la respectiva “Gráfica X-R” del área de avellanado.

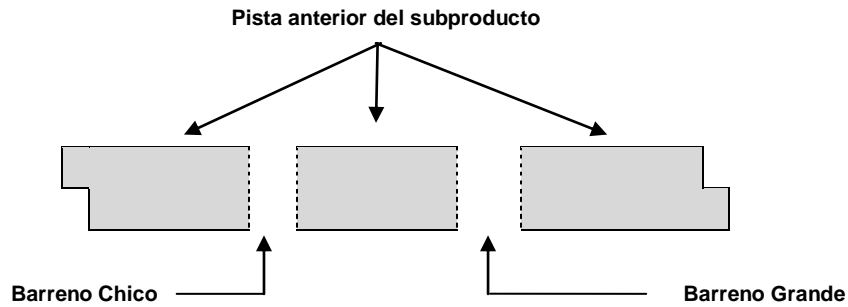


Figura 5-a: Corte transversal antes de la operación de avellanado

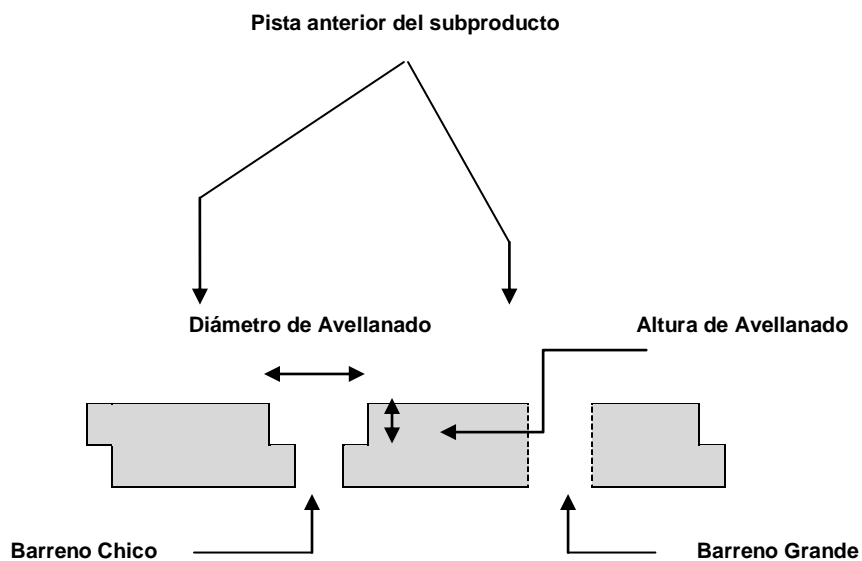


Figura 5-b: Corte transversal del subproducto después del avellanado

3.12 ÁREA DE PULIDO DE DIÁMETROS

El subproducto, una vez terminado de avellanar en todos y cada uno de los barrenos chicos, es trasladado al área de cepillos para mecánicamente dar brillo a los diámetros exterior e interior del subproducto. Lo anterior se logra utilizando ruedas de sisal untadas con una solución de “cera de Campeche”.

A su vez, el inspector de calidad verifica visualmente el correcto pulido de los diámetros exterior e interior. Este se ayuda con una muestra visual debidamente aprobada y dada de alta en el sistema de calidad.

Se realiza tomando una muestra de veinte a veinticinco piezas por lote y se inspecciona visualmente el correcto pulido haciendo girar las piezas sobre una mesa y revisando los diámetros exterior e interior. Esta actividad se desarrolla dos veces por turno

De no encontrarse adecuadamente pulido el subproducto, éste se regresa al área de pulido para terminar de pulir adecuadamente o en su caso quitar el exceso de cera.

3.13 ÁREA DE ENCAPSULADO DE FIBRAS

El subproducto una vez pulido es enviado al área de encapsulado de fibras de las cuerdas impregnadas que afloran en las etapas de desbaste inicial y final.

Este encapsulado se logra introduciendo pieza por pieza en una tina con una solución de alcohol polivinílico al 5%, durante un tiempo de residencia de un minuto aproximadamente.

Posteriormente se retiran las piezas de la tina y manualmente se le quita el exceso de líquido con un trapo y se tiende a secar al sol.

Una vez seco el subproducto, el inspector de calidad verifica visualmente, una vez por turno, que éste no presente grumos, burbujas de aire, obstrucción de barrenos en exceso. Se toman de 10 a 15 piezas por lote y se lleva a cabo la revisión visual.

De no encontrarse adecuadamente encapsulado el subproducto, éste se retrabaja para eliminar los excesos de grumos, burbujas de aire u obstrucción de barrenos.

4. INSPECCIÓN Y PRUEBA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE FRICCIÓN EN SECO:

4.1 ÁREA DE TRANSFORMADO DE MATERIA PRIMA (EN SECO)

En este método de producción comparado contra el conocido como húmedo, la diferencia más notable es el mismo proceso de mezclado. En éste se agregan todos los ingredientes en seco, como se menciona en la patente **U.S. 4,137,214 (30 de enero de 1979), Henry A. Sochalski, Trenton, N.J. (asignada a Thiokol Corporation, Newton, Pa.)**.

El objetivo de este subproducto (conocido como producto moldeado), es el de realizar un material más económico (reducción de costos) y aprovechar los desechos generados en la producción de productos de fricción por vía húmeda (punto de vista ecológico), sin descuidar el nivel de calidad del producto moldeado.

4.2 ÁREA DE TRANSFORMADO DE DESECHOS DE PRODUCTOS DE FRICCIÓN POR VÍA HÚMEDA

Los desechos (léase rebabas) generados en las etapas de suajado de rebaba, corte de orilla manual y botones generados en el troquelado del subproducto (inciso 3.7 y 3.10 respectivamente), son separados y recuperados para elaborar una submateria prima, conocida como pellet, mediante un molino triturador y que permite abrir las rebabas y formar un tipo de fibra que sirve de refuerzo para el cuerpo del producto de fricción.

Lo anterior se logra con un herramental del molino triturador, llamado criba con perforaciones de dos milímetros de diámetro.

La inspección de la fibra molida de pellet se efectúa por el inspector de calidad que verifica visualmente, una vez por turno, la correcta elaboración de la misma.

Una vez molida la fibra, el inspector de calidad toma una muestra de la misma fibra y la compara visualmente contra la ayuda visual correspondiente del área.

De encontrarse la submateria prima en condiciones "OK", se procede a sellar el registro correspondiente de la misma área de proceso.

De encontrarse residuos de material o fibra mal molida se realiza el respectivo "Reporte de Productos No Conformes", de acuerdo a lo establecido en el documento de "Control de Producto No Conforme"; y se retrabaja la submateria prima hasta lograr la consistencia especificada en la respectiva ayuda visual.

4.3 ÁREA DE MEZCLADO DE MATERIAS PRIMAS PARA EL PROCESO FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE FRICCIÓN POR VÍA SECA

La respectiva inspección de pesado y agregado de materias primas en esta etapa del proceso es efectuada por el inspector de proceso una vez por turno laboral (o en su defecto cuando se realice la mezcla), realizándola de la forma que se describe en el inciso 3.1 Área de transformado de materia prima (en húmedo), con la excepción de los últimos tres párrafos del inciso, en los cuales se describe la etapa húmeda de dicha mezcla.

4.4 ÁREA DE PASTILLADO DE SUBPRODUCTO MOLDEADO

Mediante un equipo hidráulico, conocido como "pastilladora", la mezcla producida en la etapa anterior de este proceso es transformada en una pieza con la figura de "dona" llamada "pastilla", a la cual se le realizan las inspecciones correspondientes, que se detallan a continuación.

El inspector de calidad toma cinco muestras aleatoriamente de pastillas de un lote para proceder a inspeccionar el peso y paralelismo de la misma pastilla; una vez por turno.

La inspección del peso de pastilla se realiza de acuerdo a lo descrito en el inciso 3.3 Peso del subproducto del tejido de cuerdas impregnadas.

La inspección del paralelismo de la pastilla se realiza de acuerdo a lo descrito en el inciso 3.9 Desbaste Final. Para esta etapa del proceso la tolerancia de paralelismo, y por tratarse de otro tipo de proceso, debe ser no mayor a 0.040" (cuarenta milésimas de pulgada).

De encontrarse fuera de especificación el peso de pastilla y/o el paralelismo, el inspector de calidad realiza el respectivo "Reporte de Productos No Conformes", de acuerdo a lo establecido en el documento de "Control de Producto No Conforme"; y se procede a la destrucción de las pastillas no conformes, para que se muelan en el molino triturador (con una criba perforada a siete milímetros de diámetro). Y recuperar el material molido en una mezcla nueva en una proporción no mayor del 5% en peso total de dicha mezcla nueva.

Inspección subsecuente de la fabricación del material moldeado

Este subproducto sigue el orden de las etapas descritas en la inspección y prueba del proceso de fabricación de productos de fricción en húmedo; con la excepción del vulcanizado (3.5) y encapsulado de fibras (3.12). Estas no son necesarias para este tipo de material, debido a su naturaleza y proceso de fabricación.

5. INSPECCIÓN Y PRUEBA DE LOS PRODUCTOS DE FRICCIÓN TERMINADOS

El departamento de producción entrega los lotes de producto terminado, cada uno con su respectiva “Orden de Producción”, al responsable del área, el Inspector del Producto Terminado.

La Orden de Producción es el registro de calidad emitido por el departamento de producción, con el cual se hace posible la realización del producto (o subproductos) desde la etapa de tejido de cuerdas impregnadas. En esta orden es posible conocer desde el material con el que se fabricará el producto (tejido o moldeado, por ejemplo); cantidad de piezas a fabricar por cada lote, el mismo número de lote del producto, el número de parte, destino final del producto (importación o nacional) y, más detalladamente las características dimensionales, hasta el herramental y equipo con el cual ese debe manufacturar el mismo.

Es en este registro de calidad, donde se anotan etapa a etapa las piezas manufacturadas correctamente bajo la especificación requerida y, aquellas que no cumplen dicha especificación (producto no conforme), las cuales son descontadas del total fabricadas.

5.1 INSPECCIÓN Y PRUEBA DE LA APARIENCIA DEL PRODUCTO TERMINADO

Una vez entregados los lotes de producto terminado, el inspector de producto terminado procede a realizar la inspección visual de la apariencia del producto terminado.

La inspección visual del producto terminado se realiza a todas y cada una de las piezas y todos y cada uno de los lotes al 100%, y se verifican las siguientes características (comparándolas contra las muestras físicas del área de Inspección de Producto Terminado):

- Aberturas excesivas de cuerdas impregnadas
- Apariencia negra del producto
- Contaminadas con grasa y/o cera
- Desmoronamiento del material en la pieza
- Ampulamiento
- Lastimadas de los diámetros y/o pista
- Estrellamiento de los barrenos
- Falta de perforado y/o avellanados
- Resanadas con mezcla húmeda
- Porosidad en pista
- Exceso de rebabas en diámetros
- Rotas
- Contaminadas con cualquier otro material
- Lastimadas de diámetros exterior y/o interior
- Grandes o chicas de diámetros
- Falta de material
- Llevadas en desbaste
- Despostillamiento
- Mala dosificación (mezcla en seco)

Las piezas con cualquiera de los anteriores defectos críticos no recuperables son registradas como piezas no conformes del lote correspondiente inspeccionado, en el “Reporte de Inspección de Producto Terminado”.

Dichas piezas no conformes son entregadas al final de cada turno al inspector del proceso, y éste las clasifica de acuerdo al tipo de defecto individual conjuntamente con las piezas defectuosas retiradas en la inspección del proceso.

5.2 INSPECCIÓN Y PRUEBA DIMENSIONAL DEL PRODUCTO TERMINADO

Una vez entregados los lotes de producto terminado el inspector de producto terminado procede a realizar la inspección dimensional de tal producto. Esta se lleva a cabo tomando aleatoriamente 5 piezas de cada uno de los lotes y midiendo cada una de las características del producto.

5.2.1 DIÁMETROS DE BARRENO CHICO Y GRANDE

Esta inspección se lleva a cabo como lo refiere el apartado 3.10 Perforado y Troquelado.

5.2.2 ALTURA Y DIÁMETRO DE AVELLANADO

Esta inspección se lleva a cabo como lo refiere el apartado 3.11 Inspección de Área de Avellanado.

5.2.3 ESPESOR Y PARALELISMO

Esta inspección se lleva a cabo como lo refiere el apartado 3.9 Inspección de Área de Desbaste Final.

Todas estas inspecciones dimensionales son registradas en el “Reporte de Inspección de Producto Terminado” (Dicho formato se muestra al final de este inciso).

Así mismo, se registran el número de parte, destino (nacional o exportación), tamaño del lote (número de piezas), número de lote, tamaño de la muestra (generalmente 5 piezas por lote), y resultado de la inspección de apariencia (OK al 100%).

Finalmente, y después de registrar los resultados dimensionales, es otorgada la disposición del lote como: “**ACEPTADO (A), DETENIDO (D) O RECHAZADO (R)**”

6. IDENTIFICADO DEL PRODUCTO TERMINADO

Para dar cumplimiento al requisito **7.5.3 Identificación y Trazabilidad** de la norma de calidad NMX-CC-9001:2000 IMNC (ISO 9001:2000), el producto y sus respectivos subproductos son apropiadamente identificados por los medios adecuados a través de todas las etapas de la manufactura de los mismos.

Lo anterior exige que desde la recepción de las materias primas hasta la entrega del producto terminado al cliente final, se debe tener una adecuada nomenclatura de identificación y en este caso particular es la ya mencionada “**Orden de Producción**”.

Además de que la trazabilidad proporciona una herramienta que ayuda a rastrear en forma retrospectiva todas las etapas de fabricación (y las condiciones específicas de dichos subprocesos), en caso de una no conformidad o reclamación de los clientes externos.

En dicha orden de producción es posible identificar el estado del producto con respecto a los requisitos de seguimiento y medición específicos. Es decir, en este documento se sabe si el producto esta listo (o liberado) para la o las subsiguientes etapas del proceso.

Una vez inspeccionado y aprobado el producto terminado, se identifica de acuerdo a su número de parte individual por medio de una etiqueta adherible, en la parte posterior del mismo producto terminado.

