

139
91



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

CALIDAD EN LAS ORGANIZACIONES

**"EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL AREA DE
CALIBRACION DEL LABORATORIO DE INSPECCION Y
ENSAYO DE LA INDUSTRIA DE FABRICACION DE
TUBERIA DE ASBESTO - CEMENTO"**

TRABAJO DE SEMINARIO

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
R E N E Q U I J A D A G A Y T A N**

ASESOR: M.C.A. FRIDA M^a. LEON RODRIGUEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1997



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

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

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

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

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

" Calidad en las Organizaciones. El aseguramiento de la
calidad en el área de calibración del laboratorio de
inspección y ensayo de la industria de fabricación de
tubería de Asbesto - Cemento "

que presenta el pasante: René Quijada Gaytán
con número de cuenta: 9156564 - 0 para obtener el Título de:
Ingeniero Mecánico Electricista.

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

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Comisión Izcalli, Edo. de México, a 06 de Noviembre de 19 96

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>I y III</u>	<u>Ing. Juan de la Cruz Z.</u>	<u>[Firma]</u>
<u>II</u>	<u>Ing. J. Rafael Garibay B.</u>	<u>[Firma]</u>
<u>IV</u>	<u>M.C.A. Armando Aguilar M.</u>	<u>[Firma]</u>

DEP/VOBOSM

A mis Padres:

Gumercindo y Laura

Gracias

INDICE	Pag.
Objetivos	1
1.- Introducción.	2
2.- Antecedentes de la fabricación de tubos de asbesto - cemento	3
2.1.- La empresa (Mexalit Industrial División Metropolitana)	3
2.2.- ¿ Que es el Asbesto ?	4
2.3.- Formas de obtención.	5
2.4.-Variedades.	5
2.5.- Principales características.	5
2.6.- Usos principales del asbesto en la industria en general.	6
2.7.- Usos principales del asbesto en la industria de la construcción.	7
2.8.- Seguridad para los usuarios de productos de asbesto - cemento.	8
3.- Sistema de calidad	12
3.1.- Concepto de calidad	12
3.2.- Política de calidad de la empresa.	18
3.3.- El sistema de aseguramiento de la calidad en Mexalit Industrial.	19
4.- Implantación del área de Verificación y calibración en el laboratorio de inspección, análisis y pruebas de mexalit Industrial División Metropolitana.	20
4.1- Rezaña de la Evolución de los laboratorios e Instrumentos de Inspección, Medición y prueba	20
4.2.- Normatividad a cubrir en el área de calibración y verificación de instrumentos de inspección, medición y prueba (Requisitos según NMX-CC-017)	26
4.3 - El laboratorio de Mexalit Industrial y la nueva área de calibración y verificación.	39

4.4.- Responsabilidad de la jefatura de control de calidad y laboratorio.	41
4.5.- Nacimiento del procedimiento de control de control de calidad para el control de instrumentos y equipo de inspección, medición y prueba.	42
5.-Metodos estadístico aplicado a la evaluación de los instrumentos y equipo de inspección ,medición y prueba.	46
5.1.- El estudio de repetibilidad y reproducibilidad.	46
5.2.- Preparación para la evaluación.	48
5.3.- Evaluación de instrumentos y/o equipo (Metodo corto).	49
5.4.- Interpretación de resultados.	51
5.5.- Evalaución de instrumetos y/o equipo (Metodo corto, ejemplo 2).	51
5.6.- Interpretación de resultados del ejemplo 2.	52
5.7.- Evaluación de instrumentos y/o equipo (Metodo largo).	53
5.8.- Realización del estudio (Metodo Largo)	54
5.9.- Analisis de resultados	59
6.- Conclusiones.	60
7.- Recomendaciones.	61
8.- Bibliografía.	62

OBJETIVOS.

- **Implantación de un área de Calibración y verificación en el laboratorio de inspección, análisis y pruebas de Mexalit Industrial División Metropolitana para asegurar la calidad de la tubería de Asbesto - Cemento fabricada**
- **Aplicación de un procedimiento de control de calidad para el equipo e instrumentos de inspección medición y prueba que intervienen en la fabricación de tubería de Asbesto - Cemento.**
- **Evaluar el desempeño tanto de trabajadores, equipos e instrumentos que intervienen en la línea de producción.**

1.-INTRODUCCION.

La implementación de sistemas de calidad en nuestro país se han fundamentado y desarrollado básicamente de las experiencias que han tenido los países industrializados en este renglón, dándose con ello un cambio en nuestra forma de ver y realizar el trabajo en la industria mexicana.

Esto creo la necesidad de implementar diferentes sistemas que involucraran acciones concernientes a la planeación, control y ejecución en las diferentes etapas que conforman el proceso industrial las cuales son :

Investigación del mercado	Diseño/Especificaciones de ingeniería y desarrollo
Compras	Planeación y desarrollo del proceso.
Producción.	Inspección y pruebas.
Empacado y almacenaje.	Ventas y distribución
Instalación y operación.	Asistencia técnica y mantenimiento.
Disposición del uso.	Investigación del mercado.

Aunque se reconoce que cualquiera de estas actividades son importantes para el éxito en los programas de aseguramiento de calidad, es muy frecuentemente que no se le da la debida importancia al equipo de inspección, medición y prueba debilitando por lo tanto otros elementos del ciclo.

El presente trabajo de seminario se desarrolla básicamente entorno a los principios de calidad que deben regir un sistema, las normas mexicanas de calidad que lo reglamentan y principalmente la experiencia adquirida en la implantación de un área en el laboratorio de Mexalit Industrial que asegura las condiciones optimas de funcionamiento de instrumentos y equipo utilizados en la inspección y prueba en la industria de la fabricación de tubos de Asbesto - Cemento, ya que contar con tal área que asegure la conformidad y exactitud de las mediciones es un factor fundamental para el éxito en la calidad del producto.

2.- ANTECEDENTES DE LA FABRICACIÓN DE TUBOS DE ASBESTO.

2.1.- LA EMPRESA (MEXALIT INDUSTRIAL DIVISIÓN METROPOLITANA).

Los orígenes de Mexalit industrial S.A. de C.V. datan del año 1952 con la instalación de la planta Productos Mexalit S.A. Ubicada en Santa Clara, Estado de México. En 1959 entro en operación Mexalit de Occidente S.A. en Guadalajara, Jalisco Para el año 1959 nace Mexalit del Norte S.A. en Chihuahua, Chihuahua y en 1978 Mexalit del Sureste S.A. en Teapa, Tabasco.

En el año de 1983, en busca de una mejor integración se fusionan las empresas anteriores para dar nacimiento a Mexalit S.A. creándose las Divisiones : Centro, occidente, Norte y Sureste.

El año de 1992 se consolido la expansión de la empresa, emergiendo el grupo actual Mexalit Industrial S.A. de C.V conjuntando además de las divisiones existentes, las empresas adquiridas de Versalite de México.

Así en 1993 Mexalit Industrial se constituye por:

División Centro, Santa Clara, Estado de México.

División Metropolitana, Barrientos, Tlalnepantla, Estado de México.

División Occidente, Guadalajara, Jalisco.

División, Norte, Chihuahua, Chihuahua.

División Sureste, Villahermosa, Tabasco.

Polyducto S.A., Pedro Escobedo, Queretaro.

Devisa, Los Reyes, Estado de México.

Meisa, Naucalpan, Estado de México.

En el año de 1943, dieron comienzo las actividades industriales de lo que en un principio se llamo "Asbestos de México" en Barrientos, Tlalnepantla, Estado de México.

Inicialmente se producian aislamientos térmicos de fibra de asbesto, y fue hasta el año de 1945 cuando se comenzó a fabricar láminas y tinacos de asbesto - cemento.

En 1948 se incorpora también la fabricación de tubería de asbesto - cemento para agua potable, expandiéndose esta línea en 1951 con la fabricación de tubería para bajada de aguas pluviales. En ese lapso de tiempo, debida la demanda de productos que satisficieran las necesidades de construcción de techados, almacenamiento de agua, e infraestructura hidráulica de agua potable del país Asbestos de México se mantuvo en constante crecimiento hasta 1978 año en que se instala la última línea de fabricación para tubos de diámetros hasta 2000mm.

1986 fue el año en que Asbestos de México cambio de nombre al de Versalite de México debido a la adquisición de esta por accionistas independientes.

En enero de 1992 nuevamente cambia su razón social por el de Mexalit Industrial, S.A de C.V. ahora debida a la compra por parte del Grupo SAIN GOBAIN (División Materiales de Construcción) a partir de esta fecha la División Metropolitana de Mexalit decide reorientar la producción, dejando exclusivamente la fabricación de tubería para agua potable y alcantarillado, siendo estos los productos que actualmente se fabrican en esta planta.

2.2.- ¿ QUÉ ES EL ASBESTO ?

El asbesto es una fibra mineral que se encuentra en vetas o en formaciones rocosas en la corteza terrestre de la misma manera que el oro, el carbón y el hierro.

Su origen se remonta a los tiempos de la formación de nuestro planeta. Se afirma que al enfriarse las rocas se formaron en ellas grietas a través de las cuales fluyeron minerales candentes acompañados de agua y gases diversos, los que al cristalizarse formaron el asbesto.

El uso de las fibras de asbesto data aproximadamente de dos mil años. Se tienen antecedentes del uso de las fibras de asbesto en Grecia, Egipto y China, empleándose como mechas para lamparas de aceite y en la famosa antorcha olímpica de la "flama inextinguible". La palabra " ASBESTO " proviene del griego y quiere decir incombustible. Posteriormente en Roma se le dio el nombre de "AMIANTUS" que significa inmaculado, esto es debido a que cuando las telas manufacturadas con ésta fibra se sometían al fuego, las manchas superficiales desaparecían, quedando las telas más limpias.

2.3.- FORMAS DE OBTENCIÓN.

Generalmente la extracción de este mineral se hace de minas a cielo abierto, obteniéndose en los mejores yacimientos el 5% de fibra del total de la roca extraída.

Alrededor del 85% de la producción mundial de asbesto se obtiene de Canadá, Sudáfrica y la Ex - Unión Soviética.

La industria mexicana importa el asbesto que utiliza para su posterior transformación en productos como son las láminas, tuberías y tinacos de asbesto cemento estos últimamente desplazados por el polietileno. Los cuales también son fabricados en Mexalit.

2.4.- VARIEDADES.

Las tres más importantes son :

- El crisólito, de color blanco.- Constituye el 95% de todos los asbestos usados en la producción industrial, es particularmente útil para hilarse.
- La amosita, de color gris oscuro. Es el más resistente a la acción de los ácidos.
- La crocidolita, de color azul.- Es la fibra de mayor resistencia mecánica.

2.5.- PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS :

- Son hilables, esto es, pueden tejerse para fabricar cordones, tejidos y telas.
- Son huecas, lo que explica sus propiedades de absorción y aislamiento.
- Son incombustibles, lo que significa que son altamente resistentes a la acción del fuego.
- Son resistentes a los agentes químicos y biológicos tales como los ácidos, el moho y los parásitos.
- Son resistentes a las bajas temperaturas, inclusive al congelamiento.

- Son extraordinariamente pequeñas, el grosor de 2000 fibrillas de asbesto equivale al de un solo cabello humano.
- Mecánicamente son más resistentes que el acero.

2.6.- USOS PRINCIPALES DEL ASBESTO EN LA INDUSTRIA EN GENERAL.

El asbesto raramente es usado solo y combinado con otros materiales, brinda resistencia a la fricción, da protección contra el fuego, es aislante del calor, frío y del ruido además es un excelente reforzador del cemento, el plástico y otros materiales.

Existen actualmente cerca de 3000 productos en los que interviene el asbesto, que se utilizan en diversos ámbitos de la actividad humana.

- En la industria automotriz : En las balatas de fricción de los frenos de tambor o de disco, los platos de los embragues y en revestimientos para evitar la corrosión del chasis.
- En la industria aeroespacial : La nariz de aviones y los escudos térmicos de las cápsulas espaciales contienen asbesto para resistir las grandes temperaturas que resultan al friccionarse con la atmósfera.
- En la industria eléctrica : Debido a su calidad de aislante, encuentra múltiples aplicaciones, como en plafones para alojar conductores de alta disipación de calor.
- En la industria textil : Para fabricar trajes destinados a los bomberos, para obreros que han de estar expuestos a temperaturas elevadas, así como para los corredores de autos.
- Otros usos industriales del asbesto : La fabricación de filtros para retener microorganismos, partículas coloidales, guarniciones especiales de impermeabilización, juntas y sellos para sistemas de transporte hidráulico o neumático, guantes y bandas transportadoras para materiales al rojo vivo, aislamientos acústicos, preparación de adhesivos.

2.7.- USOS PRINCIPALES DEL ASBESTO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.

En este ramo los productores de asbesto - cemento presentan múltiples aplicaciones, que no constituyen ningún riesgo para el usuario, en condiciones normales de uso.

