



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**SISTEMA DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN COMO  
AUXILIAR DE LOS PROCESOS ISO 9000:2000, EN LA INDUSTRIA  
CERVECERA**

**Jorge Estuardo Solís Rosales**  
**Asesorado por el Ing. Hernán Leonardo Cortés Urioste**

Guatemala, enero de 2009



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**SISTEMA DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN COMO  
AUXILIAR DE LOS PROCESOS ISO 9000:2000, EN LA INDUSTRIA  
CERVECERA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR**

**JORGE ESTUARDO SOLIS ROSALES**

**ASESORADO POR EL ING. HERNAN LEONARDO CORTES URIOSTE**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE**

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

**GUATEMALA, ENERO DE 2009**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultan Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Rossana Margarita Castillo Rodríguez
EXAMINADORA	Ing. Carlos Alex Olivares Ortiz
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**SISTEMA DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN COMO  
AUXILIAR DE LOS PROCESOS ISO 9000:2000, EN LA INDUSTRIA  
CERVECERA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 31 de marzo de 2008.



Jorge Estuardo Solís Rosales

Guatemala, 9 de octubre del 2008

Ingeniero  
José Francisco Gómez Rivera, Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Ingeniero Gómez:

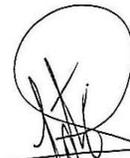
Atentamente me dirijo a usted con el propósito de presentarle el trabajo de graduación titulado "**Sistema de Calibración de los Equipos de Medición como Auxiliar de los Procesos ISO 9000:2000 en la Industria Cervecera**" elaborado por el estudiante Jorge Estuardo Solís Rosales.

En mi calidad de asesor, considero que el trabajo presentado por el estudiante Solís Rosales es un aporte al importante tema de la metrología en la industria.

Con base en lo anterior ruego a usted se sirva dar el visto bueno para que este trabajo sea presentado ante las máximas autoridades de la Facultad, a fin de que emitan el dictamen correspondiente y si así lo consideran, extiendan el título correspondiente al estudiante mencionado.

Agradeciendo su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para reiterarle las muestras de mi consideración.

Atentamente,



Ing. Hernán Leonardo Cortés Urioste  
Colegiado No. 2069

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **SISTEMA DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN COMO AUXILIAR DE LOS PROCESOS ISO 9000:2000 EN LA INDUSTRIA CERVECERA**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Estuardo Solís Rosales**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Lic. David Solares Cabrera  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2008.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **SISTEMA DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN COMO AUXILIAR DE LOS PROCESOS ISO 9000:2000, EN LA INDUSTRIA CERVECERA**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Estuardo Solís Rosales**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR

Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2009.

/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.009.2009

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **SISTEMA DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN COMO AUXILIAR DE LOS PROCESOS ISO 9000:2000, EN LA INDUSTRIA CERVECERA**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Estuardo Solís Rosales**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, enero de 2009.



/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **DIOS:**

Porque en su infinita gracia y misericordia tuvo a bien brindarme la sabiduría e inteligencia necesaria para poder transformar este sueño en realidad. También a la Santísima Virgen María, por interceder por mí ante su hijo, en todo el camino recorrido para alcanzar este sueño tan importante en mi vida.

**MIS PADRES:** Marta Julia Rosales de Solís  
Catalino Domingo Solís Zacarías

Por todos sus sacrificios, consejos, cariño y el apoyo incondicional que me brindaron durante todos mis estudios especialmente en los momentos más difíciles.

**MIS HERMANAS:** Helen, Adda y Claudia

**MIS ABUELOS:** Ernesto Alberto Rosales  
Bernarda Pérez de Rosales (D.E.P)  
Cruz Solís (D.E.P)

**LA MEMORIA DE MI MAMA NAYA:** porque su amor y consejos han guiado mi vida, y a pesar que físicamente ya no está conmigo, yo sé que desde el cielo esta compartiendo esto tan especial para mí.

**MI SOBRINO:** Anderson Baldini Barrios Solís

**MIS TÍOS:** Adela, Nemy, Carlos y Nancy

**MIS AMIGOS:** Yidja, Walter, Julio, Edwin, Edy, Hugo, Juan, Jorge, Yasmin, Ruben, Mirna, Vilma, Rodrigo, Mynor, Luis Mario, Rudy, Axel, Jaime, Milton, Mario, Ludwin, Cesar, Julio Miguel, Antonio, Sofía. Por todo el apoyo que siempre me brindaron y por su amistad sincera.

**MI AMADA FACULTAD DE INGENIERÍA:** Por brindarme la oportunidad de ser uno más de sus hijos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ing. Hernán Cortés, por su ayuda y aportes como asesor de este trabajo de graduación.

Al Ing. Alejandro Urrea, por abrirme las puertas de Cervecería Centroamérica. Por aportar sus conocimientos y experiencia al trabajo de graduación.

Cervecería Centroamericana, por darme la oportunidad de realizar este trabajo de graduación en sus instalaciones y con ello contribuir a mi formación profesional.

Todo el personal de los salones de llenado de Cervecería Centroamericana, por toda su colaboración en la realización de este trabajo de graduación.

Todas las personas que de una u otra manera contribuyeron con mi formación profesional.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	VII
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	XI
<b>GLOSARIO</b>	XIII
<b>RESUMEN</b>	XIX
<b>OBJETIVOS</b>	XXI
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XXIII
<b>1. ANTECEDENTES GENERALES.</b>	1
1.1. Metrología.	1
1.1.1. Metrología Legal.	1
1.1.2. Metrología Industrial.	2
1.2. Equipos de Medición.	3
1.2.1. Características de los instrumentos de medición.	4
1.2.2. Clasificación de los instrumentos de medición.	5
1.2.2.1. De acuerdo con su función en el proceso.	5
1.2.2.2. De acuerdo con la variable del proceso que miden.	7

1.3.	Verificación y calibración de los equipos de medición.	11
1.3.1.	Conceptos básicos asociados a la calibración.	14
1.3.2.	La verificación y las normas ISO.	16
1.3.3.	Cálculo de la incertidumbre de medida en las calibraciones.	17
1.4.	Requisitos de la norma ISO 9000:2000, relativos a los equipos de inspección, medición y ensayo.	19
1.4.1.	Establecimiento de conformidad con una especificación.	20
<b>2.</b>	<b>DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y ESTUDIO.</b>	<b>21</b>
2.1.	Descripción de las instalaciones.	21
2.2.	Equipo de medición utilizado en el proceso de producción.	25
2.2.1.	Distribución del equipo de medición en la planta.	25
2.2.2.	Parámetros de operación de los equipos de medición.	29

2.3.	Proveedores del servicio de calibración de los equipos de medición.	32
2.3.1.	Proceso de calibración de los equipos de medición.	34
2.3.2.	Análisis de los costos de calibración de los equipos de medición.	36
<b>3.</b>	<b>PROPUESTA, MODELO A IMPLANTAR.</b>	<b>39</b>
3.1.	Diseño del sistema de calibración de los equipos de medición.	39
3.1.1.	Clasificación de los equipos de medición bajo las normas ISO.	50
3.1.2.	Proceso de certificación de los equipos bajo la norma ISO 9000:2000.	53
3.1.3.	Control del sistema de calibración de los equipos de medición.	57
3.2.	Alcance de la certificación realizada a los equipos de medición.	59
3.3.	Evaluación de los entes autorizados para realizar la calibración de equipos de medición en el mercado nacional.	59

3.3.1.	Selección de los proveedores del servicio de calibración de equipos de medición.	71
<b>4.</b>	<b>IMPLANTACIÓN Y MODIFICACIÓN.</b>	<b>75</b>
4.1.	Manejo del equipo de medición calibrado.	75
4.1.1.	Protección del equipo calibrado.	77
4.2.	Distribución del equipo en planta.	86
4.2.1.	Codificación del equipo de medición.	86
4.2.2.	Creación de fichas técnicas del equipo de medición.	93
4.3.	Determinación del equipo crítico en el proceso de producción.	104
4.4.	Períodos de calibración de los equipos de medición.	107
4.5.	Formatos de control para el equipo de medición.	110
<b>5.</b>	<b>SEGUIMIENTO, MEJORA CONTINUA.</b>	<b>113</b>
5.1	Control de la vigencia de los certificados de calibración de los equipos de medición.	113
5.2	Asesoría de los proveedores del servicio de calibración.	117

5.3	Creación de inventarios de equipos de medición emergentes.	118
5.4	Formatos de control del estado de los equipos de medición.	121
	<b>CONCLUSIONES.</b>	125
	<b>RECOMENDACIONES.</b>	129
	<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	131
	<b>ANEXOS.</b>	133



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Evaluación de la conformidad	20
2	Diagrama de operaciones del servicio de calibración	35
3	Manómetro llenado con líquido	80
4	Limitadores de presión	82
5	Válvula compensadora para manómetros	83
6	Termómetro con tubo de protección	84
7	Codificación del equipo de medición	86
8	Ficha técnica del termómetro Wika	94
9	Ficha técnica del termómetro Wika APJ ANGLE	94
10	Ficha técnica del termómetro KHS	95
11	Ficha técnica del registrador gráfico ABB	95
12	Ficha técnica del controlador de procesos ABB	96
13	Ficha técnica del termómetro Ascroft	96
14	Ficha técnica del controlador de temperatura Taylor Microscan	97
15	Ficha técnica del medidor de flujo DIESSEL	97
16	Ficha técnica del manómetro H&K	98
17	Ficha técnica del manómetro KHS EN 837-1	98
18	Ficha técnica del manómetro KHS CLASS A1	99
19	Ficha técnica del manómetro Wika DIN S	99
20	Ficha técnica del manómetro TEC SIS	100
21	Ficha técnica del manómetro SOZIUS	100

22	Ficha técnica del manómetro ASCROFT	101
23	Ficha técnica de la válvula de seguridad LESSER	101
24	Ficha técnica de la válvula de seguridad APV	102
25	Ficha técnica de la válvula de seguridad NAC	102
26	Ficha técnica del vacuómetro Wika	103
27	Ficha del vacuómetro H&K	103
28	Diagrama de flujo del proceso de producción de bebidas	106
29	Formato para control del equipo de medición	111
30	Formato de control del equipo de medición	112
31	Formato de control de vigencia de certificados de calibración	116
32	Distribución porcentual de los equipos de medición	119
33	Formato de control del estado de los equipos de medición	122
34	Formato de control del tiempo de servicio de los equipos de medición	123

## TABLAS

I.	Equipo de medición del salón 1	27
II.	Equipo de medición del salón 2	27
III.	Equipo de medición del salón 3	28
IV.	Equipo de medición del salón 4	29
V.	Rangos de operación del equipo de medición salón 1	30
VI.	Rangos de operación del equipo de medición salón 2	30
VII.	Rangos de operación del equipo de medición salón 3	31
VIII.	Rangos de operación del equipo de medición salón 4	32
IX.	Costos de calibración del equipo de medición certificado	37

X.	Propuesta de calibración del equipo de medición del salón 1	43
XI.	Propuesta de calibración del equipo de medición del salón 1 parte 2	44
XII.	Propuesta de calibración del equipo de medición del salón 2	45
XIII.	Propuesta de calibración del equipo de medición del salón 3	46
XIV.	Propuesta de calibración del equipo de medición de salón 4	47
XV.	Costos del servicio de calibración de los salones 1 y 2	48
XVI.	Costos del servicio de calibración de los salones 3 y 4	49
XVII.	Inversión inicial necesaria para la creación del laboratorio	69
XVIII.	Costos de operación del laboratorio metrológico	70
XIX.	Criterios técnicos para la evaluación de proveedores	73
XX.	Costos unitarios de calibración de las diferentes empresas analizadas	74
XXI.	Codificación del salón 1, primera parte	87
XXII.	Codificación del salón 1, segunda parte	88
XXIII.	Codificación del salón 2	89
XXIV.	Codificación del salón 3, parte I	90
XXV.	Codificación del salón 3, parte II	91
XXVI.	Codificación del salón 4, parte I	91
XXVII.	Codificación del salón 4, parte II	92
XXVIII.	Cronograma de calibración	110
XXIX.	Distribución de equipo de medición	119



## LISTA DE SÍMBOLOS

ANSI	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares.
ASTM	<i>American Society for Testing Materials.</i>
ATE	Asesoría Técnica Especializada
°C	Grado centígrado
CGPM	Conferencia General de Pesas y Medidas Ingeniería de Servicios Analíticos S.A.
GLP	Normas para las buenas prácticas de laboratorio.
GMP	Normas de buenas prácticas de manufactura.
CCASA	Cervecería Centroamericana, S.A.
HACCP	Normas para el análisis de peligros y puntos críticos de control.
IDS	Ingeniería de Servicios Analíticos, S.A.
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional.

ITECO	Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica.
ILAC	Cooperación Internacional para Acreditación de Laboratorios.
ISO	Organización internacional de estándares.
OGA	Oficina Guatemalteca de Acreditación
PRYSA	Productos y Servicios Integrales, S.A.
SI	Sistema Internacional de Medidas.
SUMERLO	Empresa de calibración de equipo de medición guatemalteca.
UP	Unidades de pasteurización.
UIT	Unión Internacional de las Telecomunicaciones.

## GLOSARIO

Acción correctiva	Son las acciones que la organización debe tomar para eliminar la causa de las no conformidades con el objetivo de prevenir que vuelvan a ocurrir.
Acción preventiva	Son las acciones que se deben realizar para eliminar las causas de las no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia.
Ajuste	Acción de llevar un instrumento de medición por medios mecánicos o electrónicos, al valor más cercano al valor verdadero
Ambiente corrosivo	Es un ambiente en el cual interactúan sustancias químicas que ocasionan corrosión.
Auditoría	Proceso sistemático, independiente y documentado que tiene como objetivo realizar la evaluación de un sistema de gestión de calidad.
Balanza	Es un instrumento empleado para medir masas de 0 a 60 kg.

Báscula	Instrumento de medición utilizado para la medición de pesos que van de 61 kg en adelante.
Calor	Es la forma de energía que se transfiere entre dos sistemas o un sistema y sus alrededores, debido a una diferencia de temperatura.
Caudal	Flujo volumétrico o volumen que pasa por una área dada en la unidad de tiempo.
Dinamómetro	Instrumento empleado en la medición de fuerzas mecánicas.
Equilibrio térmico	Es cuando un cuerpo y sus alrededores alcanzan la misma temperatura. La transferencia se da siempre del cuerpo con temperatura más alta al de menor temperatura.
Equipo crítico	Es el equipo que juega un papel primordial en el proceso de producción.
Equipo subcrítico	Equipo secundario, cuyo trabajo contribuye a la calidad del proceso de producción.
Fuerza gravitatoria	Fuerza ejercida por la gravedad. Es la fuerza de atracción que experimentan entre sí los objetos con masa.
Flujo másico	Es la cantidad de masa que fluye a través de una sección transversal por unidad de tiempo.

Grado Celsius	El grado Celsius es un nombre especial del grado Kelvin.
Grado Kelvin	Es la unidad de medida del Sistema Internacional de Unidades. Representa la fracción $1/273.16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.
Grado Rankine	Es la unidad de medida de la temperatura utilizada en el Sistema Inglés Absoluto.
Histéresis	Fenómeno por el que el estado de un material depende de su historia previa. Se manifiesta por el retraso del efecto sobre la causa que lo produce.
Incertidumbre	Metrológicamente hablando se tiene que incertidumbre es la inseguridad o duda que se sostiene del error calculado.
Incertidumbre tipo A	También llamada incertidumbre del observador, se calcula obteniendo la desviación de todos los errores encontrados en una calibración.
Incertidumbre tipo B	Conocida también como incertidumbre del patrón, es todo factor que influye en la calibración.

Incertidumbre tipo combinada	Es un valor estadístico denominado “Varianza” que se utiliza para combinar todas las incertidumbres y obtener una sola de ellas.
Lux	Unidad de medición de la iluminancia.
Masa	Es la propiedad fundamental de la materia, definida como cantidad de materia.
Mensurado	Es la magnitud obtenida de una medición realizada.
Normas ISO	Serie de normas desarrolladas por la Organización Internacional de Estándares, cuyo objetivo es facilitar la coordinación y unificación internacional de las normas técnicas en cualquiera de los campos de la industria no cubiertos por IEC.
Pasteurización	Tratamiento bactericida selectivo, por medio del calor, solamente destruye los microbios nocivos, que suelen ser más sensibles a la temperatura.
Patrón	Elemento empleado en la calibración de instrumentos de medición industriales y comerciales.

Pie de Rey	Instrumento de medición utilizado para realizar mediciones de longitud internas, externas y de profundidad.
Presión	Fuerza que ofrece un fluido por unidad de área.
Presión de vacío	Presión manométrica menor que la atmosférica. También conocida como presión negativa.
Soda cáustica	Hidróxido de sodio (NaOH) o hidróxido sódico, es un hidróxido cáustico usado en la industria, en la fabricación de papel, tejidos, y detergentes.
Sistema de gestión de Calidad.	Conjunto de normas interrelacionadas de una empresa u organización por medio de las cuales se administra de forma ordenada la calidad de la misma, en la búsqueda de la satisfacción de sus clientes.
Temperatura	Nivel térmico de un cuerpo o sustancia



## RESUMEN

La metrológica es definida como la ciencia de las mediciones, teniendo dos divisiones importantes como lo son la metrología legal y la metrología industrial. Esta última juega un papel muy importante en los procesos productivos, en los cuales las variables que intervienen en los mismos requieren un control y orden. En cuanto a la metrología legal, su uso es restringido a los procesos legales en los cuales se desea establecer y validar una variable de medición.

Es importante realizar un control y seguimiento al sistema de medición que respalda al proceso de producción certificado bajo la norma ISO 9000:2000, ya que dicha serie de normas establecen la necesidad del control metrológico del proceso en mención.

En las diferentes etapas del proceso de producción de bebidas, intervienen distintas variables que son de mucha importancia para la calidad del producto terminado, tomando una mayor relevancia cuando se trata de un producto que es para consumo humano como en este caso.

Para controlar las variables de medición en la producción de bebidas se emplean diferentes tipos de equipo de medición, los cuales son distribuidos en los equipos críticos y subcríticos. Se ha llegado a establecer que dentro de los equipos críticos se tienen las llenadoras de envase y las pasteurizadoras de bebidas y dentro del equipo subcrítico están las lavadoras.

Todos los anteriores equipos son los principalmente utilizados en la producción, sin embargo existen otros equipos que complementan el proceso de producción, pero el trabajo que estos realizan no influye directamente en la calidad del producto terminado, tal es el caso de las etiquetadoras, las paletizadoras, los inspectores de envase, y los medidores de nivel de llenado.

La calibración del equipo de medición, debe ser realizada por un laboratorio metrológico competente para dicho trabajo, además los certificados de calibración que extiendan deben cumplir con los requerimientos que estén establecidos para ello en el sistema de gestión de calidad. Actualmente, en Guatemala la oferta de los servicios de calibración es muy reducida y son pocas las empresas que se dedican a esta clase de servicios, ya que para muchas resulta poco rentable dedicarse a dicha actividad.

El estudio para la creación de un laboratorio metrológico, propio de la empresa, justifica razonablemente porqué existen pocas empresas que en el mercado nacional se dedican a brindar el servicio de calibración de equipo de medición, ya que los costos de operación del laboratorio son muy altos, debido a que el equipo empleado en la calibración debe ser calibrado y certificado por un ente competente para ello, lo cual generalmente se realiza en el extranjero, trayendo consigo un costo elevado y por otro lado la mayoría de sistemas de gestión de calidad establecen que la calibración de sus equipos debe llevarse a cabo anualmente, lo cual hace que la demanda por los servicios de calibración sea reducida.

## OBJETIVOS

### ◆ **General**

Desarrollar un sistema de calibración de los equipos de medición que ayude a cumplir con las necesidades y demandas que tiene el proceso de producción de cerveza certificado bajo la norma ISO 9000:2000.

### ◆ **Específicos:**

1. Identificar aspectos relevantes para la implementación de procesos de producción certificados bajo la norma ISO 9000:2000.
2. Establecer por medio de un estudio técnico las variables de medición a controlar en el proceso de producción.
3. Clasificar los equipos de medición de acuerdo con la importancia del trabajo que realizan durante todo el proceso productivo.
4. Determinar los parámetros y condiciones bajo las cuales operan los equipos de medición.
5. Realizar un análisis técnico que permita conocer a los proveedores del servicio de calibración de equipos de medición en el medio nacional.

6. Crear una base de datos de los equipos de medición, involucrados en el proceso de producción.
7. Determinar la factibilidad para crear un laboratorio de metrología industrial propio de la empresa, que permita certificar los equipos de medición involucrados.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria nacional, cuenta con diversos sistemas de gestión de calidad, siendo la norma ISO 9000:2000 una de las más utilizadas, que tiene como objetivo mejorar los procesos productivos y por lo tanto tener la posibilidad de competir tanto en el mercado nacional como en el internacional.

El presente trabajo de graduación será de mucha utilidad al estudiante universitario o profesional que esté interesado en llevar a cabo la administración estándar de la calidad bajo la norma ISO 9000:2000, así como para aquel que desee conocer las condiciones y requisitos bajo las cuales se encuentra certificado un equipo de medición

Tener certificado un proceso bajo las normas ISO, trae como consecuencia llevar un control y registro de todos los factores que intervienen directamente en dicho proceso, por esta razón el equipo de medición involucrado debe estar calibrado y certificado por un ente autorizado para realizar ese trabajo. Sin embargo no basta con tener únicamente el certificado que avale la capacidad de operación del equipo, por lo que se necesita un sistema completo que ayude a tener un mejor control del equipo de medición, sin faltar a las normas ISO involucradas.

Este proyecto tiene como objetivo servir de apoyo al cumplimiento del sistema general de calidad basado en la norma ISO 9000:2000, específicamente en la parte de la medición del equipo utilizado en el proceso de producción de cerveza, llevando a cabo un estudio sobre el equipo, los proveedores del servicio de calibración y todos los factores que intervengan en el proceso, tal como lo estipula la norma.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES.**

## **1.1 Metrología**

La metrología es definida como la ciencia de las mediciones. El inicio de la metrología como la conocemos en la actualidad, surge después de la revolución francesa con el decreto por parte de la Asamblea Nacional Francesa, en el que se instituye su sistema nacional de pesas y medidas con la nomenclatura de sus unidades, los múltiplos y submúltiplos.

La metrología está constituida por dos áreas de gran importancia, la metrología legal y la metrología industrial.