Esta es colocada por medio de un dispositivo etiquetador mecánico manual (etiquetadora), el cual tiene una serie de bandas internas superiores e inferiores; las cuales son movibles y permiten el acomodo de letras y números para la adecuada identificación del producto terminado y cubrir los requisitos solicitados por cada uno de los clientes externos.

En la mencionada orden de producción se designa el cliente final al cual se destina el producto terminado. Algunos de los clientes nacionales son las respectivas armadoras de automóviles y, para clientes de exportación regularmente es mercado de repuesto (refacción) de Estados Unidos de América y Centroamérica.

Por lo cual es necesario utilizar la respectiva etiqueta con el logotipo de cada una de las marcas automotrices.

El operador de etiquetado, basándose en los datos plasmados en la orden de producción individual, arregla manualmente las bandas de la etiquetadora de la siguiente forma:

6.1 ARREGLO SUPERIOR

Para la fecha de elaboración del producto terminado se toman las cuatro primeras bandas superiores, acomodando el último dígito del año corriente primeramente y enseguida el día corriente laboral; por ejemplo para el día 22 de junio del año 2008, el arreglo será el siguiente 8174:

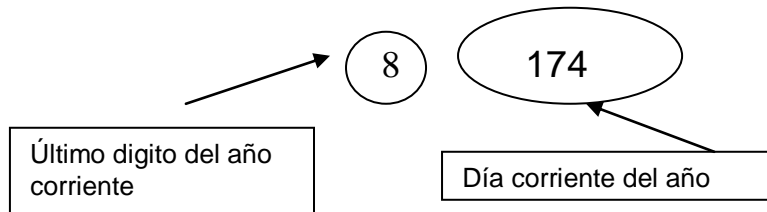


Figura 7: Arreglo superior de las bandas de etiquetadora (Fecha de elaboración)

Para el número de lote se toman las siguientes cuatro bandas superiores (el número de lote viene designado en la respectiva orden de producción); por ejemplo, número de lote 7666.

6.2 ARREGLO INFERIOR

En esta parte de la identificación se coloca directamente el número de parte del producto terminado. Es decir, para una pieza que va destinada a un vehículo automotor Volkswagen es identificada con un número de parte 736-VW.

Finalmente, la etiqueta presentaría el siguiente arreglo para su colocación en la pista posterior del producto terminado.

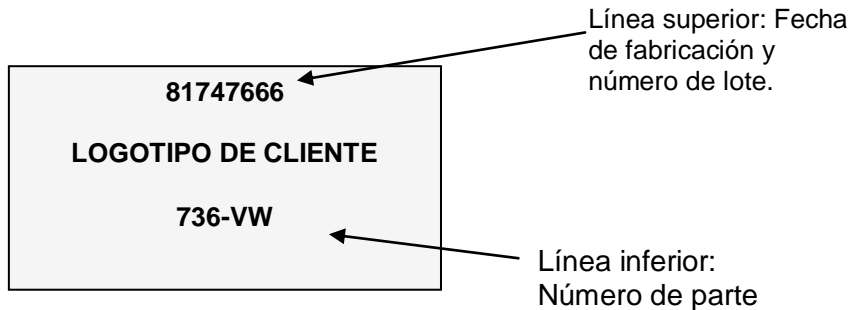


Figura 8: Arreglo completo de etiqueta de identificado del producto terminado

Esta operación se realiza por cada uno de los lotes y cada una de las piezas inspeccionadas y aprobadas en esta etapa del proceso de fabricación.

Para asegurar el correcto identificado del producto terminado, una de las etiquetas es colocada en la respectiva orden de producción para comparar el correcto arreglo de los datos de una contra otra.

6.3. ENTREGA DEL PRODUCTO TERMINADO

El producto terminado es entregado al almacén de ventas, una vez que el producto ha sido previa y correctamente identificado y pesado, mediante el respectivo reporte de entrada de producto terminado.

Con esta operación se dan por concluidas las actividades del área de aseguramiento de calidad dentro de una empresa dedicada a la fabricación de productos de fricción. Solamente se abordó el destinado a la transmisión de energía en un vehículo automotriz, conocido como embrague o clutch.

CONCLUSIÓN

El presente Trabajo Profesional cumple el objetivo de implementar una serie de pasos para inspeccionar y probar el proceso de fabricación de productos de fricción basados en la norma "ISO 9001:2000 - Sistemas de Gestión de la Calidad: Requisitos", que si bien se aplica en términos generales; sirve para que las nuevas generaciones de alumnos de la carrera de ingeniería química cuenten con elementos básicos para ampliar sus conocimientos y mejorar estos.

De igual forma, el presente trabajo aporta una guía para eficientar recursos en el proceso de inspección y prueba en la fabricación de un producto, que garantizará la calidad del mismo.

¿Qué demuestra este Trabajo Profesional? Que la aplicación de la norma "ISO 9001:2000 - Sistemas de Gestión de la Calidad: Requisitos" en el área de aseguramiento de calidad de una empresa de transformación, es resultado de un proceso de planeación y ejecución de la misma, y gracias a esto se ha logrado, entre los siguientes beneficios:

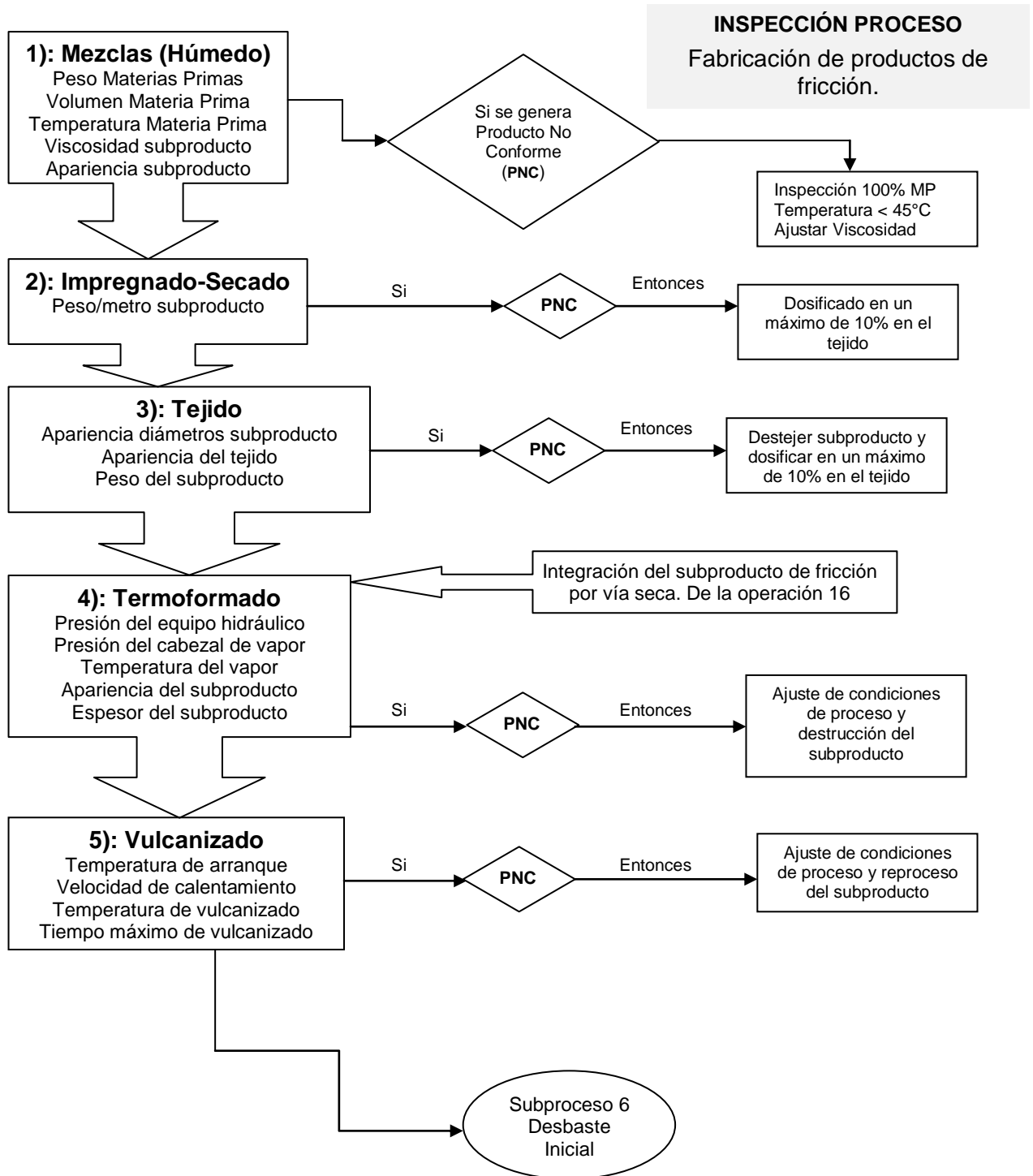
- Una metodología confiable para la inspección y prueba en la fabricación de productos de fricción en húmedo y en seco
- Ordenar las áreas de producción
- Optimizar recursos
- Garantizar que los procesos de producción se realizan siempre de la misma manera
- Propiciar la mejora continua de los mismos procesos
- Beneficiar al producto terminado final
- Satisfacer a los clientes
- Reducir costos de fabricación
- Estandarizar procesos
- Ampliar la competitividad de la empresa
- Mantener la vigencia en el mercado
- Eliminar procesos innecesarios
- Uso de técnicas estadísticas para el control, análisis y mejora de procesos
- Garantizar que un proceso, y por lo tanto un producto, cumpla con estándares de calidad internacionales, lo que permite ampliar la distribución y venta del producto

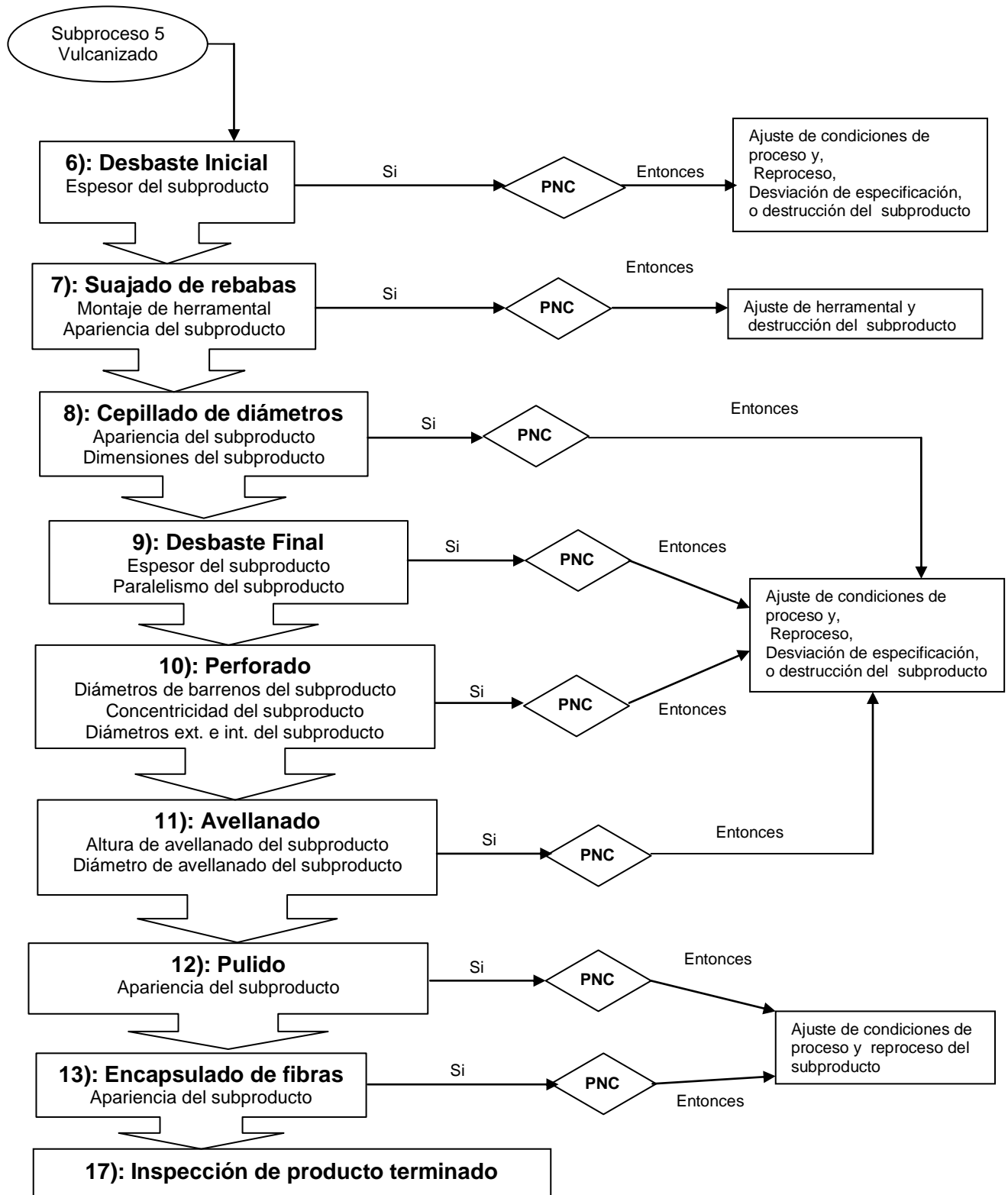
Finalmente, los conocimientos adquiridos al cursar la carrera de ingeniería química facilitaron la implementación de la misma norma en el proceso de Inspección y Prueba de la fabricación de productos de fricción, ya que han permitido:

- Comprensión e interpretación de normas de diversos caracteres
- Permeable las ideas de manera más sencilla a otras personas
- Romper, no sin mucho esfuerzo, la resistencia al cambio
- Aplicar metodologías científicas, estadísticas y matemáticas que permiten recolectar información (datos) con mayor facilidad, analizar la misma y, por lo tanto, hacer propuestas de mejora.
- Mejorar los procesos de capacitación del personal a todo nivel.