LAMINAS

- a) Láminas Standard y Láminas Rurales - Estas láminas onduladas tipo standard se usan en forma masiva para las naves industriales tanto en muros como en techos .
- b) Láminas Planas .- Gracias a su gran resistencia a la intemperie se usan como antrotechos o muros exteriores en forma de paneles con diferentes tipos de núcleos. También se usan como muros divisorios y recubrimientos de muros y techos.
- c) Láminas estructurales .- Por la necesidad imperiosa de cubrir grandes claros sin la Utilización de estructuras soporte, se diseño la lámina estructural. En esta forma se da una solución rápida y económica.

TUBERIAS

- a) Tuberías de Presión para uso Hidráulica .- Estas constituyen un volumen importante en la producción de la industria y son utilizadas para la conducción de agua potable a través de redes de distribución que pueden abastecer de este líquido vital a poblaciones enteras.
- b) Tuberías Conduit.- El uso de la tubería conduit esta dirigido a la protección de cables subterráneos especialmente para la industria. Su excepcional resistencia a la corrosión en ambientes agresivos e inmunidad a los fenómenos eléctricos, hacen de esta tubería un material ideal para las instalaciones eléctricas subterráneas.
- c) Tubería C O .- Principalmente se usan en las bajadas de aguas pluviales. Se utilizan también en la conducción del drenaje .Sus propiedades anticorrosivas y su resistencia a la intemperie ofrecen grandes ventajas sobre otro tipo de tuberías

MOLDEADOS

- a) Tinacos.- Depósitos para agua potable anteriormente su aplicación en la vivienda era el renglón más importante de su uso.
- b) Fosas Sépticas.- Para las zonas carentes de drenaje resuelven perfectamente este tipo de problema.

2.8.- SEGURIDAD PARA LOS USUARIOS DE PRODUCTOS DE ASBESTO - CEMENTO.

Es importante mencionar que la utilización del asbesto cemento es segura y no causa algún daño a las personas que utilizan productos de este material lo que ha sido demostrado por las consideraciones siguientes :

Investigaciones Científicas - Ha quedado apoyado científicamente el hecho de que el riesgo en el manejo del asbesto existe solamente en las etapas de extracción y transformación industrial, en las cuales se aplican medidas de protección efectivas para el personal que participa directamente en estos procesos.

El correcto uso y manejo de los productos de asbesto - cemento no representa riesgo, ya que únicamente el polvo fino respirable que pueda esparcirse, debido a un manejo inadecuado, podría presentar riesgo en los procesos industriales¹

Los consumidores y usuarios de los productos de asbesto - cemento, no están expuestos a riesgo alguno para su salud que esté comprobado científicamente

No existe ninguna evidencia de que haya relación entre el cáncer gastrointestinal y el consumo de agua potable conducida a través de tubería de asbesto - cemento.

El contenido de asbesto en el agua potable, refrescos, cervezas, etc., así como líquidos conducidos a través de tuberías de asbesto - cemento no es mayor que el nivel normal de asbesto que se encuentra en las fuentes naturales del agua y si es menor en muchos casos²

¹ Facts about asbestos institute for applied fibrosis that research West Germany.

² "Asbestos cement water pipe and health", asbestos pipe producers association, Washington, d.c. p. 3, 1983.

La Organización Mundial de la Salud a través de la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer, concluyó en 1983¹, que la evidencia de sus estudios no indica algún riesgo de cáncer resultante de fibras de asbesto presentes en el agua. Los niveles de asbesto encontrados en bebidas no demostraron riesgo para la salud humana⁴.

La conclusión anterior tiene su fundamento lógico en el hecho de que el asbesto existe en forma natural, detectable en determinadas formaciones rocosas alrededor del mundo que por millones de años se ha ido liberando al ambiente a través de la erosión, por la acción del viento y del agua.

Existen numerosos estudios científicos que coinciden con el punto de vista señalado.

Por ejemplo, la investigación llevada a cabo por el Centro de Investigación del Agua en Inglaterra, en el mes de enero de 1979, reportó que las estadísticas de mortandad en áreas donde existían niveles elevados de asbesto en el agua, no revelaron ningún incremento en casos de cáncer gastrointestinal.

Un reporte posterior detalla los resultados de un estudio epidemiológico efectuado en 22 Municipios de Quebec⁵, que revelan la no existencia de mortandad por cáncer relacionada con fibras de asbesto en el agua potable.

Otro estudio comparativo realizado en Connecticut⁶, señala que el abastecimiento de agua potable por medio de tuberías de asbesto - cemento, no representó ninguna incidencia adicional de cáncer en el tracto gastro - intestinal durante un periodo de más de 38 años.

A mediados de 1979, investigaciones dirigidas por la Comisión de las Comunidades Europeas y la Academia Nacional de Ciencias de los EE.UU.⁷ concluyeron que no existía ninguna sólida evidencia de que la exposición gastrointestinal al asbesto pudiera inducir a la existencia de mesotelioma

¹ Biological effects of asbestos report of the advisory committee on asbestos cancers to the director of the international agency for research on cancer world health organization, iarc scientific publications no. 8, pp 341 - 346 1983.

⁴ Asbestos fibres in drinking water, scientific and technical report 48 1 161 commons, england - may 1983.

⁵ Wiple d f cancer mortality in relation to asbestos in municipal water supplies and environ health, south african journal, feb / march 1986.

⁶ Cram g, f, mullett jr woodhull es, launpp - exposure to asbestos fibres in water distribution systems, presented at 97th, american water works association conference anaheim, cal

⁷ National Academy of Sciences Drinking Water and Health Washington d.c.

peritoneal y que la experiencia no ha demostrado ninguna relación entre la prevalencia de tumores gastrointestinales y la presencia de asbesto en el agua potable.

En octubre de 1982 la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU., mejor conocida como la E.P.A. (Environmental Protection Agency), celebró un evento en Cincinnati, Ohio⁴, para revisar y sumar todas las investigaciones relacionadas con la ingestión de asbesto a fin de prever acciones futuras.

Las conclusiones alcanzadas fueron las siguientes :

- a) Todos los estudios de ingestión en animales resultaron negativos.
- b) Todos los estudios epidemiológicos resultaron negativos.
- c) La E.P.A. ,no llevará a cabo investigaciones adicionales en relación al asbesto ingerido.

Estudios publicados por el Departamento de Salud de los Estados Unidos señalan haber encontrado que no existe evidencia científica para asociar el uso de tuberías de asbesto - cemento para conducir el agua potable y las muertes por cáncer gastrointestinales⁵.

Es conveniente recordar que en los productos de asbesto - cemento las fibras de asbesto se encuentran encapsuladas por el cemento en proporción de nueve partes de cemento por cada una de asbesto, lo que hace virtualmente imposible que las fibras de asbesto se liberen.

Existen evidencias científicas que muestran que aún el polvo de asbesto - cemento que pudiera esparcirse, es distinto física y químicamente al del asbesto.

El reporte de los Dres. Kogan¹⁰, Gerasimenco y Binimovic del instituto de Higiene Laboral de Sverdlovsk, EX—URSS, afirma que " el polvo de asbesto - cemento es parecido al polvo de cemento portland en lo concerniente a su actividad biológica ". El estudio añade que : La formación del asbesto - cemento se basa en un proceso físico químico complejo de interacción mutua entre el cemento y

⁴ U.S. environmental protection agency. workshop of ingestions of asbestos in water (in press)

⁵ Environmental health actions november 1987.

¹⁰ Stremnik spodnje uralske kline radatolovo, sd verdlovsk, 1966. ex-urss.

fibras de asbesto , siendo decisiva la absorción de la superficie hidratada del cemento sobre las fibras de asbesto.

" La superficie específica del polvo de asbesto - cemento es substancialmente menor que la del polvo de asbesto y la mayoría de las partículas son de cemento hidratado o de fibras de asbesto totalmente cubiertas por cemento. estudios clínico - radiológicos de trabajadores que han inhalado polvo de asbesto - cemento, durante más de 11 años no revelaron un solo caso de neumoconiosis, ni de bronquitis debida al polvo, concluye el estudio.

Finalmente, el Dr. Harry B. Demopoulos¹¹ del Centro Medico de La Universidad de Nueva York afirma que : " Hay estudios sobre los trabajadores de las minas de Quebec que muestran que no hay incrementos en el riesgo del cáncer a pesar de que trabajan en las minas de asbesto.

Hay muchos lugares en Quebec que se han construido con desperdicios de asbesto y han estado ahí durante 90 años. Sin embargo, no tienen clasificado ningún incremento de cáncer. existen comunidades enteras que beben agua rica en asbesto y no tienen aumentos proporcionales de cáncer. "

" Creo que el asbesto en las cantidades usuales que la sociedad civilizada recibe y las cantidades usuales que los trabajadores del asbesto reciben actualmente, no representan absolutamente ningún peligro, tanto de fibrosis como de cáncer. Mi opinión es que el asbesto "no es de peligro al público en general si se mantienen los controles que actualmente se llevan a cabo " finaliza el reporte del Dr. Demopoulos.

¹¹ El dr. Harry demopoulos fue profesor asociado de patología en el centro medico de la universidad de nueva york, despues de haber sido director del centro de planeación del cancer de esa universidad, así como director en los estudios de la patología experimental y molecular.

3.- SISTEMA DE CALIDAD.

3.1.- CONCEPTO DE CALIDAD.

En el México de los noventa la palabra calidad ha adquirido una importancia inusual, como si antes hubiéramos vivido en una oscuridad casi total y de repente apareciera una luz (la calidad) que nos permitiera ver dónde estamos y nos ofreciera la posibilidad de abandonar ese sitio. A decir verdad la situación se ha exagerado, como si por arte de magia nos percatáramos de la existencia de la característica llamada calidad en los productos ofrecidos ; de tal forma que ahora reconocemos su gran importancia, dado que en otros países han desarrollado una economía exitosa gracias a ella.

Por principio se debe considerar que la calidad siempre ha existido en nuestra sociedad ya sea en productos, servicios o bienes, pero lo que ocurre es que en la mayoría de los casos la calidad es obtenida a precios demasiado altos ; ya sea por la materia prima, por los salarios de los trabajadores, el mantenimiento de la maquinaria o el contar con un sistema administrativo eficiente lo que en todos los casos nos provoca productos de calidad pero por costo se convierten en lujo, es decir en nuestro país producimos calidad por excepción.

Puesto que la calidad interpretada de esta manera no nos conduce a ningún lugar y sin en cambio nos rezaga en competitividad y productividad, la calidad la debemos entender como ; " La orientación de los esfuerzos de una empresa o institución, observada como un sistema, para lograr el cumplimiento y satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes ".

Ya que en realidad la calidad es fijada por el cliente y por lo tanto el proceso productivo tiene que ser orientado hacia la satisfacción de él, ya que sin clientes no hay negocios.

Rescatar lo anterior y dar planeación a las actividades de organización industrial, pensada en el objetivo primordial de satisfacer a nuestros consumidores, significa lograr que la calidad de productos sea el reflejo de un " sistema de calidad integral " y ella no se de por excepción. Por consiguiente lo extraño debería de ser el ofrecer un producto o servicio insatisfactorio. Lo ideal es que cuando el consumidor tenga el producto en sus manos, sus sentidos perciban algo semejante a sus previas expectativas , que lleve a repetir la compra de productos ya conocidos.

Dentro de este marco cabe mencionar que los puntos más importantes a cubrir en beneficio de la empresa y del comprador son los siguientes Puntos Básicos:

- 1.- Orientación al cliente.
- 2.- Cumplimiento de especificaciones.
- 3.- Funcionalidad.
- 4.- Cumplimiento de expectativas.
- 5.- Costo adecuado.
- 6.- Oportunidad

Por lo tanto su ámbito es aplicable a toda actividad, llámese :

Finanzas	Recursos humanos	Productos	Diseño.
Producción	Servicios	Ventas	

Y no como tradicionalmente se cree: una función específica, sino un proceso.

Por lo que como una guía a seguir dentro de las filosofías de calidad cabe mencionar que los catorce puntos de Deming son la base inductiva que se emplea en Mexalit Industrial División Metropolitana para trabajar y realizar sus productos con calidad , los cuales a continuación se mencionan .

CATORCE PUNTOS DE DEMING.

1.- Se debe ser perseverante en el propósito de mejorar el producto y el servicio. Esto se logra solo con un plan diseñado para ser competitivo y para que el negocio permanezca activo por tiempo indefinido, proporcionando empleos.

La administración se enfrenta con dos tipos de problemas los que se refieren a la situación actual de la compañía y los de mediano y largo plazo. Son problemas del primer tipo, por ejemplo, el cuidado que la administración tiene de mantener la calidad de los productos que van saliendo día a día, y de ver que la producción no exceda demasiado a las ventas inmediatas, el presupuesto, el empleo, las ganancias, las relaciones públicas, etc.

Es muy común que los gerentes presten mucha atención a estos problemas cotidianos, al grado de adquirir una gran habilidad en solucionarlos.

Los problemas referentes al futuro de la compañía tienen que ver principalmente con la perseverancia en el propósito de mejorar la posición competitiva de la empresa, a fin de asegurar que esta permanezca activa por tiempo indefinido proporcionando, por consiguiente, empleo a los trabajadores.