### **1.1.1 Metrología Legal.**

Es la parte de la metrología dedicada a las unidades de medida, a los métodos de medición y a los equipos de medición, en lo relativo a las exigencias técnicas y jurídicas reglamentadas, que tienen como fin asegurar la garantía pública en la exactitud de las mediciones. En la metrología legal se identifican las mediciones y los equipos que dentro de un campo específico deben ser regulados y controlados a través de la supervisión metrológica por el Estado o por un organismo autorizado y evaluado.

En la mayoría de los países la metrología legal descansa sobre una sólida infraestructura metrológica que posibilita establecer e implementar la totalidad de los procedimientos legislativos, administrativos y técnicos establecidos por las autoridades públicas, con el propósito de asegurar en forma de regulaciones o de manera contractual la calidad apropiada y credibilidad de las mediciones relacionadas con el control oficial, el comercio, la salud, la seguridad y el medio ambiente.

### **1.1.2 Metrología Industrial.**

Es la parte de la metrología relativa a las mediciones en la industria, destinada a asegurar la conformidad con las especificaciones establecidas para los procesos de fabricación del producto. La metrología industrial incluye también las mediciones realizadas en los puntos de inspección y control de la calidad situados en las diferentes etapas de la elaboración del producto, así como las mediciones realizadas en los laboratorios de ensayo y/o calibración, internos de las organizaciones.

La confiabilidad de los resultados de las mediciones de los equipos de medición en la metrología industrial se alcanza, entre otros factores, a través de la calibración periódica de los mismos. Tradicionalmente, los laboratorios de calibración internos y externos, acreditados conforme a los requisitos de la norma ISO/IEC 17025, o no acreditados, han garantizado las calibraciones que se requieren dentro de los sistemas de gestión de calidad.

Una de las principales razones que ha contribuido a la confusión generalizada sobre verificación y calibración descansa sobre el hecho que para los metrologos el término verificación se encuentra estrechamente vinculado a la metrología legal, en la que se establece la obligatoriedad de la verificación de un equipo de medición desde el punto de vista legal y el término calibración se relaciona con la metrología industrial, en la cual la obligatoriedad de la calibración es técnica y se establece por el propio usuario del equipo. Nótese que los intervalos de verificación en la metrología legal los establece el Estado y en metrología industrial los establece el usuario del equipo.

## **1.2 Equipos de medición.**

Los equipos de medida se utilizan para realizar mediciones de las variables involucradas en los procesos industriales.

A partir de ellos, se observa y se controla el proceso. Dichas mediciones deben ser fiables, seguras y de gran exactitud, y en general deben permitir la visualización continua del proceso.

La elección más adecuada del equipo de medida para una aplicación industrial se debe realizar al comparar las características que proporciona el fabricante para cada equipo. Es de gran importancia saber en cada aplicación qué necesidades de medida son requeridas, y por tanto, realizar una elección que las cumpla, pero sin excederlas.

### 1.2.1 Características de los instrumentos de medición.

Las características de los instrumentos de medición las definen el equipo de medida y su aplicación:

- ◆ **Rango de medida:** define los valores mínimo y máximo de lectura para los cuales el equipo ha sido diseñado.
- ◆ **Alcance:** es la diferencia entre el valor máximo y el mínimo de la variable de entrada del instrumento de medida.
- ◆ **Sensibilidad de la medida:** mide la pendiente o derivada de la recta que relaciona el mensurando (magnitud medida) con la medida. Junto a éstas, se tienen aquéllas que determinan la capacidad de medida del equipo, y que deben ser decisivas a la hora de realizar la elección del equipo. Entre otras cabe destacar:
- ◆ **Exactitud:** es la capacidad de un equipo de medida de dar indicaciones que se aproximen al verdadero valor de la magnitud medida.
- ◆ **Fidelidad:** es la cualidad que caracteriza la capacidad del instrumento de medida para dar el mismo valor de magnitud al medir varias veces en unas mismas condiciones.
- ◆ **Desplazamiento:** se produce cuando existe un error constante sobre todo el rango de medida.
- ◆ **Linealidad:** indica el grado de proporcionalidad entre la magnitud física y la medida.

- ◆ **Sensibilidad ante perturbaciones:** mide la variación máxima de la medida en relación con una variación unitaria de una condición ambiental.
- ◆ **Histéresis:** es la propiedad presente en algunos instrumentos de medida que provoca que la curva de medida difiera según las lecturas se hagan de forma ascendente o en sentido descendente.
- ◆ **Zona muerta:** se define como el rango de entrada para el cual no se obtiene lectura en la salida.
- ◆ **Umbral :** es el nivel mínimo necesario para que cuando la entrada del instrumento aumente de forma progresiva desde cero, tenga lugar a la salida un cambio suficientemente grande como para ser detectado.
- ◆ **Resolución:** es el nivel mínimo de cambio en la entrada para que produzca un cambio observable en la salida. Un tratamiento aparte merecen las características dinámicas de los equipos de medida, definidas en función de su respuesta temporal o frecuencial.

## **1.2.2 Clasificación de los instrumentos de medición.**

Existen dos formas de clasificar los instrumentos las cuales son:

### **1.2.2.1 De acuerdo con su función en el proceso.**

De acuerdo con su función éstos serán:

- ◆ **Instrumentos indicadores:** son aquellos que como su nombre bien dice, indican directamente el valor de la variable de proceso. Ejemplos: manómetros, termómetros, etc.
- ◆ **Instrumentos ciegos:** son los que cumplen una función reguladora en el proceso, pero no muestran nada directamente. Como ejemplos se pueden mencionar los termostatos y los presostatos.
- ◆ **Instrumentos registradores:** en algunos casos podrá ser necesario un registro histórico de la variable que se estudia en un determinado proceso. En este caso, se usarán instrumentos de este tipo.
- ◆ **Elementos primarios:** algunos elementos entran en contacto directo con el fluido o variable del proceso que se desea medir, con el fin de recibir algún efecto de éste (absorben energía del proceso), y por este medio pueden evaluar la variable en cuestión.
- ◆ **Transmisores:** estos elementos reciben la variable del proceso a través del elemento primario, y la transmiten a algún lugar remoto. Estos transmiten las variables del proceso en forma de señales proporcionales a esas variables.
- ◆ **Transductores:** son instrumentos fuera de línea (no en contacto con el proceso), que son capaces de realizar operaciones lógicas y/o matemáticas con señales de uno o más transmisores.
- ◆ **Convertidores:** en ciertos casos, la señal de un transmisor para ser compatible con lo esperado por el receptor de esa señal necesita ser transformada, en ese caso se utilizará un elemento convertidor para lograr la antes mencionada compatibilidad de señal.

- ◆ **Receptores:** son los instrumentos que generalmente son instalados en el panel de control, como interfase entre el proceso y el hombre. Estos reciben las señales de los transmisores o de un convertidor.
- ◆ **Controladores:** este es uno de los elementos más importantes, ya que será el encargado de ejercer la función de comparar lo que está sucediendo en el proceso, con lo que realmente se desea que suceda en él, para posteriormente, basándose en la diferencia, envíe una señal al proceso que tienda a corregir las desviaciones.
- ◆ **Elemento final de control:** será este elemento el que reciba la señal del controlador y que estando en contacto directo con el proceso en línea, ejerza un cambio en éste, de tal forma que se cambien los parámetros hacia el valor deseado. Como ejemplo tenemos: válvulas de control, compuertas, etc.

#### 1.2.2.2 De acuerdo con la variable del proceso que miden.

Esta clasificación, como su nombre lo indica, se referirá a la variable del proceso que tratemos de medir. En la actualidad, se pueden medir, casi sin excepción, todas las variables de proceso existentes, sin embargo, algunas se medirán de forma directa y otras indirectamente. Las variables a medir o controlar pueden ser:

## Variables físicas

- ◆ **Caudal:** es la cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo. Normalmente, se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por una área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por una área dada en la unidad de tiempo.
- ◆ **Presión:** se define como la fuerza por unidad de superficie. Además, en determinadas aplicaciones la presión se mide no como la presión absoluta sino como la presión por encima de la presión atmosférica, denominándose presión relativa, presión normal, presión de gauge o presión manométrica. Consecuentemente, la presión absoluta es la presión atmosférica más la presión manométrica (presión que se mide con el manómetro).
- ◆ **La temperatura:** es una magnitud escalar que es una propiedad de todos los sistemas termodinámicos en equilibrio térmico (o sea que no presentan intercambio de calor entre sus partes).

En la escala microscópica, la temperatura se define como el promedio de la energía de los movimientos de una partícula individual por grado de libertad. Se refiere a las nociones comunes de calor o frío, por lo general un objeto más "*caliente*" tendrá una temperatura mayor.

La temperatura se mide con termómetros, los cuales pueden ser calibrados de acuerdo con una multitud de escalas que dan lugar a las unidades de medición de la temperatura. En el Sistema Internacional de Unidades, la unidad de temperatura es el grado Kelvin.

Sin embargo, fuera del ámbito científico el uso de otras escalas de temperatura es común, tal el caso de la escala Celsius (o centígrada), y en los países anglosajones, la escala Fahrenheit. También existe la escala Rankine ( $^{\circ}\text{R}$ ) que establece su punto de referencia en el mismo punto de la escala Kelvin. La escala Rankine, es la escala utilizada en el Sistema Inglés Absoluto. Una diferencia de temperatura de un grado Kelvin equivale a una diferencia de un grado centígrado.

- ◆ **Nivel:** es la altura o grado de elevación de una línea o plano horizontales, la medición del nivel puede darse en líquidos y en sólidos.
- ◆ **Velocidad:** se define como la rapidez con la que cambia de posición un móvil. Esta magnitud expresa la variación de posición de un objeto en función de la distancia recorrida en la unidad de tiempo.
- ◆ **Peso:** es la medida de la fuerza gravitatoria actuando sobre un objeto. Cerca de la superficie de la tierra, la aceleración de la gravedad es aproximadamente constante; esto significa que el peso de un objeto material es proporcional a su masa. El peso, al ser una fuerza, se mide con un dinamómetro y su unidad en el sistema internacional es el newton (N). El dinamómetro está formado por un resorte con un extremo libre y posee una escala graduada en unidades de peso.

A diferencia de la masa, el peso depende de la posición relativa del objeto o de su distancia a la Tierra, y de la aceleración con que se mueve. También depende del planeta u otro cuerpo masivo que actúa sobre el objeto.

En las proximidades de la Tierra, y mientras no haya una causa que lo impida, todos los objetos caen animados de una aceleración de la gravedad, **g**, por lo que están sometidos a una fuerza constante, que es el peso.

- ◆ **Humedad ambiental:** es la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta, o de forma relativa mediante la humedad relativa o grado de humedad.
- ◆ **La humedad absoluta:** es la cantidad de vapor de agua presente en el aire, se expresa en gramos de agua por kilogramos de aire seco (g/kg), gramos de agua por unidad de volumen (g/m<sup>3</sup>) o como presión de vapor (Pa o kPa o mmHg).
- ◆ **La humedad relativa:** es la humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica. Esta es la forma más habitual de expresar la humedad ambiental. Se expresa en tanto por ciento.
- ◆ **El punto de rocío o temperatura de rocío:** es la temperatura a la que empieza a condensar el vapor de agua contenido en el aire, produciendo rocío, neblina o, en caso de que la temperatura sea lo suficientemente baja, escarcha.

### Variables químicas

- ◆ **pH:** En 1909 el químico danés Sørensen definió el potencial de Hidrógeno (pH) como el logaritmo negativo de la actividad de los iones hidrógeno.

Desde entonces, el término pH ha sido universalmente utilizado por la facilidad de su uso, evitando así el manejo de cifras largas y complejas. En disoluciones diluidas en lugar de utilizar la actividad del ion hidrógeno, se le puede aproximar utilizando la concentración molar del ion hidrógeno.

- ◆ **La conductividad eléctrica:** es la capacidad de un cuerpo de permitir el paso de la corriente eléctrica a través de sí. También es definida como la propiedad natural característica de cada cuerpo que representa la facilidad con la que los electrones pueden pasar por él. Varía con la temperatura. Es una de las características más importantes de los materiales.
- ◆ **Oxidación:** En cada oxidación hay una pérdida de electrones, lo que equivale a decir que un elemento aumentó su número de oxidación.
- ◆ **Reducción:** En toda reducción hay una ganancia total de electrones, lo que significa que un elemento disminuyó su número de oxidación.

### 1.3 Verificación y calibración de los equipos de medición.

En metrología legal la verificación de un equipo de medición es la determinación por medio de pruebas cualitativas y cuantitativas que el equipo de medición cumple con las especificaciones establecidas por las regulaciones legales correspondientes.

De forma general, la verificación de un equipo de medición es el resultado de un proceso de comparación con un patrón, de acuerdo con un procedimiento documentado, se determina que las características metrológicas del equipo satisfacen las establecidas por una especificación.

La calibración de un equipo de medición permite estimar el valor convencionalmente verdadero de una medida materializada o de un material de referencia, los errores de indicación de un equipo de medición y las correcciones, entre otras propiedades metrológicas. En la calibración, los resultados deben informarse a través de un certificado de calibración.

En la verificación se emite un certificado de verificación cuyo contenido puede limitarse a la aptitud o no del equipo de medición para ser usado como resultado de la evaluación de la conformidad con respecto a las especificaciones metrológicas. Mientras que en la calibración, el certificado respectivo debe contemplar los resultados de la calibración (tablas, gráficos, correcciones, errores de indicación, etc.) y puede incluir una declaración de cumplimiento con especificaciones metrológicas conocidas (por ejemplo el error máximo permisible del equipo de medición).

Tanto la verificación como la calibración exigen una identificación del estado “verificado” o “calibrado” del equipo, el cual usualmente se representa en la práctica, mediante el uso de una etiqueta situada en el propio equipo, siempre que sea posible.

Los procedimientos de verificación y calibración normalmente son los mismos, desde el punto de vista técnico. Existen normas de calibración y verificación de equipos de medición. En más de una oportunidad una norma de verificación ha sido utilizada como referencia para elaborar una instrucción de calibración en el entorno de un sistema de gestión de calidad.

Como garantía técnica de lo apropiado para el propósito de las instrucciones de verificación y calibración a utilizar, se deben realizar los procesos pertinentes de confirmación o validación, según requiera el caso.

El número de mediciones a realizar, la secuencia en la cual se deben llevar a cabo las mediciones, las características metrológicas a determinar y los puntos en los cuales se evaluarán dichas características, entre otros aspectos, estarán determinados por el tipo de equipo de medición que se desea calibrar o verificar, los patrones a utilizar, las condiciones ambientales bajo las cuales se deben realizar estas verificaciones o calibraciones y los niveles de exactitud que deseamos alcanzar en los resultados.

Son estos aspectos los que determinan finalmente la estructura y el contenido de la instrucción de trabajo para la verificación o calibración del equipo de medición. Por ejemplo, el proceso que es válido para la calibración o verificación de pesas no lo es para la calibración o verificación de un termómetro de resistencia.

Por la importancia que tiene la determinación del número de mediciones a realizar, tanto en la calibración como en la verificación, es necesario aclarar que un número determinado de mediciones no es concluyente para declarar que se realiza una verificación o una calibración.

En cualquier proceso de medición mientras más mediciones se realicen más calidad y rigor metrológico tendrá el proceso de medición, el cual ofrecerá un resultado más confiable que facilitará tomar decisiones más certeras. Desde el punto de vista técnico, un número mayor de mediciones aumentará los grados de libertad del proceso de medición y permitirá tener más información sobre el comportamiento del mensurando (error de indicación, corrección, valor convencionalmente verdadero, etc.), la influencia de efectos aleatorios y sistemáticos y la incidencia de magnitudes influyentes.

Indudablemente, la práctica impone limitaciones como la disponibilidad de tiempo, lo cual lleva a que el número de mediciones sea menor que el deseado. No obstante, los procesos de calibración y verificación tienen bien definidos en las normas correspondientes cuales son los equipos de medición que necesitan más series de mediciones.

Además, los patrones de medición que se utilizan en la verificación deben satisfacer, de igual forma, los requisitos de trazabilidad establecidos para los patrones de medición utilizados en la calibración.

### **1.3.1 Conceptos básicos asociados a la calibración.**

La calibración y todos los conceptos asociados a ésta, han sido determinados a lo largo de los años por los organismos metrológicos y de normalización internacionales.

En un principio fueron fijados básicamente con miras a su empleo desde dentro de los laboratorios de calibración, ensayo, etc. Sin embargo, hoy día el personal técnico de una empresa en la que se desea mantener un Sistema de Confirmación Metrológica se ve enfrentado con toda esta terminología, conceptos y definiciones, que le resultan ajenos y de difícil aprehensión.

- ◆ **Calibración:** es la operación de comparar la salida de un equipo de medida frente a la salida de un patrón de exactitud conocida cuando la misma entrada (magnitud medida) es aplicada a ambos instrumentos.  
Durante el proceso de calibración el equipo es verificado para un conjunto de puntos representativos de todo su rango de medida.
- ◆ **Trazabilidad:** es la cadena de calibración donde cada equipo es calibrado frente a otro de mayor exactitud, denominado patrón. Esta cadena termina sobre un patrón nacional o internacional.
- ◆ **Patrón primario:** es aquella realización de la unidad del Sistema Internacional de acuerdo con su definición.
- ◆ **Patrón de referencia:** se emplea como último término de comparación en un ámbito dado, sea éste una industria dada, un hospital o un laboratorio.
- ◆ **Patrón de transferencia:** sirve para comparar entre sí diferentes sistemas de medida que no pueden ser transportados para situarlos en un mismo ámbito y hacer la comparación directamente.
- ◆ **Patrón de trabajo:** se usa de forma habitual para calibrar patrones e instrumentos de medida, por ejemplo, dentro de una planta de una industria.

Se puede dar una lista de los elementos esenciales de la trazabilidad obtenida mediante la calibración de cada uno de los instrumentos que intervienen en un sistema de aseguramiento de la calidad:

Los laboratorios o entidades que realicen cada calibración deben haber demostrado su competencia técnica: por ejemplo, estar acreditados por un organismo reconocido. Todas las referencias deben hacerse a unidades del Sistema Internacional (SI). Los patrones apropiados deben ser realizaciones de estas unidades.

El concepto de trazabilidad puede ser también extendido a casos en los cuales no intervenga directamente la calibración, como puede ser por comparación de resultados o materiales de referencia. Estos casos se dan principalmente en el ámbito de la industrial química y textil.

En cuanto a los laboratorios de calibración industrial, se consideran como tales, aquellos que han sido acreditados para poder extender certificados de calibración de ciertas magnitudes físicas, con una trazabilidad determinada por la capacidad de medida del laboratorio.

### **1.3.2 La verificación y las normas ISO.**

Para el personal que se desempeña en el campo de la metrología, el término de verificación tradicionalmente se asocia sólo a la metrología legal. La norma ISO 10012:2003 utiliza el término de verificación como parte de la confirmación metrológica del Sistema de Gestión de las Mediciones como se expresa a continuación.

El Sistema de Gestión de las Mediciones establece como premisa que se identifiquen los requisitos de medición para los diferentes procesos de realización del producto y que a partir de estos requisitos se definan los requisitos metrológicos del uso previsto de los equipos que se utilizan en dichos procesos.

Después de la calibración del equipo de medición, sus características metrológicas son comparadas con los requisitos metrológicos del uso previsto del equipo como parte de la confirmación metrológica del equipo. Por ejemplo, el error de indicación declarado en el certificado de calibración de un termómetro digital se compara con los requisitos de medición establecidos para la medición de la temperatura en una etapa de la realización del producto. Tal comparación directa entre las características metrológicas del equipo de medición y los requisitos metrológicos del uso previsto del equipo se denomina verificación, parte indispensable de la confirmación metrológica en el entorno del Sistema de Gestión de las Mediciones.

Como se puede notar, no existen incompatibilidades en cuanto al significado de la verificación en metrología legal y el significado que le otorga la ISO 10012:2003 en metrología industrial.

La confirmación metrológica por lo general incluye la calibración y/o verificación del equipo de medición, cualquier ajuste o reparación necesario, la subsiguiente recalibración, la comparación con los requisitos metrológicos del uso previsto del equipo, así como cualquier sellado o etiquetado requerido para identificar el estado de confirmado.

### 1.3.3 Cálculo de la incertidumbre de medida en las calibraciones.

El resultado de cualquier medida es sólo una aproximación o estimación del verdadero valor de la cantidad sometida a medición (el mensurado). De esta forma, la expresión del resultado de una medida es completa únicamente si va acompañado del valor de la incertidumbre asociada a dicha medida.

La incertidumbre de medida incluye generalmente varias componentes:□

**Tipo A:** Aquellas que pueden estimarse a partir de cálculos estadísticos obtenidos de las muestras recogidas en el proceso de medida.□

**Tipo B:** Aquellas que únicamente están basadas en la experiencia o en otras informaciones.

Generalmente, la calibración de un equipo de medida para procesos industriales consiste en comparar la salida del equipo frente a la salida de un patrón de exactitud conocida cuando la misma entrada (magnitud medida) es aplicada a ambos instrumentos.

Todo procedimiento de calibración se puede considerar como un proceso de medida del error que comete un equipo. Por lo tanto, y puesto que cualquier proceso de medida lleva asociada una incertidumbre, en las calibraciones se deben tener en cuenta todas las fuentes significativas de incertidumbre asociadas al proceso de medida del error que se lleva a cabo. En el entorno industrial se acepta que una fuente de incertidumbre puede considerarse no significativa cuando su estimación es inferior en valor absoluto a 4 veces la mayor de todas las fuentes estimadas.