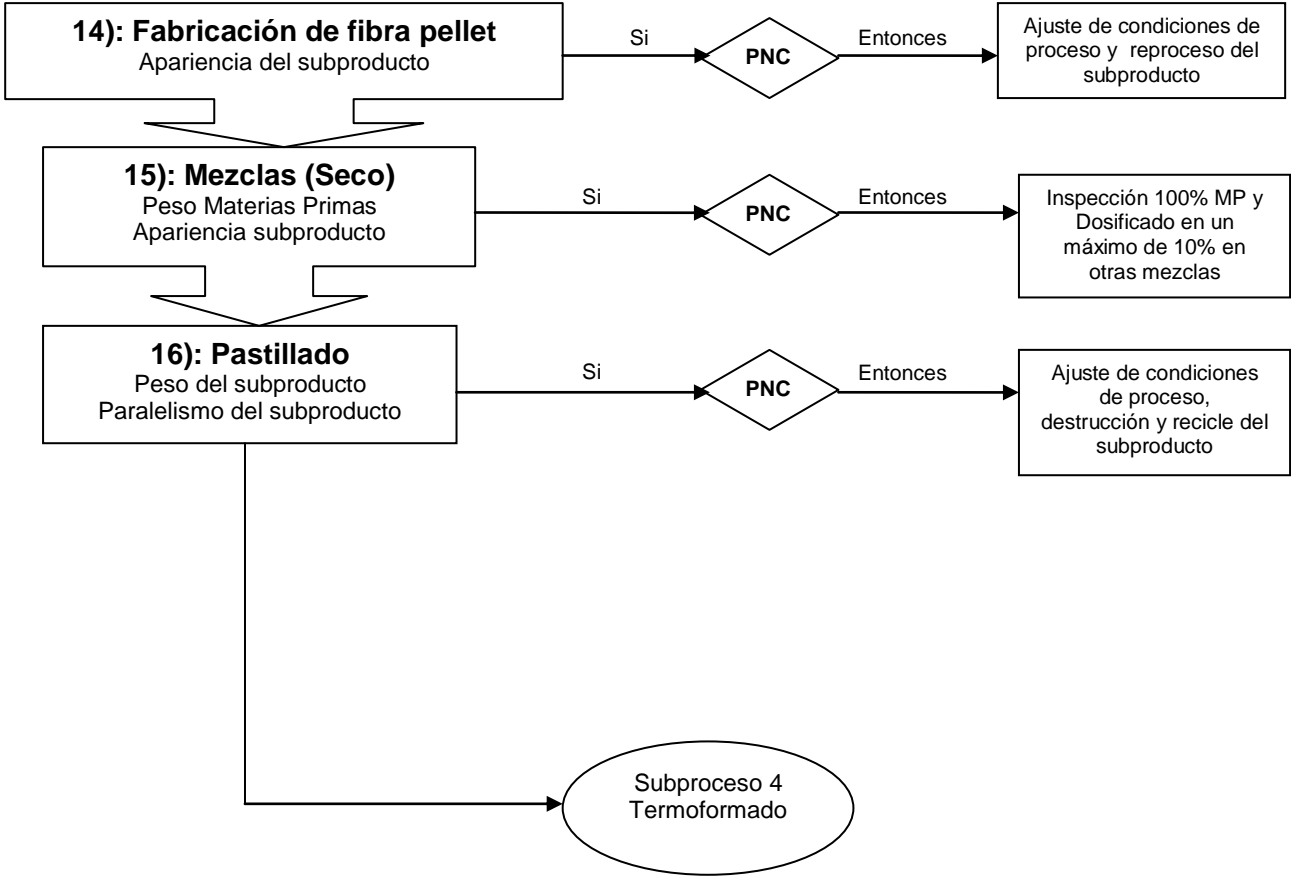
ANEXO I

“DIAGRAMA DE FLUJO Y PLAN DE CALIDAD PARA LA INSPECCIÓN Y PRUEBA EN LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE FRICCIÓN”

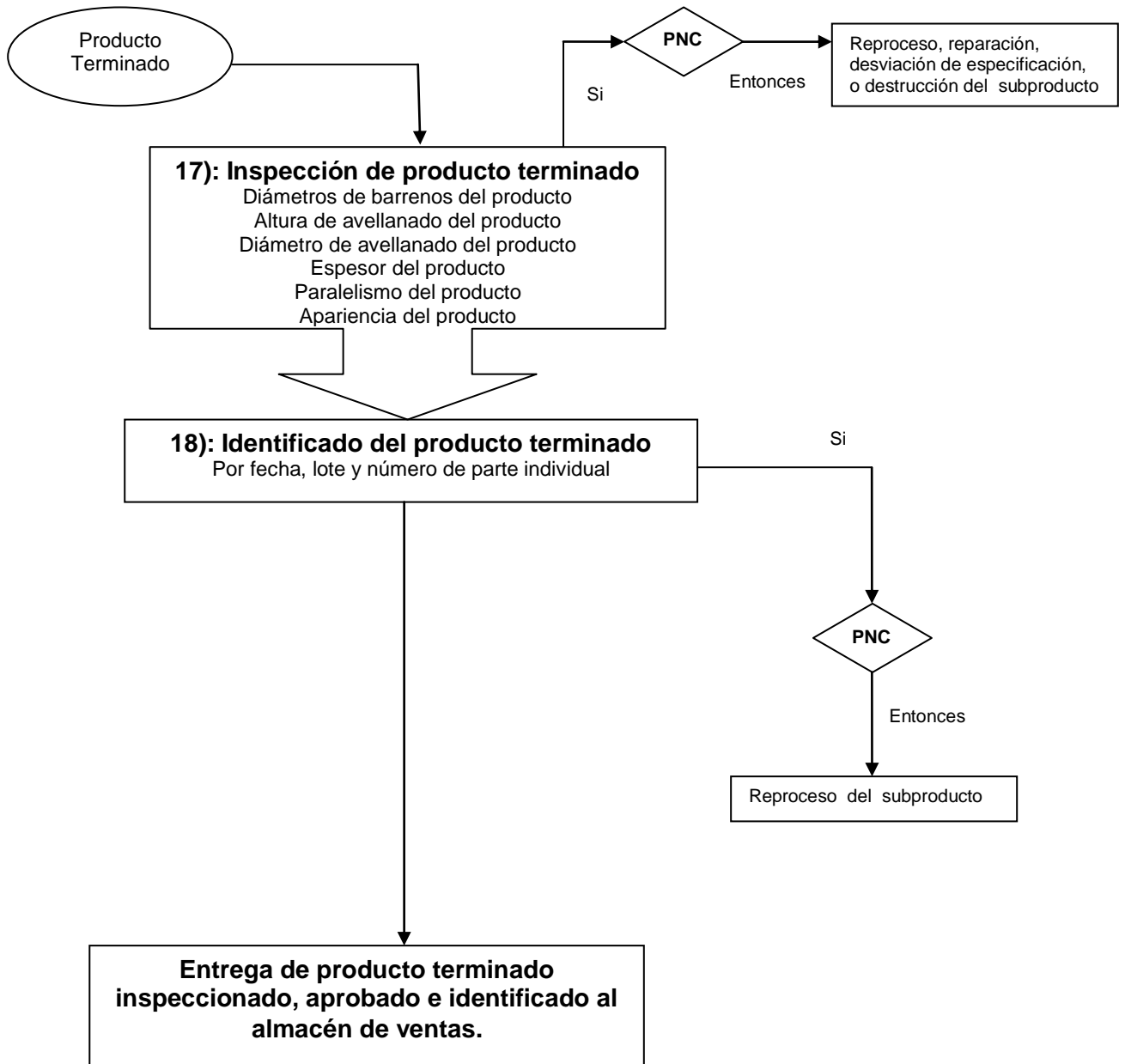




INSPECCIÓN PROCESO
Fabricación de productos de fricción.
Subprocesos por vía seca



INSPECCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO



PLAN DE CALIDAD PARA LA INSPECCIÓN Y PRUEBA DE LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE FRICCIÓN POR VÍAS HÚMEDA Y SECA

No. De Operación en Diagrama de Flujo	Etapa del proceso o descripción de la operación	Característica		Variable por controlar	Especificaciones del Producto/Proceso	Frecuencia de Inspección	Instructivo de trabajo	Equipo de medición	Responsable de medición	Tipo de liberación	Método de control	Plan de Reacción		
		Producto	Proceso											
1	MEZCLAS (EN HÚMEDO)	X		Peso Mat Prima	Master polimérico 80 ± 0.1 kg	1 vez por turno	AC-01-I-01 Aseg Calidad	Bascula Digital	Inspector de proceso	Sello en registro	Prod No Conforme	Inspección 100% y ajuste		
		X		Volumén Mat Prima	Solvente Orgánico 350 ± 10 Litros	"	"	"	"	"	"	"	"	
		X		Peso Mat Prima	Carga Fibrosa 1 8 ± 0.05 kg	"	"	"	Bascula Digital	"	"	"	"	
		X		"	Carga Fibrosa 2 16.5 ± 0.15 kg	"	"	"	"	"	"	"	"	
		X		"	Carga Fibrosa 3 5.4 ± 0.05 kg	"	"	"	"	"	"	"	"	
		X		"	Carga Fibrosa 4 13.5 ± 0.15 kg	"	"	"	"	"	"	"	"	
		X		"	Carga Fibrosa 5 25 ± 0.25 kg	"	"	"	"	"	"	"	"	
		X		"	Carga Fibrosa 6 16.5 ± 0.1 kg	"	"	"	"	"	"	"	"	
		X		"	Carga Fibrosa 7 2.1 ± 0.1 kg	"	"	"	"	"	"	"	"	
		X		"	Carga Fibrosa 8 43 ± 0.1 kg	"	"	"	"	"	"	"	"	
		X		"	Carga Lubricante 13.5 ± 0.05 kg	"	"	"	"	"	"	"	"	
		X		"	Carga Vulcanizante 1 24.9 ± 0.1 kg	"	"	"	"	"	"	"	"	
		X		"	Carga Vulcanizante 2 3 ± 0.03 kg	"	"	"	"	"	"	"	"	
		X		"	Carga Abrasiva 13.5 ± 0.2 kg	"	"	"	"	"	"	"	"	
		X		"	Carga Aglomerante 1 3.6 ± 0.002 kg	"	"	"	"	"	"	"	"	
		X		"	Carga Aglomerante 2 24.6 ± 0.1 kg	"	"	"	"	Bascula Digital	"	"	"	
		X		X	Temperatura	< 45°C	"	"	"	Term Bimet	"	"	"	Detener Proc
		X			Viscosidad	10,000 - 45,000 cps @ 25°C - 35°C	"	"	"	Viscosímetro Digital	"	"	"	Detener Prod
X			Apariencia	Visual	"	"	"	Visual	"	"	"	"		

Figura 9-a: Plan de calidad para la inspección y prueba de la fabricación de productos de fricción por vías húmedas y seca

PLAN DE CALIDAD PARA LA INSPECCIÓN Y PRUEBA DE LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE FRICCIÓN POR VÍAS HÚMEDA Y SECA

No. De Operación en Diagrama de Flujo	Etapa del proceso o descripción de la operación	Característica		Variable por controlar	Especificaciones del Producto/Proceso	Frecuencia de Inspección	Instructivo de trabajo	Equipo de medición	Responsable de medición	Tipo de liberación	Método de control	Plan de Reacción
		Producto	Proceso									
2	IMPREGNADO-SECADO	X		Peso/m subproducto	18 ± 1 gr/m	4 veces por turno	AC-01-I-01 Aseg Calidad	Bascula Digital	Inspector de proceso	Sello en registro	Gráfico X-R	10% en prod OK
3	TEJIDO	X		Apariencia Diámetros	Contra plantillas OK y no. de parte	"	"	Comparación visual	"	"	Prod No Conforme	Destejer y reciclar
		X		Apariencia tejido	Contra ayuda visual OK	"	"	"	"	"	"	"
		X		Peso del subproducto	Contra especificación y no. de parte indiv	"	"	Bascula Digital	"	"	Gráfico X-R	Retrabajar peso
4	TERMOFORMADO		X	Presión Hidráulica	180 ± 5 psi	2 veces por turno	"	Manómetro	"	"	Prod No Conforme	Inspección 100% y destrucción
			X	Presión de vapor	120 ± 5 psi	"	"	"	"	"	"	"
			X	Temperatura de vapor	150 ± 5°C	"	"	Termómetro	"	"	"	"
		X		Apariencia	Visual	"	"	Visual	"	"	"	"
		X		Espesor del subproducto	Contra especificación y no. de parte indiv + 0.015"	"	"	Micrómetro Digital	"	"	Gráfico X-R Indiv	"
5	VULCANIZADO		X	Temperatura de arranque	< 30°C o temp ambiente	Cada 15 minutos	"	Termópares y gráfico	"	Gráfico y reg de temps	Prod No Conforme	Retrabajo o destrucción
			X	Velocidad de calentamiento	5°C/min	"	"	"	"	"	"	"
			X	Temperatura de vulcanizado	270 ± 3°C	"	"	"	"	"	"	"
			X	Tiempo max de vulcanizado	150 + 5 min máx	"	"	"	"	"	"	"
6	DESBASTE INICIAL	X		Espesor del subproducto	Contra especificación y no. de parte indiv máximo 0.010"	5 veces por turno	"	Micrómetro Digital	"	Sello en registro	Gráfico X-R	Inspección 100% y destrucción
7	SUAJADO DE REBABAS (Y MANUAL)		X	Montaje de herramental	Contra posiciones en maquinaria	Cada montaje	"	Comparación visual	"	"	Prod No Conforme	Nva Inspección de montaje
		X		Apariencia del subproducto	Contra ayuda visual OK	" y 5 pzas por lote	"	"	"	"	"	Inspección 100% y destrucción

Figura 9-b: Plan de calidad para la inspección y prueba de la fabricación de productos de fricción por vías húmedas y seca

PLAN DE CALIDAD PARA LA INSPECCIÓN Y PRUEBA DE LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE FRICCIÓN POR VÍAS HÚMEDA Y SECA