El cuerpo directivo debe preguntarse si sólo busca ganancias inmediatas, o si más bien enfoca su atención al problema de permanecer en el mercado por tiempo indefinido. Esto último significa aceptar, entre otras, las siguientes obligaciones:

- Innovar : Considerando nuevos servicios y nuevos productos, nuevos materiales, posibles cambios en el equipo y en los métodos de producción, reentrenamiento del personal.

Para poder innovar se requiere confianza en el futuro ya que con la innovación nosotros mismos labramos el futuro.

- Dedicar recursos a la investigación y a la educación
- La de mejorar constantemente el diseño del producto y el servicio.

Esta obligación nunca termina, pues el cliente es la parte más importante de la línea de producción. Se necesita actuar siempre con el propósito de proporcionar productos y servicios que ayuden al hombre a vivir mejor : productos y servicios para los que nunca falten clientes

2.- Adoptar la nueva filosofía La administración debe darse cuenta, del nuevo desafío se debe aprender a cumplir con responsabilidad y a ser líder en el cambio a efectuar.

La competitividad va en aumento día tras día. Esto significa que a largo plazo sólo permanecerán en el mercado las compañías o instituciones que a menor costo ofrezcan mayor calidad en sus productos o servicios ; lo cual implica que se debe trabajar sin los errores que aumentan el costo de producción y que repercuten en el precio del producto terminado

3.- Acabar con la inspección masiva. En su lugar debemos exigir evidencia estadística de que el producto o servicio, desde los primeros pasos, se hace con calidad. Esto elimina la necesidad de tal inspección.

4.- El precio sólo tiene sentido cuando hay evidencia estadística de calidad. Se debe acabar con la práctica que usa como criterio de compra sólo el bajo precio. Lo importante es minimizar el costo total. Es preferible tratar con un número reducido de proveedores con los que se haya creado una relación duradera, leal y confiable.

En este tiempo en que se requiere homogeneidad y confiabilidad no es posible que el precio sea el criterio más importante sin atender a la calidad de lo que se adquiere. El precio del producto no tiene sentido si no se considera en relación con la calidad. Por consiguiente, no se debe preferir al proveedor que ofrezca el mejor precio, sino aquel que, con evidencia estadística juntamente con un precio competitivo, ofrezca mejor calidad.

5.- Hay que estar mejorando constantemente el sistema de producción y de servicio, para mejorar el sistema de producción y de servicio, para mejorar la calidad y la productividad abatiendo con esto los costos. El propósito de la calidad debe estar presente desde la etapa del diseño. Sería demasiado tarde querer introducir la calidad en etapas posteriores. Por eso, es tan importante que el diseño del producto sea el resultado de un trabajo en equipo. Además, hay que mejorar constantemente los métodos y las pruebas y comprender cada vez mejor las necesidades de los consumidores y la forma de como ellos van a usar el producto.

El desarrollo del sistema significa reducir constantemente el desperdicio y mejorar día a día la calidad en cada una de las actividades: La transportación, la ingeniería, los métodos, el mantenimiento, los instrumentos y medidas, las ventas, los métodos de distribución, la contabilidad, el servicio a los clientes.

El mejoramiento constante de la calidad se traduce en aumento de la productividad.

6.- Hay que poner en práctica métodos modernos de entrenamiento. La administración necesita que su personal conozca a fondo la compañía, desde los materiales que se utilizan hasta los clientes a los que se destina el producto. Uno de los despilfarros más importantes que puede haber en una organización

consiste en desaprovechar las habilidades del personal. Esto provoca frustración en las personas, lo cual tiene efectos perniciosos en el rendimiento del trabajador.

7.- Se debe administrar con una gran dosis de liderazgo. La administración debe distinguirse por su capacidad de liderazgo. Debe convertirse en promotora del mejoramiento y hacer que las características de la calidad presidan la elaboración del diseño del producto y su fabricación. Como líderes auténticos, los jefes deben conocer el trabajo que supervisan, a fin de ayudar a su personal a mejorar su propio desempeño.

8.- Se debe eliminar el miedo al trabajo. Ninguno puede dar lo mejor de sí cuando no se siente seguro y mientras no supera el miedo en cualquiera de sus manifestaciones, miedo de expresar sus propias ideas, de preguntar, etc.

El miedo implica siempre una pérdida económica. Por eso, se debe crear un ambiente que propicie la seguridad en el desempeño personal. El conocimiento es un elemento muy importante, que nos ayuda a hacer cada vez mejor nuestro propio trabajo. Sin embargo, es muy común poner resistencia a adquirir nuevos conocimientos, lo cual se debe a un orgullo personal mal entendido.

9.- Deben eliminarse las barreras interdepartamentales. Las personas que trabajan en investigación, diseño, compra de materiales, ventas, recepción de materia prima, etc. deben tener conocimiento de los problemas que conciernen a los diferentes materiales y especificaciones en la producción y el ensamble.

De otra manera habrá pérdidas en la producción debido al retrabajo causado por uso de materiales no recomendables. Cada una de esas personas tiene su cliente respectivo, esto es, la persona que debe elaborar el producto con el material que aquella le ha entregado. No hay razón para no tomar contacto con este cliente, para dedicarle tiempo, para conocer sus problemas y escucharlo.

10.- No se deben proponer a los trabajadores metas numéricas como también salen sobrando exhortaciones o amonestaciones. Los errores en su mayoría, no provienen de los trabajadores, sino del sistema mismo, por esto, es muy frecuente que dichas amonestaciones generen frustración y resentimiento.

Más que exhortaciones los trabajadores necesitan que la administración les trace la ruta a seguir para mejorar la calidad y la productividad.

11.- Eliminar las cuotas numéricas. Las cuotas son obstáculo para el mejoramiento de la calidad y productividad. En su lugar, se debe instaurar un sistema eficiente de supervisión y fomentar que el operario se sienta orgulloso del trabajo realizado ya que cuando una empresa trabaja con base a cuotas promedio los trabajadores si se dan cuenta de ello, quienes hayan superado la cuota tenderán a no producir más allá de dicha cuota y esperaran aburridos la hora de salida. Esta forma de proceder tiene como resultado insatisfacción en el personal y pérdidas económicas para la compañía. Esto nos imposibilita a triunfar en un mundo fuertemente competitivo. Ligado fuertemente a esto esta administrar por objetivos numéricos lo cual debe de desaparecer y en su lugar administrar con liderazgo.

12.- Quitar los obstáculos que impiden que el operador se sienta orgulloso de haber realizado un trabajo bien hecho. Nadie puede sentirse orgulloso de su trabajo si no sabe las condiciones que se necesitan para que su trabajo se considere bien hecho. Por eso, lo primero que un operador necesita es que le expliquen en que consiste propiamente su trabajo.

13.- Se debe impulsar la educación de todo el personal y su autodesarrollo. Las organizaciones necesitan gente con estudios y con preparación, no solo gente buena. No hay escasez de gente buena: lo que falta son personas con altos niveles de conocimientos. En el grado de preparación de las personas están los cimientos que permiten avanzar en el campo de la competitividad.

14.- Hay que emprender las acciones necesarias para lograr la transformación de la empresa. En cualquier organización las personas forman equipos de trabajo, el propósito de cualquier equipo de trabajo debe consistir en mejorar, en la etapa correspondiente, los insumos del proceso y la obtención de resultados. Como miembros de un equipo, cada uno de sus integrantes debe tener la oportunidad de contribuir con ideas y planes, con ideas cada vez más claras logrando con ello avanzar de una manera más constante. Significa entonces que la calidad es responsabilidad de quien la hace y no de un área, control de calidad que a lo sumo, solo podrá verificarla.

En todo caso la función de esta área no es la de controlar, sino la de asegurar, propiciar y cerciorarse de que existan las condiciones y se sigan los procedimientos de control y mejora de la calidad

Donde cada fase del proceso debe ser responsable de asegurar que su producto cumpla con las especificaciones establecidas de común acuerdo con su cliente

3.2- POLÍTICA DE CALIDAD DE LA EMPRESA.

Tomando como base los 14 puntos de Deming mencionados anteriormente la dirección de planta dicta la política de calidad la cual nos dice que : " La calidad constituye un principio estratégico y fundamental de la organización para lograr su optimización en productividad y eficacia ; asegurando de esta manera a clientes internos y externos, la satisfacción integral de sus necesidades y expectativas, a través de nuestros productos y servicios "

Esta política se fundamenta en:

- 1.- Hacer las cosas correctas y hacerlas correctamente.
- 2.- Asignar los recursos necesarios y suficientes para el cumplimiento de los objetivos propuestos.
- 3.- Establecer como elementos imprescindibles la información, comunicación y capacitación a todo el personal que compone la organización.
- 4.- Obtener la participación plena de todos los recursos humanos de la organización, hacia la calidad.
- 5.- Fomentar y desarrollar el trabajo en equipo
- 6.- Orientar la estrategia comercial, a la detección e integración de las necesidades del cliente.
- 7.- Establecer con los proveedores, relaciones de compromiso y desarrollo conjunto.
- 8.- Generar la actitud de mejora continua en todas las actividades
- 9.- Reconocer los logros en la mejora de calidad y productividad
- 10.- Prosperar como empresa, generando dividendos a los integrantes de la misma.

3.3.- EL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN MEXALIT INDUSTRIAL.

Para Mexalit Industrial División Metropolitana el sistema de aseguramiento de la calidad es la estructura organizativa, las responsabilidades, los procedimientos los procesos y los recursos necesarios para llevar a cabo la gestión de calidad

El sistema de aseguramiento de la calidad puesto en funcionamiento, es en esencia un mecanismo administrativo que permite asegurar que en cada parte del proceso se aplique correctamente todo el instrumental técnico y administrativo de la calidad

Es un sistema encaminado primordialmente hacia la planeación y control de los procesos de diseño, abastecimiento, producción y servicio, mediante los cuales.

- Se asegure que todos los productos o servicios suministrados estarán conformes con los requisitos especificados.
- Se detecte rápidamente y se controle la disposición de la no conformidad y se prevenga su recurrencia.
- Se asegure que se obtenga la calidad que demanda el mercado al menor costo posible.

De tal manera que las actividades que afecten la calidad directa o indirectamente estén adecuadas considerando:

- La satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes
- La optimización de los recursos de la empresa, en relación con las consideraciones de oportunidad, riesgo y relación costo - beneficio
- Documentación controlada, para contar con evidencias objetivas en los aspectos relativos al sistema de calidad y a la calidad de los productos y servicios.

Utiliza además el control estadístico como principal instrumento de análisis, aplicándolo en todas las fases del proceso mediante el trabajo en equipo, fundamentado en la idea de que al actuar de esta manera, la fuerza de toda la empresa se orienta hacia el desarrollo de un control más uniforme y de

una calidad consistentemente superior, que será mayor que la simple suma de los esfuerzos de las partes o de los individuos que la integran.

Cada elemento del Sistema de Calidad esta planeado y determinado considerando su grado de profundidad y aplicación particular, en conformidad al tipo de actividad, características del producto o servicio, normativa de producto y normativa de calidad aplicable, que en el caso de Mexalit industrial la guía adoptada es la Norma Mexicana NMX - CC - 03, Modelo para el aseguramiento de la Calidad en diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio, equivalente a la Internacional ISO - 9001.

4.- IMPLANTACIÓN DEL AREA DE CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO DE INSPECCIÓN ANALISIS Y PRUEBAS DE MEXALIT INDUSTRIAL DIVISIÓN METROPOLITANA.

4.1.- REZEÑA Y EVOLUCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS Y EQUIPOS, DE INSPECCIÓN MEDICIÓN Y PRUEBA.

Uno de los aspectos básicos y muy importantes en el desarrollo tecnológico, económico e industrial del proceso es la inspección y medición (metrología) en sus diferentes áreas o ramas ya sea dimensional geométrica, eléctrica, térmica, hidráulica, neumática etc. Y dentro de cada una ellas esta el aspecto de calibración de los instrumentos y equipos que forman parte de las áreas antes mencionadas

La metrología se utiliza para lograr un buen nivel competitivo de los productos elaborados dentro de los diversos procesos de producción.

Sólo se puede obtener ese nivel mediante el control de la calidad en los procesos productivos, por lo tanto, es necesario contar con una secuencia de medición dentro de las diversas etapas del proceso, a fin de optimizar dicho control

La secuencia de medición depende principalmente del contar con equipo, procedimientos y personal técnico que puedan medir e indicar con la exactitud requerida y confiablemente las diversas variables que se manejan durante el proceso

De allí podemos inferir que, dependiendo de la etapa del proceso en que se realice la medición, así será la exactitud que debe tener el instrumento utilizado.

Podemos entonces establecer que, según las necesidades, hay diferentes niveles de exactitud, en el extremo están los instrumentos más confiables y exactos llamados patrones, que sirven de modelo o referencia para los demás.

Calidad en la época artesanal.