#### **1.4 Requisitos de la norma ISO 9000:2000, relativos a los equipos de inspección, medición y ensayo.**

La norma establece como requisito:

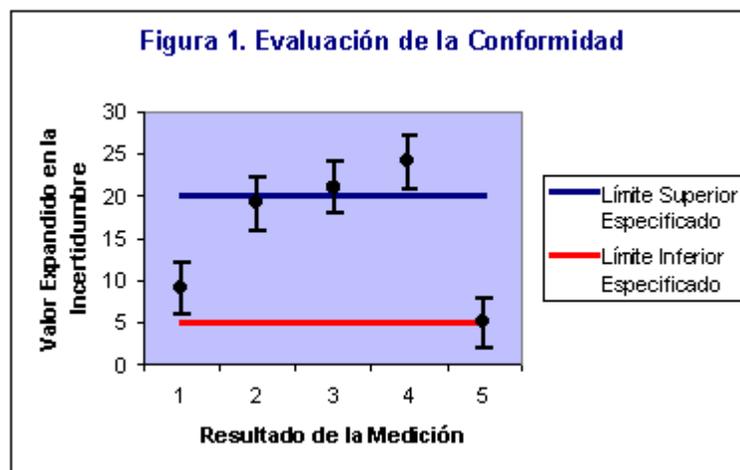
- ◆ La compañía debe disponer de equipos de medida para cuantificar todos los parámetros relacionados con la calidad, y estos equipos deben tener las características metrológicas adecuadas.
- ◆ Debe estar documentada la lista de todos los instrumentos utilizados para cuantificar los parámetros relacionados con la calidad. Se debe implantar y mantener un sistema para el control y la calibración de los equipos de medida.
- ◆ Todos los equipos utilizados para realizar medidas de la calidad, y todos los equipos utilizados para calibrar, se deben manipular con cuidado y deben ser usados de tal forma que su exactitud y ajuste quede a salvo.
- ◆ Todas las medidas, tanto para calibrar equipos como para la verificación del producto, deben realizarse teniendo en cuenta todos los errores e incertidumbres significativos identificados en el proceso de medida.
- ◆ El cliente debe tener acceso a pruebas objetivas de que el sistema de medida es efectivo.
- ◆ La calibración se debe realizar con equipos con trazabilidad a patrones nacionales
- ◆ Todas las personas que desarrollan funciones de calibración deben estar debidamente formadas.
- ◆ Los procedimientos de calibración deben estar documentados.
- ◆ El sistema de calibración debe ser revisado periódica y sistemáticamente para asegurar que continúa siendo efectivo.

- ◆ Se debe mantener una ficha o registro de calibración para cada equipo de medida por separado. Cada ficha debe demostrar que el instrumento es capaz de realizar medidas dentro de los límites designados.

#### 1.4.1 Establecimiento de conformidad con una especificación.

Siempre en la verificación de un equipo de medición es obligatorio ofrecer un criterio de conformidad con una especificación, las reglas para el establecimiento del criterio de conformidad con una especificación están claramente establecidas por la ISO y la Cooperación Internacional para la Acreditación de Laboratorios (ILAC), y son internacionalmente aceptadas.

En la figura 1 se ofrecen ejemplos de posibles casos donde se puede evaluar la conformidad con una especificación.



Fuente: INTECO.

En el resultado 1 se establece el cumplimiento con la especificación. En los resultados 2, 3 y 5 no se puede emitir criterio de conformidad. El resultado 4 indica que no se cumple con la especificación.

Como se puede apreciar, el establecimiento del criterio de conformidad con una especificación no es posible sin evaluar la incertidumbre asociada al valor obtenido en el resultado de la medición, ya sea una calibración o una verificación.

Aunque en el pasado para la verificación no se consideraba directamente la utilización de la incertidumbre para dar criterios de conformidad, actualmente en la metrología legal la verificación de un equipo considera la utilización de la incertidumbre de la medición de la misma forma que la calibración.



## 2. DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y ESTUDIO.

### 2.1 Descripción de las instalaciones.

La empresa cuenta con 4 salones de producción, en donde se trabajan los diferentes tipos, marcas y presentaciones de cerveza. Cada uno de los salones está diseñado de forma que puedan operar varias líneas de producción, las que regularmente trabajan con la misma clase de cerveza y la misma presentación del envase en dichas líneas.

**Salón 1:** de todos los salones con que cuenta la empresa, éste es el de mayor actividad. Cuenta con llenadoras de cerveza en lata, las que pueden trabajar también con refrescos. Posee también una llenadora para presentación en botella. Dentro del salón se cuenta con la línea de llenado de barriles y como complemento del equipo ya antes mencionado, están la lavadora de envase, una pasteurizadora, una secadora de un ciclo para refresco, la etiquetadora de botellas y el área de paletizado y despaletizado de envase.

**Salón 2:** en este lugar se lleva a cabo el envasado de cerveza en la presentación de botella. Posee una lavadora de envase, una única llenadora que tiene la capacidad para suministrar las dos líneas de trabajo del pasteurizado. Dicha pasteurización se lleva a cabo utilizando el método del Túnel, posee etiquetadoras de envase y un área de paletizado y despaletizado.

**Salón 3:** este es uno de los salones de mayor actividad en la empresa. Cuenta con un área de despaletizado en donde los envases que vienen en las cajas son colocados en una banda transportadora que los lleva hacia la lavadora de envase, la que tiene la característica de poder suministrar el envase limpio a las llenadoras con que cuenta el salón.

También se cuenta con una pasteurizadora, la cual tiene la capacidad de cubrir la producción de las llenadoras. Posteriormente el producto ya envasado se pasa al área de etiquetado, en donde se cuenta también con máquinas etiquetadoras, las cuales son distribuidas de acuerdo con la producción realizada.

Finalmente, se cuenta con un área de paletizado, en donde las botellas con producto son colocadas en las cajas, para posteriormente dirigirse al área de almacenaje la cual está fuera de los salones.

**Salón 4:** este salón posee un área para llenado de barriles de cerveza, un área de paletizado y despaletizado de envase, además cuenta con una lavadora de envase, llenadoras de producto, un área de pasteurización y finalmente una sección de etiquetado del producto envasado en sus diferentes presentaciones y marcas. Para finalizar, este salón cuenta con un área de almacenamiento del producto terminado en donde es clasificado el producto de acuerdo con sus características físicas y de marca, para tener un buen control del mismo.

## **2.2 Equipo de medición utilizado en el proceso de producción.**

El equipo de medición que interviene en el proceso de producción es utilizado para controlar principalmente, la temperatura, la presión, la velocidad, el caudal y el flujo de las variables involucradas en las diferentes etapas del proceso de producción.

### **2.2.1 Distribución del equipo de medición en la planta.**

Básicamente el equipo de medición en cada uno de los salones, se encuentra ubicado en las lavadoras de envase, las llenadoras y las pasteurizadoras. Debido a que los procesos de lavado, llenado y pasteurizado desempeñan un papel muy importante en el aseguramiento de la calidad del producto terminado, debe darse mucha importancia al equipo de medición con que cuentan.

**Lavadoras:** Son utilizadas para trabajar con envase de diferentes presentaciones que van de acuerdo con las características que tiene cada salón. Estas son máquinas de gran envergadura física, que utilizan una mezcla de agua y soda cáustica para realizar la limpieza y remover la etiqueta del envase.

**Llenadoras:** Forman el alma de la producción, están diseñadas para envasar los diferentes tipos de bebidas con que cuenta la empresa. Poseen juegos de partes de trabajo intercambiables que se utilizan según el tipo de producto que se trabaja, la presentación y el salón designado para realizar la producción.

En el salón 1 es en donde se encuentra la mayor variedad de estas máquinas ya que se encuentran instaladas varias llenadoras, las cuales se utilizan para el llenado de cerveza o refresco, y el llenado de barriles. Esta última físicamente es muy diferente y especial. En el salón 2 el proceso de llenado difiere respecto al proceso normal de llenado, debido a que el equipo posee características diferentes a las del resto de llenadoras de la planta. En los salones 3 y 4 se cuenta con llenadoras que son del mismo modelo.

***Pasteurizadoras:*** Existen dos métodos de pasteurización empleados en la producción de bebidas siendo los siguientes:

El método de pasteurización del Túnel, el cual consiste en realizar la pasteurización cuando el producto ya fue envasado, y el método de pasteurización del tipo Flash el que pasteuriza la bebida antes de ser envasada. En la planta se aplican los dos métodos de pasteurización. La pasteurización independientemente del método que se aplique tiene como objetivos primordiales eliminar la contaminación bacteriana y alargar el tiempo de vida de las bebidas que son sometidas a la misma.

Actualmente, la calibración se lleva solamente en una parte del equipo involucrado en el proceso, el cual se muestra en las siguientes tablas:

**Tabla I. Equipo de medición del salón 1.**

<b>Llenadora de lata de línea1.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
5	Manómetros de presión.	Cuerpo de llenadora
1	Termómetro	Tazón de llenado.
1	Válvula de seguridad	Tazón de llenado.
<b>Llenadora de lata línea 2.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
6	Manómetros de presión.	Cuerpo de llenadora
1	Termómetro	Tazón de llenado.
1	Válvula de seguridad	Tazón de llenado.

Fuente: C.C.A.S.A.

**Tabla II. Equipo de medición del salón 2.**

<b>Pasteurizadora de bebidas.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
1	Graficador	Panel principal de instrumentos.
8	Termómetros	Cuerpo de pasteurizadora.

Fuente: C.C.A.S.A.

**Tabla III. Equipo de medición del salón 3.**

<b>Llenadora de línea1.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
5	Manómetros de presión.	Cuerpo de llenadora.
1	Vacuómetro.	Cuerpo de llenadora.
1	Termómetro	Tazón de llenado.
1	Válvula de seguridad	Tazón de llenado.
<b>Llenadora de línea 2.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
5	Manómetros de presión.	Cuerpo de llenadora.
1	Vacuómetro.	Cuerpo de llenadora.
1	Termómetro	Tazón de llenado.
1	Válvula de seguridad	Tazón de llenado.
<b>Pasteurizadora de bebida.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
1	Graficador de temperatura.	Panel principal de instrumentos.
8	Termómetros	Cuerpo de pasteurizadora.

Fuente: C.C.A.S.A.

**Tabla IV. Equipo de medición del salón 4.**

<b>Llenadora de línea1.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
9	Manómetros de presión.	Cuerpo de llenadora.
2	Vacuómetro.	Cuerpo de llenadora.
1	Termómetro	Tazón de llenado.
1	Válvula de seguridad	Tazón de llenado.
<b>Llenadora de línea 2.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
9	Manómetros de presión.	Cuerpo de llenadora.
2	Vacuómetro.	Cuerpo de llenadora.
1	Termómetro.	Tazón de llenado.
1	Válvula de seguridad.	Tazón de llenado.
<b>Pasteurizador.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
4	Manómetros de presión.	Cuerpo de pasteurizador.
1	Válvula Electrónica.	Cuerpo de pasteurizador.

Fuente: C.C.A.S.A.

### **2.2.2 Parámetros de operación de los equipos de medición.**

Para que el trabajo del equipo de medición en el proceso de producción sea realizado correctamente, éste debe trabajar dentro de un rango de operación adecuado, ya que generalmente los valores con los que se trabajan no permanecen constantes, debido a muchos factores que intervienen en el proceso. En las siguientes tablas se muestran los parámetros de operación del equipo calibrado.

**Tabla V. Rangos de operación del equipo de medición salón 1.**

<b>Llenadora de lata de línea 1.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Rango</b>
5	Manómetros de presión.	3 – 6 Bar.
1	Termómetro	10 °C – 20 °C.
1	Válvula de seguridad	7.5 Bar.
<b>Llenadora de lata línea 2.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
6	Manómetros de presión.	3 – 6 Bar.
1	Termómetro	10 °C – 20 °C.
1	Válvula de seguridad	7.5 Bar.

Fuente: C.C.A.S.A.

**Tabla VI. Rangos de operación del equipo de medición salón 2.**

<b>Pasteurizadora de bebidas.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Rango</b>
1	Graficador	-----
8	Termómetros	25 °C – 65°C.

Fuente: C.C.A.S.A.

**Tabla VII. Rangos de operación del equipo de medición salón 3.**

<b>Llenadora de línea1.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Rango</b>
5	Manómetros de presión.	0.6 – 5.5 Bar.
1	Vacuómetro.	-0.9 -- 1Bar.
1	Termómetro	10 °C – 20°C
1	Válvula de seguridad	7.5 Bar.
<b>Llenadora de línea 2.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Rango</b>
5	Manómetros de presión.	0.6 – 5.5 Bar.
1	Vacuómetro.	-0.9 -- 1Bar.
1	Termómetro	10 °C – 20°C
1	Válvula de seguridad	7.5 Bar.
<b>Pasteurizadora de bebida.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Rango</b>
1	Graficador de temperatura.	-----
8	Termómetros	25°C – 70°C

Fuente: C.C.A.S.A.

**Tabla VIII. Rangos de operación del equipo de medición salón 4.**

<b>Llenadora de línea1.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Rango</b>
9	Manómetros de presión.	1.5 – 6 Bar.
2	Vacuómetro.	- 1-- -0.7 Bar.
1	Termómetro	10 °C – 20°C.
1	Válvula de seguridad	7.5 Bar.
<b>Llenadora de línea 2.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Rango</b>
9	Manómetros de presión.	1.5 – 6 Bar.
1	Vacuómetro.	- 1-- -0.7 Bar.
1	Termómetro.	10 °C – 20°C.
1	Válvula de seguridad.	7.5 Bar.
<b>Pasteurizador.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
4	Manómetros de presión.	3.5 – 5.5 Bar.
1	Válvula Electrónica.	----

Fuente: C.C.A.S.A.

### **2.3 Proveedores del servicio de calibración de los equipos de medición.**

El servicio de calibración de todos los equipos de medición, es realizado exclusivamente por Asesoría Técnica Especializada. A partir del año 2003, debido a los requerimientos del sistema de gestión de calidad implementado en la empresa, se inician con la calibración y certificación del equipo de medición de los cuatro salones de la embotelladora.

Asesoría Técnica Especializada nace en el año de 1997. Es una empresa reconocida en la industria nacional, por estar dedicada a la venta, servicio y calibración de instrumentos de medición, análisis y control de calidad. También ofrece el servicio de reconstrucción de maquinaria y equipo de medición. Sus servicios de calibración cuentan con total trazabilidad, siendo estos:

- Documentación necesaria para cumplir con los requerimientos de ISO/GLP/GMP/HACCP.
- Validación para equipo de control, inspección, medición, pruebas y ensayos.
- Validación contra un patrón primario NIST o un instrumento de trazabilidad válida según estándares internacionales.
- Certificados de calibración según guía ISO 17025.

Los equipos que Asesoría Técnica Especializada, puede calibrar y certificar son:

- Equipo de medición dimensional.
- Equipo de medición de temperatura.
- Balanzas, básculas y masas.
- Equipo de medición de presión y vacío.
- Equipo de medición de humedad.
- Medidores de conductividad pH y de sólidos disueltos.
- Refractómetros, espectrofotómetros y viscosímetros.
- Cuartos limpios y campanas de flujo laminar según ISO 14644-1 y Fed Std 209 (USA).
- Cámaras ambientales para determinación de:
  - Vida de anaquel de productos alimenticios.
  - Estabilidad en productos farmacéuticos.

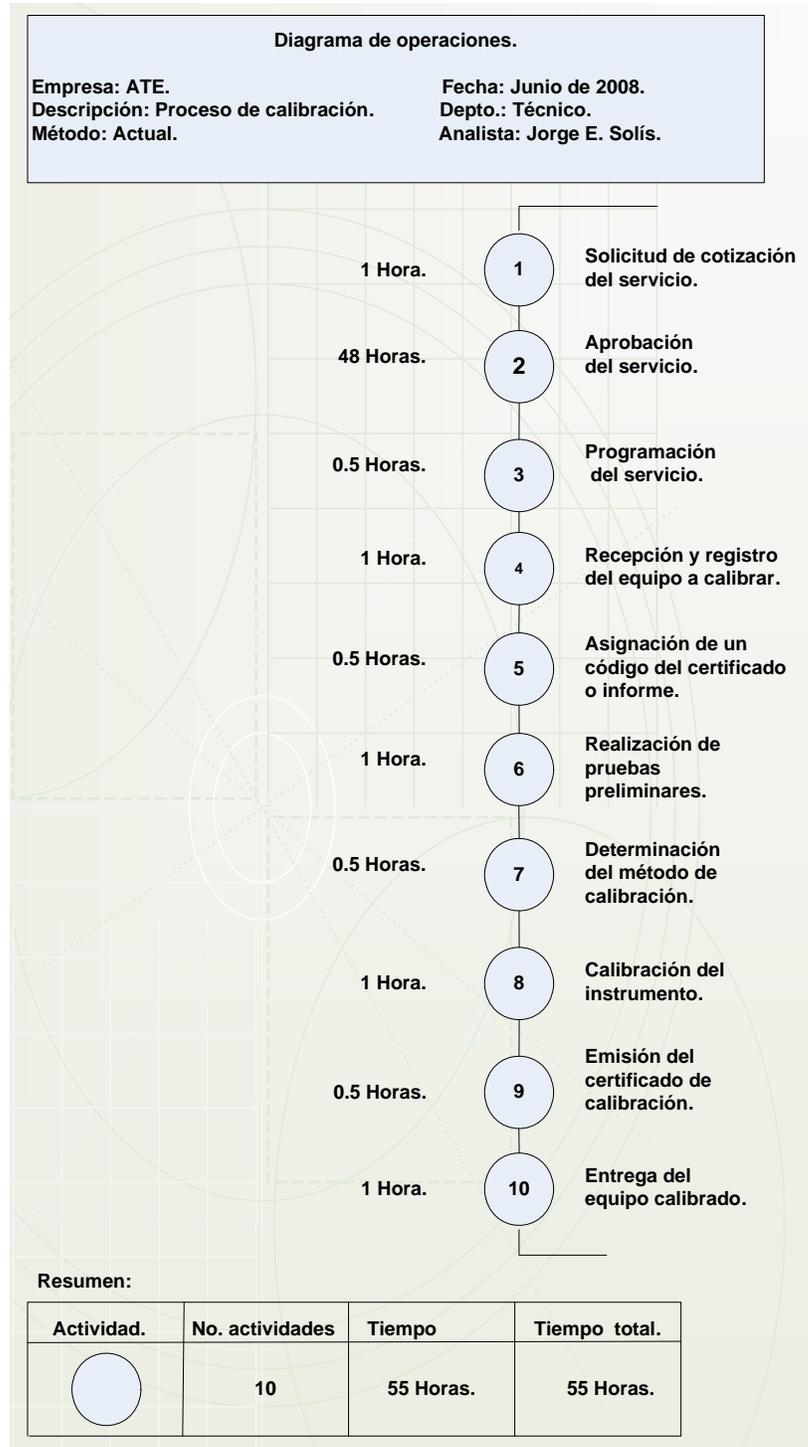
### **2.3.1 Proceso de calibración de los equipos de medición.**

El proceso de calibración de calibración tiene los siguientes pasos:

- a) Se envía una solicitud de cotización para los servicios de calibración y certificación a la empresa encargada del servicio.
- b) Cuando el proveedor envía la cotización, ésta es aprobada y se autoriza la salida del equipo a calibrar o el ingreso de las personas y equipo para realizar la calibración en la planta.
- c) Cuando el laboratorio recibe la solicitud del servicio, independientemente de que se realice en el laboratorio o no, se calendariza el servicio.
- d) Cuando el equipo ingresa al laboratorio, se registra el equipo e instrumentos.
- e) Se registra el certificado o informe a emitir por parte del laboratorio.
- f) Se realizan las pruebas preliminares debiendo completar los datos generales del equipo o instrumento en la hoja de pruebas.
- g) Se verifica el método a seguir para la calibración solicitada (el método de calibración puede variar de un equipo o instrumento a otro).
- h) Se calibra y se detalla en el reverso de la ficha los datos para facturación.
- i) Se emite el certificado correspondiente o informe de servicios.
- j) Se envía el equipo o se entrega a la persona encargada por parte de la empresa.

La figura 2 muestra el diagrama de operaciones para el proceso de calibración de los instrumentos de medición.

**Figura 2. Diagrama de operaciones del servicio de calibración.**



**Fuente:** Trabajo de campo.

### **2.3.2 Análisis de los costos de calibración de los equipos de medición.**

El costo de la calibración de los equipos de medición, puede variar, de acuerdo con la cantidad de instrumentos que se calibren, ya que el actual proveedor del servicio de calibración tiene como política que si la cantidad de instrumentos a calibrar es mayor de 15 se otorga un descuento del 10% del costo total del servicio de calibración. Otro factor que se toma en cuenta en el costo de calibración, es si el servicio se realiza en la planta o si los instrumentos son llevados al laboratorio de la empresa.

Generalmente, el servicio de calibración Asesoría Técnica Especializada lo realiza en la planta. Dicho servicio se realiza cuando el salón en el cual están asignados los equipos de medición se encuentra parado por labores de mantenimiento propias del salón, por lo tanto debido a que los 4 salones no pueden parar la producción al mismo tiempo la calibración de los equipos de medición se realiza conforme se dan los paros programados de mantenimiento de los salones.

Una de las ventajas que se tienen con ATE, es que para el servicio de calibración los técnicos de dicha empresa se encargan del desmontaje y montaje de los equipos que se necesitan calibrar, reduciendo de esta manera la intervención de los técnicos que se encargan del mantenimiento general de los salones de la planta. La única forma de que el servicio de calibración se realice en el laboratorio de ATE, es que el equipo de medición necesite de algún tipo de arreglo y solo se pueda realizar en dicho laboratorio.

Los costos asociados a la calibración de los equipos de medición se detallan en la tabla IX.

**Tabla IX. Costos de calibración del equipo de medición certificado.**

<b>Salón 1.</b>				
<b>Equipo</b>	<b>Cantidad.</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Llenadora	11	Manómetros	Q 474.32	Q 5,217.52
Llenadora	2	Válvula de seguridad	Q 474.32	Q 948.64
Llenadora	2	Termómetro	Q 474.32	Q 948.64
			<b>TOTAL =</b>	<b>Q 7,114.80</b>
<b>Salón 2.</b>				
<b>Equipo</b>	<b>Cantidad.</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Pasteurizadora	1	Graficador	Q 795.00	Q 795.00
Pasteurizadora	8	Termómetros	Q 474.32	Q 3,794.56
			<b>TOTAL =</b>	<b>Q 4,589.56</b>
<b>Salón 3.</b>				
<b>Equipo</b>	<b>Cantidad.</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Llenadora	10	Manómetros	Q 474.32	Q 4,743.20
Llenadora	2	Vacuómetro	Q 474.32	Q 948.64
Llenadora	2	Válvula de seguridad	Q 474.32	Q 948.64
Llenadora	2	Termómetro	Q 474.32	Q 948.64
Pasteurizadora	9	Termómetro	Q 474.32	Q 4,268.88
			<b>TOTAL =</b>	<b>Q11,858.00</b>
<b>Salón 4.</b>				
<b>Equipo</b>	<b>Cantidad.</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Llenadora	18	Manómetros	Q 474.32	Q 8,537.76
Llenadora	4	Vacuómetro	Q 474.32	Q 1,897.28
Llenadora	2	Válvula de seguridad	Q 474.32	Q 948.64
Llenadora	2	Termómetro	Q 474.32	Q 948.64
Pasteurizador	1	Válvula electrónica	Q 474.32	Q 474.32
Pasteurizador	4	Manómetros	Q 474.32	Q 1,897.28
			<b>TOTAL =</b>	<b>Q14,703.92</b>
			<b>Costo general =</b>	<b>Q38,266.28</b>

Fuente: C.C.A.S.A.