No. De Operación en Diagrama de Flujo	Etapa del proceso o descripción de la operación	Característica		Variable por controlar	Especificaciones del Producto/Proceso	Frecuencia de Inspección	Instructivo de trabajo	Equipo de medición	Responsable de medición	Tipo de liberación	Método de control	Plan de Reacción
		Producto	Proceso									
8	CEPILLADO DE DIÁMETROS	X		Apariencia del subproducto	Contra ayuda visual OK	2 veces por turno	AC-01-I-01 Aseg Calidad	Comparación visual	Inspector de proceso	Sello en registro	Prod No Conforme	"
		X		Dimensión diám ext e int del subproducto	Contra especificación y no. de parte indiv $\pm 0.015"$	"	"	Vernier Digital	"	"	"	Inspección 100% retrabajo o destrucción
9	DESBASTE FINAL	X		Espesor del subproducto	Contra especificación y no. de parte indiv máximo 0.004"	5 veces por turno	"	Micrómetro Digital	"	Sello en registro	Gráfico X-R	Inspección 100% y destrucción
		X		Paralelismo del subproducto	Máximo 0.003"	"	"	"	"	"	"	"
10	PERFORADO	X		Diámetros de barrenos subproducto	Contra especificación y no. de parte indiv $\pm 0.005"$	Por cada lote	"	Vernier Digital	"	Reporte de troquelado y perforado	Prod No Conf y Graf X-R	Inspección 100% retrabajo o desviación
		X		Concentricidad del subproducto	Máximo 0.015"	"	"	"	"	"	"	"
		X		Diámetros ext e int del subproducto	Contra especificación y no. de parte indiv $\pm 0.015"$	"	"	"	"	"	"	"
11	AVELLANADO	X		Altura de avellanado del subproducto	Contra especificación y no. de parte indiv $\pm 0.005"$	4 veces por turno	"	Micrómetro Digital	"	Sello en registro	"	"
		X		Diámetro de avellanado del subproducto	"	"	"	Vernier Digital	"	"	"	"
12	PULIDO DE DIÁMETROS EXTERIOR E INTERIOR	X		Apariencia de diam's ext e int del subproducto	Contra ayuda visual OK	2 veces por turno	"	Comparación visual	"	"	Prod No Conforme	Inspección 100% y retrabajo
13	ENCAPSULADO DE FIBRAS	X		Apariencia de subproducto	"	1 vez por turno	"	"	"	"	"	"
14	FABRICACIÓN DE FIBRA PELLET (VÍA SECA)	X		"	"	"	"	"	"	"	"	"

Figura 9-c: Plan de calidad para la inspección y prueba de la fabricación de productos de fricción por vías húmedas y seca

PLAN DE CALIDAD PARA LA INSPECCIÓN Y PRUEBA DE LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE FRICCIÓN POR VÍAS HÚMEDA Y SECA

No. De Operación en Diagrama de Flujo	Etapa del proceso o descripción de la operación	Característica		Variable por controlar	Especificaciones del Producto/Proceso	Frecuencia de Inspección	Instructivo de trabajo	Equipo de medición	Responsable de medición	Tipo de liberación	Método de control	Plan de Reacción	
		Producto	Proceso										
15	MEZCLAS (EN SECO)	X		Peso Mat Prima	Carga Fibrosa 1 32 ± 0.05 kg	1 vez por turno	AC-01-I-01 Aseg Calidad	Bascula Digital	Inspector de proceso	Sello en registro	Prod No Conforme	Inspección 100% y retrabajo	
		X		"	Carga Fibrosa 2 25 ± 0.1 kg	"	"	"	"	"	"	"	
		X		"	Carga Fibrosa 3 16 ± 0.1 kg	"	"	"	"	"	"	"	
		X		"	Carga Lubricante 5 ± 0.01 kg	"	"	"	"	"	"	"	
		X		"	Carga Vulcanizante 7 ± 0.1 kg	"	"	"	"	"	"	"	
		X		"	Carga Abrasiva 1 10 ± 0.2 kg	"	"	"	"	"	"	"	
		X		"	Carga Abrasiva 2 6.5 ± 0.25 kg	"	"	"	"	"	"	"	
		X		"	Carga Aglomerante 0.6 ± 0.005 kg	"	"	"	"	"	"	"	
		X		Apariencia	Visual	"	"	Visual	"	"	"	Detener Prod	
16	PASTILLADO	X		Peso del subproducto	Contra especificación y no. de parte indiv	"	"	Bascula Digital	"	"	Gráfico X-R	Retrabajar peso	
		X		Paralelismo del subproducto	Máximo 0.040"	"	"	Micrómetro Digital	"	"	Prod No Conforme	Inspección 100% y reciclaje	
17	PERFORADO PROD TERMINADO	X		Diámetros de barrenos subproducto	Contra especificación y no. de parte indiv ± 0.005"	5 piezas por lote	"	Vernier Digital	Inspector de producto terminado	Reporte de Inspección de prod terminado	Prod No Conforme	Inspección 100% retrabajo o desviación	
	AVELLANADO PROD TERMINADO	X		Altura de avellanado del subproducto	Contra especificación y no. de parte indiv ± 0.005"	"	"	Micrómetro Digital	"	"	"	"	
		X		Diámetro de avellanado del subproducto	"	"	"	Vernier Digital	"	"	"	"	
	DESBASTE FINAL PROD TERMINADO	X		Espesor del subproducto	Contra especificación y no. de parte indiv máximo 0.004"	5 veces por turno	"	Micrómetro Digital	"	"	"	"	Inspección 100% y destrucción
		X		Paralelismo del subproducto	Máximo 0.003"	"	"	"	"	"	"	"	"
	APARIENCIA DE PROD TERMINADO	X		Apariencia	Visual	Por cada una de las piezas	"	Visual	"	"	Prod No Conforme	Inspección 100% y retrabajo	
18	IDENTIFICADO DE PROD TERMINADO	X		Identificado de prod term	No. De parte indiv y fecha de fabricación	"	"	Etiquetadora manual	Etiquetador	Etiqueta y orden de prod	Etiqueta y orden de prod	Inspección 100% y reetiquetado	

Figura 9-d: Plan de calidad para la inspección y prueba de la fabricación de productos de fricción por vías húmedas y seca

ANEXO II

“HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS”

Para dar cumplimiento al requerimiento 8.2 “Seguimiento y Medición” de la norma NMX-CC-9001-IMNC-2000 “Sistema de Gestión de la Calidad” (ISO-9001:2000), se establecen las directrices para identificar y utilizar las técnicas estadísticas adecuadas en los procesos de producción o en el “Sistema de Calidad” con el fin de controlar y verificar las características de los productos terminados, subproductos procesados y las respectivas capacidades de cada uno de los procesos.

Este anexo aplica para aquellas partes del sistema de calidad que requieran el uso de técnicas estadísticas para, primeramente controlar y, posteriormente mejorar los procesos de fabricación (y por ende los productos mismos).

IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD

La identificación se realizará de acuerdo a la Naturaleza Del Proceso, resultado de las revisiones gerenciales y como resultado de las identificaciones; se establecen las siguientes herramientas estadísticas:

- Gráficas de Control X-R
- Capacidad de Proceso (Cp y Cpk)
- Herramientas para la solución de problemas
- Histograma de frecuencias

Para tales herramientas se documentan los respectivos instructivos de trabajo, presentándose en ocasiones más de un instructivo.

Las diversas herramientas estadísticas son de gran utilidad para evaluar, diagnosticar, analizar y priorizar los diversos problemas de calidad presentados en cada uno de los procesos, con el propósito final de mejorar la calidad de los subproductos y productos terminados.

En el plan de calidad del anexo I se incluyen las herramientas estadísticas utilizadas en cada una de las etapas del proceso

A continuación se presenta un resumen de las técnicas estadísticas utilizadas en el proceso de fabricación de productos de fricción.

GRÁFICOS DE CONTROL

Un gráfico de control indica cuando un proceso está comportándose homogéneamente y cuando necesita atención. Resulta ser una herramienta muy útil para mostrar cuando se tiene un problema y cuando se ha corregido exitosamente un problema.

Las gráficas de control, mediante el cálculo de límites de control indican, cuándo dejar el proceso solo y no hacer ajustes o cuando ajustar el proceso o tomar acciones para corregir el proceso. En el primer caso, solo hay variación inherente del proceso. En el segundo caso, una causa asignable ha afectado probablemente el proceso.

Como se ha de imaginar, dichos gráficos de control tienen diversos propósitos:

a): Como su denominación lo expresa, Control: Las gráficas pueden usarse para señalar si se continua con la operación normal o, encontrar y corregir causas asignables.

b): Análisis: Pueden utilizarse para encontrar variaciones inherentes en el proceso, o encontrar diferencias entre los turnos, días, materias primas, materiales o aún en las técnicas de operación.

c): Educación, comunicación o documentación: Estas pueden ayudar a enfocar la atención en una calidad consistente.

Se encuentran regularmente dos tipos generales de gráficas de control:

Gráficas por Variables

Este tipo de gráficas se usan cuando una dimensión o característica se mide y cuyo resultado es un número bien definido. Las gráficas de control por variables son usadas ampliamente y suelen permitir el uso de procedimientos de control más eficientes y proporcionan más información respecto al rendimiento del proceso que las gráficas de control por atributos. Cuando se trata de una característica de calidad que es una variable, es una práctica común controlar el valor medio de la característica de calidad y su variabilidad.

Gráfica de Control de Promedios y Rangos (X-R)

La gráfica de promedios y rangos es la gráfica de mayor sensibilidad para identificar las diversas causas de variación.

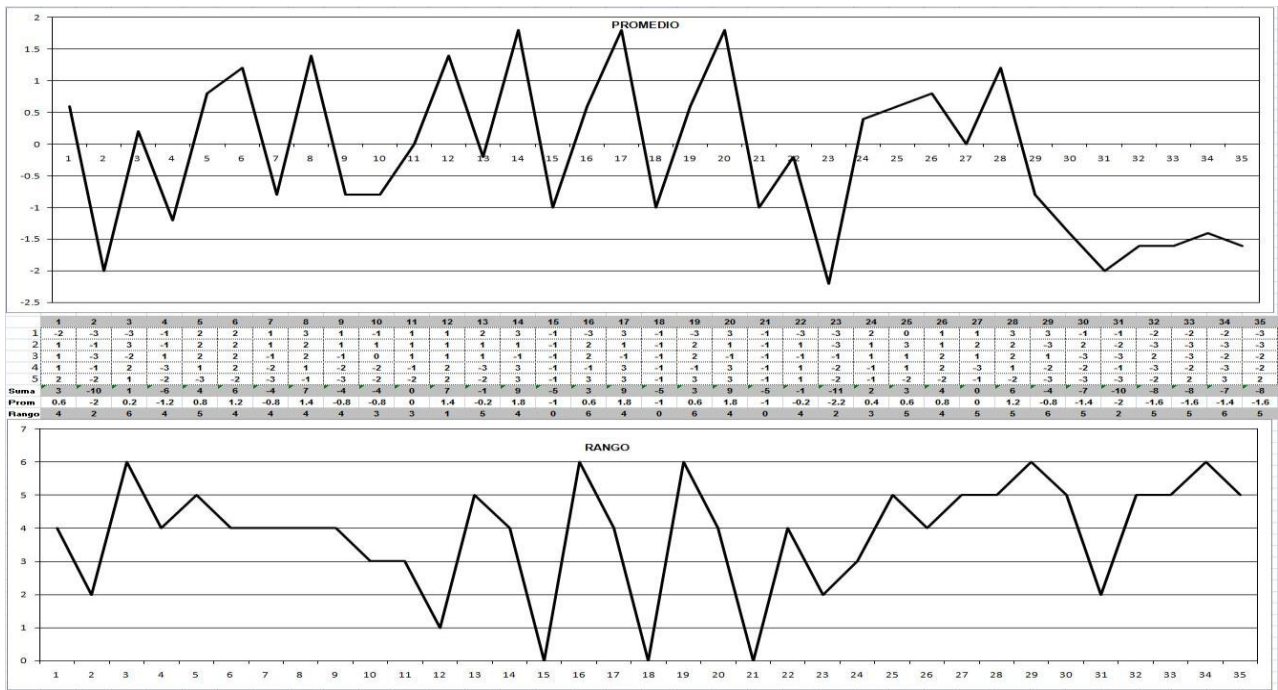


Figura 10: Típica grafica de promedios vs rangos

Gráfica de Control de Datos Individuales y Rangos (X-R)

Esta se basa en mediciones individuales más que en pequeñas muestras determinadas de datos. La gráfica de datos individuales y rangos no detecta cambios en el proceso tan pronto como una gráfica de promedios y rangos. Es mejor utilizar esta gráfica cuando la distribución de frecuencias de las mediciones del proceso es conocido y se comporta como una curva de Gauss normal.

El correcto uso de estas gráficas es cuando se mezclan diversas materias primas en lotes grandes, los cuales son usados posteriormente para fabricar unidades de producto. En este caso, la medición debe ser la misma no importando donde se toma la muestra de lote. También es

probable que pase un tiempo largo entre los lotes. Por estas razones se grafica una sola medición de cada lote en la gráfica.

Finalmente, también se pueden utilizar las gráficas de datos individuales y rangos cuando es costoso o lleva mucho tiempo probar o medir la dimensión.

Gráficas por Atributos

Este tipo de gráfica es la más usada cuando una dimensión o característica no se mide con números, pero es considerada como “bueno” o “malo”.

En este caso la unidad de la producción tiene una característica a controlar pero no se puede medir o resulta difícil su medición. Para controlar estas características, la inspección muestra que el producto cumple con estándares o si tiene uno o más defectos. Está bien o está mal. Estas características no medibles se llaman atributos.

Gráfica de Control del Porcentaje defectuoso “p”

Esta gráfica ayuda a monitorear y controlar el porcentaje de piezas defectuosas por muestras en la corrida de producción.