Los trabajos de producción y manufactura en la época preindustrial, como eran prácticamente labores de artesanía, tenían mucho que ver con la obra de arte. El artesano ponía todo su empeño en hacer lo mejor posible cada una de sus obras cuidando incluso que la presentación del trabajo satisficiera los gustos estéticos de la época, dado que de la perfección de su obra dependía su prestigio personal.

El juicio acerca de la calidad del producto tenía entonces como base la relación personal que se establecía entre el artesano y el usuario. Cuando alguien necesitaba de un producto, como podría ser una herramienta o un determinado vestido o traje, exponía sus necesidades al fabricante, quien lo elaboraba de acuerdo con los requerimientos establecidos por el cliente. Como eran trabajos " hechos a la medida ", el productor sabía de inmediato si su trabajo había dejado satisfecho al cliente, o no.

Calidad a partir de la época industrial

Con el advenimiento de la era industrial esta situación cambió. El taller cedió su lugar a la fábrica de producción masiva, bien fuera de artículos terminados o bien de piezas que iban a ser ensambladas en una etapa posterior de producción y que, por consiguiente, eran reemplazables.

El cambio en el proceso de producción trajo consigo cambios en la organización de la empresa. Como ya no era el caso de un operario que se dedicara a la elaboración de un artículo, fue necesario introducir en las fábricas procedimientos específicos para atender la calidad de los productos fabricados en forma masiva. Dichos procedimientos han ido evolucionando, sobre todo, durante estos últimos tiempos lo cual ha sido a su vez ocasión para que se pusieran de relieve determinados matices involucrados en el concepto de calidad

En este proceso de evolución se distinguen cuatro diferentes etapas:

- La etapa en la que se cuida la calidad de los productos mediante un trabajo de inspección.
- La etapa en la que se cae en la cuenta de que la atención a la calidad exige observación del proceso a fin de mejorarlo
- La etapa en la que, además del mejoramiento del proceso, se percibe la necesidad de asegurar el mejoramiento introducido.
- Finalmente, la etapa en la que la administración misma redefine su papel con el propósito de que la calidad del producto sea la estrategia a emplear para tener éxito frente a los competidores.

Como consecuencia de lo anterior se tuvo la necesidad de tener un lugar en el cual se pudiera confirmar la calidad ya fuera de materia prima, equipo, instrumentos y cualquier insumo que tuviera contacto directo en la generación de un producto.

El laboratorio, que era originalmente el lugar donde se realizaban experimentos de física y química con equipos e instrumentos relativamente simples, fue especializándose cada vez más

Las experiencias de física enriquecieron con aparatos y accesorios diversos y complejos que hicieron necesaria la creación de laboratorios especializados

Hay dos tipos de laboratorios : Los laboratorios científicos de las universidades de las escuelas especiales de ingeniería y los laboratorios industriales creados por las grandes sociedades industriales para mejorar la calidad de sus productos y crear otros nuevos

Se ha tratado de oponer estas dos clases de investigación La primera la investigación pura, cuyo objetivo único objetivo es el progreso de la ciencia, la segunda, la investigación aplicada, con fines industriales, guiada principalmente por las preocupaciones industriales En realidad, esta distinción es artificial pues cualquier descubrimiento científico puede aplicarse a la industria y las investigaciones industriales necesitan por su parte, profundas investigaciones teóricas.

Por otra parte en la industria los instrumentos de medición y control fueron naciendo a medida que las exigencias del proceso lo impusieron. Las necesidades del proceso industrial fueron y son actualmente el motor que puso en marcha la inventiva de los fabricantes o de los propios usuarios para idear y llevar a cabo la fabricación de los instrumentos convenientes para los procesos industriales.

El desarrollo se inició con los manómetros, termómetros y válvulas manuales localmente montados. En esta fase eran necesarios muchos operadores para observar los instrumentos y maniobrar las válvulas.

Los procesos y los instrumentos eran proyectados empíricamente basándose en la intuición y en la experiencia acumulada y no estaban centralizados para conseguir una mayor eficiencia en las funciones del operador.

La siguiente etapa fue la centralización de las funciones de medida y de control más importantes, pertenecientes a una operación del proceso, en un panel localmente montado. De este modo podía observarse y controlarse el funcionamiento de cada elemento particular de la instalación de una manera más coordinada y eficaz. Para hacer esto posible, se desarrollaron instrumentos galvanométricos y caudalímetros con largos tubos de conducción de la presión diferencial.

Sin embargo, los procesos se hicieron más complejos y críticos y llegó a hacerse necesario que los operadores observaran el funcionamiento de varias unidades de la instalación simultáneamente.

El desarrollo de los transmisores neumáticos permitió la centralización de las funciones de medida y de regulación de toda una unidad del proceso en una sala de control, utilizándose como receptores los instrumentos registradores controladores neumáticos de caja grande que aparecieron hacia el año de 1940. Estos instrumentos se perfeccionaron con un diseño modular hacia el año de 1946, conservándose la unidad automático - manual de 4 posiciones en un subpanel aparte.

A medida que pasó el tiempo, estas salas de control se hicieron indebidamente grandes, debido al crecimiento de los procesos y al tamaño de los instrumentos convencionales y se desarrolló la instrumentación neumática miniatura que apareció en el mercado hacia el año de 1947, dotada ya con conmutación automático-manual incorporada, pero con el mismo tipo de transferencia.

A principios de los años 50 aparecen los primeros instrumentos electrónicos a válvulas. Más tarde se perfecciona la unidad automático-manual neumática, consiguiéndose el cambio en un solo paso, sin que se produzcan saltos en la señal de salida a la válvula y aparecen paralelamente los instrumentos electrónicos miniatura alrededor de los años 1960. El tamaño de estos instrumentos neumáticos y electrónicos es ya reducido, pero todavía experimentará una normalización posterior.

Los complejos de múltiples procesos empezaron a utilizar salas de control separadas y la coordinación y la comunicación entre los operadores en estas salas de control comenzaron a plantear algunos problemas. Además se introdujeron equipos centrales de tratamiento de datos que requerían la disponibilidad de diversas señales de medida en un punto central.

Los paneles de alta densidad permitieron básicamente que un operador supervisase un gran complejo compuesto por muchos procesos además que tuvieron que satisfacer los siguientes requisitos básicos e importantes.

- a) Permitir que el operador asimile rápidamente la información.
- b) Permitir que el operador tome sus decisiones muy rápidamente.
- c) Permitir una rápida ejecución de las decisiones del operador.

Una vez desarrollados los instrumentos miniatura neumáticos y electrónicos, los procesos se fueron haciendo poco a poco mucho más complejos y su optimización llegó a ser una necesidad.

En esta etapa es donde empezaron a utilizarse las computadoras. La primera computadora electrónica apareció hacia el año de 1946, pero las verdaderas computadoras de proceso se desarrollaron realmente en los años 1960 - 1965 y se aplicaron principalmente en centrales térmicas, industrias metalúrgicas, químicas y petroquímicas. Permitieron optimizar y controlar las operaciones de la planta obteniendo productos de calidad alta y constante con ahorros importantes en el proceso, a pesar de su costo elevado. Desarrollados los computadores y vistas las características de los instrumentos miniatura analógicos en paneles de alta densidad, la evolución continua de los procesos y la complejidad creciente de los mismos iban adquiriendo hizo que los fabricantes, en colaboración con los usuarios de instrumentos, fueran buscando otras soluciones para que sin utilizar ninguna

computadora o en todo caso empleándola como auxiliar, el operador no se viera desbordado por la necesidad de captar rápidamente una gran cantidad de información que le era necesaria para llevar a cabo un buen control. Evidentemente, le es difícil "dominar" un proceso complejo con una gran cantidad de instrumentos dispuestos en un panel de excesiva longitud.

La primera tendencia que apareció en 1972 en el mercado fue separar las partes de los instrumentos que realizaban las funciones auxiliares y de control analógico de las de indicación, registro o variaciones del punto de consigna que el operador debía efectuar. De este modo, el primer grupo pasó a una habitación aparte y fue dispuesto de forma modular para que fuera lo más accesible y lo más ventajoso posible para el personal de mantenimiento. El segundo grupo de instrumentos eran puramente aparatos receptores (indicadores y registradores) y otros con posibilidad de envío de señal de punto de consigna (controladores) montados en un panel en la sala de control a la vista del operador o del supervisor de proceso.

En 1983 aparece el transmisor digital inteligente con Señal de salida analógica de 4-20 mA y se inicia el desarrollo de las comunicaciones field bus entre los instrumentos del lazo de control. Se eliminan las incómodas y caras calibraciones necesarias en los instrumentos convencionales y se facilita el cambio del campo de medida y el autodiagnóstico.

En 1986 el primer transmisor enteramente digital con lo que aumentan todavía más las prestaciones, con la única limitación importante en la normalización de las comunicaciones donde todavía no es posible el intercambio de instrumentos de diferentes marcas.

Cabe también señalar que se están aplicando técnicas de análisis en la interface hombre-maquina en la seguridad y fiabilidad de operación de sistemas complejos. Estas técnicas se iniciaron en el campo de las centrales nucleares, en aviación y en sistemas informáticos. Estos estudios, cuyo objeto es analizar los incidentes y los accidentes ocurridos (por ejemplo, la catástrofe de Chernobyl en Rusia) y poner los medios oportunos para que los errores humanos y técnicos que los han causado no vuelven a presentarse, han iniciado sus aplicaciones en las plantas de proceso.

En el futuro, puede afirmarse que la tecnología digital evolucionará todavía más integrando totalmente la información de la planta (fabricación, mantenimiento, laboratorio y gestión)

La aplicación de los instrumentos neumáticos y electrónicos analógicos quedará limitada a pequeñas plantas, ya que, frente a la instrumentación digital, tienen una peor relación costo/prestaciones, no permiten el almacenamiento de volúmenes masivos y no disponen facilidad de comunicación entre instrumentos que posee la digital.

4.2.- NORMATIVIDAD A CUBRIR EN EL AREA DE CALIBRACION Y VERIFICACION DE INSTRUMENTOS Y EQUIPO DE INSPECCION MEDICION Y PRUEBA. (REQUISITOS SEGÚN NORMA NMX - CC - 017)

A) OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN DE LA NORMA NMX-CC-017

La finalidad de esta norma es la de dar a conocer los requisitos que aseguran la calidad para que el proveedor asegure que las mediciones realizadas en su proceso productivo tienen la exactitud requerida, además de establecer las guías para la implementación de tales requisitos, también especifica las principales características del sistema de confirmación que es utilizado en el equipo de medición del proveedor.

La norma se aplica al equipo de medición utilizado en la demostración de la conformidad con respecto a las especificaciones y no se aplica a otros elementos del equipo de medición.

Su aplicación confiere a laboratorios de prueba, prestadores de servicios de calibración y laboratorios que trabajan su sistema de calidad de acuerdo con ISO/IEC guía 25 y la NMX-CC-013.

Proveedores de productos o servicios que trabajan bajo un sistema de calidad donde la utilización de resultados de las mediciones demuestran conformidad con requisitos especificados y otras organizaciones donde se las mediciones se usan para demostrar conformidad con requisitos especificados

Los requisitos de esta norma pueden ser vigilados por parte de una organización de acreditamiento o de certificación.

Normas de referencia.

NMX-CC-001. Administración de la calidad y aseguramiento de la calidad - vocabulario.

NMX-CC-003. Sistemas de calidad - Modelo para el aseguramiento de la calidad en diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio.

NMX-CC-004. Sistemas de calidad - Modelo para el aseguramiento de la calidad en producción, instalación y servicio

NMX-CC-005. Sistemas de calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en inspección y pruebas finales.

NMX-CC-006/1. Sistemas de calidad. Gestión de la calidad y elementos de un sistema de calidad. Parte 1 : Directrices

NMX-CC-013. Criterios generales para la operación de los laboratorios de prueba.

NMX-Z-55. 1986, en revisión. Metrología - Vocabulario de términos fundamentales y generales.

ISO/IEC Guide 30 Terms and definitions used in connection with reference materials.

Con referencia a la norma NMX - CC - 017 la cual contiene los requisitos de aseguramiento de la calidad para que un proveedor asegure que las mediciones son realizadas con la exactitud que se requiere y para comprender mejor esta norma se requiere de las definiciones siguientes:

Proveedor : Es el fabricante, instalador, o una organización de servicio responsable de suministrar un producto o servicio.

Los proveedores se convierten en compradores al obtener suministros o servicios de vendedores o de otras fuentes externas.

Comprador : Es una autoridad o un cliente que utiliza un producto o servicio.

Confirmación metrológica : Conjunto de operaciones requeridas para asegurar que un elemento del equipo de medición esté conforme con los requisitos para el uso intencionado. La confirmación

metroológica normalmente incluye, inter alia, calibración cualquier ajuste o reparación necesaria y la subsecuente recalibración así como cualquier operación de sellado y etiquetado requerido.

Equipo de medición : Todos los instrumentos de medición, patrones de medición, aparatos auxiliares e instrucciones que son necesarios para llevar a cabo una medición Este termino incluye el equipo de medición utilizado en el curso de una inspección o una prueba, así como el usado en la calibración.