### **3. PROPUESTA, MODELO A IMPLANTAR.**

#### **3.1 Diseño del sistema de calibración de los equipos de medición.**

La calibración de los equipos de medición, tanto en el envasado de bebidas como en otros procesos de producción, constituye un factor clave para garantizar la calidad del producto terminado, es por eso que se debe diseñar un adecuado modelo de calibración, que se adapte a las condiciones y exigencias del proceso productivo, tomando en cuenta los siguientes factores:

##### ***a) Definición del equipo a calibrar***

Para el proceso de envasado de bebidas se ha definido que el equipo que por su importancia en el proceso, debe ser calibrado, es el que se encuentra instalado en los equipos críticos como son: lavadoras de envase, llenadoras de producto y pasteurizadoras. Esto se realizará independientemente de qué salón o línea de producción se trate.

##### ***b) Criterios de selección de los equipos de medición***

Para seleccionar los equipos que se someterán a calibración, se debe tomar en cuenta las recomendaciones técnicas de los fabricantes de la maquinaria, la importancia que tienen para el proceso de producción, la manera en que el trabajo realizado interviene en la calidad del producto terminado y los estándares de producción.

En el caso de la lavadora de envase, el trabajo que realiza es muy importante, siendo sus principales funciones, eliminar todas las impurezas que el envase posee tanto internas como externas, la remoción de la etiqueta y proporcionar un envase limpio que facilite la posterior inspección del mismo para determinar si cumple con los criterios de calidad establecidos.

Las principales variables que se deben tomar en cuenta para la correcta ejecución de la limpieza del envase son:

- La temperatura de los tanques de limpieza con que cuenta la máquina. Esto es muy importante, ya que si la solución empleada para la limpieza del envase no tiene la temperatura adecuada se tiene como resultado una limpieza deficiente del envase y puede dañarse. Si por ejemplo la temperatura es muy elevada en los tanques, las botellas de vidrio pueden sufrir rajaduras, entre otros daños por el excesivo calor, dando como resultado una pérdida total del envase, y provocando desabastecimiento de envase para las líneas de llenado.
- La concentración de soda cáustica de la solución empleada en la limpieza. Para que la solución de limpieza pueda realizar su trabajo, debe encontrarse entre 2.3% y 2.7%, de lo contrario se presentarán problemas en la limpieza del envase.

En las llenadoras de bebidas que son la parte principal de la producción, son varias las variables que se deben controlar para su correcta operación, entre las que se pueden mencionar:

- Presión del suministro de la bebida de trabajo.

- Presión de trabajo de los mecanismos de la máquina.
- Temperatura a la cual se encuentra la bebida de trabajo.
- Presión de los gases utilizados en el proceso de llenado.
- Presión a la cual está operando el Jet de llenado.
- Presión de operación de las válvulas de seguridad. Dichas válvulas realizan el trabajo de proteger a todo el tazón de llenado de sobrepresiones y en general a toda la llenadora.

Por ejemplo, al no tener la presión correcta para el llenado se puede tener como consecuencia que la botella no se llene hasta el estándar establecido, provocando que al salir de la llenadora esta botella sea rechazada del proceso y como consecuencia se pierda su contenido y el trabajo ya efectuado por la lavadora sobre el envase dando todo esto como resultado la disminución de la productividad de la línea de llenado.

Pasteurizadoras: La pasteurización es un procedimiento u operación térmica con la cual se logra garantizar la calidad biológica a través del tiempo, sin alterar la composición del producto. Se mide en Unidades de Pasteurización (U.P.), por medio de un equipo llamado pasteurímetro.

En la actualidad existen 2 métodos de pasteurización utilizados en el envasado de bebidas, siendo estos el Método del Túnel, el cual consiste en realizar la pasteurización cuando ya el producto ha sido envasado y el Método Flash que consiste en realizar la pasteurización antes de envasar el producto.

Independientemente del método que se utilice para la pasteurización, la principal variable que se debe controlar es la temperatura. Por ejemplo, para la cerveza la temperatura de pasteurización es de 60°C; por debajo de esta temperatura no se logrará una buena pasteurización trayendo como consecuencia que la vida y calidad de la cerveza se reduzca considerablemente. Por arriba de dicha temperatura pueden tenerse pérdidas de producto por evaporación, y en el Método del Túnel al tener una temperatura muy elevada el envase puede sufrir daños y colapsar completamente.

### ***c) Propuesta para la calibración del equipo de medición***

El sistema de gestión de calidad implementado en la empresa demanda el mejoramiento continuo de la calidad del proceso de producción, por lo tanto después de haber realizado una evaluación técnica de los equipos de medición que intervienen o pueden afectar la calidad del producto terminado se ha llegado a la conclusión de que se deben incluir algunos equipos que en estos momentos no se encuentran calibrados. En las siguientes tablas se presentan los equipos de medición que deben ser calibrados como complemento a los que poseen calibración.

**Tabla X. Propuesta de calibración del equipo de medición del salón 1.**

<b>Lavadora de botellas.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
4	Termómetros.	Cuerpo de lavadora.
1	Contador de soda cáustica.	Cuerpo de lavadora.
1	Manómetro.	Cuerpo de lavadora.
<b>Llenadora de botellas.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
4	Manómetros de presión.	Cuerpo de llenadora.
1	Vacuómetro.	Cuerpo de llenadora.
2	Termómetros.	Cuerpo de llenadora.
<b>Llenadora de latas línea 1.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
8	Manómetros de presión.	Cuerpo de llenadora.
2	Vacuómetro.	Cuerpo de llenadora.
1	Termómetro.	Tazón de llenado.
1	Válvula de seguridad.	Tazón de llenado.

**Fuente: Trabajo de campo.**

**Tabla XI. Propuesta de calibración del equipo de medición del salón 1  
parte 2.**

<b>Llenadora de latas línea 2.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
9	Manómetros de presión.	Cuerpo de llenadora.
2	Vacuómetro.	Cuerpo de llenadora.
1	Termómetro.	Tazón de llenado.
1	Válvula de seguridad.	Tazón de llenado.
<b>Llenadora de barriles.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
3	Manómetros de presión.	Cuerpo de llenadora
3	Termómetros	Cuerpo de llenadora.
<b>Pasteurizadora y secadora de bebidas.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
8	Termómetros.	Cuerpo de pasteurizadora.
1	Manómetro de presión.	Cuerpo de pasteurizadora.
<b>Pasteurizadora de cerveza.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
4	Termómetros	Cuerpo de pasteurizadora
1	Manómetro de presión.	Cuerpo de pasteurizadora

**Fuente: Trabajo de campo.**

**Tabla XII. Propuesta de calibración del equipo de medición del salón 2.  
Lavadora de botellas.**

<b>Lavadora de botellas.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
4	Termómetros.	Cuerpo de lavadora.
1	Manómetro.	Cuerpo de lavadora.
1	Contador de soda cáustica.	Cuerpo de lavadora.
<b>Llenadora.</b>		
Cantidad	Instrumento	Ubicación
8	Manómetros de presión.	Cuerpo de llenadora.
2	Vacuómetros.	Cuerpo de llenadora.
1	Termómetro.	Cuerpo de llenadora.
<b>Pasteurizadora.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
9	Termómetros.	Cuerpo de pasteurizadora.
1	Graficador de temperatura.	Panel principal de pasteurizadora.

Fuente: Trabajo de campo.

**Tabla XIII. Propuesta de calibración del equipo de medición del salón 3.**

<b>Lavadora de botellas.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
6	Termómetros.	Cuerpo de lavadora.
1	Contador de soda cáustica.	Cuerpo de lavadora.
1	Manómetro.	Cuerpo de lavadora
<b>Llenadora 1.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
6	Manómetros de presión.	Cuerpo de llenadora.
1	Vacuómetro.	Cuerpo de llenadora.
1	Termómetros.	Cuerpo de llenadora.
1	Válvula de seguridad.	Tazón de llenado.
<b>Llenadora 2.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
6	Manómetros de presión.	Cuerpo de llenadora.
1	Vacuómetro.	Cuerpo de llenadora.
1	Termómetro.	Tazón de llenado.
1	Válvula de seguridad.	Tazón de llenado.
<b>Pasteurizadora.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
2	Manómetros de presión.	Cuerpo de pasteurizadora.
1	Graficador de temperatura.	Cuerpo de pasteurizadora.
10	Termómetros.	Cuerpo de pasteurizadora.

Fuente: Trabajo de campo.

**Tabla XIV. Propuesta de calibración del equipo de medición del salón 4.**

<b>Lavadora de botellas.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
6	Termómetros.	Cuerpo de lavadora.
1	Contador de soda cáustica.	Cuerpo de lavadora.
1	Manómetro.	Cuerpo de lavadora
<b>Llenadora 1.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
10	Manómetros de presión.	Cuerpo de llenadora.
2	Vacuómetros.	Cuerpo de llenadora.
1	Termómetro.	Cuerpo de llenadora.
1	Válvula de seguridad.	Tazón de llenado.
<b>Llenadora 2.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
10	Manómetros de presión.	Cuerpo de llenadora.
2	Vacuómetros.	Cuerpo de llenadora.
1	Termómetro.	Tazón de llenado.
1	Válvula de seguridad.	Tazón de llenado.
<b>Pasteurizadora.</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ubicación</b>
5	Manómetros de presión.	Cuerpo de pasteurizadora.
1	Válvula electrónica.	Cuerpo de pasteurizadora.
1	Termómetro.	Cuerpo de pasteurizadora.

**Fuente: Trabajo de campo.**

Debido al aumento de la cantidad de equipo calibrado los costos de dicho servicio aumentan, las tablas XV y XVI, muestran dichos costos.

**Tabla XV. Costos del servicio de calibración de los salones 1 y 2.**

<b>Salón 1.</b>				
<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Lavadora	1	Manómetro	Q 474.32	Q 474.32
Lavadora	1	Contador	Q 779.24	Q 779.24
Lavadora	4	Termómetros	Q 474.32	Q 1,897.28
Llenadoras	24	Manómetros	Q 474.32	Q11,383.68
Llenadoras	5	Vacuómetros	Q 474.32	Q 2,371.60
Llenadoras	2	Válvula de presión	Q 474.32	Q 948.64
Llenadoras	6	Termómetros	Q 474.32	Q 2,845.92
Pasteurizadoras	2	Manómetros	Q 474.32	Q 948.64
Pasteurizadoras	11	Termómetros	Q 474.32	Q 5,217.52
			<b>TOTAL =</b>	<b>Q.26,866.84</b>
<b>Salón 2.</b>				
<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Lavadora	1	Manómetro	Q 474.32	Q 474.32
Lavadora	4	Termómetros	Q 474.32	Q 1,897.28
Lavadora	1	Contador	Q 779.24	Q 779.24
Llenadoras	8	Manómetros	Q 474.32	Q 3,794.56
Llenadoras	2	Vacuómetros	Q 474.32	Q 948.64
Llenadoras	1	Termómetro	Q 474.32	Q 474.32
Pasteurizadoras	9	Termómetros	Q 474.32	Q 4,268.88
Pasteurizadora	1	Graficador	Q 795.00	Q 795.00
Pasteurizadora	8	Termómetros	Q 474.32	Q 3,794.56
			<b>TOTAL =</b>	<b>Q.17,226.80</b>

Fuente: Trabajo de campo.

**Tabla XVI. Costos del servicio de calibración de los salones 3 y 4.**

<b>Salón 3.</b>				
<b>Equipo</b>	<b>Cantidad.</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Lavadora	6	Termómetros	Q 474.32	Q 2,845.92
Lavadora	1	Contador	Q 779.24	Q 779.24
Lavadora	1	Manómetro	Q 474.32	Q 474.32
Llenadora	12	Manómetros	Q 474.32	Q 5,691.84
Llenadora	2	Vacuómetro.	Q 474.32	Q 948.64
Llenadora	2	Válvula de presión	Q 474.32	Q 948.64
Llenadora	2	Termómetro	Q 474.32	Q 948.64
Pasteurizadora	10	Termómetros	Q 474.32	Q 4,743.20
Pasteurizadora	1	Graficador	Q 795.00	Q 795.00
Pasteurizadora	2	Manómetros	Q 474.32	Q 948.64
			<b>TOTAL =</b>	<b>Q.19,124.08</b>
<b>Salón 4.</b>				
<b>Equipo</b>	<b>Cantidad.</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Lavadora	6	Termómetros	Q 474.32	Q 2,845.92
Lavadora	1	Contador	Q 779.24	Q 779.24
Lavadora	1	Manómetro	Q 474.32	Q 474.32
Llenadoras	20	Manómetros	Q 474.32	Q 9,486.40
Llenadoras	2	Vacuómetro.	Q 474.32	Q 948.64
Llenadoras	2	Válvula de presión	Q 474.32	Q 948.64
Llenadoras	2	Termómetro	Q 474.32	Q 948.64
Pasteurizador	5	Manómetros	Q 474.32	Q 2,371.60
Pasteurizador	1	Termómetro	Q 474.32	Q 474.32
Pasteurizador	1	Válvula electrónica	Q 474.32	Q 474.32
			<b>TOTAL =</b>	<b>Q.19,752.04</b>

Fuente: Trabajo de campo.

El costo total de la calibración de los equipos de medición de todos los salones asciende a Q. 82,969.76, sin embargo debido a la cantidad de equipo que se desea calibrar ATE, ofrece un descuento de alrededor de 15%, por lo que el verdadero costo de calibración será de Q.70,524.30.

### **3.1.1 Clasificación de los equipos de medición bajo las normas ISO.**

Las normas ISO 9000 tienen como apoyo a la norma ISO 10012, que rige todos los aspectos relacionados con el sistema metrológico de un sistema general de calidad. Dicha norma posee una clasificación de los equipos de medición para el aseguramiento metrológico de la calidad, de acuerdo con las siguientes cuatro variables de medición:

#### **a) Masa.**

##### **Tipos de masas**

- Masas hexagonales
- Masas paralelepípedas
- Masas cilíndricas

Las balanzas o básculas son instrumentos utilizados para el cálculo de pesos. La diferencia principal entre una balanza y una báscula es que las balanzas pueden calcular pesos que van desde 0 a 60 Kg, mientras que las básculas están diseñadas para realizar cálculos de 61 kg en adelante.

##### **Tipos de balanzas**

- ◆ Analíticas
- ◆ Romanas
- ◆ De 2 brazos
- ◆ Camioneras

### **Clasificación de las balanzas**

- ◆ Clase I: Exactitud especial, uso en laboratorios de medición.
- ◆ Clase II: Exactitud alta, uso en industrias.
- ◆ Clase III: Exactitud mediana, uso en industrias.
- ◆ Clase IV: Exactitud ordinaria, uso casero.

b) **Longitud:** los principales instrumentos de medición de longitudes son los calibradores Pie de Rey, micrómetros y calibradores o comparadores de dial. Para llevar a cabo la calibración de los instrumentos de medición de longitud se utilizan bloques patrón. Los bloques también deben calibrarse a intervalos previamente definidos para garantizar su exactitud y determinar la clase a la que estos pertenecen.

Regularmente, la calibración de estos bloques sólo las realizan entes que se dedican esencialmente a la metrología, por la complejidad que representa el llevar a cabo una calibración.

Los bloques patrón están clasificados en:

Grado 00

Grado 0

Grado 1

Grado 2

Grado 3

Los bloques patrón utilizados en el sector industrial son los de grado 1, 2 y 3. Mientras menor sea el grado de la clasificación, mayor será la exactitud del patrón a utilizar.

Existen 2 tipos de materiales para fabricar los bloques, (cerámica y acero inoxidable) tienen dos caras con pulido de espejo que es en donde se coloca el instrumento al momento de realizar la calibración; normalmente se pueden encontrar tanto en unidades del Sistema Internacional como del Sistema Inglés.

c) **Temperatura:** Los termómetros mas utilizados son agrupados de acuerdo con sus principios de funcionamiento en los siguientes tipos:

- ◆ Termómetros de líquido en vidrio
- ◆ Termómetros bimetálicos
- ◆ Termómetros manométricos
- ◆ Termómetros termoeléctricos
- ◆ Pirómetros

d) **Presión:** La presión con anterioridad se ha definido como la fuerza por unidad de área. Existen diversos tipos de presión que son controlados en la industria dentro de los que se pueden mencionar:

- ◆ Presión hidrostática.
- ◆ Presión de gases.
- ◆ Presión atmosférica.
- ◆ Presión absoluta.
- ◆ Presión de vacío.
- ◆ Presión relativa

A los instrumentos de medición que miden la sobre presión se les denomina manómetros, a los que miden la presión atmosférica se les denomina barómetros y a los que miden la depresión vacuómetros.

### **3.1.2 Proceso de certificación de los equipos bajo la norma ISO 9000:2000.**

El proceso de certificación de los equipos de medición se inicia con la calibración a la que es sometido dicho equipo, para determinar si cumple con las características de funcionamiento para las cuales ha sido diseñado. El método de calibración varía de acuerdo con la variable de medición con que trabaja el instrumento.

#### ***Pasos para la calibración de una balanza***

- a) Definir los patrones o masas a utilizar en el valor nominal.
- b) Consignar en una columna al lado del valor nominal, el valor que el instrumento arroja al momento de colocar la masa sobre el plato de la balanza.
- c) Se deben registrar los resultados arrojados por el equipo al ir retirando la masa del plato.
- d) Error, es la diferencia encontrada entre el valor nominal y el valor real.
- e) Calcular las incertidumbres del instrumento o equipo de medición, estas pueden ser del tipo A, B, combinada y expandida.
- f) Prueba de excentricidad: consiste en la verificación de una misma masa, en 6 distintas posiciones del plato de la balanza, con el objetivo de evidenciar si el equipo arroja los mismos resultados en cualquier posición que se aplique el peso, puesto que las celdas de carga tienden a dañarse muchas veces y no dar los mismos valores en todos los lados.

#### ***Pasos para la calibración de calibradores Pie de Rey (verniers)***

- a) Comparación directa utilizando siete diferentes patrones.

- b) Al calcular los errores e incertidumbres, el error máximo encontrado debe ser menor o igual a la escala mínima del instrumento y la incertidumbre, siempre deberá ser menor al error máximo calculado.
- c) Si se cumple con el enunciado anterior, el instrumento está apto para ser utilizado. Caso contrario el instrumento se debe sacar de circulación.
- d) Prueba de paralelismo. Esto se puede comprobar al colocar el instrumento contra la luz y observar fijamente el espacio existente entre las patas del instrumento.
- e) Verificación de profundidad: se realiza colocando un patrón determinado entre una superficie plana y el calibrador, la medida de profundidad obtenida debe ser igual a la del patrón.

### ***Calibración de micrómetros***

- a) Al realizar la comparación directa con los patrones, usualmente al igual que con los calibradores pie de rey, se comparan siete distintos patrones comparando el valor nominal contra el valor real y la diferencia de esta comparación es el error del instrumento.
- b) Seguidamente se procede a calcular la incertidumbre del instrumento de medición.
- c) El criterio a seguir para encontrar el error máximo, es el mismo que se enunció para el cálculo de los errores e incertidumbres de los calibradores pie de rey.

### ***Calibración de comparadores de dial o de reloj.***

- a) Para encontrar el error del instrumento se deben seguir los mismos pasos que se dan para hacer la misma determinación en los micrómetros y calibradores pie de rey.

- b) Al igual que con los anteriores instrumentos se debe establecer el tipo de incertidumbre.
- c) El criterio para encontrar el error máximo en los micrómetros y pie de rey es válido para los comparadores de dial.

### ***Método para calibración de los termómetros***

Para calibrar estos instrumentos se deben hacer las siguientes actividades:

- a) Anotar todos los datos relacionados con la trazabilidad del termómetro (marca, escala mínima, serie, rango de trabajo, etc.)
- b) Revisar previamente el instrumento en todas sus partes (que esté bien la escala, que no esté quebrado, que no tenga burbujas adentro, etc.).
- c) Tomar el patrón (termómetro calibrado previamente y declarado como patrón secundario) realizar 6 mediciones como mínimo, sumergiendo antes el patrón dentro de agua a distintas temperaturas y luego sumergiendo de igual forma el instrumento a calibrar (aquí se determina el valor real contra el valor nominal).
- d) Anotar las diferencias entre los valores reales y obtenidos (errores calculados).
- e) Calcular las incertidumbres (A, B, Combinada y expandida).

Cuando se ha calibrado un instrumento de medición, el laboratorio encargado de realizar dicho proceso, procede a extender un certificado de calibración que avala el estado del instrumento y que sirve de respaldo para el sistema general de calidad.

### ***Calibración de un manómetro y un vacuómetro.***

- a) La calibración debe hacerse al menos a 10 distintas presiones.
- b) El valor real se compara contra el valor nominal.
- c) La diferencia entre el valor real y el valor nominal es igual al error de instrumento.
- d) Por último se comparan las incertidumbres ya conocidas.
- e) Se clasifica el instrumento de acuerdo con el porcentaje de error encontrado en el instrumento. Para encontrar dicho error se aplica la siguiente ecuación:

$$E\% = \frac{\text{Valor mínimo de la escala} * 100}{\text{Rango de medición}}$$

### ***Recomendaciones básicas para los equipos de medición***

- ◆ Antes de efectuar la calibración éstos deben ser verificados visualmente observando que carezcan de golpes, ralladuras, impurezas, etc.
- ◆ Antes de efectuar la calibración el equipo debe limpiarse tomándolo cuidadosamente con la finalidad de no dañarlo
- ◆ La limpieza del equipo debe efectuarse con un paño limpio y sin utilizar ningún líquido a excepción del limpia contactos (electroclean) para los equipos electrónicos
- ◆ Un equipo de medición NO debe lubricarse a menos que vaya a guardarse por largo tiempo o bien que alguna de sus piezas móviles presente dificultad para moverse (el aceite lubricante atrapa mas fácilmente la suciedad).

### **3.1.3 Control del sistema de calibración de los equipos de medición.**

La norma ISO 9001:2000 en el inciso 7.6 hace referencia al control de los dispositivos de seguimiento y medición, por lo que el control del sistema de calibración es una obligación que la organización tiene según lo estipulado en la norma.