Los propósitos de la gráfica “p” se resumen como sigue:

- a): Descubrir la producción media de artículos defectuosos o nivel de calidad.
- b): Llamar la atención sobre cualquier cambio en el nivel de calidad.
- c): Descubrir los puntos fuera del límite superior con el fin de determinar las causas que generan mala calidad.
- d): Descubrir los puntos fuera del límite inferior, los cuales pueden ser simples descuidos o falta de destreza por parte del inspector en la clasificación del material defectuoso o bien indicios del mejoramiento de calidad.
- e): Sugerir lugares para el uso de las gráficas de promedios y rangos en aquellas características variables del producto que requieren un estudio especial.

Gráfica de Control del Número de Piezas Defectuosas “np”

Esta gráfica ayuda a monitorear el número de piezas defectuosas por muestra, es decir, el número de defectos en las piezas producidas. Esta gráfica se utiliza cuando es conveniente graficar el número en lugar del porcentaje de piezas defectuosas en una muestra y es indispensable que el tamaño de muestra sea constante.

La forma de elaborar la gráfica “np” es muy similar a la gráfica de control del porcentaje defectuoso “p”. La única diferencia es que se registra el número de piezas defectuosas en lugar del porcentaje defectuoso.

Gráfica de Control del Número de Defectos “c”

Esta gráfica ayuda a monitorear el número de defectos por unidad inspeccionada.

Se utiliza la palabra “defectuosa” para describir si una pieza es aceptable o no aceptable. La palabra “defecto” se utiliza cuando hay uno o más defectos en una sola unidad, pero la pieza entera es defectuosa tenga uno o más defectos.

Es conveniente usar esta gráfica cuando existe la posibilidad de encontrar uno o más defectos en una pieza. Se cuenta y se grafica el número específico de defectos encontrados en

cada unidad inspeccionada. Una parte o grupo de partes puede tener cualquier número de defectos o ninguno. Esta gráfica aplica al número de defectos en tamaños de muestra constantes que por lo general es una pieza.

Capacidad del Proceso

Existen dos tipos de análisis de capacidad: estudio de capacidad de máquina u operación, y estudio de la capacidad del proceso. Los métodos estadísticos utilizados por estos dos estudios son los mismos.

El estudio de capacidad de máquina analiza la variación de una dimensión causada únicamente por una máquina u operación. Esta máquina es generalmente parte del proceso total. Un estudio de capacidad de máquina incluye un periodo de tiempo muy corto.

El estudio de capacidad de proceso analiza la variación de una dimensión causada por todas las partes del proceso total. Un estudio de este tipo analiza la salida de un proceso en un largo periodo de tiempo, usualmente 30 días o más.

La capacidad de máquina o proceso pueden describirse por la capacidad potencial y real. La capacidad potencial describe la variabilidad del proceso en relación a la variabilidad permitida por la especificación y la capacidad real indica la relación del promedio con los límites de especificación.

Herramientas Estadísticas para la solución de problemas

Esta sección considera los métodos y procedimientos para ayudar a resolver problemas de operación. El encontrar las soluciones a los problemas crónicos, resulta en mejores niveles de operación que trae consigo el mejoramiento de la calidad y de la productividad.

Diagrama Causa-Efecto (o de Ishikawa)

Este diagrama es una representación gráfica de la forma en que actúan los distintos factores independientes llamados causas asignables sobre la característica de calidad o problema llamado "efecto".

Los beneficios y usos del "Diagrama Causa-Efecto" son los siguientes:

- a): Ayuda a detectar las causas de la dispersión en las características de calidad.
- b): Su análisis ayuda a determinar el tipo de datos que deben obtenerse para confirmar el efecto de los factores que fueron seleccionados como causas del problema.
- c): Sirve como guía para la discusión, evitando desviaciones del tema, con la consecuente ventaja de llegar rápidamente a las conclusiones sobre las acciones que hay que tomar.
- d): Se adquieren nuevos conocimientos al identificar las interrelaciones de los factores causales dentro del proceso. Los miembros del grupo que participan en el análisis del problema adquieren mayor conocimiento del funcionamiento del proceso.
- e): Ayuda a prevenir problemas.

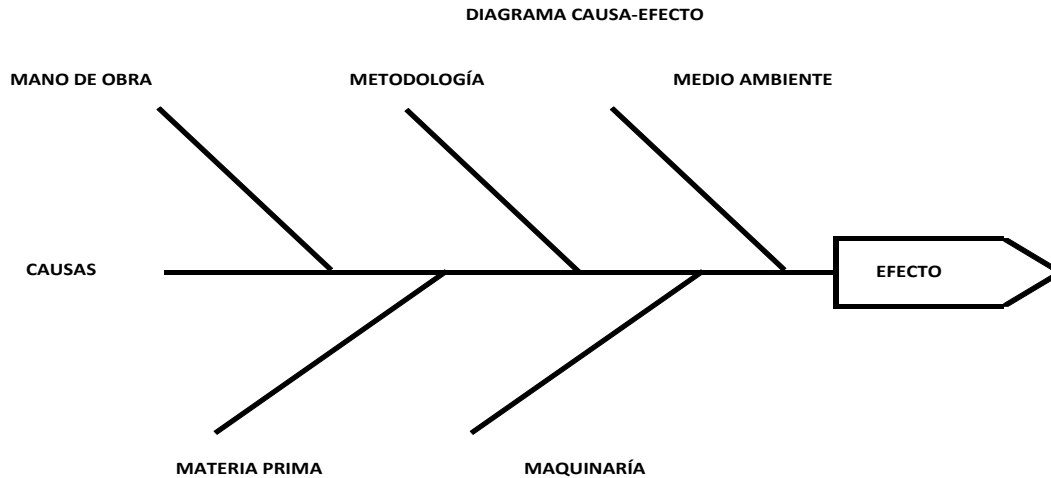


Figura 11: Típico diagrama de Ishikawa

Diagrama de Pareto

Este es útil para tratar con problemas crónicos, porque ayuda a decidir cuales de los diversos problemas crónicos hay que resolver. El diagrama de Pareto ayuda a determinar y seleccionar los pocos problemas importantes de los problemas más numerosos y menos importantes.

Los beneficios del uso del diagrama de Pareto son los siguientes:

- a): Ayuda a identificar las causas de los fenómenos y a señalar la importancia de cada uno de ellos.
- b): Canaliza los esfuerzos a las causas importantes.
- c): Permite la comparación antes y después, ayuda a cuantificar el impacto de las acciones tomadas para lograr mejoras.
- d): Facilita la comunicación entre los grupos que participan en el análisis de los problemas.

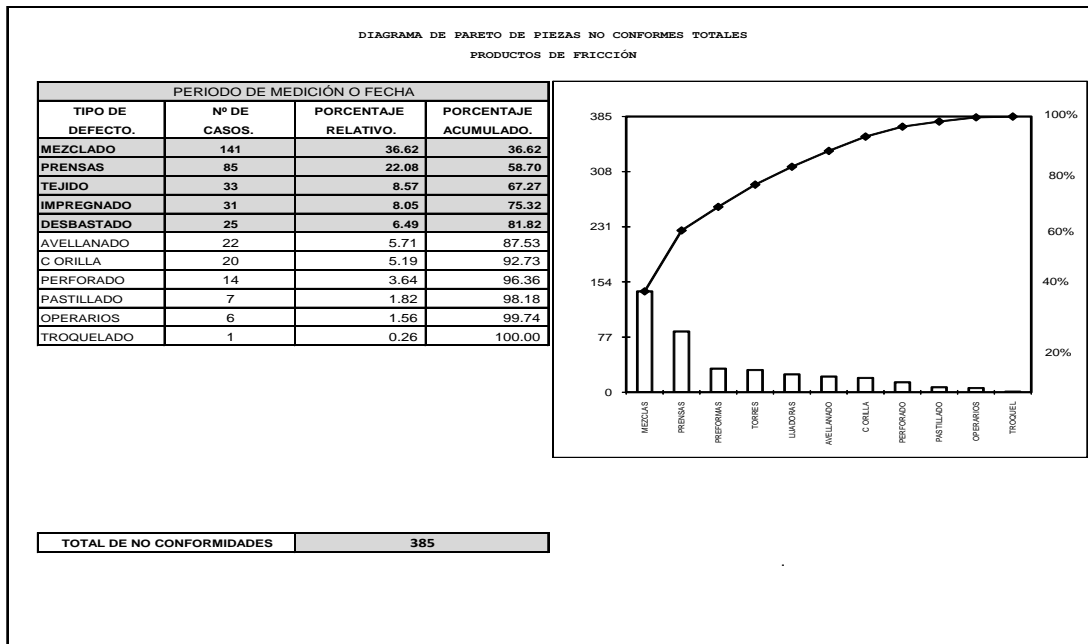


Figura 12: Típico diagrama de Pareto

Lluvia de Ideas

La lluvia de ideas es usada para ayudar a un grupo a crear tantas ideas como sea posible, en el menor tiempo posible. La técnica puede ser usada en dos formas:

Estructurada: Todos los integrantes del equipo participan conforme les toca su turno y en caso de que alguno no aporte espera su siguiente turno. Este sistema fuerza a la participación, sin embargo, en ciertas ocasiones crea cierta presión a contribuir.

No Estructurada: Este método crea una atmósfera más relajada, los miembros aportan ideas tan pronto les vienen a la mente, sin embargo, se corre el riesgo de que solo los más extrovertidos participen.

En ambos casos las reglas básicamente son las siguientes:

- Se acuerda la problemática, pregunta o asunto que esta siendo tratado
- Se escribe la problemática o asunto a ser tratado.
- Se escribe cada idea en un pizarrón o rotafolio
- Se anotan las palabras del que aporta la idea; no como lo interpreta el anotador
- Se desarrolla en forma breve, pueden ser suficientes de 10 a 15 minutos
- Nunca se critican las ideas

Los beneficios del uso de la lluvia de ideas son:

- a): ayuda a expandir su pensamiento, para incluir todas las dimensiones de un problema o solución.
- b): Facilita la comunicación entre los grupos que participan en el análisis del problema.

Mejora Continua

Esta consiste en establecer una metodología para la instauración del proceso de mejora continua que permita mejorar la eficacia del "sistema de calidad".

Algunos beneficios que conllevan la implementación y aplicación de esta metodología son:

- a): Tiempos de ajuste de maquinarias
- b): Cambio de herramientas en maquinarias y equipos
- c): Reducción de mermas, chatarras o desperdicios en general
- d): Reducción de materiales reprocesados o reparados
- e): Aprovechamiento del espacio de planta que no aporta valor añadido
- f): Ajuste de los procesos y productos no centrados en los valores no especificados (tolerancias bilaterales)
- g): Reducción de costos por mala calidad
- h): Dificultades para el montaje o la instalación del producto
- i): Mejoramiento de manejos y almacenamiento de materiales y/o productos
- j): Desperdicio de energía, servicios y otros recursos
- k): Ajuste de especificaciones de nuevos valores para optimizar los procesos del cliente
- l): Reducción de insatisfacción del cliente ocasionada por reclamaciones, reparaciones, devoluciones, envíos no efectuados o erróneos, pedidos incompletos o problemas en las instalaciones del cliente.

Metodología 8 Disciplinas

Esta metodología tiene como objetivo:

- a): Definir un método ordenado para resolver un problema, basado en evidencias en lugar de suposiciones
- b): Unir los recursos y los esfuerzos de un equipo interdisciplinario para la solución de un problema específico
- c): Usar la creatividad en la solución de problemas
- d): Usar la comunicación entre departamentos para la solución de problemas
- e): Documentar la solución del problema bajo un reporte estandarizado
- f): Unir el control estadístico del proceso con la mejora continua en una empresa

El orden de los 8 pasos de esta metodología no es estrictamente secuencial, pero la documentación sí es estrictamente requerida. Y, para este fin se pueden utilizar básicamente cualquiera de los formatos implementados en el sistema de gestión de la calidad.

PRIMER PASO: FORMACIÓN DEL EQUIPO

Para el desarrollo de este paso el problema o su efecto ya fue detectado, aunque no necesariamente definido, se recomienda asignar un código y nombre al problema, así como identificar la fecha de inicio de la metodología.

Para formar el equipo se incluye a personal interdepartamental que conozca el producto y/o proceso bajo estudio, así como quien tenga conocimiento, habilidad y autoridad para realizar modificaciones al proceso, se asigna un líder de equipo.

Se puede incluir a un miembro ajeno a todo el proceso y al problema, que no tenga “ceguera de taller” y pueda detectar puntos que ningún otro miembro perciba por la rutina del problema.

El número de miembros no está estandarizado, pero en general tres a siete miembros pueden desarrollar un buen proyecto.

Las reglas generales para un buen equipo de trabajo son:

- Programar día, horario, lugar y recursos de la reunión
- Establecer confianza y comodidad entre sus miembros y el local
- Definir las políticas internas del equipo y procedimientos de control
- Establecer las metas, los planes y programas de trabajo
- Respetar horario de inicio y fin de reunión

En este punto es importante que todos los miembros estén concientes de que “trabajar en equipo” es diferente de “equipo que trabaja”.

SEGUNDO PASO: DEFINIR EL PROBLEMA

Se define el problema, identificando cuales son los efectos y las causas, algunas empresas utilizan las preguntas ¿Qué es el problema? Y ¿Qué no es el problema?; una buena guía para analizar el problema es contestar las cuestiones:

- ¿Qué efectos tiene este problema?
- ¿A quién afecta?
- ¿Cómo afecta?
- ¿Cuándo ocurre el problema?
- ¿Dónde se perciben sus efectos?
- ¿Cuándo afecta?
- ¿Cómo se puede cuantificar?
- ¿Por qué se perciben sus efectos?

Al final se redacta una descripción y/o se elabora un diagrama que explique claramente el problema a analizar y solucionar.

TERCER PASO: ACCIONES DE CONTENCIÓN (aplicación de acciones correctivas inmediatas)

El equipo de trabajo define acciones que eliminen el efecto del problema al cliente, por ejemplo la inspección al 100%, un cambio temporal de material, especificación o componente, la compra temporal del producto para surtir al cliente, etc., es decir, una acción que asegure que el efecto del problema ya no se presentará inmediatamente.

Se define un plan de acción con un formato que integre al menos actividades a realizar, responsable y fecha (¿Qué?, ¿Quién? y ¿Cuándo?).

A éste plan se le da seguimiento y verificación de su aplicación.