El termino "equipo de medición" incluye "instrumentos de medición" y "patrones de medición". Más aún, un "material de referencia" es considerado como un tipo de "patrón de medición".

Medición : Es el conjunto de operaciones que tiene por objeto determinar el valor de una magnitud.

Mensurando : Es la magnitud sujeta a medición, puede ser, según el caso, la "magnitud medida" o la "magnitud a ser medida".

Magnitud de influencia : Es la magnitud que no es objeto de la medición pero que influye en el valor del mensurando o en las indicaciones del instrumento de medición, por ejemplo la humedad relativa, la temperatura ambiente.

Exactitud de la medición : Es la proximidad de la concordancia entre el resultado de una medición y el valor verdadero (convencional) del mensurando.

Exactitud es un concepto cualitativo y es conveniente evitar el uso del término "precisión" en lugar de "exactitud".

Incertidumbre de medición : Es el resultado de la evaluación orientada a la caracterización del intervalo dentro del cual se estima que cae el valor verdadero, generalmente con una determinada probabilidad. La incertidumbre de medición comprende muchos componentes Algunos de éstos pueden ser estimados a partir de la distribución estadística de los resultados de una serie de mediciones y pueden ser caracterizadas por desviaciones estándar experimentales. Otros componentes pueden estimarse por experiencia únicamente o apartir de alguna otra información.

Error absoluto de medición : Es el resultado numérico de una medición menos el valor verdadero del mesurando.

El término se aplica igualmente para :

- la indicación, el resultado bruto, el resultado corregido.

Notas.

Las partes conocidas del error de medición pueden ser compensadas aplicando las correcciones apropiadas. El error del resultado corregido sólo puede estar caracterizado por una incertidumbre.

El "error absoluto", el cual tiene un signo, no debe ser confundido con el "valor absoluto de un error", que es el módulo de un error.

Corrección : Es el valor que, sumado algebraicamente al resultado bruto de una medición, compensa un error sistemático supuesto.

Notas.

La corrección es igual pero de signo opuesto al error sistemático supuesto.

La corrección también está sujeta a incertidumbre, ya que el error sistemático no puede ser conocido exactamente.

Instrumento de medición : Dispositivo destinado a realizar una medición, solo o en conjunto con equipos auxiliares.

Ajuste : Operación destinada a llevar a un instrumento de medición a un estado de funcionamiento y exactitud adecuados para su uso.

Amplitud de medición especificada : Conjunto de valores de un mensurando para los cuales el error del instrumento de medición se mantiene entre límites especificados.

Notas.

Los límites superior e inferior de la amplitud de medición especificada son llamados algunas veces la "capacidad máxima" y la "capacidad mínima" respectivamente.

En otras áreas de conocimiento, se usa el término "rango" como la diferencia entre los valores máximo y mínimo.

Condiciones de referencia : Son las condiciones de utilización de un instrumento de medición prescritas para la prueba de funcionamiento, o para asegurar la validez de la comparación entre resultados de mediciones.

Nota.

Las condiciones de referencia especifican generalmente "valores de referencia" o "amplitudes de referencia" para las magnitudes de influencia que afectan a un instrumento de medición.

Resolución (de un dispositivo indicador) : Expresión cuantitativa de la aptitud de un dispositivo indicador para distinguir significativamente valores adyacentes de la magnitud indicada.

Estabilidad : La aptitud de un instrumento de medición para conservar constantes sus características metrologicas.

Nota.

Cuando se considera la estabilidad respecto a otra cantidad es conveniente establecerlo explícitamente.

Deriva : Variación lenta con el tiempo de una característica metrológica de un instrumento de medición.

Errores máximos tolerados (de un instrumento de medición) : Valores extremos del error tolerado por especificaciones, reglamentos, etc., para un instrumento de medición.

Patrón (de medición) : Medida materializada, instrumento de medición, material de referencia o sistema destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad, o uno o más valores de una cantidad para transmitir las, por comparación, a otros instrumentos de medición.

ejemplos de ellos pueden ser :

- Bloque patrón.
- Marcos de masas patrón.
- Resistencia patrón de 100 Ohms. etc.

Material de referencia : Un material o sustancia, de los cuales una o más propiedades están suficientemente bien establecidas para ser usadas en la calibración de un aparato, en la evaluación de un método de medición o para asignar valores a parámetros característicos de materiales.

Nota.

Definición tomada de ISO Guide 30, donde tiene varias notas.

Patrón internacional (de medición) : Patrón reconocido por acuerdo internacional, como base internacional para fijar el valor de todos los otros patrones de la magnitud considerada.

Patrón nacional (de medición) : Patrón reconocido mediante una decisión nacional oficial para servir, en un país, como base para fijar los valores de todos los otros patrones de la magnitud considerada.

Nota.

El patrón nacional en un país es frecuentemente un "patrón primario".

Trazabilidad : La propiedad del resultado de una medición por la cual ella puede ser relacionada a patrones de medición apropiados, generalmente patrones internacionales o nacionales, a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones.

Notas.

La cadena ininterrumpida de comparaciones es llamada cadena de trazabilidad.

No es aplicable a esta norma mexicana.

Calibración : Conjunto de operaciones que establecen bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores indicados por un instrumento de medición o un sistema de medición, o los valores representados por una medida materializada o un material de referencia, y los valores correspondientes de una cantidad obtenida por un patrón de referencia.

Notas. El resultado de una calibración permite estimar los errores de indicación del instrumento de medición, del sistema de medición o de la medida materializada, o la asignación de valores a trazos sobre escalas arbitrarias. Una calibración puede también determinar otras propiedades metrologicas

El resultado de una calibración puede ser registrado en un documento, denominado a menudo "certificado de calibración" o "informe de calibración"

El resultado de una calibración a veces es expresado como una corrección, un " factor de calibración", o una "curva de calibración".

B) REQUISITOS.

Generalidades: El proveedor debe documentar los métodos utilizados para implantar las disposiciones de la NMX-CC-017. Esta documentación debe ser especificada en términos de los elementos del equipo sujetos a lo dispuesto por la misma norma, en términos de responsabilidades y de las acciones a ser tomadas. El proveedor debe poner a disposición del comprador la evidencia objetiva de que se alcanzó la exactitud requerida.

C) EQUIPO DE MEDICION.

El equipo de medición debe tener las características metrologicas requeridas para el uso propuesto (por ejemplo. exactitud, estabilidad, amplitud de medición especificada y resolución)

El equipo y la documentación deben ser mantenidos para considerar cualquier corrección, condiciones de uso (incluyendo condiciones ambientales), etc., necesarias para lograr el desempeño requerido el cual también debe documentarse.

D) SISTEMAS DE CONFIRMACION

El proveedor debe establecer y mantener un sistema documentado efectivo para la administración, confirmación y utilización de los equipos de medición, incluyendo los patrones utilizados para demostrar la conformidad con los requisitos especificados. Este sistema debe estar diseñado para asegurar que todos los equipos de medición se desempeñen como se requiere.

El sistema debe considerar la prevención de errores fuera de los errores máximos tolerados, mediante una rápida detección de deficiencias y por acciones correctivas oportunas

El sistema de confirmación debe tomar en cuenta todos los ratos relevantes incluyendo aquellos que provengan de cualquier sistema de control estadístico de proceso operado por o para el proveedor.

Para cada elemento del equipo de medición, el proveedor debe designar a un miembro competente de su personal con autoridad para asegurar que son efectuadas las confirmaciones de acuerdo con el sistema y que el equipo se encuentra en condición satisfactoria

Cuando alguna o todas las confirmaciones del proveedor (incluyendo la calibración), se han suministradas o complementadas por servicios externos, el proveedor debe asegurar que estos servicios externos también cumplen con los requisitos de esta parte de la norma en la medida en que sea necesario para asegurar la conformidad del proveedor con los requisitos.

E) INCERTIDUMBRE DE LA MEDICION.

Al realizar mediciones y al declarar y usar resultados, el proveedor debe tomar en cuenta todas las incertidumbres significativas identificadas en el proceso de medición, incluyendo las atribuibles al equipo de medición (incluyendo los patrones) y aquellas debidas al personal y al ambiente

En la estimación de las incertidumbres, el proveedor debe considerar todos los datos pertinentes, incluyendo los que provienen de cualquier sistema de control estadístico de procesos operado por o para el proveedor.

F) PLANEACION

El proveedor debe revisar cualquier requisito relevante del comprador y otros requisitos técnicos antes de iniciar el trabajo sobre productos o servicios, y debe asegurar que el equipo de medición (incluyendo los patrones) necesarios para el cumplimiento del trabajo están disponible y sean de la exactitud , estabilidad, amplitud de medición especificada y resolución apropiadas para la aplicación pretendida

G) PROCEDIMIENTOS DOCUMENTADOS DE CONFIRMACION

El proveedor debe establecer y utilizar procedimientos documentados para todas las confirmaciones que ejecute el proveedor debe asegurar que todos los procedimientos son adecuados para su propósito. En particular, los procedimientos deben contener la información suficiente para asegurar su adecuada implantación, para asegurar la consistencia de aplicación de una aplicación a otra y para asegurar la validez resultante de las mediciones. Los procedimientos deben estar disponibles, en la medida de lo necesario, para el personal involucrado en la ejecución de las confirmaciones.

H) REGISTROS

El proveedor mantendrá registros de la marca, tipo, y número de serie (u otra identificación) de todo equipo de medición relevante (incluyendo los patrones de medición). Estos registros deben mostrar la capacidad de medición de cada elemento del equipo de medición. Deben estar disponibles todos los certificados de calibración y cualquier otra información pertinente que concierna a su funcionamiento.

Los resultados de las calibraciones deben registrarse con suficiente detalle de tal manera que la trazabilidad de todas las mediciones pueda demostrarse, de modo tal que cualquier medición pueda reproducirse bajo condiciones similares a las originales, facilitando por lo tanto la resolución de cualquier anomalía.

La información registrada debe incluir :

- La descripción e identificación única del equipo.
- La fecha de terminación de cada confirmación.
- Los resultados de calibración obtenidos después y, cuando sea pertinente, antes de cualquier ajuste o reparación
- El intervalo de confirmación asignado
- La identificación del procedimiento de confirmación.
- La definición de los límites del error tolerado
- La fuente de calibración utilizada para obtener la trazabilidad.
- Las condiciones ambientales pertinentes y una declaración acerca de cualquier corrección necesaria al respecto.
- Una declaración de las incertidumbres involucradas en la calibración del equipo y sus efectos acumulados

- Detalles sobre cualquier servicio de mantenimiento tales como ajustes, reparaciones o modificaciones realizadas.
- Cualquier limitación de uso
- La identificación del personal ejecutor de la confirmación.
- La identificación del personal responsable del asegurar la veracidad de la información registrada.
- La identificación única (como número de serie) de los certificados de calibración y otros documentos pertinentes.

El proveedor debe mantener procedimientos documentados claros sobre la retención (incluyendo la duración) y salvaguarda de los registros. Los registros deben conservarse hasta que ya no existan probabilidad de que puedan ser necesarios con referencias.

1) EQUIPO DE MEDICION NO CONFORME

Cualquier elemento del equipo de medición:

- Que haya sufrido daño.
- Que haya sido sobrecargado o mal utilizado.
- Que muestre cualquier mal funcionamiento.
- Cuyo correcto funcionamiento este sujeto a duda
- Que haya excedido su lapso de confirmación establecido, o
- Que se haya violado la integridad de su sello

Debe ser retirado del servicio por segregación, identificación o marcado notorio.

Dicho equipo no debe ser regresado a servicio hasta que las razones de su no conformidad hayan sido eliminadas y sea nuevamente confirmada.

Si los resultados de la calibración previa a algún ajuste o reparación indican un riesgo de errores significativos en cualquiera de las mediciones realizadas con el equipo antes de la calibración el proveedor debe tomar la acción correctiva necesaria.

J) ETIQUETADO DE CONFIRMACION

El proveedor debe asegurar que todo equipo de medición esté etiquetado, codificado o identificado en forma segura y durable, para indicar su estado de confirmación. También debe indicarse sobre el equipo cualquier limitación de confirmación o limitación sobre su utilización. Cuando el etiquetado o codificación no sea práctico o apropiado, deben establecerse y documentarse procedimientos efectivos alternos

Cualquier etiqueta de confirmación debe indicar claramente la fecha de la próxima confirmación según el sistema del proveedor. La etiqueta debe también la rápida identificación del personal responsable autorizado de la confirmación en cuestión.

Deben tomarse todas las medidas razonables para prevenir el mal uso accidental o intencional de la etiqueta.

El equipo de medición que se juzgue que no requiere confirmación debe ser identificado claramente, esto es debe distinguirse del equipo que requiere confirmación pero cuya etiqueta se haya separado o extraviado.

Debe indicarse en la etiqueta de confirmación cuando una parte significativa de la capacidad total de un equipo de medición no es cubierta por la confirmación.