El control del sistema de calibración incluye los siguientes aspectos:

- Control del funcionamiento del equipo de medición calibrado: debe vigilarse que el equipo de medición sea utilizado en las condiciones para las cuales fue diseñado. La norma ISO 10012 en el inciso 4.2 establece: “El equipo de medición deberá cumplir con las características metrológicas de acuerdo con cada aplicación”. Por ejemplo: Exactitud, estabilidad, rango, resolución, etc.
  
- Registro de los certificados del equipo calibrado: esto forma parte del sistema general de calidad ya que la norma ISO 9001:2000 bajo la cual está certificado el proceso en su inciso 4.2 establece: los requisitos de documentación y específicamente en el inciso 4.2.4 hace referencia al control de los registros.
  
- Comparación de los equipos calibrados con los certificados de calibración: Esto se hace con el objetivo de que no exista confusión entre el equipo calibrado. Por ejemplo, para que el termómetro de una lavadora, no se confunda con el termómetro de una pasteurizadora, ya que por la cantidad de instrumentos que se calibran pueden crearse confusiones de este tipo.

- Determinar que el equipo calibrado, sea el que se encuentra en funcionamiento en las diferentes máquinas que forman parte del proceso de producción.
- Vigilar la vigencia de los certificados de calibración para los equipos involucrados en el sistema de calibración, esto se debe hacer con el objetivo de programar con el proveedor del servicio de calibración las fechas en las cuales dicho equipo será calibrado.
- Control y registro del equipo de medición calibrado, instalado y sustituido en las diferentes máquinas. En el caso de que el equipo sea dado de baja la norma ISO 10012 establece en su inciso 4.9 “Equipo de medición no conforme: este deberá ser removido de los lugares de servicio, por separación o marcado (etiquetado)”.
- Controlar las condiciones de almacenamiento y manejo del equipo calibrado. La norma ISO 10012 en su inciso 4.14 establece: “El proveedor debe establecer y mantener un sistema para recibir, manejar, transportar, almacenar y despachar el equipo de medición de su propiedad. Para evitar la alteración, el uso inadecuado, el daño y el cambio de las características metrológicas”.

Para el control del sistema de calibración la organización debe hacer un análisis sobre el responsable de realizar esta tarea, se sugiere que sea efectuada por el encargado de cada uno de los salones o bien que la división de mantenimiento que trabaja con los cuatro salones sea la encargada.

### **3.2 Alcance de la certificación realizada a los equipos de medición.**

Los equipos de medición y monitoreo que se deben incluir en el programa de mantenimiento, verificación y calibración deben estar en función de la criticidad de las características del producto, proceso y materias primas para cumplir con los requerimientos del cliente, ventaja competitiva en el producto o un normado internacional.

El alcance de la certificación se limita únicamente a los equipos de medición calibrados, por lo tanto no convalida ni garantiza el funcionamiento de toda la máquina en donde se encuentra instalado dicho equipo de medición. El alcance es determinado por el ente encargado de llevar a cabo la certificación de la calibración de los equipos de medición.

### **3.3 Evaluación de los entes autorizados para realizar la calibración de equipos de medición en el mercado nacional.**

El envejecimiento de los componentes, los cambios de temperatura y el estrés mecánico que soportan los equipos deterioran poco a poco sus funciones. Cuando esto sucede, los ensayos y las medidas comienzan a perder confianza y se refleja tanto en el diseño como en la calidad del producto. Este tipo de situaciones puede ser evitado, por medio del proceso de calibración.

La correcta calibración de los equipos proporciona la seguridad de que los productos o servicios que se ofrecen reúnen las especificaciones requeridas. Cada vez son más numerosas las razones que llevan a los fabricantes a calibrar sus equipos de medida, con el fin de:

- Mantener y verificar el buen funcionamiento de los equipos.
- Responder a los requisitos establecidos en las normas de calidad.
- Garantizar la fiabilidad y trazabilidad de las medidas.

Esta evaluación se centra en los laboratorios metrológicos que se dedican a la calibración de termómetros, manómetros, vacuómetros y medidores de caudal, que son los instrumentos de medición que se encuentran en el proceso de producción de bebidas. En el mercado nacional de servicios de calibración se cuenta con los siguientes proveedores del servicio:

***Ingeniería de Servicios Analíticos S.A.***

Dirección: 5 calle 20-15 zona 11 Mirador 1, ciudad de Guatemala.

Tel.: 22690469. Fax: 24401701.

E-mail: [ids@itelgua.com](mailto:ids@itelgua.com)

Esta empresa ofrece el servicio de calibración de instrumentos de medición de temperatura así como, venta y reconstrucción de equipo de medición, sin embargo no ofrece el servicio de calibración de medidores de presión.

Por otro lado el servicio que ofrece IDS, lo puede realizar en la planta, siempre que esta se encuentre en la ciudad capital, además dependiendo de la cantidad de termómetros a calibrar puede hacerse un descuento al precio de calibración unitario.

La calibración se realiza con patrones certificados y con registro de trazabilidad ANSIT. Al realizar la calibración se entrega un reporte según la norma ISO 17025. Se ofrece un año como garantía estándar del fabricante.

**SUMERLO, S.A.**

Dirección: 4 calle 1-51 Zona 1, ciudad de Guatemala.

Tel.: 22303408.

E-mail: [barbara@sumerlo.com](mailto:barbara@sumerlo.com)

Es una empresa líder en equipos de laboratorio de alta calidad utilizados en los controles y procesos de fabricación de productos de distintas industrias entre las cuales podemos mencionar:

- Industria de hule.
- Industria agrícola.
- Industria petrolera.
- Industria azucarera.
- Industria de bebidas y alimentos.
- Industria de grasas y aceites vegetales.

SUMERLO cuenta con el servicio de calibración de equipos de medición, como manómetros, vacuómetros y termómetros, entre otros. Cuenta con certificado de trazabilidad NIST y cumple con la Norma ISO 17025.

Esta empresa ofrece el servicio de calibración a domicilio, es decir brinda el servicio en el lugar en donde el cliente lo necesite, o bien lo puede realizar en las instalaciones de su laboratorio.

***Productos y Servicios Integrales, S.A.***

Dirección: 6a. Avenida 7-66 Zona 10. Edificio Condominio Médico Primer Nivel, Oficina C-1. Ciudad de Guatemala.

Tel: (502) 2332-5804 Fax: (502) 2362-6904

E-mail: info@prysaguatemala.com

Prysa es una empresa que se dedica a la venta de productos industriales y proporciona el servicio de reparación y calibración de equipos de medición.

El laboratorio metrológico de Prysa cuenta con la certificación de trazabilidad NIST y cumple con los lineamientos de la norma ISO 17025, la cual rige todos los aspectos relacionados con los laboratorios de metrología.

Entre los productos y servicios que Prysa ofrece a la industria, están:

- Monitores y análisis de aire.
- Trajes protectores.
- Balanzas y calibración de balanzas.
- Centrifugas.
- Aparatos de extracción de gases.
- Hornos.
- Campanas.
- Hidrómetros.
- Higrómetros.
- Medidores de luz, aire y sonido.
- Bombas de vacío.
- Refractómetros.

***Asesoría Técnica Especializada.***

Dirección: 4ª. Calle "A" 3-00, Zona 11 Molino de las Flores. Ciudad Guatemala.

Tel/Fax.: 24353404.

E-mail: [atecnica@techonologist.com](mailto:atecnica@techonologist.com)

Como ya se dijo en el capítulo anterior ATE, es la empresa que actualmente realiza la calibración al equipo de medición. Cuenta con certificados de trazabilidad NIST para el equipo del laboratorio de calibración, los certificados de calibración del equipo calibrado cumplen con la norma ISO 17025.

***Estudio para la creación de un laboratorio metroológico***

Dentro de la empresa, desde la implementación del sistema de gestión de calidad, bajo el cual se encuentra certificado el proceso de producción de bebidas, se ha tenido la inquietud de crear un laboratorio metroológico propio de la empresa, que brinde el servicio de calibración del equipo de medición. A continuación se evaluará esta posibilidad.

Para la implementación de un laboratorio metroológico en Guatemala, la institución encargada de regir el proceso es el Ministerio de Economía, por medio de la Oficina Guatemalteca de Acreditación, en la cual se dan los requisitos y papelería que el interesado debe cumplir para lograr la aprobación.

La empresa debe disponer de un lugar adecuado para la realización del proceso de calibración de los diferentes equipos de medición con que se cuenta, en el que haya seguridad y se pueda resguardar el equipo empleado en la realización de dicha labor.

Para alcanzar la mayor higiene e inocuidad de los procesos que deben realizarse, las paredes tienen que ser construidas en bloques de concreto o ladrillos, con superficies lisas de fácil lavado y resistentes a los desinfectantes, con una ventilación adecuada. Las instalaciones eléctricas deben poder suministrar 220V o trifásico 380V, ya que alguna parte del equipo que se utiliza en el proceso de calibración requiere de estas características.

El tamaño del laboratorio de acuerdo con las necesidades que tiene la empresa y por las características físicas del equipo a calibrar debe de ser pequeño, ya que el volumen de trabajo de la empresa lo genera el equipo de los salones de llenado. El área de trabajo se limitará a las áreas de medición de presión, termometría y medición de caudal principalmente.

Es importante mencionar que el éxito o fracaso del laboratorio depende entre otras cosas de su diseño, del personal entrenado y del equipo de trabajo con que se cuente para desarrollar las actividades de calibración. Para el manejo del laboratorio será necesario contratar a un solo técnico ya que la cantidad de trabajo que realizaría no es demasiada.

Las instalaciones son elementos esenciales que todo laboratorio debe tener, además debe contar con los siguientes elementos adicionales:

- Estantes metálicos o de madera.
- Lámparas fluorescentes de (1500 a 3000 lux).
- Aire acondicionado para el control de temperatura (26° a 30° C°).

Reguladores de temperatura:

- Medidor de temperatura ambiental.
- Medidor de intensidad de la luz.

Accesorios de equipos:

- Recipientes para el manejo de instrumentos de medición.
- Cajas o platos para la colocación de equipos de medición.
- Lámpara de alcohol.

Herramientas: para la operación del laboratorio son necesarias diversas herramientas dentro de las que se pueden mencionar:

- Pinzas.
- Papel aluminio.
- Servilletas color natural.
- Probetas.
- Guantes de hule.
- Delantales
- Botas de laboratorio.
- Mascarillas.

Utensilios: dentro de los principales utensilios tenemos los siguientes.

- Refrigeradora
- Horno.
- Cinta para medir el Ph de los medios.
- Olla de presión.
- Micropipetas.
- Botellas graduadas.
- Cámara de flujo laminar.
- Estetoscopio.

Instrumentos de pesos y volúmenes: Se pueden utilizar distintos instrumentos para medir los compuestos, por ejemplo:

- Balanzas.
- Patrones de medición.
- Cucharas.
- Goteros.
- Picheles.

En el laboratorio se hace indispensable contar con los siguientes accesorios:

- Fregadero.
- Mesas.
- Sillas.
- Anaqueles.
- Lavamanos.

Es importante recordar que la calibración de los equipos de medición se debe realizar bajo condiciones ambientales controladas y específicas que varían de acuerdo con el método de trabajo empleado y las normas como ASTM, ANSI y ISO entre otras.

Áreas del laboratorio: como ya se dijo anteriormente el laboratorio debe contar básicamente con:

- Área de medición de presión y caudal: para este caso se necesita el equipo específico para la calibración de manómetros, vacuómetros y de medidores de caudal.
- Área térmica: Esta área debe contar con el equipo específico para realizar las tareas de calibración de todo el equipo que se encarga del control de temperatura en las diferentes partes del proceso.

Normas para el uso del laboratorio: dichas normas deben de aplicarse para asegurar que las condiciones bajo las cuales se encuentra el laboratorio son las idóneas, entre éstas tenemos:

- No comer en el laboratorio.
- Mantener los materiales del laboratorio limpios.
- Botar la basura.
- Los derrames deben limpiarse inmediatamente después de que ocurran.

- Los experimentos que involucren la formación de gases se deben realizar en la capilla de gases.

Medidas de seguridad para el laboratorio: Estas medidas se implementan con el objetivo de resguardar el laboratorio y el equipo que se encuentra en el mismo.

- En caso de incendio desconectar la electricidad y evitar que alcance las bodegas en donde se guardan químicos inflamables.
- Proteger las sustancias inflamables, explosivas y las que puedan producir gases.
- Señalizar adecuadamente las instalaciones del laboratorio.
- Tener a la mano extintor, botiquín de primeros auxilios y que las puertas abran hacia afuera y con facilidad.

Actualmente la empresa no cuenta con mobiliario, herramientas o dispositivos para la calibración del equipo de medición empleado en el proceso de producción, por lo tanto todo lo necesario debe de ser adquirido. La tabla XVII muestra la inversión inicial que debe realizarse para la creación y equipamiento del laboratorio metrológico.

**Tabla XVII. Inversión inicial necesaria para la creación del laboratorio.**

<b>Equipo</b>	<b>Costo</b>
Acondicionamiento de instalaciones para el laboratorio.	Q 4,500.00
Mobiliario y Equipo	Q 15,000.00
Herramientas	Q 5,000.00
Utensilios	Q 5,000.00
Accesorios	Q 3,000.00
Equipo para calibración de presiones y caudal.	Q 80,000.00
Equipo para la calibración de termómetros.	Q105,000.00
<b>Total</b>	<b>Q217,500.00</b>

Fuente: Trabajo de campo.

Adicional a esta inversión inicial se debe considerar los costos mensuales que generaría el laboratorio, los que se muestran en la tabla XVIII.

**Tabla XVIII. Costos de operación del laboratorio metroológico.**

<b>Actividad</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
Costo de mano de obra	<b>Q 4,000.00</b>	<b>Q 56,000.00</b>
Costo de la certificación del equipo de calibración.	<b>Q 6,375.00</b>	<b>Q 76,500.00</b>
Depreciación del equipo.	<b>Q 3,083.33</b>	<b>Q 37,000.00</b>
Mantenimiento de instalaciones.	<b>Q 500.00</b>	<b>Q 6,000.00</b>
Energía eléctrica.	<b>Q 250.00</b>	<b>Q 3,000.00</b>
Capacitación del personal.	<b>Q 416.67</b>	<b>Q 5,000.00</b>
Otros	<b>Q 500.00</b>	<b>Q 6,000.00</b>
<b>Total</b>	<b>Q 15,125.00</b>	<b>Q189,500.00</b>

Fuente: Trabajo de campo.

Con base en el estudio realizado se ha determinado que para la empresa resulta mucho más rentable subcontratar el servicio de calibración que crear su propio laboratorio, porque los costos de operación son muy elevados, lo que se debe a que se necesita disponer de un espacio físico determinado, contratar a un técnico en metrología, y comprar equipo especializado, además de que el porcentaje de utilización del laboratorio es muy bajo ya que la cantidad de equipo a calibrar es pequeña y la calibración se realiza una vez al año.

Todo este análisis justifica el porqué en el mercado guatemalteco existen muy pocas empresas que se dediquen a dar el tipo de servicio de calibración que la empresa necesita.

### **3.3.1 Selección de los proveedores del servicio de calibración de equipos de medición.**

La adecuada calibración de los equipos e instrumentos de medición es indispensable en los procesos de producción y en el seguimiento del control de calidad de los productos por lo que es necesario elegir al mejor proveedor de dichos servicios.

El proveedor se considera confiable mientras cumple con lo que dicta la norma ISO 9001:2000 en el inciso 7.6, referente al control de los dispositivos de seguimiento y medición, que indica que los equipos e instrumentos de medición deberán estar calibrados o ajustados contra equipos o instrumentos que cuenten con validez referida a patrones nacionales o internacionales reconocidos.

Cuando no existan tales patrones se deberán documentar las bases que se usan para calibrar. Por otra parte la norma ISO 10012:2003 en el inciso 4.13 establece que: “El proveedor debe garantizar que todos los productos y servicios externos sean del nivel de calidad requerido. Esto mediante certificaciones, acreditaciones o evaluando las competencias del proveedor.”

Para la selección del proveedor del servicio de calibración, la empresa evaluó los siguientes criterios generales del proveedor:

- A. Que cumpla con las políticas internas de la empresa.
- B. Que el servicio que presta sea confiable.
- C. Que apoye en las necesidades y requerimientos de la empresa.

- D. Que la relación Costo Beneficio sea la más adecuada..
- E. Capacitación constante de su personal técnico.
- F. Rastreabilidad en los certificados emitidos por el laboratorio.
- G. Patrones o estándares certificados, por un ente u organización apropiada.
- H. Trazabilidad a patrones nacionales o internacionales.
- I. Tiempo que tiene de laborar en el mercado y su cartera de clientes.
- J. Procedimientos aplicables a cada instrumento o equipo, basándose en normas técnicas establecidas.
- K. Transparencia en los servicios y los resultados de calibración prestados.

Además debe evaluarse la disponibilidad del laboratorio de calibración para compartir información relacionada con los equipos, asesoría técnica y respuesta adecuada en el tiempo pertinente a las solicitudes de la empresa. Cuando se comprobó que las empresas del servicio de calibración cumplían con los anteriores criterios se realizó otra evaluación relacionada con aspectos técnicos. La tabla XIX muestra los criterios de evaluación de criterios técnicos aplicados a las empresas que brindan el servicio de calibración de equipos de medición en el mercado guatemalteco.

**Tabla XIX. Criterios técnicos para la evaluación de proveedores.**

<b>Factores a Evaluar</b>	<b>IDS</b>	<b>SUMERLO</b>	<b>PRYSA</b>	<b>ATE</b>
Trazabilidad.	NIST	NIST	NIST	NIST
Entrega de certificados con base a la Norma ISO 17025.	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Puede calibrar todos los equipos.	No.	Sí.	No.	Sí.
Calibración de manómetros.	No.	Sí.	Sí.	Sí.
Calibración de vacuómetros.	No.	Sí.	Sí.	Si.
Calibración de termómetros.	Si.	Si.	Si.	Si.
Calibración de gráficas.	No.	No.	No.	Si
Calibración de contadores.	No.	No.	No.	Si.
Servicio a domicilio.	Si.	Si.	Si.	Si.
Costo de Servicio	Variable	Variable	Variable	Variable
Garantía del servicio	Limitada	Limitada	Limitada	Limitada

**Fuente: Trabajo de campo.**

El costo puede variar debido a la cantidad de instrumentos que se calibren, si el servicio es a domicilio o en los laboratorios de las empresas y si el servicio se da dentro de la ciudad o fuera de ella.

En la tabla XX. Se presenta el análisis de costos de calibración de las principales empresas que proporcionan el servicio de calibración a equipo de medición en Guatemala.

**Tabla XX. Costos unitarios de calibración de las diferentes empresas analizadas.**

<b>Equipo a calibrar</b>	<b>IDS</b>	<b>SUMERLO</b>	<b>PRYSA</b>	<b>ATE</b>
Manómetros	----	Q. 475.00	Q. 450.00	Q. 474.32
Vacuómetros	----	Q. 475.00	Q. 450.00	Q. 474.32
Termómetros	Q. 470.00	Q. 430.00	Q.350.00	Q. 474.32
Graficador	----	-----	-----	Q. 795.00
Contador	---	----	-----	Q. 779.24

Fuente: Trabajo de campo.

Las empresas ofrecen un descuento que es proporcional a la cantidad de instrumentos que se calibren y los costos anteriores son por unidad, es decir sin descuento.

Del análisis anterior se concluye que el servicio de calibración debe seguir prestándolo Asesoría Técnica Especializada. Dado que esta empresa brinda las mejores condiciones para la prestación del servicio, también se pudo determinar que algunas empresas que se dedican a dar este servicio a la industria guatemalteca son intermediarias entre la empresa interesada en el servicio de calibración y el laboratorio metrológico (**ver Anexo 3**).

Los costos del servicio de calibración de ATE, se encuentran entre el promedio que se maneja en el mercado guatemalteco. Por todo lo anterior se justifica que ésta sea la única empresa que preste el servicio.

## **4. IMPLANTACIÓN Y MODIFICACIÓN.**

### **4.1 Manejo del equipo de medición calibrado.**

El manejo adecuado del equipo de medición es de suma importancia, principalmente cuando ha sido sometido a un trabajo de calibración, ya que un mal manejo puede provocar que se invalide la calibración o incluso que el equipo sufra daños en su estructura que lo dejen inutilizado para los trabajos que fue diseñado.

Principalmente, se debe prestar atención a la forma en que se maneja el equipo en tres circunstancias. La primera se refiere a cuando el equipo es transportado del laboratorio metrológico al lugar en donde se encuentra asignado el equipo de medición; la segunda hace referencia a la forma en que se instala el equipo de medición en su lugar de trabajo, ya que una mala instalación puede provocar daños en el equipo o hacer que los valores de medición no sean correctos, lo cual trae como consecuencia que la calidad de la producción realizada se vea afectada.

La tercera situación bajo la cual se debe prestar atención al manejo del equipo, es la forma como es almacenado, ya que en muchas ocasiones resulta muy conveniente contar con un equipo emergente que cumpla con todas las características del equipo de medición utilizado.

Durante el tiempo de almacenamiento previo al montaje, el equipo de medición debe dejarse en su embalaje original y guardarse protegido contra daños por influencias externas.

En un determinado caso, después de usarse por un tiempo breve un equipo de medición, debe volver a empaquetarse cuidadosamente en el embalaje original para su almacenamiento posterior. Por lo general, para el almacenamiento de un equipo de medición deben cumplirse los límites de temperatura de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y para casos especiales debe consultarse al fabricante del equipo sobre las condiciones específicas de almacenamiento.

Es de mucha importancia que el manejo del equipo de medición calibrado sea realizado por personal técnicamente calificado para realizar este trabajo.

En la empresa actualmente se cuenta con el adecuado personal técnico para realizar dicho trabajo, además cabe resaltar que ATE como parte del servicio de calibración incluye el montaje y desmontaje del equipo de medición calibrado, es decir, la intervención de los técnicos de la empresa se ve reducida al momento en que uno de los equipos de medición falla, sustituyendo este equipo por otro que se encuentre debidamente calibrado y en óptimas condiciones para comenzar a trabajar.