Estos tres primeros pasos no son secuenciales, se aplican en paralelo. Estos pasos se refieren a una fase del método de 8 disciplinas o Método 8-D, se identifica como "Inicio de la Metodología".

CUARTO PASO: IDENTIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA

En este paso, el equipo de trabajo identifica todas las causas reales o potenciales que generan el problema.

No todos los problemas requieren el uso de técnicas para identificar las causas del mismo, sin embargo, la definición de técnicas solo por opiniones y experiencia tiene una alta probabilidad de ser incompleta.

Se puede identificar las causas de un problema a través de alguna de las herramientas estadísticas básicas (Diagrama de Ishikawa, de Pareto y/o lluvia de ideas), o mediante:

Análisis de estratificación (subgrupos) y pruebas de homogenización:

Una forma práctica para aplicar la estratificación y pruebas de homogenización es dividir los datos de cierta variable en un criterio basado en las fuentes de los datos, por ejemplo; dividir por turnos, por proveedores, máquinas, etc., y calcular las medias y desviaciones estándar a cada fuente (estrato), analizar las diferencias o similitudes y tomar decisiones orientadas a disminuir las diferencias.

Técnica nominal de grupos (TNG):

El grupo nominal restringe la discusión durante el proceso de toma de decisiones; de ahí el término Técnica Nominal de Grupos, los miembros del grupo deben estar presentes, como una reunión de comité tradicional, pero se les exige que trabajen de manera independiente.

La Técnica Nominal de Grupos (TNG) se usa cuando en el problema no se trabaja con datos, sino con información de un grupo de gente, siendo estrictamente necesario que este se realice en un clima de verdad y respeto, de lo contrario produce conflictos y antagonismos en lugar de resolverlos, requiriéndose de un moderador hábil en el manejo de grupos.

Algunas de las técnicas avanzadas para la identificación de las causas reales o potenciales son:

- Análisis de regresión múltiple
- Análisis de regresión lineal y correlación
- Diseño y análisis de experimentos (DAE)
- Análisis de control y estabilidad en los gráficos de control

Las técnicas señaladas no son exhaustivas, es decir, no es una lista que integre a todas las técnicas que existen para la identificación de causas de problema, y existen otras técnicas que también pueden tener este mismo objetivo.

Ningún problema requiere que se apliquen todas y cada una de las técnicas mencionadas, sino que a juicio, conocimientos y experiencia del grupo se apliquen las técnicas adecuadas.

Este cuarto paso de la metodología 8 disciplinas es iterativo, es decir, que existe el ciclo siguiente:

- Se proponen factores como causa del problema.
- Se prueba si estos factores realmente afectan o contribuyen al problema.

- En caso que se demuestre que los factores no son causa del problema se proponen nuevos factores.
- En caso que se demuestre que los factores son causa del problema se documenta en el reporte

QUINTO PASO: DEFINIR ACCIONES CORRECTIVAS PERMANENTES

Con base en los resultados del punto anterior, el equipo plantea y define acciones orientadas a corregir y/o reducir las causas o a eliminar y/o reducir su efecto.

Se diseña un plan de acciones correctivas con efecto permanente, definiendo actividad a desarrollar, responsable y fecha compromiso. Este plan puede ser la aplicación de dispositivos a prueba de error (Poka-Yoke), cambio de componente, cambio de método de operación, cambio de equipo, incorporación de una nueva técnica de control, una inspección extra a realizar, un cambio de especificación con el proveedor, un mantenimiento extra al equipo, una capacitación requerida, etc.

SEXTO PASO: APLICAR ACCIONES CORRECTIVAS PERMANENTES

Después de desarrollar las acciones, se verifica si el problema se soluciona con estas acciones, documentando todo el desarrollo, y verificándolo con las técnicas seleccionadas del cuarto paso.

Se mide el efecto de la solución inmediata de las acciones y además por un periodo de tiempo largo, de uno a seis meses para confirmar que el problema ha sido resuelto.

Algunas técnicas orientadas a medir un problema antes y después de un plan de acciones son:

- Gráficas de control.
- Capacidad del proceso.
- Tablas de frecuencias e histogramas.
- Análisis y diagrama de Pareto

Y se pueden realizar antes y después del problema para medir los efectos de las soluciones, en teoría las frecuencias deben disminuir y posiblemente cambie el orden de las causas del problema.

Como alternativa se puede elaborar diagramas de Pareto de costos en lugar de diagramas de Pareto de frecuencias.

SEPTIMO PASO: IMPLEMENTAR ACCIONES PREVENTIVAS

Las acciones preventivas se definen como la extensión de las acciones correctivas a otros casos, situaciones, productos o líneas en los cuales el problema no se ha presentado pero existe la posibilidad de que ocurra.

Sin embargo, algunos autores definen las acciones preventivas como “acciones para prevenir la recurrencia”, este tipo de acciones se mezclan entonces con las acciones correctivas permanentes.

Generalmente, en todas las acciones de la metodología de 8 disciplinas (acciones de contención, correctivas, permanentes y preventivas), se requiere actualizar algunos de los documentos de control de proceso, los diagramas de flujo, los planes de calidad, los formatos de proceso, las instrucciones de inspección, las ayudas visuales, etc.

OCTAVO PASO: FELICITAR AL EQUIPO

Este último paso tiene como objetivo reconocer la actuación del equipo, los reconocimientos más comunes son: mención pública en la empresa, asistencia a eventos fuera de la misma, pago de una comida, etc.

Otros reconocimientos son: enviar al equipo a una visita a la empresa del cliente, asistencia a un simposium u otro evento similar, visita de la familia a la empresa, beca de estudios, pago de membresías.

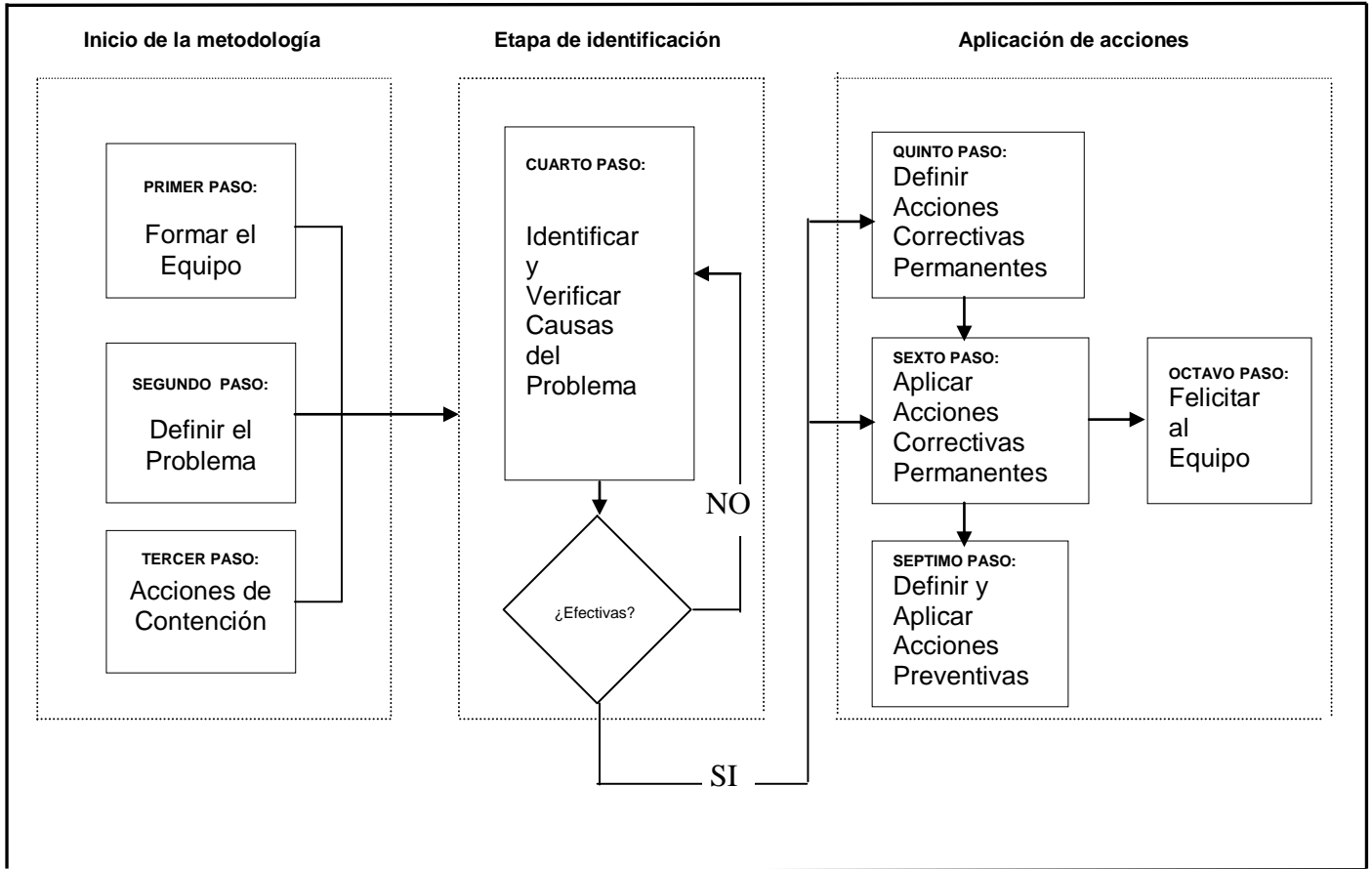


Figura 13: Diagrama de aplicación de Metodología 8 Disciplinas

ANEXO III

“CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME”

Para dar cumplimiento al requerimiento 8.3 “Control de Producto No Conforme” de la norma NMX-CC-9001-IMNC-2000 “Sistema de Gestión de la Calidad” (ISO-9001:2000), se establece la metodología para el control, identificación y disposición de los productos no conformes que se detecten en el proceso de producción (en cualquiera de las etapas de ésta), en los productos y subproductos fabricados.

Abarca desde las materias primas (conocido regularmente como inspección recibo) y productos y subproductos que estén fuera de especificación durante cualquier etapa del proceso de fabricación de los “productos de fricción”. Incluye a los productos terminados depositados en el respectivo almacén de producto terminado; y aquellos que han llegado a manos de los usuarios finales (conocido comúnmente como queja o reclamación del cliente).

A su vez, y de acuerdo con las necesidades de cada una de las áreas involucradas, es necesario que se destine uno o varios espacios físicos para confinar temporal o permanentemente los productos no conformes generados, recibidos o reclamados. A este espacio físico se le conoce y denomina comúnmente con cualesquiera de estos nombres: “Área de Cuarentena” o de “Producto No Conforme”; o simplemente “Zona de Productos Defectuosos”.

PARA LA INSPECCIÓN RECIBO (MATERIAS PRIMAS)

Para las materias primas recibidas de los proveedores autorizados (y en su caso certificados) el responsable del área de laboratorio (inspector de recibo) rechaza toda aquella materia prima que no cumple con las especificaciones definidas en el respectivo “plan de control de inspección recibo de materias primas”, y procede a colocar los respectivos sellos rojos con la leyenda de “Rechazado” en las respectivas estibas de materias primas no conformes.

El inspector de recibo, al identificar las materias primas fuera de especificación elabora un “Reporte General de Procesos y/o Productos No Conformes” (el cual se incluye al final del presente anexo), y procede a informar mediante las respectivas copias a los siguientes responsables de áreas:

- Gerente de Operaciones
- Responsable de Adquisiciones
- Encargado de almacenes de materias primas (Almacenista)
- Responsable de producción (Operador, supervisor y/o jefe del área)
- Responsable de Aseguramiento de calidad
- Responsable de laboratorio

A su vez el responsable de las adquisiciones informa al proveedor de materia prima de que sus productos no cumplieron con las especificaciones requeridas. Regularmente se procede a un cambio físico de dicha materia prima no conforme, y es obligación del responsable del área de adquisiciones dar seguimiento a dicha no conformidad (con el apoyo del encargado del almacén de materias primas).

Una vez realizado el cambio físico de la materia prima no conforme, ésta es inspeccionada y evaluada de acuerdo al “plan de control de inspección recibo de materias primas”.

En su defecto, en los casos en que por urgencia de producción y se tenga el riesgo de paro de operaciones y; teniendo una evaluación de impacto que la materia prima no conforme tiene en la calidad del producto terminado, el jefe de laboratorio autoriza en el mismo “Reporte General de Procesos y/o Productos No Conformes” la aceptación bajo concesión de dicha materia prima.

PARA EL ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS

Si el almacenista detecta materias primas no conformes debe proceder a elaborar un "Reporte General de Procesos y/o Productos No Conformes", e informa a los siguientes responsables de área:

- Responsable de Adquisiciones
- Jefe de laboratorio

Que a su vez evalúan la no conformidad y decide su disposición (Uso normal, uso bajo concesión, reinspección o rechazo).

Mientras tanto, las materias primas no conformes son identificadas y confinadas en la respectiva "Área de Producto No Conforme" de dicho almacén de materias primas, mientras se realizan las actividades planeadas en el "Reporte General de Procesos y/o Productos No Conformes".

PARA LA PRODUCCIÓN EN PROCESO

Cualquiera de las siguientes funciones puede y es responsable de detectar productos y/o procesos no conformes (fuera de especificación):

- Operador de maquinaria
- Supervisor de área o producción
- Inspectores de calidad

Para los subproductos individuales: Este subproducto debe ser identificado con:

- Número de parte
- Número de lote
- Número de operador
- Fecha y
- Área de proceso

mediante una etiqueta adherible y es depositado en los contenedores correspondientes ubicados en las áreas de trabajo y descontados de la respectiva orden de producción, para ser recogidos por el personal del área de aseguramiento de calidad; durante y al finalizar los turnos laborales.

Estas piezas no conformes son evaluadas, clasificadas y se decide su disposición final por el personal de aseguramiento de calidad y se registra en el respectivo reporte gerencial diario de piezas no conformes.

Para los subproductos por lotes o procesos completos: Al ser detectado un lote o proceso no conforme, el área de aseguramiento de calidad evalúa el material, proceso o productos y decide sobre la disposición final, la cual es registrada en el "Reporte General de Procesos y/o Productos No Conformes" e informa al área responsable de llevar a cabo las actividades planeadas, mediante la entrega de una copia al responsable de producción.