K) LAPROS DE CONFIRMACION

El equipo de medición (incluyendo los patrones) debe ser calibrado a intervalos adecuados (generalmente periódicos), establecidos con base en su estabilidad, propósito y utilización. Los intervalos deben ser tales que la confirmación sea efectuada nuevamente antes de cualquier cambio significativo probable en su exactitud para el uso del equipo.

Dependiendo de los resultados de calibración en las confirmaciones previas, los lapsos de confirmación pueden acortarse, de ser necesario, para asegurar la continuidad de la exactitud.

Los lapsos de confirmación no deben prolongarse, a no ser que los resultados de las calibraciones previas proporcionen datos definitivos de que dicha acción no afectara adversamente la confianza en la exactitud del equipo de medición.

El proveedor debe tener criterios objetivos específicos para fundamentar las decisiones que afecten la elección del lapso de confirmación.

Al determinar si los cambios en los lapsos de confirmación son apropiados, el proveedor debe considerar todos los datos pertinente, incluyendo los provenientes de cualquier control estadístico de proceso operado por o para el proveedor.

L) SELLADO PARA INTEGRIDAD

El acceso a dispositivos de ajuste del equipo de medición, cuyo posicionamiento afecte su desempeño, debe ser controlado mediante sellado o resguardado durante alguna etapa de la confirmación a fin de prevenir que personal no autorizado lo desajuste. Los sellos deben diseñarse de tal forma que el desajuste sea evidente.

El sistema de confirmación del proveedor debe proporcionar instrucciones documentadas para la utilización de dichos sellos y para la disposición del equipo con sellos dañados o rotos.

M) UTILIZACION DE PRODUCTOS Y SERVICIOS EXTERNOS

El proveedor debe asegurar que los productos y servicios de fuentes externas son del nivel de calidad requerido, cuando esos productos y servicios (incluyendo calibraciones), afecten significativamente la confiabilidad de las mediciones del proveedor.

N) ALMACENAMIENTO Y MANEJO

El proveedor debe establecer y mantener un sistema para recibir, manejar, transportar, almacenar y despachar el equipo de medición del proveedor, a fin de prevenir el abuso, maltrato, daño y cambio en sus características metrológicas y funcionales.

Se deben tomar medidas para prevenir confusiones entre equipos similares. Estas medidas deben documentarse.

O) TRAZABILIDAD

Todo el equipo de medición debe ser calibrado utilizando patrones trazables a patrones nacionales o internacionales y que sean consistentes con las recomendaciones de la conferencia general de pesas y medidas (CGTM) en los casos en donde dichos patrones nacionales o internacionales no existan (por ejemplo, para dureza), la trazabilidad debe ser establecida por otros patrones de medición (por ejemplo, materiales de referencia adecuados, patrones colectivos o patrones industriales), que sean internacionalmente aceptados en el campo de que se trate.

Todo patrón utilizado en el sistema de confirmación debe ser respaldado por certificados, informes u hojas de datos para el equipo, que atestigüen la fuente, fecha, incertidumbre y las condiciones bajo las cuales se obtuvieron los resultados. Cada uno de estos documentos debe ser firmado por la persona que atestigua la veracidad del resultado.

El proveedor debe mantener evidencias documentadas de que cada calibración se haya realizado en la cadena de trazabilidad.

P) EFECTO ACUMULATIVO DE LAS INCERTIDUMBRES

El efecto acumulativo de las incertidumbres en cada paso sucesivo de una cadena de confirmaciones debe ser tomada en cuenta para cada patrón y elemento del equipo que es confirmado.

Deben tomarse acciones cuando la totalidad de las incertidumbres es tal que compromete la habilidad para hacer mediciones dentro del máximo error tolerado. Los detalles de los componentes significativos deben registrarse. También debe registrarse el método de combinación de esos componentes.

Q) CONDICIONES AMBIENTALES

Los patrones y el equipo de medición deben ser calibrados, ajustados y utilizados en un ambiente controlado para asegurar hasta donde sea necesario la validez de los resultados de las mediciones.

Deben considerarse la temperatura, velocidad de cambio de la temperatura, humedad, iluminación, vibración, control del polvo, limpieza, interferencia electromagnética y otros factores que afecten los resultados de la medición. Cuando sea pertinente estos factores deben ser continuamente vigilados y registrados, y cuando sea necesario, deben aplicarse las compensaciones correctoras en los resultados

de las mediciones. Los registros deben contener tanto los datos originales como los datos corregidos. Las correcciones, cuando se apliquen deben de estar fundamentadas en bases reales.

R) PERSONAL.

El proveedor debe asegurar que todas las confirmaciones sean realizadas por personal con calificaciones, capacitación, experiencia, aptitud y supervisión apropiadas.

S) CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES.

Esta norma coincide totalmente con la norma ISO 10012-1: 1992 Quality assurance requirements for measuring equipment - Part 1: Metrological confirmation system for measuring equipment.

4.3 EL LABORATORIO DE MEXALIT INDUSTRIAL DIVISIÓN METROPOLITANA Y LA NUEVA AREA DE CALIBRACION Y VERIFICACION.

El laboratorio de la empresa estaba constituido por 3 áreas la primera dedicada a el análisis de materias primas (cemento, sílice y fibras de asbesto), la segunda corresponde al análisis de agua y la tercera la conforma el área de pruebas mecánicas destructivas (flexión, aplastamiento, presión hidráulica).

La nueva área implantada es la de calibración y verificación de equipo e instrumentos de medición la cual se instaura, para que con ello se cumplan los requisitos de que verificaciones, calibración mantenimiento y mediciones se lleven a cabo con la exactitud y seguridad requeridas y con un mínimo de error.

Las características con las que cuenta la nueva área son las siguientes :

Acondicionamiento de la Temperatura de Medición : En un principio el local no tenia controlado este punto debido a que se consideraba que por el tipo de materia prima manejada este factor no afectaba las mediciones realizadas pero al contar ya con los patrones adquiridos y el manejo cuidadoso que se debe tener de ellos se opto por instalar un equipo de aire acondicionado, logrando con esto mantener una temperatura de 20 grados centigrados +/- 1 grado según la recomendación de

la norma la cual llama temperatura de referencia. Por lo que los equipos e instrumentos de medición ya son calibrados bajo este punto debidamente controlado.

Humedad Relativa del Aire : Con el mismo equipo de aire acondicionado se logro a la par resolver este punto ya que la humedad excesiva que tenia el área perjudicaba aparatos e instrumentos de medición produciendo superficies oxidadas. El laboratorio se mantiene a un 50% de humedad relativa +/- 2%.

Iluminación : la instalación del alumbrado es un punto importante ya que al tener una iluminación defectuosa, esta exige al ojo humano un mayor esfuerzo de trabajo causando cansancio prematuro, dolor de cabeza, irritación de ojos y lo mas grave, disminución de la agudeza visual. Por ello se instalaron lampara fluorescentes que proveen de una iluminación de 300 luxes, lo que permite desarrollar el trabajo con mayor seguridad y rapidez ocasionando menos errores en el proceso de verificaciones y calibraciones.

Introducción de polvo : La ubicación del área (laboratorio) se realizo de forma tal que no se introduzca polvo que afecte equipos, patrones e instrumentos de medición ya que la acumulación de partículas extrañas nos provoca mediciones y lecturas con error.

Además el piso esta cubierto por linóleo ya que otro tipo de material provocaría la formación de polvo.

Equipo : Se adquirieron los siguientes equipos e instrumentos:

- Una bomba comparativa de presión
- Manómetros patrón
- Estuche de blocks Patrón.
- Estuche de Barras patrón.
- Base de granito
- Goniometro.

- Estuche de bloques angulares.
- Calibradores vernier.
- Indicadores de carátula.
- Soporte de fijación.
- Base de fijación.
- Escuadras universales.
- Planos ópticos comparadores

Además de contar con el material que ya se tenía disponible para tal laboratorio (Anillos patrón, geich comparadores, compases de interiores y exteriores, un termohigrometro, un luxometro, manómetros de reposición etc.)

Complementario a esto se cuenta con el apoyo de la computadora personal del departamento de producción y control de calidad para la organización de documentos, informes y reportes .

4.4.- RESPONSABILIDAD DE LA JEFATURA DE CONTROL DE CALIDAD Y LABORATORIO.

De la implantación del área de calibración y verificación de equipo e instrumentos de inspección, medición y prueba surge la responsabilidad de la jefatura de control de calidad y laboratorio la cual tiene como encomienda :

- Elaborar, implantar, actualizar y controlar los Procedimientos, métodos e instructivos aplicables en su área.
- Coordinar las actividades de inspección y pruebas en todos los puntos definidos del proceso en base a las políticas, procedimientos, métodos y especificaciones para asegurar la conformidad de insumos, materiales y productos, en proceso y/o finales

- Mantener los registros que comprueben que los materiales y productos han pasado la inspección y/o pruebas de conformidad con los criterios de aceptación establecidos.
- Asegurar que los materiales y productos no conformes sean segregados, identificados y no utilizados hasta su determinación final y/o corrección.
- Participar conjuntamente con los departamentos involucrados, en la definición de las acciones correctivas a seguir en las desviaciones halladas.
- Asegurar el control de calidad en el proceso y final asistiendo a Producción, estableciendo análisis y pruebas específicas para tal fin.
- Asegurar la identificación, verificación, calibración, y certificación de los equipos de medición, control y prueba que se utilicen en la línea o en el laboratorio.

4.5.- NACIMIENTO DEL PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE EQUIPO DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y PRUEBA.

Este procedimiento nace de la necesidad de controlar los instrumentos y equipos de medición de los cuales no se tenía ninguna información de las condiciones de uso y operación en la planta.

- **Objetivo :** Establecer los lineamientos necesarios para asegurar que el estado de los instrumentos así como equipos de inspección, medición y prueba permitan obtener lecturas reales y dentro del intervalo de exactitud requerido.
- **Alcance :** Todos los equipos e instrumentos de inspección, medición y prueba utilizados para la obtención y evaluación de la conformidad de los tubos y coples de fibrocemento fabricados
- **Descripción :** Este procedimiento define los principales requisitos que se deben satisfacer y el mecanismo para su aplicación que permita el logro del objetivo planteado

Requisitos : El programa de calibración y verificación contempla las actividades de calibración, verificación, certificación y ajuste de todos los equipos e instrumentos de medición, pruebas y patrones

de comparación que son indispensables para el logro de la calidad del producto y la evaluación de su conformidad.

El programa se mantiene constantemente actualizado con el fin de que se consideren en él, todos los equipos realmente en uso y los de reciente adquisición. El intervalo de tiempo establecido entre cada Verificación, depende de la frecuencia de uso de cada equipo e instrumento y de la resistencia al daño o sensibilidad a la descalibración que presente cada uno de ellos.

En el programa de calibración están incluidos los siguientes conceptos.

- Tipo de instrumento o equipo.
- Marca del instrumento o equipo.
- Exactitud e intervalo de medición.
- Clave de identificación asignada.
- Frecuencia de Verificación y calibración.
- Tipo de verificación y calibración. (Interna o Externa)

OBSERVACIONES.

Existe una correspondencia única entre la clave registrada en documentos de control, etiqueta de identificación (Fig. 1), calibraciones, reparaciones, bitácora y la clave marcada en el instrumento o equipo.

APLICACION.

El responsable del área mantiene actualizado el programa

Previo al proceso de verificación y calibración, control de calidad se asegura de que los patrones necesarios para esa comprobación, tengan vigencia de certificación extendida por una institución o laboratorio acreditado, esto respaldado por los documentos correspondientes

Los responsables de control de calidad y de la planta de tubería efectúan el seguimiento necesario para asegurar que los usuarios de cada departamento estén utilizando exclusivamente equipos con vigencia de calibración y verificación y apeándose al programa establecido (Fig 2)

El usuario o responsable del equipo o instrumento de medición, entrega al laboratorio sus instrumentos antes de que termine la vigencia de verificación y calibración. Este recibirá a cambio un repuesto con vigencia asegurando con ello la disponibilidad de los instrumentos y equipos necesarios.

Laboratorio con base a la verificación inicial del equipo o instrumentos determina si se requiere ajuste o reparación través de servicio interno o externo contratado, en el ultimo caso, recurrirá al apoyo del departamento de mantenimiento. Cuando se trate de calibración interna ya sea para equipos o instrumentos de medición de longitud o presión se aplican los instructivos respectivos. Los resultados de la Verificación y calibración se asientan en la bitácora correspondiente te y se adhieren a dichos instrumentos y equipo las etiquetas con la nueva fecha de verificación y calibración. Una vez evaluado el equipo o instrumento es entregado al usuario o se mantiene como repuesto a resguardo.

Verificación y Calibración.	Control de calidad	Mexelit
CLAVE	FECHA DE CALIBRACION	VIGENCIA
LB-ME-01	01-07-96	16-08-96

LB-ME-01

— No. de instrumento o equipo
— Tipo de instrumento o equipo
— Área, lugar físico o departamento donde se localiza el instrumento o equipo

Fig. 1

Fig.2 Ejemplo del programa de Calibración y Verificación.