#### **4.1.1 Protección del equipo calibrado.**

Durante todo el proceso de producción, el equipo de medición involucrado está sometido a diferentes condiciones que son propias del ambiente de trabajo como lo son la humedad, la vibración, la temperatura ambiental y sobrepresiones. Por esos motivos el equipo debe ser protegido para evitar su deterioro prematuro o permanente, lo cual traería como consecuencia una alta tasa de reemplazo del equipo de medición, daño en la maquinaria en la cual está instalado el equipo, un aumento en los costos de mantenimiento de equipo de medición y sobre todo problemas con la producción planificada.

Como primera medida de protección para el equipo de medición, es necesario asegurarse que se ha seleccionado el instrumento de medición correcto en cuanto al rango de indicación y características físicas propias del mismo. Por ejemplo, debe tomarse en cuenta la resistencia de los materiales a la sustancia medida, a la atmósfera, a la temperatura y a la seguridad del operario. Por esto se deben seguir las recomendaciones de los fabricantes de los equipos de medición aplicables para cada caso en concreto, así como la normativa que existe para los diferentes instrumentos de medición.

Si se emplean instrumentos de medición inapropiados para las condiciones de servicio reales, se puede causar daños considerables al proceso de producción, al equipo de producción, a las instalaciones de la planta y lo más grave, al personal encargado de la operación y monitoreo del equipo de medición.

### ***Protección para medidores de presión.***

La protección que se emplea para los medidores de presión calibrados es muy variada, de acuerdo con las variables que se presentan durante la operación de dichos elementos. Uno de los principales problemas que se presentan en la operación de los medidores de presión son los golpes de presión, éstos no deben superar el rango de utilización de los manómetros. Si superan dicho rango, tienen que intercalarse dispositivos de protección contra sobrecarga. Con un cambio de la presión mayor al 10 % de los valores finales de escala cada segundo, se alteran los valores de medición y se tiene también una reducción en la vida útil de los equipos de medición.

En el caso de tener el problema de los golpes de presión se debe prever amortiguamientos, lo que se logra utilizando mecanismos de estrangulación (tornillo de estrangulamiento o parachoques regulable) los cuales logran reducir considerablemente la sección de entrada y de este modo se retrasa el cambio de la presión en el órgano medidor.

Además de las anteriores alternativas también existen otras, como reducir una sección de la línea de medición o colocar indicadores llenados con líquido, ya que con dicho líquido se logra amortiguar el movimiento del órgano medidor y se reduce el desgaste de las piezas móviles.

La temperatura de la sustancia a medir debe tomarse en consideración, ya que la temperatura de dicha sustancia puede ser diferente respecto a la permitida por el instrumento de medición. Para dicho efecto debe intercalarse una línea de medición suficientemente larga, un tubo sifón o un elemento intermedio de presión con tubo capilar hacia el manómetro.

Debe tenerse en cuenta la influencia sobre la indicación debido a que las temperaturas de los aparatos, con variaciones mayores a +20 °C de los estándares de operación, puede dar lecturas erróneas. Al medir sustancias viscosas, deben mantenerse alejadas del órgano medidor por medio de separadores, para lo cual pueden emplearse aparatos estándar. En caso contrario, es necesario seleccionar el material apropiado, para estos casos debe consultarse las recomendaciones de los fabricantes de los equipos de medición.

Cuando se trabaja con gases se deben tener estrictas medidas de seguridad, ya que existe un peligro superior, en caso de fuga o explosión de las piezas bajo presión, los operarios que se encuentren delante de la mirilla del aparato no deben resultar heridos al ser proyectada la sustancia a medir hacia adelante. En estos casos deben emplearse manómetros con dispositivo de retrosoplado. Las principales sustancias peligrosas con las que se pueden trabajar son:

- oxígeno
- acetileno
- combustibles
- tóxicas

Como ya se dijo si no pueden evitarse las sacudidas en el manómetro, mediante la instalación apropiada, deben utilizarse aparatos con amortiguamiento del mecanismo indicador o llenado de líquido. La figura 3 muestra un manómetro con las anteriores características.

**Figura 3. Manómetro llenado con líquido.**



**Fuente: [www.wika.com](http://www.wika.com)**

La temperatura ambiente del lugar de trabajo de un instrumento de medición puede influir en la indicación ya que una temperatura mayor de +20 °C al límite de lo establecido por el fabricante, ocasiona variaciones en la medición. Si la temperatura es menor a 0 °C, en los aparatos con llenado de líquido aumenta la viscosidad del líquido de llenado lo cual produce un retraso considerable de la indicación.

Cuando un instrumento de medición sea empleado en una atmósfera corrosiva, el cuerpo y las piezas del mismo deben estar construidas con materiales resistentes apropiados. Como una medida de protección para dichos instrumentos se utilizan tratamientos superficiales especiales en los materiales que los constituyen para poder resistir el ambiente corrosivo.

**Dispositivos de seguridad para medidores de presión:** el montaje de estos dispositivos debe hacerse entre el lugar de toma de la presión y el manómetro. Para que permita realizar los ajustes necesarios durante la operación del instrumento de medición, generalmente se utilizan grifos o válvulas.

En los grifos se tienen tres posiciones:

- Escape: La acometida está cerrada y el órgano medidor está conectado a la atmósfera.
- Servicio: La acometida está abierta, el órgano medidor se encuentra bajo presión.
- Soplado: La acometida está abierta, la sustancia a medir escapa a la atmósfera. El órgano medidor está fuera de servicio.

En las válvulas debe disponerse un tornillo de ventilación entre el asiento de la válvula y el manómetro. La ventilación hacia la atmósfera debe disponerse de manera que los empleados no estén en peligro por la sustancia saliente. Además debe evitarse contaminar el medio ambiente de trabajo, ya que esto puede crear contaminación en el producto que se está elaborando.

- Soporte de los medidores: Esto es necesario si la línea de medición no es suficientemente estable para soportar el manómetro sin sacudidas, entonces debe preverse un soporte apropiado para evitar el problema.
- Tubos sifón: los dispositivos de cierre y los manómetros deben protegerse mediante líneas de medición o tubos sifón suficientemente largos contra el calentamiento debido a la temperatura de la sustancia de medición.
- Elementos intermedios de presión: Estos elementos son utilizados cuando las sustancias de trabajo son agresivas, poseen altas temperaturas y son muy viscosas lo que provoca que dichas sustancias se cristalicen.

**Dispositivos de protección contra la sobrepresión:** estos dispositivos se deben anteponer al dispositivo de medición al cual se desea proteger. En el caso de un golpe de presión, el dispositivo de protección se cierra inmediatamente, y cuando la presión aumenta lentamente, lo hace de forma progresiva. La presión de cierre a ajustar depende de la curva de tiempo.

La figura 4, muestra algunos modelos de esta clase de dispositivos utilizados en la industria.

**Figura 4. Limitadores de presión.**



**Fuente: Prysa.**

En el mercado existen diversos dispositivos de seguridad para manómetros, los cuales varían de acuerdo con el fabricante. En la figura 5, se muestra un dispositivo para protección de manómetros de la marca Wika.

**Figura 5. Válvula compensadora para manómetros.**



Fuente: [www.Wika.com](http://www.Wika.com)

### ***Protección para medidores de temperatura.***

Generalmente, en aplicaciones industriales la forma de proteger los termómetros es mediante una vaina o cubierta de metal, que puede ser de acero inoxidable, bronce, latón, aluminio o níquel.

Como norma, se rellena el espacio entre el bulbo y la vaina con materiales como el aceite de silicona, fino polvo de cobre o bronce, debido al alto poder de conducción de temperatura que poseen dichos materiales. Actualmente se emplean encapsulados transparentes de teflón, con el objetivo de evitar contaminaciones en caso de rotura.

Los termómetros deben ponerse en contacto de la mejor manera posible con el medio a medir. Para evitar errores por puentes térmicos, la profundidad de inmersión debe ser:

- En líquidos, 6 a 8 veces el diámetro del tubo de protección
- En gases, 10 a 15 veces el diámetro del tubo de protección.

Si sólo es posible instalar longitudes pequeñas, se deben elegir modelos especiales sin tubo de protección adicional. El montaje en un tubo en arco suele ser de ayuda, debiendo estar dirigido el tubo de protección en sentido contrario al de flujo del medio. La figura 6, muestra la instalación de un termómetro con tubo de protección en forma de arco.

**Figura 6. Termómetro con tubo de protección.**



Fuente: [www.ashcroft.com](http://www.ashcroft.com)

En los elementos colocados en panel en los que la transmisión de la información se da por medio de líneas eléctricas se debe asegurar que haya buen contacto y evitar la corrosión, humedad, suciedad, el ruido eléctrico de cables de potencia, etc.

El aislamiento de los cables es variable y se elige según las condiciones ambientales del área de trabajo (secas, húmedas, con agresividad química, de elevada temperatura). Como norma se establece que la temperatura no debe superar los 100 °C.

**Tubos de protección:** los termómetros se pueden instalar a temperaturas de hasta 500 °C en cualquier posición, aunque preferiblemente colgando en perpendicular. Los tubos de protección cerámicos se deben proteger contra cargas mecánicas (impacto, flexión) y contra posibles choques térmicos.

Si los tubos se insertan en un proceso a alta temperatura, deben ser sometidos a un calentamiento previo o introducirse de manera lenta y progresiva. La mayoría de fabricantes recomienda que se introduzca de 1 a 2 centímetros por minuto para temperaturas de 1600 °C, de 10 a 20 centímetros por minuto para temperaturas de 1200 °C. Esto es aplicable también para el desmontaje de tubos de protección calientes.

Se debe evitar que queden longitudes horizontales sin apoyos mayores de 500 mm a una temperatura de 1200 °C. Los termómetros y el circuito de medición completo se deben revisar en intervalos regulares, en especial para controlar:

- El desgaste o bien agresión por químicos del tubo de protección,
- Desviaciones por envejecimiento de los elementos de medición,
- Disminución de la impedancia del aislamiento por humedad o suciedad,
- Mal contacto en las conexiones de los cables,
- Daños mecánicos o químicos en los termómetros y los cables.

El cableado de los circuitos de medición de los termómetros de resistencia, se prueba sustituyendo el termómetro por una resistencia fija de valor conocido para simular una temperatura determinada.

## 4.2 Distribución del equipo en planta.

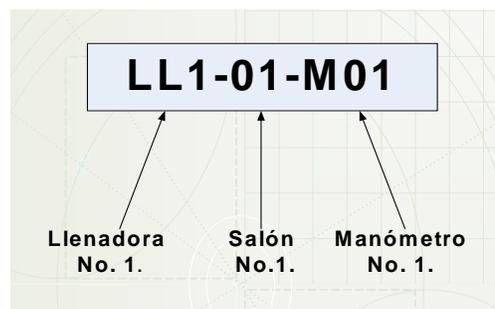
El equipo de medición se encuentra distribuido como ya se dijo entre las lavadoras de envase, las llenadoras de producto, y las pasteurizadoras en todos los salones con que cuenta la empresa.

### 4.2.1 Codificación del equipo de medición.

Es muy importante contar con una codificación de todo el equipo calibrado involucrado en el proceso de producción para tener un adecuado registro y control del mismo, aspecto que el sistema de gestión de calidad implementado en la empresa tiene contemplado. La norma ISO 9001:2000 estipula en el inciso c del punto 7.6 referente al control de dispositivos de seguimiento y medición, que el equipo debe: “identificarse para poder determinar el estado de calibración”.

Se determinó que el código asignado a cada equipo se distribuirá en tres partes. Por ejemplo la figura 7 muestra un código y su significado.

**Figura 7. Codificación de equipo de medición.**



**Fuente: Trabajo de campo.**

En otras palabras el código LL1-01-M01, significa que el equipo de producción referido es la llenadora de bebidas núm. 1, que el salón en el que se encuentra dicha llenadora es el núm. 1 y por último que el instrumento de medición al que se refiere es el manómetro de presión núm. 1 de dicha llenadora.

En las siguientes tablas puede encontrarse la codificación del equipo de medición de toda la planta.

**Tabla XXI. Codificación del salón 1, primera parte.**

<b>Salón 1.</b>		
<b>Código</b>	<b>Equipo</b>	<b>Instrumento</b>
LAV-01-T01	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-01-T02	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-01-T03	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-01-T04	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-01-CS1	Lavadora de envase	Contador de soda cáustica.
LAV-01-M01	Lavadora de envase	Manómetro de presión.
LL1-01-M01	Llenadora	Manómetro de presión.
LL1-01-M02	Llenadora	Manómetro de presión.
LL1-01-M03	Llenadora	Manómetro de presión.
LL1-01-M04	Llenadora	Manómetro de presión.
LL1-01-V01	Llenadora	Vacuómetro.
LL1-01-T01	Llenadora	Termómetro
LL1-01-T02	Llenadora	Termómetro
LLL-1A-M01	Llenadora de lata	Manómetro de presión.
LLL-1A-M02	Llenadora de lata	Manómetro de presión.
LLL-1A-M03	Llenadora de lata	Manómetro de presión.
LLL-1A-M04	Llenadora de lata	Manómetro de presión.
LLL-1A-M05	Llenadora de lata	Manómetro de presión.
LLL-1A-M06	Llenadora de lata	Manómetro de presión.
LLL-1A-M07	Llenadora de lata	Manómetro de presión.
LLL-1A-M08	Llenadora de lata	Manómetro de presión.
LLL-1A-V01	Llenadora de lata	Vacuómetro.
LLL-1A-V02	Llenadora de lata	Vacuómetro.
LLL-1A-T01	Llenadora de lata	Termómetro.
LLL-1A-VS1	Llenadora de lata	Válvula de seguridad.

Fuente: Trabajo de campo.

**Tabla XXII. Codificación del salón 1, segunda parte.**

LLL-1B-M01	Llenadora de lata	Manómetro de presión.
LLL-1B-M02	Llenadora de lata	Manómetro de presión.
LLL-1B-M03	Llenadora de lata	Manómetro de presión.
LLL-1B-M04	Llenadora de lata	Manómetro de presión.
LLL-1B-M05	Llenadora de lata	Manómetro de presión.
LLL-1B-M06	Llenadora de lata	Manómetro de presión.
LLL-1B-M07	Llenadora de lata	Manómetro de presión.
LLL-1B-M08	Llenadora de lata	Manómetro de presión.
LLL-1B-M09	Llenadora de lata	Manómetro de presión.
LLL-1B-V01	Llenadora de lata	Vacuómetro.
LLL-1B-V02	Llenadora de lata	Vacuómetro.
LLL-1B-T01	Llenadora de lata	Termómetro.
LLL-1B-VS1	Llenadora de lata	Válvula de seguridad.
LL2-01-M01	Llenadora	Manómetro de presión.
LL2-01-M02	Llenadora	Manómetro de presión.
LL2-01-M03	Llenadora	Manómetro de presión.
LL2-01-T01	Llenadora	Termómetro.
LL2-01-T02	Llenadora	Termómetro.
LL2-01-T03	Llenadora	Termómetro.
PST1-01-T01	Pasteurizadora	Termómetro.
PST1-01-T02	Pasteurizadora	Termómetro.
PST1-01-T03	Pasteurizadora	Termómetro.
PST1-01-T04	Pasteurizadora	Termómetro.
PST1-01-T05	Pasteurizadora	Termómetro.
PST1-01-T06	Pasteurizadora	Termómetro.
PST1-01-T07	Pasteurizadora	Termómetro.
PST1-01-T08	Pasteurizadora	Termómetro.
PST1-01-M01	Pasteurizadora	Manómetro de presión.
PST2-01-T01	Pasteurizadora	Termómetro.
PST2-01-T02	Pasteurizadora	Termómetro.
PST2-01-T03	Pasteurizadora	Termómetro.
PST2-01-T04	Pasteurizadora	Termómetro.
PST2-01-M01	Pasteurizadora	Manómetro de presión.

Fuente: Trabajo de campo.

**Tabla XXIII. Codificación del salón 2.**

<b>Salón 2.</b>		
<b>Código</b>	<b>Equipo</b>	<b>Instrumento</b>
LAV-02-T01	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-02-T02	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-02-T03	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-02-T04	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-02-M01	Lavadora de envase	Manómetro de presión.
LAV-02-CS1	Lavadora de envase	Contador de soda cáustica.
LL-02-M01	Llenadora	Manómetro de presión.
LL-02-M02	Llenadora	Manómetro de presión.
LL-02-M03	Llenadora	Manómetro de presión.
LL-02-M04	Llenadora	Manómetro de presión.
LL-02-M05	Llenadora	Manómetro de presión.
LL-02-M06	Llenadora	Manómetro de presión.
LL-02-M07	Llenadora	Manómetro de presión.
LL-02-M08	Llenadora	Manómetro de presión.
LL-02-V01	Llenadora	Vacuómetro.
LL-02-V02	Llenadora	Vacuómetro.
LL-02-T01	Llenadora	Termómetro.
PST-02-RGT	Pasteurizadora	Graficador de temperatura.
PST-02-CT01	Pasteurizadora	Termómetro.
PST-02-CT02	Pasteurizadora	Termómetro.
PST-02-CT03	Pasteurizadora	Termómetro.
PST-02-CT04	Pasteurizadora	Termómetro.
PST-02-CT05	Pasteurizadora	Termómetro.
PST-02-CT06	Pasteurizadora	Termómetro.
PST-02-CT07	Pasteurizadora	Termómetro.
PST-02-CT08	Pasteurizadora	Termómetro.
PST-02-CT09	Pasteurizadora	Termómetro.

**Fuente: Trabajo de campo.**

**Tabla XXIV. Codificación del salón 3, parte I.**

<b>Salón 3.</b>		
<b>Código</b>	<b>Equipo</b>	<b>Instrumento</b>
LAV-03-T01	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-03-T02	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-03-T03	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-03-T04	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-03-T05	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-03-T06	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-03-M01	Lavadora de envase	Manómetro de presión.
LAV-03-CS1	Lavadora de envase	Contador de soda cáustica.
LL1-03-M01	Llenadora 1	Manómetro de presión.
LL1-03-M02	Llenadora 1	Manómetro de presión.
LL1-03-M03	Llenadora 1	Manómetro de presión.
LL1-03-M04	Llenadora 1	Manómetro de presión.
LL1-03-M05	Llenadora 1	Manómetro de presión.
LL1-03-M06	Llenadora 1	Manómetro de presión.
LL1-03-V01	Llenadora 1	Vacuómetro.
LL1-03-T01	Llenadora 1	Termómetro
LL1-03-VS1	Llenadora 1	Válvula de seguridad
LL2-03-M01	Llenadora 2	Manómetro de presión.
LL2-03-M02	Llenadora 2	Manómetro de presión.
LL2-03-M03	Llenadora 2	Manómetro de presión.
LL2-03-M04	Llenadora 2	Manómetro de presión.
LL2-03-M05	Llenadora 2	Manómetro de presión.
LL2-03-M06	Llenadora 2	Manómetro de presión.
LL2-03-V01	Llenadora 2	Vacuómetro.
LL2-03-T01	Llenadora 2	Termómetro.
LL2-03-VS1	Llenadora 2	Válvula de seguridad.

Fuente: Trabajo de campo.

**Tabla XXV. Codificación del salón 3, parte II.**

PST-02-RGT	Pasteurizadora	Graficador de temperatura.
PST-03-CT01	Pasteurizadora	Termómetro.
PST-03-CT02	Pasteurizadora	Termómetro.
PST-03-CT03	Pasteurizadora	Termómetro.
PST-03-CT04	Pasteurizadora	Termómetro.
PST-03-CT05	Pasteurizadora	Termómetro.
PST-03-CT06	Pasteurizadora	Termómetro.
PST-03-CT07	Pasteurizadora	Termómetro.
PST-03-CT08	Pasteurizadora	Termómetro.
PST-03-CT09	Pasteurizadora	Termómetro.
PST-03-CT10	Pasteurizadora	Termómetro.
PST-03-M01	Pasteurizadora	Manómetro de presión.
PST-03-M02	Pasteurizadora	Manómetro de presión.

Fuente: Trabajo de campo.

**Tabla XXVI. Codificación del salón 4, parte I.**

<b>Salón 4.</b>		
<b>Código</b>	<b>Equipo</b>	<b>Instrumento</b>
LAV-04-T01	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-04-T02	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-04-T03	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-04-T04	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-04-T05	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-04-T06	Lavadora de envase	Termómetro
LAV-04-M01	Lavadora de envase	Manómetro de presión.
LAV-04-CS1	Lavadora de envase	Contador de soda cáustica.
LL1-04-M01	Llenadora 1	Manómetro de presión.
LL1-04-M02	Llenadora 1	Manómetro de presión.
LL1-04-M03	Llenadora 1	Manómetro de presión.
LL1-04-M04	Llenadora 1	Manómetro de presión.
LL1-04-M05	Llenadora 1	Manómetro de presión.
LL1-04-M06	Llenadora 1	Manómetro de presión.
LL1-04-M07	Llenadora 1	Manómetro de presión.
LL1-04-M08	Llenadora 1	Manómetro de presión.
LL1-04-M09	Llenadora 1	Manómetro de presión.
LL1-04-M10	Llenadora 1	Manómetro de presión.
LL1-04-V01	Llenadora 1	Vacuómetro.
LL1-04-V01	Llenadora 1	Vacuómetro.
LL1-04-T01	Llenadora 1	Termómetro.
LL1-04-VS	Llenadora 1	Válvula de seguridad.

Fuente: Trabajo de campo.

**Tabla XXVII. Codificación del salón 4, parte II.**

LL2-04-M01	Llenadora 2	Manómetro de presión.
LL2-04-M02	Llenadora 2	Manómetro de presión.
LL2-04-M03	Llenadora 2	Manómetro de presión.
LL2-04-M04	Llenadora 2	Manómetro de presión.
LL2-04-M05	Llenadora 2	Manómetro de presión.
LL2-04-M06	Llenadora 2	Manómetro de presión.
LL2-04-M07	Llenadora 2	Manómetro de presión.
LL2-04-M08	Llenadora 2	Manómetro de presión.
LL2-04-M09	Llenadora 2	Manómetro de presión.
LL2-04-M10	Llenadora 2	Manómetro de presión.
LL2-04-V01	Llenadora 2	Vacuómetro.
LL2-04-V02	Llenadora 2	Vacuómetro.
LL2-04-T01	Llenadora 2	Termómetro.
LL2-04-VS1	Llenadora 2	Válvula de seguridad.
PST-04-M01	Pasteurizador	Manómetro de presión.
PST-04-M02	Pasteurizador	Manómetro de presión.
PST-04-M03	Pasteurizador	Manómetro de presión.
PST-04-M04	Pasteurizador	Manómetro de presión.
PST-04-M05	Pasteurizador	Manómetro de presión.
PST-04-T01	Pasteurizador	Termómetro.
PST-04-VE1	Pasteurizador	Válvula electrónica.