El área de aseguramiento de calidad identifica los subproductos como no conformes y estos son confinados en la respectiva "Área de Producto No Conforme"; en caso de no poderse reprocesarse inmediatamente, para que en la primera oportunidad se realicen las actividades planeadas y solicitadas en el "Reporte General de Procesos y/o Productos No Conformes".

La disposición final que se puede tomar para el material, proceso o productos no conformes son las siguientes:

- Reparación o Reproceso
- Autorización con desviación para usos alternos
- Desviación de especificación
- Concesión del usuario final
- Rechazo o Desecho

Una vez realizadas las actividades planeadas y solicitadas, el área de aseguramiento de calidad es responsable de reinspeccionar al 100% los subproductos reprocesados o reclasificados y registra el resultado dimensional (y en su caso de apariencia o diseño visual) en el "Reporte General de Procesos y/o Productos No Conformes". Si se encuentra, nuevamente, alguna no conformidad se procede como lo marca el primer párrafo de este inciso.

Para los productos terminados: Cuando el inspector de producto terminado detecta que un producto no cumple satisfactoriamente los requisitos definidos, dimensional y visualmente, elabora el "Reporte General de Procesos y/o Productos No Conformes" del material detectado e informa al encargado de aseguramiento de calidad.

Este evalúa y decide la disposición final del producto no conforme y registra las actividades a realizar en dicho reporte, para que el área asignada (calidad y/o producción) las realice.

El encargado del área de inspección de producto terminado coordina que los productos no conformes que se detectan durante el turno se ubique en las áreas destinadas para tal efecto en el área de inspección de producto terminado; para posteriormente entregarlo al encargado de la inspección del proceso para realizar la respectiva clasificación de defectos y decidir su disposición final de acuerdo al tipo de defecto encontrado (registrados en el catálogo de defectos en el producto), y al instructivo respectivo del área.

Los productos no conformes recuperables (estos se pueden reparar), se entregan al área de producción para su retrabajo y devolución inmediata (dentro del mismo turno laboral), al área de inspección de producto terminado.

PARA EL ALMACÉN DE PRODUCTOS TERMINADOS

Si el responsable del almacén de producto terminado detecta producto no conforme, lo identifica y coloca en su respectiva área de producto no conforme. Elabora el "Reporte General de Procesos y/o Productos No Conformes" y lo entrega al Gerente de Ventas.

El gerente de ventas entrega una copia del respectivo reporte al gerente de operaciones para decidir las actividades a realizar y otorgar una disposición final al producto no conforme.

PARA QUEJA O RECLAMACIÓN DEL CLIENTE

Servicio a clientes recibe la reclamación de un cliente (usuario final) y lo registra en el formato respectivo de "Reclamación de Clientes" y es enviada al gerente de operaciones, anexando las piezas no conformes reclamadas y el respectivo "Reporte General de Procesos y/o Productos No Conformes".

El gerente determina la no conformidad del producto (dimensional, de apariencia o funcionalidad), de acuerdo con lo descrito en la "Reclamación de Clientes"; y asigna las actividades a realizar para eliminar o prevenir una reincidencia de reclamación.

Para los casos de productos no conformes reclamados por falla por funcionalidad, el gerente de operaciones genera los comentarios, observaciones resultantes de las pruebas de laboratorio realizadas.

Realizadas todas las actividades planeadas, la “Reclamación de Clientes” completamente llena con los comentarios y actividades realizadas es devuelta al área de servicio a clientes y, ésta a su vez informa al cliente.

REPORTE GENERAL DE PROCESOS Y/O DE PRODUCTOS NO CONFORMES	
Área en donde se localizo:	Fecha de reporte:
Función de quien reporta:	Cantidad Reportada:
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO NO CONFORME	
ACCIONES INMEDIATAS	
Retrabajar / Reprocesar <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	Aceptación bajo concesión del Cliente <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
Aceptación bajo concesión <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	Aceptación bajo concesión del uso alternativo <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
Rechazar/ Desechar <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	Desviación de Especificación <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
Función de quien autoriza acciones inmediatas:	<input style="width: 400px; height: 20px;" type="text"/>
ACCIÓN (ES) A REALIZAR	
DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN INMEDIATA A TOMAR	ACEPTACIÓN BAJO CONCESIÓN
Cantidad recuperada <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	Cantidad rechazada <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
Disposición final de producto no recuperado:	<input style="width: 400px; height: 20px;" type="text"/>
Función de quien realizó la reinspección y autorizo disposición final:	<input style="width: 400px; height: 20px;" type="text"/>
RESULTADO DE LAS ACCIONES / COMENTARIOS / OBSERVACIONES	

Figura 14: Formato del “Reporte General de Procesos y/o Productos No Conformes”

ANEXO IV

“GLOSARIO”

Abrasión: La acción de desgastar por fricción. Un abrasivo es un material que desgasta por rozamiento. Los abrasivos son sustancias ásperas que sirven para pulir y bruñir. Entre los abrasivos naturales los más importantes son el corindón, el esmeril y el cuarzo, la arena, la piedra pómez, etc.; entre los artificiales, el más común es el carborundo y el más duro el borazón (más aún que el diamante).

Adhesión: Fuerza de atracción que mantiene unidas moléculas de distinta especie.

Anfíbole: Mineral constitutivo principal de las rocas ígneas y metamórficas; los anfíboles son silicatos que contienen el radical hidroxilo (-OH) y uno o más de los elementos hierro (Fe), magnesio (Mg), manganeso (Mn), calcio (Ca), sodio (Na) y aluminio (Al); el más común es la *hornablenda*, rica en crisotilo.

Avellanado: Profundidad de una perforación realizada sobre un barreno.

Barreno: Perforación de dos diferentes dimensiones, cada una realizada al producto de fricción para el posterior avellanado de la menor dimensión.

Bruñir: Sacar lustre o brillo mecánicamente a superficies duras como metales, piedras, etc.

Calibrador Micrométrico: Instrumento para medir cantidades lineales o angulares muy pequeñas (generalmente del orden de milésimas o menores).



Figura 15: Calibrador micrométrico análogo



Figura 16: Calibrador micrométrico digital

Calibrador Vernier: Conocido antiguamente como **Nonio** (por su inventor portugués Pedro Nunes), y perfeccionado por el geómetra francés Pierre Vernier. Es un instrumento para medir dimensiones muy pequeñas; consiste generalmente en una regla graduada, sobre la cual se desliza una regla más pequeña igual a nueve divisiones de la regla principal, y a su vez dividida en diez partes.



Figura 17: Vernier micrométrico digital

Característica: Variable del proceso-servicio a controlar, para asegurar el cumplimiento de los requisitos.

Cohesión: Unión entre las moléculas de un cuerpo. Fuerza de atracción que las mantiene unidas; se contrarresta por la fuerza de repulsión.

Concéntrico: Figuras geométricas que tienen un mismo centro. Desplazamiento contra el centro de dicha figura.

Corindón: Mineral de alúmina anhidra (Al_2O_3) cristalizada; la piedra más dura después del diamante. Sus formas puras, brillantes y transparentes o traslúcidas; constituyen gemas de diversos colores, muy apreciadas; si es azul, se llama zafiro; si violeta, amatista oriental; si roja, rubí oriental, etc. Mezclado con magnetita, constituye el esmeril, que también se elabora sintéticamente.

Criba: Lámina perforada para separar las partes menudas de las gruesas de minerales, semillas, etc.

Crisotilo: Nombre de varios minerales filamentosos, muy resistentes al calor, de los cuales los más importantes son la crisotila, $H_4Mg_3Si_2O_5$, y la amosita $(MgFe)SiO_3$, que son *anfíboles* pertenecientes a la serie de la *hornablenda*. El crisotilo de fibra larga se mezcla con algodón o rayón para darle más resistencia y se fabrican con él telas de seguridad para telones de teatro, trajes de bombero, forros de frenos para automóviles y otros productos de fricción, etc. El de la fibra más corta se combina con materiales aglutinantes y se moldea para fabricar láminas para forrar calderas y hornos, para aislamiento de tuberías, etc. Combinado con cemento, se obtiene el material llamado *fibrocemento*, de utilidad para techumbres, paredes y tabiques, etc.; aunque éste es incombustible, antiguamente se creía que una vez encendido no se podía apagar.

Diagrama de Ishikawa: Conocido también como diagrama de pescado o “fishbone diagram”. Consiste en una gráfica para analizar las posibles causas y efectos de un problema.

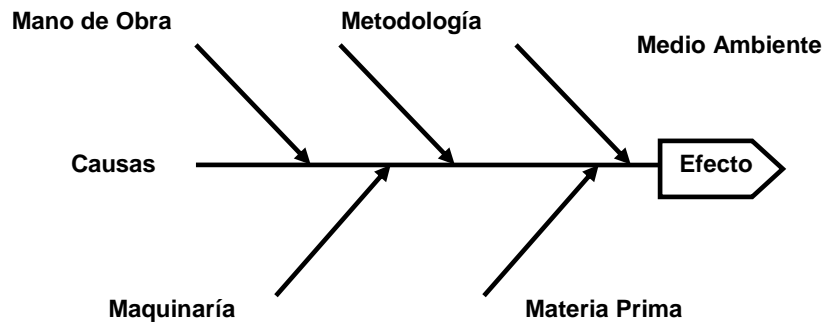


Figura 11: Diagrama Causa-Efecto, de espina de pescado o de Ishikawa (ver página 35)

Destrucción: Se entiende por destrucción de las piezas fuera de especificación; la entrega de dichas piezas de material “Crisotilo” al supervisor de molienda para que este las reprocese, y utilizar dicho material en la manufactura de piezas moldeadas. El resto de los materiales se rompe y se manda a los contenedores de basura.

Desviación Estándar: Es la variación de los datos observados con respecto a la media.

Disposición: Acción tomada para corregir la desviación o algún problema detectado.

Durómetro: Aparato con que se mide la dureza de los materiales. Existiendo diversas escalas para las diferentes consistencias desde metálicos y cerámicos hasta los plásticos.



Figura 18: Durómetro

Esmeril: Mineral muy duro, de color negro, azulado, pardo-rojizo o gris, que se usa para pulir; está compuesto principalmente de corindón con magnetita ($Al_2 O_3 + Fe_3 O_4$); entre los minerales naturales es el más duro después del diamante, aunque no más duro que algunos abrasivos sintéticos como los carburos de boro y de silicio. El esmeril se emplea pulverizado y pegado en tela o papel (papel de lija), o conglomerado en ruedas de amolar y otros instrumentos de uso análogo. Las principales vetas y minas se encuentran en el área de Grecia y Turquía.

Especificaciones: Requisitos establecidos para un producto.

Gráficas de mediciones diarias: Gráfica en la que se registran los datos de medición de un punto de entrada o salida.

Histograma: Gráfica de barras construida sobre un gráfico cartesiano, en donde cada clase se levanta por medio de una barra sobre sus límites reales de clase. La altura de cada barra es la frecuencia absoluta o relativa de cada clase.

Hornablenda: Variedad de anfíbol cristalizado o en gránulos de color verdinegro o negruzco.

Identificación: Igualdad de un elemento consigo mismo y contra un patrón preestablecido.

Inspección: Examinar, reconocer atentamente una cosa. Comparar un producto contra una especificación dada. Siendo una actividad tal como la medición, comprobación, prueba o comparación de una o más características de un elemento y confrontar los resultados con los requisitos especificados, a fin de establecer el logro de la conformidad, para cada una de estas características.

Ishikawa: Kaoru Ishikawa nació en Japón en 1915. Se graduó en el Departamento de Ingeniería de la Universidad de Tokio. Obtuvo el Doctorado en Ingeniería en dicha Universidad y fue promovido a Profesor en 1960. Obtuvo el premio Deming y un reconocimiento de la Asociación Americana de la Calidad. Falleció el año 1989.

Precursor de los conceptos sobre la "*calidad total*" en el Japón. Posteriormente tuvo una gran influencia en el resto del mundo, ya que fue el primero en resaltar las diferencias culturales entre las naciones como factor importante para el logro del éxito en calidad. Era gran convencido de la importancia de la filosofía de los pueblos orientales.

Ishikawa estaba interesado en cambiar la manera de pensar de la gente respecto a su trabajo. Para él, la calidad era un constante proceso que siempre podía ser llevado un paso más. Hoy es conocido como uno de los más famosos gurús de la calidad mundial. Todos quienes estén interesados en el tema de la calidad deben estudiar a Ishikawa pero no solamente de manera superficial, repasando sus planteamientos, sino analizando profundamente su concepción del trabajo y sobre todo aplicándola cada quien a su propio entorno.

El control de calidad, término tan usado hoy en día en nuestros círculos académicos y empresariales, fue un planteamiento de Ishikawa, más de 50 años atrás, en el Japón de la post guerra. El control de la calidad en pocas palabras fue definido por él como "desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad". Es posible que la contribución más importante de Ishikawa haya sido su rol en el desarrollo de una estrategia de calidad japonesa. El no quería que los directivos de las compañías se enfocaran solamente en la calidad del producto, sino en la calidad de toda la compañía, incluso después de la compra. También predicaba que la calidad debía ser llevada más allá del mismo trabajo, a la vida diaria.

Fue fundador de la Union of Japanese Scientists and Engineers (UJSE), entidad que se preocupaba de promover la calidad dentro de Japón durante la época de la post-guerra.

Ishikawa hizo muchas aportaciones, entre las cuales destacamos:

- Creación del diagrama causa-efecto, o espina de Ishikawa, o en inglés "fishbone diagram"
- Demostró la importancia de las 7 herramientas de calidad
- Trabajó en los círculos de calidad.

Su concepción conceptual al concebir su Diagrama Causa-Efecto (Espina de Pescado de Ishikawa) se puede resumir en que cuando se realiza el análisis de un problema de cualquier índole, éstos siempre tienen diversas causas de distinta importancia, trascendencia o proporción. Algunas causas pueden tener relación con la presentación u origen del problema y otras, con los efectos que este produce.