TIPO DE INSTRUMENTO	MARCA	EXACTITUD E INTERVALO DE MEDICION	CLAVE	FRECUENCIA DE CALIBRACION Y VERIFICACION	TIPO DE CALIBRACION Y VERIFICACION	OBSERV.
Calbrador vernier	Mitutoyo	0.01 mm 0.0 - 250 mm	LB-VE-01	Trimestral Vigencia (100696 100996)	Interna	Proteger contra el Polvo
Indicador de carstula	TESA	0.001mm 0.0 - 25 mm	CC-IC-15	Bimestral Vigencia (030796 030996)	Interna	Digital Extremo cuidado
Blocks Patrón	SELECT	Grado 00 0.001- 250mm y combinaciones	LB-BP-01	Anual	Externa	En Calibración

5.- MÉTODO ESTADÍSTICO APLICADO A LA EVALUACIÓN DEL EQUIPO E INSTRUMENTOS DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y PRUEBA.

5.1.-EL ESTUDIO DE REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD.

Al efectuar estudios y experimentos, debemos estar seguros que los valores de las mediciones son reales, pues en base a esta consideración se analizan los resultados y se toman decisiones.

Por la importancia que tiene este concepto es necesario recordar que en todos los sistemas de medición existen variaciones que afectan las mediciones individuales y consecuentemente cualquier acción que se tome en base a ellas.

Toda herramienta de medición presenta variaciones. Existen variaciones sistemáticas cuando el equipo no está calibrado (exactitud) o cuando es utilizado por diferentes operadores (reproducibilidad). También se presentan ciertas variaciones periódicas por condiciones ambientales o desgaste y deterioro del equipo (estabilidad). El diseño y complejidad de la construcción del equipo de medición provoca una variación aleatoria muy importante (repetibilidad).

La combinación de los factores mencionados exactitud, reproducibilidad, estabilidad y repetibilidad, indican la habilidad total del sistema de medición.

Las razones principales para efectuar evaluaciones a los sistemas de medición son las siguientes :

- a) Criterio de aceptación para un equipo nuevo de medición.
- b) Permiten la evaluación de un dispositivo que se sospecha defectuoso o dañado.
- c) Permite la comparación de dos o más equipos de medición.
- d) Permite la evaluación de un dispositivo antes y después de sus reparación o ajuste.
- e) Permite el desarrollo de curvas de comportamiento de los dispositivos, que facilitan el criterio de aceptación de partes buenas o el rechazo de partes malas, de una manera confiable.

Concluyendo, la evaluación de los sistemas de medición representa la forma más confiable de asegurar que los equipos de medición determinan la variación verdadera del proceso y su nivel de conformidad, a través del Control Estadístico de Proceso.

Dado que existen diversos términos para describir los tipos de errores asociados con un sistema de medición, es importante recordar las siguientes definiciones que nos permitirán determinar de una forma unívoca el significado de los términos posteriormente empleados :

- **Exactitud** : La diferencia entre la medida obtenida en las mediciones efectuadas con el dispositivo en evaluación y la medida real de las medidas. El promedio real se determina usando un equipo de mayor exactitud
- **Repetibilidad** : La variación de las mediciones obtenidas con un instrumento cuando lo usa varias veces el mismo operador, para medir la misma característica, en las mismas partes.
- **Reproducibilidad** : La variación en el promedio de las mediciones efectuadas por Operadores diferentes, usando el mismo dispositivo para medir la misma característica, en el mismo grupo de piezas.
- **Estabilidad** : La diferencia en el promedio de por lo menos dos grupos de mediciones obtenidas con un dispositivo, en las mismas partes y características, como resultado del tiempo.
- **Error y habilidad del Instrumento y/o equipo** : La combinación de exactitud, repetibilidad, reproducibilidad y estabilidad representa el error del dispositivo. El error debe ser evaluado, por el proveedor, para cada aplicación del dispositivo, cuando éste se use para medir diferentes características, asegurándose así que tiene un comportamiento lineal. La habilidad es el complemento a 1 o a 100 % del error, si este último está expresado decimal o porcentualmente, respectivamente

$$\text{Habilidad} = 1 - \text{error}$$

$$\text{Habilidad} \rightarrow 100\% - \text{error}$$

5.2.- PREPARACIÓN PARA LA EVALUACIÓN.

Como en cualquier estudio o análisis, se debe tener una preparación previa adecuada para llevar a cabo la evaluación del dispositivo. La preparación típica es la siguiente :

1.- Establecer claramente la necesidad de la evaluación.

2.- Establecer correctamente el enfoque del estudio

Por ejemplo, determinar si existe influencia del operador en la calibración o uso del dispositivo. Existen algunos dispositivos donde el efecto de reproducibilidad puede ser considerado insignificante; por ejemplo : cuando el operador sólo presiona un botón y se imprime un número. Tal es el caso del equipo automático de medición.

3.- Se deben determinar anticipadamente los números de operadores, de muestras y de lecturas a tomar. Algunos factores que se deben tomar en cuenta son :

a) Lo crítico de la dimensión .- Por ejemplo, en las características de control deberán efectuarse estudios con más partes y/o más mediciones.

b)La naturaleza de las partes .- Para partes pesadas o voluminosas puede resultar más práctico efectuar el estudio con menos partes y/o mediciones.

C) El nivel de confianza y precisión que se desea en la estimación del error del dispositivo.

4 - Siempre que sea posible, los operadores escogidos deberán ser seleccionados entre los que normalmente operan el instrumento y/o equipo. Si el personal no está disponible, entonces quienes vayan a practicar las mediciones deberán ser entrenados adecuadamente en el uso correcto del instrumento y/o equipo.

5.- Las partes de muestra escogidas deben ser representativas de la variación del proceso.

6.- El instrumento y/o equipo de medición deberá tener graduaciones tales que permitan efectuar lecturas de por lo menos un décimo de la tolerancia especificada para la característica a ser medida, por ejemplo, si la tolerancia es de 0.001, el equipo deberá ser tal que se puedan leer en él, de manera directa, incrementos no superiores a 0.0001

7.- Asegurarse que el método de medición e instrumento y/o equipo correspondan a la característica deseada.

La manera en que se lleve a cabo la evaluación es muy importante, si se desean resultados confiables. Con el objeto de minimizar la probabilidad de resultados imprecisos, se deben dar los siguientes pasos:

- a) Las mediciones deben ser efectuadas en orden aleatorio para asegurara que las desviaciones o cambios que ocurran estén aleatoriamente distribuidas en todo el estudio.
- b) En el equipo, las lecturas deben ser estimadas con la mayor aproximación posible. como mínimo, deben ser efectuadas a por lo menos la mitad de la graduación más pequeña, por ejemplo, si la menor graduación es de 0.0001, entonces la estimación debe ser redondeada a por lo menos las 0.00005" más próximas.
- c) Si se sospecha que las calibraciones hechas por el operador constituyen un factor de gran influencia en la variación, el dispositivo debe ser recalibrado por el operador antes de cada serie de mediciones de las muestras.
- d) La evaluación debe ser observada y coordinada por una persona que reconozca la importancia de las precauciones necesarias para efectuar una evaluación confiable.

5.3.-EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS Y/O EQUIPO. (METODO CORTO).

El método corto para evaluación de instrumentos y/o equipo proporciona una manera rápida y muy significativa de determinar la aceptabilidad de un instrumento y/o equipo, en un período breve. Se utilizan sólo dos operadores, quienes deberán medir el mismo juego de cinco partes cada vez. Con este método, la repetibilidad y reproducibilidad no pueden ser separadas y el error resultante es una combinación de ambos tipos de error del dispositivo.

Este método se llevara a cabo con dos operadores y las cinco partes son seleccionadas de tal manera que representen la dispersión del proceso : Cada operador mide las cinco partes aleatoriamente y de manera que se evite cualquier predisposición o influencia externa.

PASO 1 Calcular los rangos entre las mediciones.

PASO 2 Calcular el error promedio de los rangos.

PASO 3 Calcular el error del instrumento.

PASO 4 Expresar el error como porcentaje de tolerancia.

Los resultados deben ser registrados en una forma similar a la mostrada en la siguiente tabla (1):

PARTES	OPERADOR A	OPERADOR B	RANGO (A - B)
1	4	2	2
2	3	4	1
3	6	7	1
4	5	7	2
5	9	8	1
		Suma de rangos	7

Tabla 1

Paso 1

$$\text{Rango promedio (R)} = 5 R / 5 = 7 / 5 = 1.4$$

Paso 2

$$\text{Error del instrumento} = 4.33 R = 4.33 \times 1.4 = 6.1$$

Paso 3

$$\text{Error como \% de tolerancia} = 6.1 \times 100 / 20 = 30.5 \%$$

Paso 4

(Para calcular este porcentaje se dividió el error del instrumento entre la tolerancia y se multiplico por 100)

El factor de 4.33 resulta de las siguientes consideraciones :

$$\sigma = R / d2 = (\text{Expresión de la desviación estándar en función del rango promedio y tablas de distribución normal.})$$

Si deseamos obtener el 99% de confianza debemos cubrir la dispersión dada por 2.575 desviaciones estándar.

$$RRID = 5.15 \sigma = 5.15 R / d2 = 5.15 R / 1.19 = 4.31 R \quad \text{RRID: Repetibilidad y reproducibilidad del instrumento.}$$

5.4.- INTERPRETACION DE RESULTADOS.

Los resultados de estudios de instrumentos deben ser cuidadosamente evaluados para determinar si el instrumento es aceptable para la aplicación que se pretende. El decidir si un sistema de medición es satisfactorio o no, depende primordialmente del porcentaje de la tolerancia de la parte reflejada por el error del instrumento a usarse. Generalmente el criterio de aceptación de repetibilidad y reproducibilidad de un instrumento es como sigue:

Abajo del 20% de error.	Aceptable.
De 20% a 30% de error.	Puede ser aceptable basándose en la importancia de la aplicación, costo del instrumento, costo de reparación, etc.
Sobre 30% de error.	No es aceptable. Esforzarse para identificar el problema y resolverlo.

5.5.- EVALUACION DE INSTRUMENTOS Y/O EQUIPO METODO CORTO EJEMPLO 2

Se calcula la diferencia entre las lecturas tomadas por el operador A y aquellas tomadas por el B (Paso 1), para cada pieza individualmente, y los valores absolutos de estas diferencias se registran en la columna de rangos. (Tabla 2)

Se calcula el promedio de los rangos (R) (Paso 2) sumando los rangos individuales y dividiendo esta suma entre 5.

El error del dispositivo es entonces calculado multiplicando la media de los rangos (R) por 6.73 (Paso 3).

Paso 1

Partes	Operador A	Operador B	Rango (A - B)
1	0.1505	0.1510	0.0005
2	0.1530	0.1535	0.0005
3	0.1525	0.1520	0.0005
4	0.1510	0.1515	0.0005
5	0.1515	0.1520	0.0005
		Suma de rangos	0.0025

Tabla 2

Media de rangos (R) = $\Sigma R / 5 = 0.0025 / 5 = 0.0005$

Paso 2

Error del instrumento = $6.73 R = 6.73 (0.0005) = 0.003365$

Paso 3

5.6.-INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL EJEMPLO 2.

Si el error del dispositivo es menor que o igual a 20% de la tolerancia especificada se considera que el dispositivo es bueno para esta aplicación, si el error está entre 20 y 30% se puede usar, pero debe ser mejorado y reevaluado; si rebasa el 30% es inaceptable y debe corregirse inmediatamente o se deberá evaluar otro instrumento y si éste resulta aceptable en el estudio asignarlo definitivamente a la operación. En el caso del ejemplo anterior la tolerancia es de ± 0.0010 , por lo que su porcentaje de error es :

% de error = $0.003365 / 0.020 \times 100 = 16.8\%$ El instrumento requiere ser mejorado y reevaluado.

VALORES DE d_2 PARA LA DISTRIBUCION NORMAL (Tabla 3).

"M" NUMERO DE OPERADORES

"g" Numero de partes	1	2	3	4
1	1.41	1.91	2.24	2.48
2	1.28	1.81	2.15	2.40
3	1.23	1.77	2.12	2.38
1	1.21	1.75	2.11	2.37
5	1.19	1.74	2.10	2.36
6	1.18	1.73	2.09	2.35
7	1.17	1.73	2.09	2.35
8	1.17	1.72	2.08	2.35
9	1.16	1.72	2.08	2.34
10	1.16	1.72	2.08	2.34

- Este factor resulta de las siguientes consideraciones :

$\sigma = R / d_2$ (Expresión de la desviación estándar en función del rango y tablas de distribución normal)

Puesto que queremos cubrir la dispersión dada por $\pm 4 \sigma$, la repetibilidad y reproducibilidad del dispositivo está dada por :

$$RRD = 8 \sigma = 8 R / d2$$

RRD : Repetibilidad y reproducibilidad.

y de la tabla (3) $d2 = 1.19$, para m (numero de operadores) = 2 y g (numero de partes) = 5, por lo que resulta :

$$RRD = 8 R / 1.19 = 6.73 R$$

5.7.- EVALUACION DE INSTRUMENTOS Y/O EQUIPO (MÉTODO LARGO).