**Fuente: Trabajo de campo.**

#### **4.2.2 Creación de fichas técnicas del equipo de medición.**

El equipo de medición distribuido en cada salón de producción es el mismo, ya que por ejemplo los manómetros que se emplean en una llenadora del salón 1, son de la misma marca y capacidad que los utilizados en el salón 4, por lo tanto, las siguientes fichas técnicas son generales para todo el equipo de la planta de producción.

Para un mejor control las fichas técnicas se distribuyen de acuerdo con el área de trabajo de los equipos de medición siendo éstas: el área térmica, el área de presiones y el área de caudales.

**Área térmica:** en esta área se encuentran los termómetros, controladores de temperatura y registradores gráficos.

Figura 8. Ficha técnica de termómetro Wika.

	
Instrumento/Equipo:	<u>Termómetro Bi-Metálico.</u>
Marca:	<u>Wika.</u>
Número de serie:	<u>-----</u>
Modelo de fabricación:	<u>DIN GAS SYSTEM.</u>
Rango de Operación:	<u>-10 °C a 100 °C * 2 °C.</u>

Fuente: Trabajo de campo.

Figura 9. Ficha técnica de termómetro Wika APJ ANGLE.

	
Instrumento/Equipo:	<u>Termómetro Bi-Metálico.</u>
Marca:	<u>Wika.</u>
Número de serie:	<u>-----</u>
Modelo de fabricación:	<u>APJ ANGLE</u>
Rango de Operación:	<u>-20 °C a 120 °C x 1 °C.</u>

Fuente: Trabajo de campo.

Figura 10. Ficha técnica de termómetro KHS.


Instrumento/Equipo: <u>Termómetro Bi-Metálico.</u>
Marca: <u>KHS</u>
Número de serie: <u>-----</u>
Modelo de fabricación: <u>-----</u>
Rango de Operación: <u>-20 °C a 120 °C x 1 °C.</u>

Fuente: Trabajo de campo.

Figura 11. Ficha técnica Registrador gráfico ABB.


Instrumento/Equipo: <u>Registrador Gráfico.</u>
Marca: <u>ABB.</u>
Número de serie: <u>-----</u>
Modelo de fabricación: <u>CT 1900</u>
Rango de Operación: <u>0 °C a 599 °C x 0.1 °C.</u>

Fuente: Trabajo de campo.

Figura 12. Ficha técnica de controlador de procesos ABB.


Instrumento/Equipo: <u>Controlador de procesos.</u>
Marca: <u>ABB.</u>
Número de serie: <u>D/61116/4/10.</u>
Modelo de fabricación: <u>COMANDER 100.</u>
Rango de Operación: <u>0 °C a 100 °C x 0.1 °C.</u>

Fuente: Trabajo de campo.

Figura 13. Ficha técnica termómetro Ascroft.


Instrumento/Equipo: <u>Termómetro Bi-Metálico.</u>
Marca: <u>ASCROFT</u>
Número de serie: <u>-----</u>
Modelo de fabricación: <u>-----</u>
Rango de Operación: <u>0 °C a 200 °C x 2 °C.</u>

Fuente: Trabajo de campo.

**Figura 14. Ficha técnica de controlador de temperatura Taylor Microscan.**

<b>Instrumento/Equipo:</b> <u>Controlador de temperatura.</u>
<b>Marca:</b> <u>Combustion Engineering.</u>
<b>Número de serie:</b> <u>-----</u>
<b>Modelo de fabricación:</b> <u>TAYLOR MICROSCAN</u>
<b>Rango de Operación:</b> <u>0 °C a 400 °C x 0.1 °C.</u>

Fuente: Trabajo de campo.

**Área de presiones:** en esta sección se encuentran las fichas técnicas de los manómetros, vacuómetros, válvulas de seguridad y medidores de caudal(registro de consumo de soda cáustica).

**Figura 15. Ficha técnica de medidor de flujo DIESSEL.**

<b>Instrumento/Equipo:</b> <u>Medidor de caudal.</u>
<b>Marca:</b> <u>DIESSEL.</u>
<b>Número de serie:</b> <u>-----</u>
<b>Modelo de fabricación:</b> <u>IZM.</u>
<b>Rango de Operación:</b> <u>-----</u>

Fuente: Trabajo de campo.

Figura 16. Ficha técnica de manómetro H&K.


Instrumento/Equipo: <u>Manómetro.</u>
Marca: <u>H&amp;K.</u>
Número de serie: <u>1002599.</u>
Modelo de fabricación: <u>A 100.</u>
Rango de Operación: <u>0 a 10 bar x 0.2 bar.</u>

Fuente: Trabajo de campo.

Figura 17. Ficha técnica de Manómetro KHS EN 837-1.


Instrumento/Equipo: <u>Manómetro.</u>
Marca: <u>KHS.</u>
Número de serie: <u>-----</u>
Modelo de fabricación: <u>EN 837-1</u>
Rango de Operación: <u>0 A 10 bar x 0. 2 bar.</u>

Fuente: Trabajo de campo.

Figura 18. Ficha técnica de manómetro KHS CLASS A1.


Instrumento/Equipo: <u>Manómetro.</u>
Marca: <u>KHS.</u>
Número de serie: <u>186372</u>
Modelo de fabricación: <u>CLASS A1</u>
Rango de Operación: <u>0 a 10 bar x 0.2 bar.</u>

Fuente: Trabajo de campo.

Figura 19. Ficha técnica de manómetro Wika DIN S.


Instrumento/Equipo: <u>Manómetro.</u>
Marca: <u>WIKA.</u>
Número de serie: <u>186372</u>
Modelo de fabricación: <u>DIN S</u>
Rango de Operación: <u>0 A 16 bar x 0.5 bar.</u>

Fuente: Trabajo de campo.

Figura 20. Ficha técnica de manómetro TEC SIS.


Instrumento/Equipo: <u>Manómetro.</u>
Marca: <u>TEC SIS</u>
Número de serie: <u>B 200</u>
Modelo de fabricación: <u>EN 837-1</u>
Rango de Operación: <u>0 a 6 bar x 0.1 bar.</u>

Fuente: Trabajo de campo.

Figura 21. Ficha técnica de manómetro SOZIUS.


Instrumento/Equipo: <u>Manómetro.</u>
Marca: <u>SOZIUS</u>
Número de serie: <u>-----</u>
Modelo de fabricación: <u>DURATHERM 600.</u>
Rango de Operación: <u>0 a 16 bar x 0.5 bar.</u>

Fuente: Trabajo de campo.

Figura 22. Ficha técnica de manómetro ASCROFT.

	
Instrumento/Equipo:	<u>Manómetro.</u>
Marca:	<u>ASCROFT.</u>
Número de serie:	<u>-----</u>
Modelo de fabricación:	<u>Duralife Plus.</u>
Rango de Operación:	<u>0 a 16 bar x 0.2 bar.</u>

Fuente: Trabajo de campo.

Figura 23. Ficha técnica de válvula de seguridad LESSER.

	
Instrumento/Equipo:	<u>Válvula de Seguridad.</u>
Marca:	<u>LESSER.</u>
Número de serie:	<u>87 -- 478.</u>
Modelo de fabricación:	<u>549.</u>
Valor nominal:	<u>7.5 bar.</u>

Fuente: Trabajo de campo.

Figura 24. Ficha técnica de válvula de seguridad APV.


Instrumento/Equipo: <u>    Válvula de seguridad.    </u>
Marca: <u>                    APV.                    </u>
Número de serie: <u>                    -----                    </u>
Modelo de fabricación: <u>            Si 25.            </u>
Valor nominal: <u>                    7.5 bar.                    </u>

Fuente: Trabajo de campo.

Figura 25. Ficha técnica de válvula de seguridad NAC.


Instrumento/Equipo: <u>    Válvula de Seguridad.    </u>
Marca: <u>                    NAC.                    </u>
Número de serie: <u>                    1853                    </u>
Modelo de fabricación: <u>            CF3M.            </u>
Valor nominal: <u>                    5 bar.                    </u>

Fuente: Trabajo de campo.

Figura 26. Ficha técnica de vacuómetro Wika.

	
Instrumento/Equipo:	<u>Vacuómetro.</u>
Marca:	<u>WIKA.</u>
Número de serie:	<u>-----</u>
Modelo de fabricación:	<u>DIN S</u>
Rango de Operación:	<u>0 a -1 bar x 0.02 bar.</u>

Fuente: Trabajo de campo.

Figura 27. Ficha de vacuómetro H&K.

	
Instrumento/Equipo:	<u>Vacuómetro.</u>
Marca:	<u>H&amp;K.</u>
Número de serie:	<u>-----</u>
Modelo de fabricación:	<u>-----</u>
Rango de Operación:	<u>-1 a 5 bar x 0.1 bar.</u>

Fuente: Trabajo de campo.

Debido a las especificaciones técnicas de la maquinaria utilizada en el proceso de producción de bebidas, únicamente se utilizan las marcas anteriores para el control y monitoreo de las distintas tareas de medición que realizan cada uno de los equipos e instrumentos de medición. Aproximadamente el 90% del equipo de medición se compra directamente a los fabricantes, lo cual es una política interna de la división de mantenimiento de la empresa.

#### **4.3 Determinación del equipo crítico en el proceso de producción.**

El proceso de producción de bebidas es un proceso muy complejo y delicado que requiere de un estricto control de las variables sujetas a medición durante el proceso para asegurar la calidad del producto terminado. Sin embargo, existen partes de dicho proceso en las que se debe tener un mayor control sobre el equipo de medición, siendo éstas, el llenado de la bebida y su pasteurización.

Las llenadoras juegan un papel muy importante, ya que del adecuado control de las variables que intervienen en el proceso de llenado depende mucho la calidad de la bebida envasada y la productividad del proceso.

Si en el proceso de llenado no se tienen controladas las distintas variables de medición se presenta el problema que el envase utilizado no contiene la cantidad de producto requerida para salir al mercado, lo que provoca que al pasar por el inspector de llenado, la botella sea retirada del proceso, trayendo como consecuencia la pérdida del producto. En el caso de que se utilice el método de pasteurización Flash cobra mayor relevancia, debido a que el producto ya fue pasteurizado, también se tiene la pérdida del trabajo realizado sobre el envase, ya que el mismo debe iniciar de nuevo todo el proceso, para llegar a la llenadora nuevamente.

Por otra parte, si el sellado del envase no es el adecuado, la bebida estará expuesta al oxígeno del ambiente, lo cual ocasionará que se oxide haciéndola no apta para el consumo, lo que en pocas palabras significa pérdida del producto y si el problema no se detecta a tiempo podría llegar a desecharse un lote considerable de dicha producción. El control de las variables de medición es crucial para lograr los objetivos de la pasteurización de cualquier tipo de bebida, indistintamente del método de pasteurización utilizado.

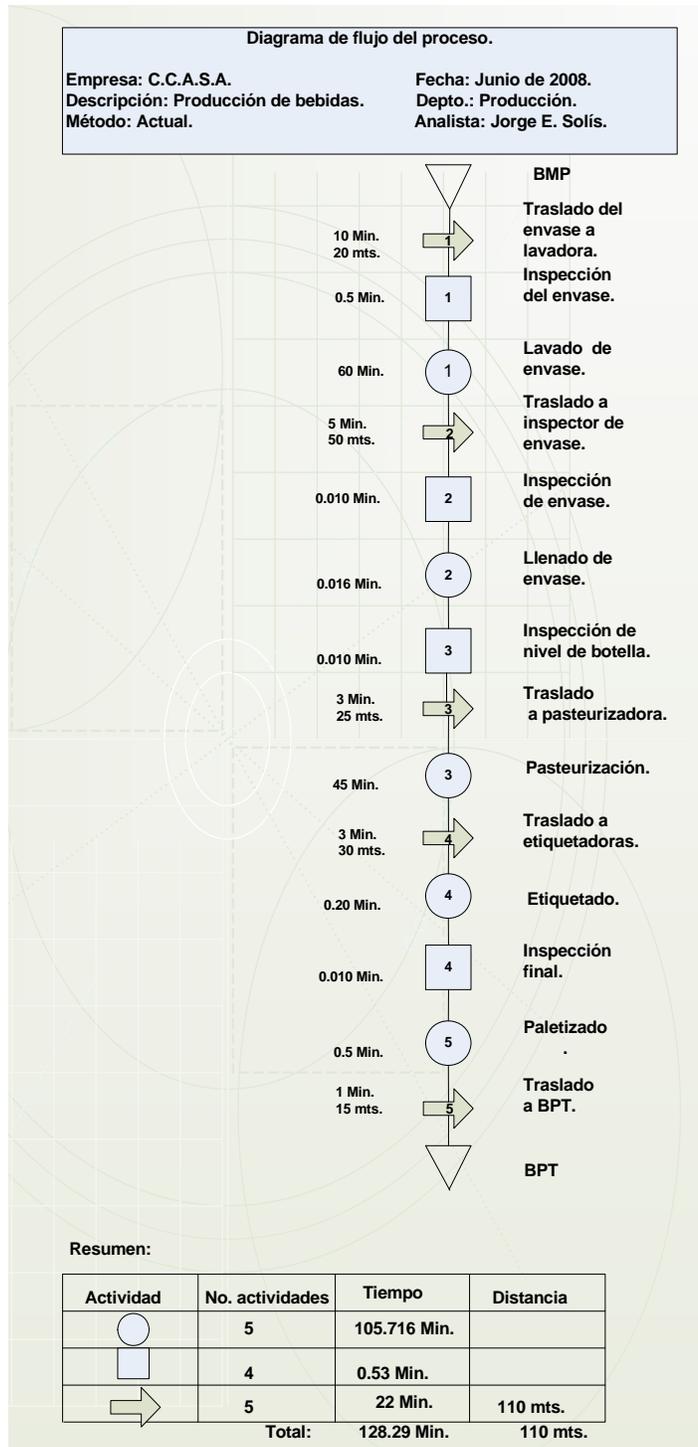
Es así como, la variación de tan solo un grado de la temperatura establecida para el proceso de pasteurización es suficiente para arruinar un lote completo de producto terminado, lo que implica desechar dicho lote porque no cumple con los requisitos de calidad. Por lo tanto, rechazar un lote de producción por una mala pasteurización trae como consecuencia, pérdida del producto envasado, pérdida del trabajo hecho al envase o pérdida del envase en el caso de tratarse de una bebida envasada en lata, también el pago de la mano de obra y el desperdicio de las materias primas propias del proceso.

La incidencia de los equipos en la calidad de la producción es directa. En otras palabras, estos equipos afectan directamente la calidad de la producción, por estas razones se les debe considerar como críticos para el proceso de producción. Como un caso especial debe considerarse a la lavadora de envase, ya que a pesar de que no interviene directamente en la calidad del producto, el adecuado funcionamiento de este equipo hace posible el buen funcionamiento de las llenadoras y pasteurizadoras.

Lo anterior no significa que el resto del equipo de producción como las, etiquetadoras, las paletizadoras y los equipos de inspección, sean menos importantes para el proceso de producción, ya que sin estos, la productividad de los salones de llenado de la empresa disminuiría considerablemente y sería necesario el empleo de mucha mano de obra para el proceso de producción. Si por ejemplo, no se tuvieran los equipos de inspección del envase, sería necesario que la inspección se realizara en forma manual, lo que implicaría confiar en el criterio del personal.

Para comprender mejor el proceso de producción de bebidas, la figura 8 muestra el diagrama de flujo del proceso.

Figura 28. Diagrama de flujo del proceso de producción de bebidas.



Fuente: C.C.A.S.A.

#### **4.4 Períodos de calibración de los equipos de medición.**

El actual sistema de gestión de calidad tiene contemplado que la calibración del equipo de medición sea realizada anualmente. Para el salón 1 la calibración se realiza en el mes de enero, en el salón 2 en el mes de febrero, en el salón 3 se realiza en el mes de agosto y por último, en el salón 4 el equipo se calibra en diciembre.

La prioridad para la calibración del equipo de medición la tienen los equipos críticos del proceso de producción, es decir que se debe dar prioridad al equipo asignado a las llenadoras y pasteurizadoras de cada salón.

Por esta razón, este equipo se calibrará anualmente en los períodos que tiene contemplado el actual sistema de gestión de calidad con que cuenta la empresa para el proceso de producción de bebidas. Resulta razonable continuar utilizando estos periodos para llevar a cabo la calibración, debido a que el costo total por el servicio de calibración se distribuye y absorbe durante todo el año, ya que calibrar todo el equipo al mismo tiempo, tiene como consecuencia un impacto significativo para el presupuesto del departamento de mantenimiento de la empresa.

Cabe mencionar que los costos del servicio de calibración, son distribuidos uniformemente entre los costos de producción que cada salón tiene anualmente.

El equipo de medición que se encuentra en las lavadoras de envase, por ser un equipo subcrítico, debe calibrarse en períodos de dos años, debiendo realizarse la calibración en las fechas que tiene programadas el equipo crítico de cada salón.

En otras palabras, cada dos años se llevará a cabo la calibración de todo el equipo de medición que se encuentre asignado a cada salón, no importando si se trata de un equipo crítico o no, lo que ayudará a que el costo por el servicio no represente un gran impacto al presupuesto del departamento de mantenimiento. La tabla XXVIII muestra el cronograma para la calibración del equipo de medición para los próximos 2 años.

La calibración tipo A significa que solamente se calibra el equipo crítico del salón, mientras que, la designación de calibración tipo B significa que solamente se calibra el equipo subcrítico (no crítico) y la codificación AB implica que se calibra tanto el equipo crítico como el subcrítico, es decir todo el equipo de medición del salón en mención. La calibración tipo B es la que se aplica al equipo de medición subcrítico emergente.

**Tabla XXVIII. Cronograma de calibración.**

<b>Fecha</b>	<b>Actividad</b>	<b>Salón</b>
Ago-08	Calibración tipo A	3
Dic-08	Calibración tipo A	4
Ene-09	Calibración tipo AB	1
Feb-09	Calibración tipo AB	2
Ago-09	Calibración tipo AB	3
Dic-09	Calibración tipo AB	4
Ene-10	Calibración tipo A	1
Feb-10	Calibración tipo A	2
Ago-10	Calibración tipo A	3
Dic-10	Calibración tipo A	4

**Fuente: Trabajo de campo.**

#### **4.5 Formatos de control para el equipo de medición.**

El objetivo principal de los formatos de control, es establecer un orden y registro de todo el equipo de medición involucrado en el proceso de producción. Para el control del equipo de medición calibrado se presentan los siguientes formatos en las figuras 29 y 30.





## **5. SEGUIMIENTO, MEJORA CONTINUA.**

### **5.1 Control de la vigencia de los certificados de calibración de los equipos de medición.**

El control de la vigencia de los certificados de calibración de los equipos de medición involucrados en el proceso de producción, debe realizarse de una forma ordenada y controlada, estableciendo a la persona o departamento encargado de realizar dicha tarea, ya que esto es una exigencia del sistema de gestión de calidad con el cual se encuentra certificado el proceso de producción de bebidas de la empresa.

Durante las auditorías del sistema de calidad ya sea internas o externa, que se realizan al sistema metrológico, los entes encargados de las mismas, como primer paso realizan la verificación y validez de los certificados de calibración de los equipos de medición involucrados; si estos documentos al ser evaluados cumplen de conformidad con lo estipulado en las normas involucradas, se procede a continuar con la auditoría, de lo contrario se emite una no conformidad, que tiene como consecuencia llevar a cabo una acción correctiva y en el mejor de los casos una acción preventiva.

Si durante la siguiente auditoría que se realice al sistema de gestión de calidad, nuevamente se encuentra el mismo problema que motivó la ejecución de una acción correctiva o preventiva, la empresa es sancionada de forma severa y dependiendo de la gravedad del problema puede darse la descertificación del proceso de producción.

Normalmente, las auditorías de los entes certificadores son de dos tipos, la primera es de recertificación, se realiza 1 año después de haberse certificado un proceso de producción. La segunda es de seguimiento, se da en un lapso de aproximadamente entre 3 y 5 años, lo cual dependerá mucho de los resultados arrojados por la primera auditoría y del tipo de proceso de producción involucrado en la certificación.

En la actualidad, los certificados de medición son controlados y almacenados de acuerdo con el tipo de salón de llenado. Cada salón posee un archivo donde se encuentran los certificados de los instrumentos de medición calibrados, clasificados según la variable que controla el instrumento de medición. Como política de respaldo al control metrológico del sistema de calibración de los equipos de medición se ha establecido que los certificados de calibración deben permanecer archivados por 5 años, luego de ese tiempo pueden ser desechados.

El sistema de gestión de calidad con que cuenta la empresa en la actualidad, establece que la tarea del control y almacenamiento de los certificados de calibración debe ser realizada por el departamento de mantenimiento de la empresa, específicamente, por el asistente de mantenimiento de embotellado de la empresa, quien debe realizar todos los contactos, negociaciones, compra de equipo de medición emergente, almacenamiento y selección de los proveedores del servicio de calibración de los equipos de medición que intervienen en el proceso de producción de bebidas.

La figura 31 muestra el formato empleado para el registro y control de la vigencia de los certificados de calibración del equipo de medición utilizado en el proceso de producción.



## **5.2 Asesoría de los proveedores del servicio de calibración.**

La asesoría del proveedor del servicio de calibración debe incluirse durante la negociación de la adquisición de los servicios del mismo, de lo contrario se pueden llegar a presentar problemas por el cobro adicional de la asesoría.

Por lo tanto, es preciso que dentro del contrato que sea celebrado con el o los proveedores del servicio se incluya y especifique en que consistirá el seguimiento que el proveedor dará como parte del servicio de calibración, debido a que se pueden presentar problemas con la asesoría, ya que esta puede resultar no ser la adecuada y sea solo una fachada que el laboratorio metrológico utilice para cumplir con el convenio establecido con la empresa.

Normalmente, los proveedores del servicio de calibración no están anuentes a brindar seguimiento y asesoría, ya estos tienen la creencia que las empresas requieren de esto solo para capacitar a su personal técnico, con el único objetivo de sustituir sus servicios. Sin embargo esto no debe tomarse de esta manera, por el contrario debe verse como una relación de mutuo beneficio, ya que al final se contribuirá con el proveedor a realizar de una mejor manera los trabajos relacionados con la calibración del equipo de medición, puesto que el personal mantenimiento de la planta es el que mejor conoce dichos equipos.