El diagrama de Ishikawa nos ayuda a graficar las causas del problema que se estudia y analiza. Es llamado "Espina de Pescado" por la forma en que se va colocando cada una de las causas o razones que a nuestro entender originan un problema. Tiene la ventaja que permite visualizar de una manera muy rápida y clara, la relación que tiene cada una de las causas con las demás razones que inciden en el origen del problema. En algunas oportunidades son causas independientes y en otras, existe una íntima relación entre ellas, las que pueden estar actuando en cadena.

Conforme se puede leer en diversos artículos sobre gerencia, la mejor manera de identificar problemas es a través de la participación de todos los miembros del equipo de trabajo que se integran y lograr que todos los participantes vayan enunciando sus sugerencias. Los conceptos que expresen las personas, se irán colocando en diversos lugares. El resultado obtenido es la Espina de Ishikawa. Ideado en 1953 se incluyen en él los siguientes elementos:

- a) El problema principal que se desea analizar, el cual se coloca en el extremo derecho del diagrama. Se aconseja encerrarlo en un rectángulo para visualizarlo con facilidad.
- b) Las causas principales que a nuestro entender han originado el problema.

Gráficamente está constituida por un eje central horizontal que es conocido como "línea principal o espina central". Posee varias flechas inclinadas que se extienden hasta el eje central, al cual llegan desde su parte inferior y superior, según el lugar adonde se haya colocado el problema que se estuviera analizando o descomponiendo en sus propias causas o razones. Cada una representa un grupo de causas que inciden en la existencia del problema. Cada una de estas flechas a su vez son tocadas por flechas de menor tamaño que representan las "causas secundarias" de cada "causa" o "grupo de causas del problema".

El diagrama que se efectúe debe tener muy claramente escrito el nombre del problema analizado, la fecha de ejecución, el área de la empresa a la cual pertenece el problema y se puede inclusive colocar información complementaria como puede ser el nombre de quienes lo hayan ejecutado, etc.

Colegas y amigos de Ishikawa, W. Edwards Deming y Joseph M. Juran, adoptaron el diagrama de espina de pescado, y lo usaron siempre como una de las herramientas básicas para la gestión de la calidad.

De igual forma, Ishikawa tomó ideas de W. Edwards Deming como su modelo PDCA (Plan-Do-Check-Act; en español PERA: Planear-Ejecutar-Revisar-Actuar) y lo mejoró, añadiendo dos pasos más:

- Determinar las metas y objetivos.
- Determinar los métodos necesarios para alcanzar dichas metas.
- Dar la capacitación necesaria.
- Implementar la metodología.
- Verificar los efectos de dicha implementación.
- Tomar las acciones apropiadas.

Elementos claves del pensamiento de Ishikawa:

- La calidad empieza con la educación y termina con la educación.
- El primer paso a la calidad es conocer lo que el cliente requiere.
- El estado ideal de la calidad es cuando la inspección no es necesaria.
- Hay que remover la raíz del problema, no los síntomas.
- El control de la calidad es responsabilidad de todos los trabajadores.
- No confundir los medios con los objetivos.
- Primero poner la calidad y después poner tus ganancias a largo plazo.

- El comercio es la entrada y salida de la calidad.
- Los altos ejecutivos de las empresas no deben de tener envidia cuando un obrero da una opinión valiosa.
- Los problemas pueden ser resueltos con simples herramientas para el análisis.
- Información sin información de dispersión es información falsa

Kaoru Ishikawa también da a conocer al mundo sus siete herramientas básicas que son: Gráfica de Pareto, el Diagrama de Causa-Efecto, Estratificación, Hoja de Verificación, Histograma, Diagrama de Dispersión, y Gráfica de Control de Schewhart.

Algunos de sus libros más conocidos son:

- "Que es el Control Total de Calidad: La Modalidad Japonesa",
- "Guía del control de la calidad",
- "Herramientas de control de calidad",
- "Desarrollo de la calidad".

La teoría de Ishikawa era manufacturar todo a bajo costo. Postuló que algunos efectos dentro de empresas que se logran implementando el control de calidad son: la reducción de precios, bajar los costos, establecer y mejorar la técnica, entre otros.

Promovió la calidad dentro de Japón durante la época de la post-guerra. Planteó ideas revolucionarias de calidad durante gran parte de su vida. Ishikawa inició los círculos de calidad en la "Nippon Telegraph and Cable" en el año de 1962. Definió a los clientes como internos y externos a las organizaciones.

No es en vano que a Ishikawa se le debe mucha gratitud por sus ideas que revolucionaron el mundo de la industria, el comercio y los servicios. De su capacidad y sus teorías se nutrió el Japón que llegó a ser lo que es actualmente: una potencia mundial.

Media aritmética o Promedio: Suma de una serie de datos, obtenidos en una inspección y/o prueba, y divididos entre el mismo número de datos.

No Conformidad: Incumplimiento de uno o más requisitos especificados.

Paralelismo: Calidad de paralelo. Se dice de líneas o planos que se mantienen equidistantes entre sí, cualquiera que ésta sea su prolongación.

Pellet: Fibra elaborada de diversos materiales, mediante variados métodos mecánicos; y utilizada como refuerzo en la manufactura de infinidad de productos.

Pista: Superficie plana delimitada por los diámetros exterior e interior del producto de fricción.

Plan de calidad: Documento donde se establecen los requisitos a cumplir de cada una de las etapas de su proceso, para ser controladas.

Planicidad: Calidad de plano, superficie llana, lisa, sin estorbos.

Principio de Pareto: El Principio de Pareto es también conocido como "La Regla 80/20" y es uno de los conceptos más útiles para la productividad personal y el éxito. Se llama así por su descubridor, Vilfredo Pareto, un economista italiano, quien lo formuló en 1895.

Pareto observó que la gente en su sociedad se dividía naturalmente entre los "pocos de mucho" y los "muchos de poco". Observaba que el 20% de la gente tenía el 80% del poder político y la abundancia económica, mientras que el otro 80%, "las masas" compartía el 20% restante de la

riqueza y tenía poca influencia política (Por supuesto, estos porcentajes son aproximaciones, no cifras rígidas). Descubierta el principio, se ha observado que se aplica a casi todo.

El Principio de Pareto es importante para el éxito de cualquier área. El Principio dice que el 20% de cualquier cosa producirá el 80% de los efectos, mientras que el 80% restante sólo cuenta para el 20% de los efectos.

Sí se es un empresario, directivo o vendedor: El 20% de los clientes producen el 80% de las ventas. El 20% de los clientes causan el 80% de las quejas y problemas. El 20% de los empleados producen el 80% del trabajo. El 20% de los productos 80% de las utilidades, mientras que el otro 80% apenas pagan sus costos y gastos. Obviamente, conviene identificar las características de ese 20% que producen el 80% para concentrarse en ellos, mientras se busca eliminar el 20% que produce poco o sólo causa problemas.

Aplicar la Regla 80/20 es importante para la productividad personal: El 20% de tus actividades producirán el 80% de tus resultados, mientras que el 80% (la gran mayoría) sólo te reeditarán el 20% de tus resultados. Esto quiere decir que si se tiene una lista de 10 cosas para hacer, 2 de ellas serán iguales o más valiosos que los 8 asuntos resultantes. A veces una cosa en una lista puede ser más importante que todas las otras nueve. Esto explica porque el priorizar las "Metas y Acciones" es uno de los 20 Principio del éxito.

Para duplicar la productividad, identifica ese 20% de las actividades que producen el 80% de los resultados importantes, y concéntrate en ellas. Igualmente, conviene identificar el 20% de las personas, cosas, productos o situaciones que causan la mayoría de los problemas y elimínalos.

Se sugiere no poner atención en el 80% de las tareas de menor importancia hasta que has atendido al 20% crítico. Aunque ese 20% a menudo son las más difíciles, pero su "tasa de rendimiento" es tan alta, y tu tiempo y energía tan limitados, que son una clave al éxito.

Antes de comenzar a trabajar, siempre pregúntate: "¿Esta tarea es del 20% o del 80%?". La administración personal, la administración de tu vida, es la administración de ti mismo, de tu tiempo y de qué haces. Para lograr el éxito, se tiene que tomar un control inteligente y sabio de la vida. Gran parte de ese control es decidiendo qué hacer y cuándo: qué hacer primero y qué dejar hasta el último. El Principio de Pareto es un criterio importante en esas decisiones.

1.- Haz una lista de todas las cosas que requieren tu atención y tiempo: Incluye responsabilidad, proyectos, metas, actividades, etc.

2.-Luego divídelos en 2 grupos según el Principio de Pareto: En un grupo pon el 20% que representará el 80% de tus resultados deseados; en el otro el 80% que sólo produce el 20% de tus resultados.

3.-Comienza a concentrarte en ese 20% para ser una persona de poder personal y éxito y ver tus resultados dispararse.

Producto No Conforme (PNC): Incumplimiento de los requisitos especificados en el producto. Entre otros, de carácter dimensional, de funcionalidad, apariencia, etc.

Prueba: Es un ensayo o experiencia que se realiza para averiguar las propiedades de un cuerpo, material, microorganismo, producto; la existencia o ausencia de determinadas sustancias, o el funcionamiento anormal o normal de los mismos. Análisis sistemático que se realiza para determinar el estado de un subproducto, producto y proceso.

Rango: Es la diferencia entre el valor máximo y mínimo en una serie de datos, tomando en cuenta el signo. El rango es un valor absoluto.

Rectificado: Acción de aplanar y/o pulir, generalmente por abrasión, una superficie para que tenga la exactitud necesaria.

Reparación: Acción aplicada sobre un producto no conforme para convertirlo en aceptable para su utilización prevista.

Sisal: Variedad de agave de la que se extrae una fibra textil, muy resistente y abrasiva, semejante al henequén; utilizada frecuentemente para la manufactura de cuerdas.

Trazabilidad: Buscar o seguir el registro, rastro, vestigio o señales de alguna cosa.

Viscosidad: Propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza. Los fluidos de alta viscosidad presentan una cierta resistencia a fluir; los fluidos de baja viscosidad fluyen con facilidad. La fuerza con la que una capa de fluido en movimiento arrastra consigo a las capas adyacentes de fluido determina su viscosidad, como efecto combinado de la adhesión y la cohesión y que transforma la energía cinética en calorífica; su medición tiene importancia principalmente en los aceites lubricantes, lodos de perforación petrolera, champús, etc.

BIBLIOGRAFÍA

Comité Nacional de Productividad e Innovación Tecnológica, A.C. (COMPITE), "Auditorías Internas en sistemas de calidad". Manual del participante, Secretaría de comercio y fomento industrial. México, 2002.

Comité Nacional de Productividad e Innovación Tecnológica, A.C. (COMPITE), "Interpretación de la norma ISO 9001:2000 como contribución al sistema de gestión de la calidad". Manual del participante, Secretaría de comercio y fomento industrial. México, 2002.

Comité Nacional de Productividad e Innovación Tecnológica, A.C. (COMPITE), "Introducción a los sistemas de gestión de la calidad ISO 9001:2000". Manual del participante, Secretaría de comercio y fomento industrial. México, 2002.

Doormann Arroyo, Kira, "Proyecto de un sistema de calidad para una empresa fabricante de embragues electromagnéticos en México". Trabajo de seminario, Facultad de estudios superiores Cuautitlan. México, 2000.

Espejel Cervantes, Isabel, "Control de calidad en un laboratorio de análisis de negros de humo, polímeros y otras materias primas, en la industria del hule, aplicando ISO 9000". Memoria de desempeño profesional, Facultad de estudios superiores Cuautitlan. México, 2003.

Ishikawa, Kaoru, "Introduction to quality control". Productivity press. USA, 1990.

Ishikawa, Kaoru, "Guide to quality control". Quality Resources. New York, NY 1986.

Ishikawa, Kaoru, "Introducción al control de calidad". Ediciones Díaz Santos. México, 1994.

Ishikawa, Kaoru, "Que es el control total de la calidad: La modalidad japonesa". 11ª Edición. Grupo Editorial Norma. Colombia, 1997.

Japanese Industrial Standard, "Method of hardness test for brake lining, pads and clutch facings of automobiles. JIS D 4421-1987.

Morales Pineda, Jaime, "Reciclaje de desechos de pasta para embrague automotriz". Tesis Ingeniero Químico, Facultad de estudios superiores Cuautitlan. México, 1997.

Norma Mexicana, "Sistemas de calidad-Modelo para el aseguramiento de la calidad en producción, instalación y servicio" (NMX-CC-004:1995 IMNC ISO 9002:1994). México, 1995.

Norma Mexicana, "Sistemas de gestión de calidad: Fundamentos y vocabulario" (ISO 9000.2000 NMX-CC-9000-IMNC-2000). México, 2001.

Norma Mexicana, "Sistemas de gestión de calidad: Requisitos" (ISO 9001.2000 NMX-CC-9001-IMNC-2000). México, 2001.

Norma Mexicana, "Sistemas de gestión de calidad: Directrices para la mejora del desempeño" (ISO 9004.2000 NMX-CC-9004-IMNC-2000). México, 2001.

Norma Mexicana, "Directrices para planes de Calidad" (ISO 10005-1995 NMX-CC-019-1997). México, 1997.

Norma Mexicana, "Sistemas de conformación metrológica para equipos de medición" (ISO 10012-1992 NMX-CC-017-1-1995). México, 1996.

Norma Mexicana, "Directrices para desarrollar manuales de calidad" (ISO 10013-1995 NMX-CC-018-1996). México, 1996.

Norma Oficial Mexicana, "Determinación de coeficiente de fricción y desgaste en materiales de fricción de uso automotriz, agrícola e industrial utilizando la máquina FAST (friction Assesment Screening Test)". (NOM-D-153-1979). México, 1979.

Norma Oficial Mexicana, "Determinación de la resistencia al estallamiento por centrifugación en pastas de fricción, para embrague de uso automotriz" (DGN-D-115-1976), Dirección General de Normas de la secretaría de Industria y Comercio, México, 1976.

Trejo Arroyo, Juan Manuel, "Normalización mexicana en la industria del cemento". Memoria de desempeño profesional, Facultad de estudios superiores Cuautitlan. México, 2005.