El método más formal para determinar el error de un dispositivo de medición es el de Repetibilidad y Reproducibilidad. Por el contrario del método corto, esta técnica proporciona una indicación de las causas del error del dispositivo, determinando los errores asociados con la repetibilidad y con la reproducibilidad de una manera separada. Por ejemplo, si la carencia en la reproducibilidad es superior a la correspondiente a repetibilidad, este método proporciona indicaciones tales como las siguientes :

- a) se requiere entrenar a los operadores en la forma de usar y leer los instrumentos.
- b) Las calibraciones deben ser más acuciosas y su método mejorado.

Si el problema en repetibilidad es superior al correspondiente en reproducibilidad, el método proporciona indicaciones tales como :

- a) Se requiere mantenimiento del dispositivo.
- b) El dispositivo podría ser rediseñado para tener mayor rigidez.
- c) La sujeción o localización de la parte al dispositivo podría ser mejorada.

5.8 REALIZACION DEL ESTUDIO (METODO LARGO).

Aún cuando el número de operadores, internos y partes pueda variar, a continuación se describen los pasos a seguir en el estudio.

1ro - Los operadores son referidos como A, B, C, y las partes numeradas del 1 al 10. La numeración de las partes no debe estar visible a los operadores (Formato A)

2do.- Calibrar el dispositivo con el patrón correspondiente antes de efectuar la primera serie de lecturas (intento).

3ro.- Hacer que el operador A mida las 10 partes y otra persona, no operador, registre los resultados en la columna 1 Hacer que el operador B mida las mismas 10 partes sin ver los resultados del operador A y registrar los resultados en la columna 5.

4to.- Hacer lo propio con el operador C, sin permitir que vea los resultados de los operadores A y B Registrar los resultados en la columna 9

5to.- Repetir el ciclo, usando un orden diferente de medición de las 10 partes (aleatoriamente). Registrar los resultados en las columnas 2, 6 y 10 Repitase una vez más el ciclo ,registre los resultados en las columnas 3, 7, y 11.

6to- Los pasos 3 y 5 pueden ser cambiados a los siguientes, cuando no se disponga de todas las partes al mismo tiempo. En este caso, deberán extremarse precauciones para que un operador no se entere de un resultado del otro. Esta alternativa no deberá usarse a menos que una causa de fuerza mayor lo obligue.

- a) Permitir que el operador A, mida la primera parte y registre el resultado en la columna 1. Hacer lo propio con los operadores B y C . y registrar los resultados en las columnas 5 y 9, respectivamente
- b) Permitir que el operador A, repita la lectura en la primera parte y registrar el resultado en la columna 2, así también los operadores B y C, registrando los resultados en las columnas 6 y 10 de la tabla

Repetir el ciclo y registrar los resultados en las columnas 3, 7, y 11. Repetir este ciclo hasta que se haya medido la última pieza por tercer vez, por los tres operadores.

7.- Si los operadores están en diferentes turnos, se puede usar otro método. Hacer que el operador A mida las 10 partes y registrar las lecturas en la columna 1, entonces el mismo operador deberá repetir las lecturas en otros ordenes y se deberán registrar los resultados en las columnas 2 y 3. El procedimiento se repite con los operadores B y C, en el otro u otros turnos.

La evaluación de repetibilidad y reproducibilidad involucra dos formatos, uno de ellos para efectuar el registro de resultados (formato A) fig.5 y el otro para efectuar los cálculos conforme a las fórmulas en el establecidos (formato B) fig. 6.

El procedimiento de uso de los formatos después de la recolección de datos ,es como sigue :

- a) Sustraer las lecturas menores de las mayores para cada muestra en las columnas 1, 2, y 3, y registrar el rango en la columna 4. Hacer lo mismo con las columnas 5, 6, y 7 y 9, 10, y 11. Anotar los rangos respectivos en las columnas 8 y 12

Fig.4. Ejemplo (Fragmento del formato A ,Fig. 5).

MUESTRA No.	COLUMNA 1 1er. Intento	COLUMNA 2 2o. Intento	COLUMNA 3 3er. Intento	COLUMNA 4 RANGOS.
1	+ 0.0050	+ 0.0070	+0.0080	0.0030
2	-0.0015	-0.0010	-0.0015	0.0005
3	+0.0005	-0.0010	-0.0017	0.0022
4	-0.0010	+0.0015	+0.0010	0.0025

Fig.4 Fragmento del formato A

- b) Los registros en las columnas 4, 8, y 12 se hacen como valores positivos (valor absoluto de la diferencia)
- c) Sumar las columnas 4, 8, y 12 y registrar los totales en las casillas respectivas, en la columna correspondiente
- d) Dividir el total de la columna 4 entre el número de muestras, para obtener la media de rangos del operador A, Ra Efectuar operaciones análogas para obtener Rb y Rc.

e) Transferir el promedio de las columnas 4, 8 y 12, (Ra, Rb y Rc) a sus lugares respectivos. Sumar Ra + Rb + Rc y poner el resultado en la casilla de sumatoria. Dividir este total entre el número de operadores y registrar el resultado como R, media de los rangos.

f) Registrar R en la línea correspondiente y multiplicarla por D4 (= 2 574 para 3 intentos, 3.268 para 2 intentos, etc) y registre el resultado. Este es el valor del límite superior de control (LSCR) de los rangos listados en las columnas 4, 8, y 12

g) Si existen, repita las lecturas que provocaron un rango superior al LSCR mediante el mismo operador y partes originales o descarte aquellos valores y recalcula la media de rangos R y el valor del límite LSCR, basado en el tamaño de muestra empleado ahora

h) Sume las columnas remanentes 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10 y 11

i) totalice la suma de las columnas 1, 2 y 3, registre el total en el block de sumatorias, columna 2. Repita esto para las columnas 5, 6 y 7, 9 ,10 y 11, y registre los resultados en los bloques de sumatoria, en las columnas 6 y 10

j) Obténgase las medias de los intentos dividiendo cada bloque de sumatoria (columnas 2, 6 y 10) entre el número de intentos multiplicando por el número de partes de muestra y registre los resultados en las casillas para Xa, Xb, y Xc.

Por ejemplo $\text{sumatoria} / (\text{No. de intentos}) (\text{No. de ptes. muestra}) = Xa$.

k) Transfiera los valores calculados de R y X dif. a los espacios provistos para ello.

l) Efectúe los cálculos bajo la columna titulada evaluación del sistema de medición, en el lado izquierdo de la forma

m) Efectúe los cálculos bajo la columna titulada % de tolerancia en el lado derecho de la forma. Estos cálculos no pueden ser efectuados cuando no exista una tolerancia bilateral, por ejemplo, cuando solo se especifica un máximo o un mínimo

n) Verificar los resultados para asegurarse de que no existen errores

Fig. 5 Formato A. Para el registro de datos.

OPERADOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	A				B				C			
N° MUESTRA	1° PRUEBA	2° PRUEBA	3° PRUEBA	RANGO	1° PRUEBA	2° PRUEBA	3° PRUEBA	RANGO	1° PRUEBA	2° PRUEBA	3° PRUEBA	RANGO
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
TOTALES												

→

←

Suma
 \bar{X}_A

←

→

Suma
 \bar{X}_B

←

→

Suma
 \bar{X}_C

RA	N° DE PRUEBAS	D4	(R) * (D4) = LSCR	MAX \bar{X}
RB	2	3268	() * () =	MIN \bar{X}
RC	3	2574		\bar{X}_{DIF}
SUMA				
RA				

* LIMITE SUPERIOR DE CONTROL DE LOS RANGOS CIRCUNSCRIBIR AQUELLOS QUE VAYAN MAS ALLA DE ESTE LIMITE IDENTIFIQUE LA CAUSA Y CORRIJALA. REPITA ESTAS LECTURAS USANDO EL MISMO OPERADOR Y UNIDAD O DESCARTE LOS VALORES Y REPROMEDIE RECALCULE Y EL LSC.

OBSERVACIONES _____

Fig.6 Formato B. Para el registro de la evaluación.

NOMBRE Y DESCRIPCION DE LA PARTE: _____

CLAVE: _____

CARACTERISTICA: _____

TIPO DE INSTRUMENTO: _____

ESPECIFICACION: _____

FECHA: _____

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: _____

EVALUADOR: _____

DE LA HOJA DE DATOS:

$\bar{R} =$

\bar{X} dif. = _____

ANALISIS DE MEDICIONES

ANALISIS DEL % DE TOLERANCIA

REPETIBILIDAD-VARIACION DE EQUIPO (V. E.)

% DE VARIACION DEL EQUIPO

V. E. = $R \cdot K1$
 V. E. = _____

% V. E. = $100[(V.E.)/(R \cdot Y R \cdot TOL.)]$
 % V. E. = _____

REPRODUCIBILIDAD-VARIACION DE APRECIACION (V. A.)

% DE VARIACION DE APRECIACION

V. A. = \bar{X} dif. $\cdot K2$
 V. A. = _____

% V. A. = $100 [(V. A.)/(R \cdot Y R \cdot TOL.)]$
 % V. A. = _____

REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD

% REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD

$RYR = \sqrt{(V. E.)^2 + (V. A.)^2}$
 RYR = _____

% RYR = $(\% V. E.) + (\% V. A.)$
 % RYR = _____

PB+S	2	3
K1	4.56	3.05

TODOS LOS CÁLCULOS ESTAN BASADOS EN UNA PREDICCIÓN DE 5.15 SIGMA (99% DE AREA BAJO CURVA NORMAL)

OPERADORES	2	3
K2	3.65	2.70

5.6.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Con la finalidad de determinar la aceptabilidad del dispositivo para la aplicación en cuestión, se proveen a continuación los criterios, los que dependen del porcentaje de tolerancia que consume el error del sistema de medición.

En general, el criterio para aceptabilidad es como a continuación se indica :

Por debajo del 15% de error (Habilidad superior al 85%) Buen dispositivo.

Del 15 al 30% de error (Habilidad de 70 - 85 %) se puede usar temporalmente, pero debe repararse y reevaluarse.

Por encima del 30% de error (Habilidad inferior al 70%) Inaceptable se debe corregir de inmediato o cambiarse.

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

6.- CONCLUSIONES.

Las normas nacionales tanto como las internacionales solicitan la implantación de sistemas que aseguren la calidad en todo el ciclo productivo .

Esto nos representa un requisito que es inaplazable y que debemos cumplir, ya que ello nos representa ventaja competitiva para cualquier sistema de calidad debido a que en estos tiempos de gran competitividad de la industria nacional contra la extranjera es solamente una condición de sobrevivencia, pero esto no nos debe desanimar por que al contar con este tipo de sistemas de calidad nos da las bases y crea las condiciones para el logro del desarrollo y del éxito

Con la experiencia obtenida en la implantación de esta área de calibración y verificación de instrumentos y equipo puedo decir que ningún sistema se puede desarrollar sin analizar y conocer el proceso de medición, la interrelación entre el usuario y el responsable de las verificaciones y calibraciones, los análisis de resultados y la confiabilidad y representatividad de tales mediciones, además que el requisito de documentación, que puede ser simple, obliga al laboratorio a tener un control estricto de todas las variables a su cargo

Son todos estos aspectos y en , particular los esfuerzos que debe realizar el personal del laboratorio lo que permitirá el logro de una real y verdadera ventaja competitiva.

7.- RECOMENDACIONES:

- 1.- Seguir al 100% el procedimiento que nació al implementar el área de calibración y verificación ya que con el se garantizara la calidad del producto ante cualquier comprador y ante una auditoria de calidad ya sea interna o externa.

- 2.- Dar continuidad al programa de calibración y verificación para evitar encontrar instrumento y/o equipos fuera de fecha de calibración, causando con esto una no conformidad que demerite el trabajo del área.

- 3.- Fomentar la participación de trabajadores (Operadores, inspectores, supervisores) para que solo utilicen instrumentos calibrados y verificados, además de dar capacitación en el uso correcto y el cuidado debido a todo el equipo e instrumentos para así garantizar la calidad.

- 4.- Certificar el área del laboratorio ante el S N C (Sistema Nacional de Calibración para generar beneficio económico y de prestigio a la empresa

8.- BIBLIOGRAFIA.

Creus Sole Antonio . Instrumentos Industriales. Su ajuste y calibración.

Editorial MARCOMBO, México 1993

Manual de Aseguramiento de la Calidad .

Mexalit Industrial División Metropolitana 1996

Gerling Heinrich. Alrededor de las Medidas Herramientas.

Editorial REVERTE México 2da. Edición.

El Asbesto - Cemento y la Salud.

Boletín de la Asociación Mexicana de Fabricantes de Fibrocemento. A.C.

Paseo de la Reforma No. 30 2do. Piso.

Manual de instrumentos Mitutoyo No. MM713 México 1995.

Statistical Process Control.

Manual de G.M. Corporation.

NMX - CC - 0017 : 1995. Requisitos de aseguramiento de la calidad para equipo de medición.

Sistema de confirmación metrológica para equipo de medición.