Para el caso específico de la empresa Asesoría Técnica Especializada, debe como mínimo realizar una capacitación anual para el personal de mantenimiento de cada uno de los salones de llenado, la cual consistirá en instrucciones para el cambio del equipo de medición en situaciones de emergencia, condiciones ambientales bajo las cuales deben estar los equipos de medición durante el proceso productivo y condiciones de almacenamiento de los equipos de medición calibrados.

### **5.3 Creación de inventarios de equipos de medición emergentes.**

La empresa ha establecido como política que un 10% de los equipos de medición deben permanecer como equipos emergentes ante cualquier eventualidad que pueda presentarse durante el proceso de producción.

Los principales equipos de medición se dividen en manómetros, vacuómetros, termómetros y medidores de caudal. En la figura 32 se puede observar el porcentaje de cada tipo de instrumentos de medición que se encuentran en toda la planta. La tabla XXIX muestra la cantidad total de cada instrumento, así como la cantidad sugerida de cada instrumento que se debe tener como equipo emergente.

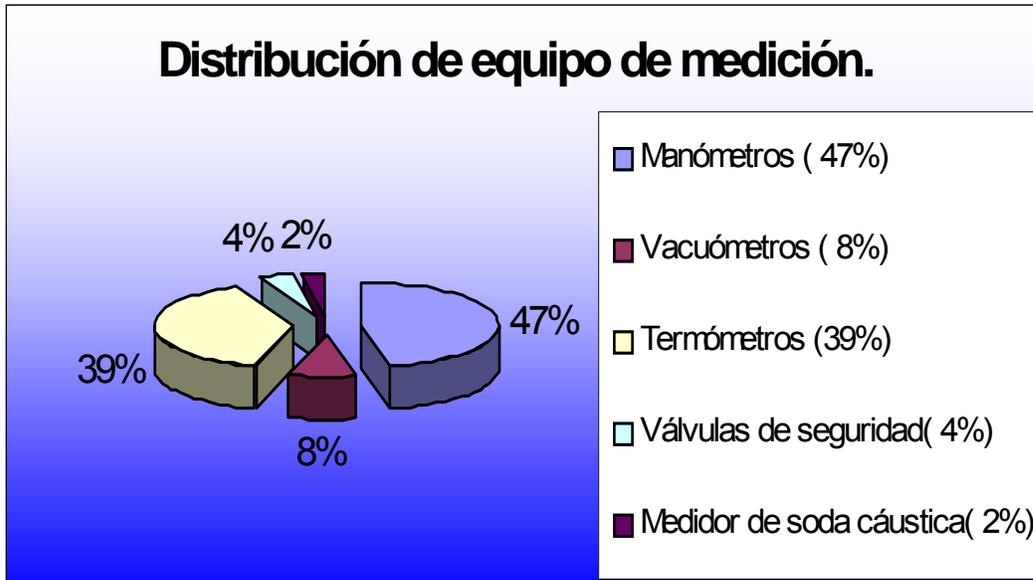
**Tabla XXIX. Distribución de equipo de medición.**

<b>Instrumento/Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Equipo Emergente.</b>
Manómetros.	77	8
Vacuómetros.	13	2
Termómetros.	64	7
Válvulas de seguridad.	7	1
Medidor de soda cáustica.	4	1

**Fuente: Trabajo de campo.**

Las marcas, rangos de operación y modelos de los equipos emergentes, dependerán de los criterios que proporcione el departamento de mantenimiento de la empresa, aunque en el caso de los manómetros, vacuómetro, válvulas de seguridad y medidores de soda cáustica, generalmente el trabajo que realizan es estándar. En donde habrá una variación a considerar, es en los medidores de temperatura, ya que aquí se tienen termómetros bimetálicos, controladores de procesos y gráficas de temperatura.

**Figura 32. Distribución porcentual de los equipos de medición.**



**Fuente: Trabajo de campo.**

La figura 32 muestra que el mayor de porcentaje de equipo de medición, le corresponde a los manómetros y termómetros. Esto no significa que el resto del equipo sea menos importante, ya que su trabajo también es determinante para la calidad del proceso de producción de la empresa.

El equipo de medición emergente que durante un año no sea empleado, es recomendable que sea rotado con el equipo que se encuentra instalado en los diferentes puntos del proceso de producción, con el objetivo de conservarlo en buenas condiciones y evitar el deterioro del mismo por permanecer demasiado tiempo en bodega.

#### **5.4 Formatos de control del estado de los equipos de medición.**

Es de mucha importancia determinar el estado de los equipos de medición, ya que de lo contrario se pueden presentar problemas en el proceso debido a la utilización de equipo en mal estado.

La norma ISO 10012:2003 en el inciso 6.2.4 relacionado con la identificación del equipo de medición establece: “ Los procedimientos técnicos y el equipo de medición utilizados en el sistema de gestión de las mediciones deben estar claramente identificados, individual o colectivamente. Debe haber una identificación del estado de la confirmación metrológica del equipo. El equipo confirmado únicamente para uso en uno o varios procesos de medición particulares debe estar claramente identificado o controlado de alguna forma para prever su uso no autorizado. El equipo utilizado en el sistema de gestión de las mediciones debe distinguirse de otros equipos.”

Para los anteriores efectos las figuras 33 y 34 muestran los modelos de los formatos empleados en el control del estado de los equipos de medición.







## CONCLUSIONES

1. Existen diversos aspectos que deben de tomarse en consideración al realizar la certificación de un determinado proceso bajo las normas ISO, dentro de estos y quizá el principal es el compromiso que debe manifestar la alta dirección de la empresa o institución interesada en esta actividad. Generalmente, la certificación de un proceso de producción es una tarea compleja, que tiene como finalidad, mejorar las condiciones bajo las cuales se produce, llevar un mejor control sobre la producción, evitar desperdicios, y sobre todo mejorar la calidad del producto terminado.
2. En el proceso de producción de bebidas, son diversas las variables de medición que se deben tener bajo control, para asegurar la calidad de las mismas, al ser este un producto para el consumo humano cobra una gran importancia. Dichas variables se pueden clasificar en tres áreas, que son consideradas críticas para el proceso y por lo tanto, necesitan un mayor control dentro de la temperatura, la presión y el caudal.

3. La clasificación del equipo de medición involucrado en el proceso de producción, se determinó que se cuenta con dos clases de equipo siendo estos el equipo crítico y el subcrítico, lo cual ayudó a establecer el período de calibración que debe utilizarse. El equipo crítico está distribuido en las llenadoras de envase y pasteurizadoras, ya que el trabajo de estas afecta directamente la calidad de la producción, por otro lado, el equipo subcrítico está ubicado en las lavadoras de envase, las cuales aunque no afectan directamente la calidad de la producción, si contribuyen con la eficiencia de todo del proceso en general.
  
4. Los parámetros bajo los cuales trabajan los equipos de medición, varían de un punto del proceso a otro, por ejemplo, el parámetro de funcionamiento de un termómetro ubicado en una llenadora es completamente distinto al asignado a una lavadora o pasteurizadora. Las condiciones bajo las cuales todos los equipos trabajan son controladas, ya que su incidencia en el proceso es relevante.
  
5. En Guatemala la oferta del servicio de calibración para equipo de medición, es muy limitada, debido en gran parte a que nuestra industria, todavía no tiene conciencia de la importancia que tiene realizar una producción con calidad. Por otro lado, la gran mayoría de empresas calibran sus equipos anualmente, por lo que se reduce la demanda por este servicio. Además, los costos de operación de los laboratorios metrológicos son elevados, y no resulta extraño que algunas empresas que ofrecen el servicio de calibración en realidad son intermediarias entre el interesado y el laboratorio metrológico.

6. Es de mucha importancia tener una base de datos sobre el equipo de medición que se emplea en el proceso de producción, ya que con ello se puede definir las características del equipo que se debe comprar o sustituir en un momento determinado. Esto también resulta muy conveniente para la existencia del inventario, ya que se estableció como medida de seguridad que un 10% del equipo de medición empleado debe permanecer en inventario.
  
7. La creación de un laboratorio metrológico para la empresa, en estos momentos resulta muy poco conveniente, ya que sus costos de operación son muy elevados por lo que no es rentable para la empresa, por otro lado, la cantidad del equipo no justifica la creación del laboratorio. Por lo tanto, la mejor opción es seguir subcontratando el servicio de calibración con el actual proveedor, ya que es el que mejores condiciones de servicio ofrece actualmente.



## RECOMENDACIONES

1. Es aconsejable llevar a cabo el seguimiento del sistema de calibración del equipo de medición empleado en el proceso de producción, con el objetivo de darle cumplimiento a los procesos y normas establecidas en el sistema de gestión de calidad de la empresa.
2. Para controlar las variables del proceso de producción el personal asignado a cada uno de los puntos de dicho proceso debe tener claro el trabajo y el tipo de variable que está siendo controlada.
3. Se deben mantener clasificados los equipos de medición como críticos y subcríticos, para ayudar a los operarios en la identificación de los mismos. También se debe informar al proveedor del servicio de calibración la razón por la cual el equipo fue clasificado de esta forma, para evitar confusiones o malas interpretaciones al momento de identificar al mismo.

4. Los parámetros y condiciones de operación de los equipos de medición deben rotularse en el lugar de operación de los mismos siempre que esto sea posible y dejarse estipulados en el manual del usuario que cada equipo posee, lo que ayudará a disipar las dudas o incertidumbres que los operarios del equipo puedan tener en un determinado momento.
5. Resulta conveniente practicar una evaluación al proveedor del servicio de calibración, para comprobar que se está cumpliendo con las condiciones establecidas durante la negociación realizada para la adquisición del servicio. Dicha evaluación deberá realizarse como mínimo una vez al año.
6. Con la creación de la base de datos de los equipos de medición, se determinó que existen instrumentos y equipos que realizan el mismo trabajo y que son de diferentes marcas, lo aconsejable es reducir esto de manera que la cantidad de marcas que se manejan sean las mínimas.
7. Es aconsejable que todo el personal que participa en las tareas de mantenimiento de los diferentes salones de producción de la empresa, sea capacitados y adiestrados por el proveedor del servicio de calibración en el manejo y uso del equipo de medición calibrado.

## BIBLIOGRAFÍA

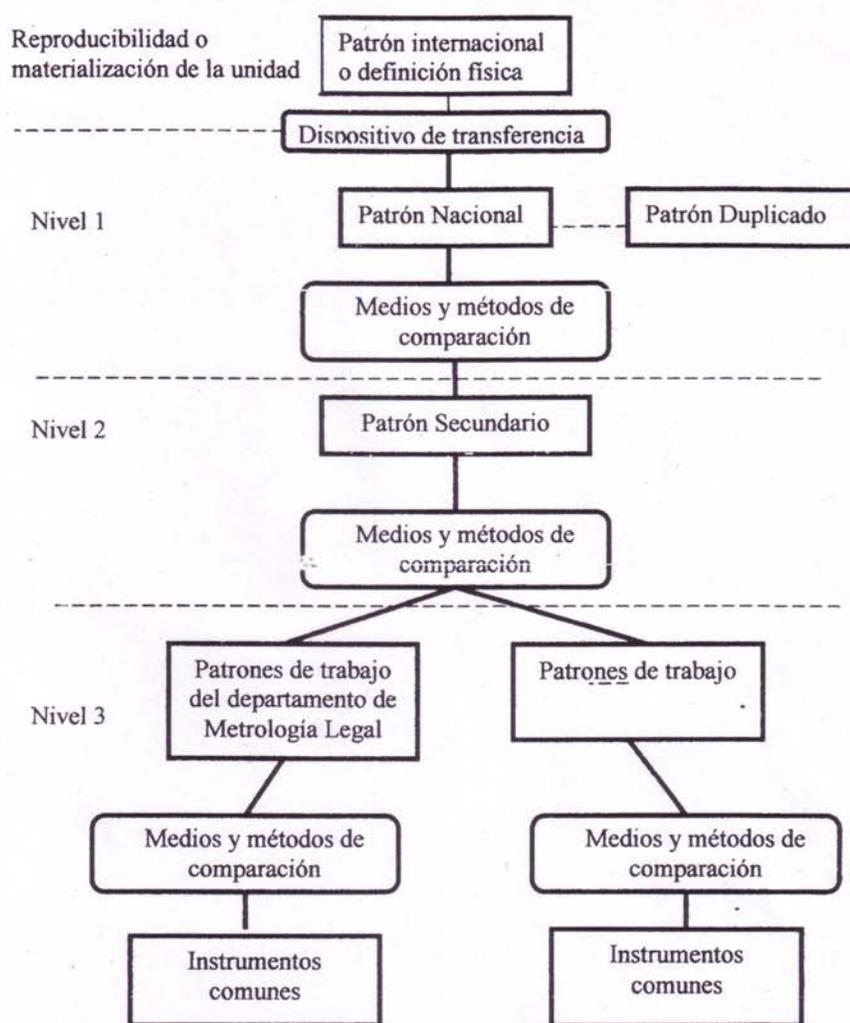
1. González, Carlos, Zeleny Vázquez José, Metrología, México: Mc GRAW-HILL, 1995.
2. Morris, S. Alan, Principios de mediciones e instrumentación, México: Prentice Hall, 2002.
3. Maclean, E. Gary, Documentación de calidad para ISO 9,000 y otras normas de la industria, México: Mc GRAW-HILL, 1996.
4. Creus Sole, Antonio, Instrumentación industrial, México: Alfa Omega, 1998.
5. Senllen, Andres, Stoll Guillermo, Calidad total y normalización, España: 2000.
6. Orozco, Luis, Metodología para documentar un sistema de calidad bajo la norma ISO 9001-2000, en una fábrica de productos de papel, Guatemala: USAC 2,005.
7. Chiquitó, Rafael, Manual de fabricación y calibración de masas patrón de acuerdo con los distintos sistemas y comparación, Guatemala: USAC, 1997.
8. Lago, Francisco, Análisis comparativo de dos métodos de pasteurización cerveza, Guatemala: USAC 1,987.

9. Galen, Ewing, Métodos industriales de análisis químicos, México: Mc GRAW-HILL, 1,979.
10. González, Francisco, Fundamentos teóricos sobre metrología, Guatemala, 2004.

## **ANEXOS**

**Anexo 1. Jerarquía de instrumentos de medición. Título: Fundamentos teóricos sobre Metrología. Autor: Francisco Javier González López. (Guatemala: 2004) pp. 60.**

## UN ESQUEMA DE JERARQUIA DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

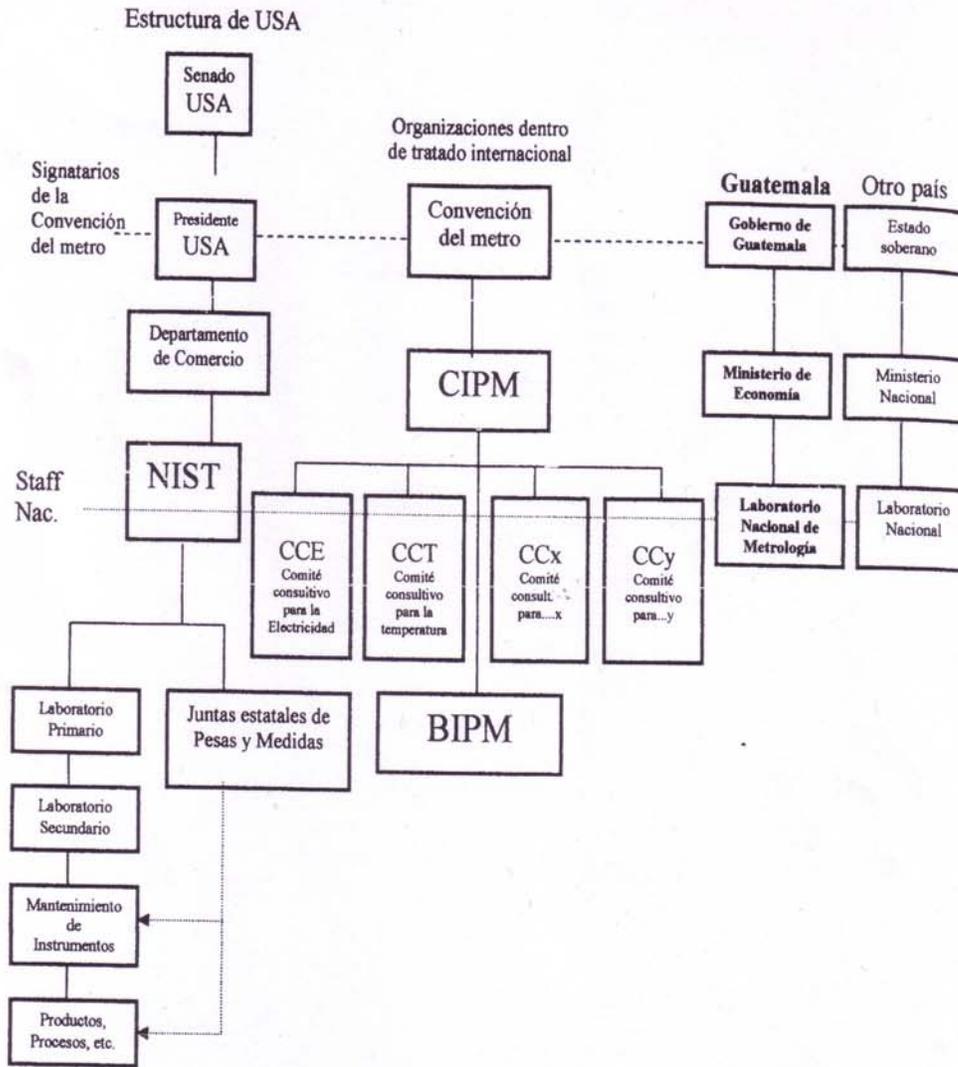


Un **patrón** (de medición) es una medida materializada, un instrumento de medición, un material de referencia o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o más valores de una magnitud para utilizarse como referencia. En una comparación entre dos dispositivos de medición para efectos de calibración, el patrón es "el más correcto de los dos". Ejemplos: a) patrón de masa de 1 kg; b) resistencia patrón de 100  $\Omega$ ; c) amperímetro patrón; d) patrón de frecuencia de cesio; e) electrodo de referencia de hidrógeno.

**Anexo 2. Organización internacional de la metrología. Título: Fundamentos teóricos sobre Metrología. Autor: Francisco Javier González López. (Guatemala: 2004) pp. 72-75.**

**Diagrama de bloque de la organización de patrones físicos.**

La organización de patrones físicos se muestra en la figura siguiente:

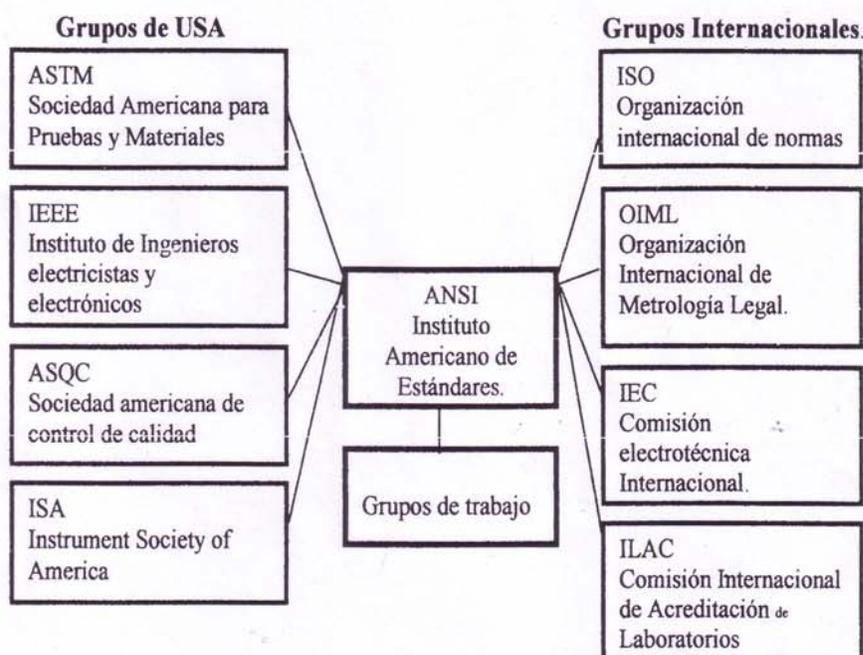


**7.2 Organización fuera de la convención del metro**

Además de la organización fundamentada en el tratado o convención del metro para los patrones físicos, existe una organización idónea cuya misión puede definirse como aquella que suministra funciones de control de calidad para las mediciones y pruebas o ensayos. Esta organización está relacionada con las normas (protocolos o estándares escritos, no patrones físicos) como opuesta a los patrones físicos; esto último, en el sentido de que complementa las actividades de las organizaciones que sí tienen que ver con los patrones físicos. Estas normas

enseñan qué hacer y cómo hacerlo. Algunas son altamente técnicas, pero ellas son documentos no artefactos. La Figura siguiente muestra algunas de las relaciones importantes en esta informal y grandemente voluntaria organización.

Las instituciones de normalización internacional con las que tiene relación la metrología eléctrica se muestran en la figura. La Organización Internacional de Normalización (ISO) tiene que ver con muchas disciplinas. La Organización Internacional de Metrología Legal (OIML) orienta todos los aspectos de aplicación de leyes que afectan la metrología. La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) se encarga de las normas para productos y pruebas en el área eléctrica. Y la Comisión Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC, por sus siglas en inglés) se encarga de normas relacionada con la acreditación.



### 7.3 Papel de ANSI

El Instituto Nacional Americano de Normas (ANSI, por sus siglas en inglés) es el organismo de normalización nacional en Estados Unidos. Actúa como interfase entre la comunidad técnica de los Estados Unidos y las organizaciones internacionales de normalización. El trabajo ANSI es recoger la posición de Estados Unidos sobre una cuestión, comunicarse con los organismos internacionales para llegar a establecer qué norma internacional es aceptable para los Estados Unidos. Una vez se acepta una norma internacionalmente, el ANSI promueve su uso dentro de los Estados Unidos.

El ANSI tiene al menos dos métodos de operación. En el primero, una organización de normas escribirá y ganará aceptación para un estándar dado en un área de aplicación realmente limitada, por ejemplo, mediciones eléctricas o control de calidad. El ANSI puede entonces exponer la norma al resto de la comunidad de normas para probar su aceptación por todo el país. Si es aprobada, la norma se convierte en Estándar Nacional Americano, y es recomendada para adopción y uso a través del país. Una vez la norma es adoptada como una Norma Nacional Americana, el ANSI puede promover su adopción por uno de los organismos internacionales de normalización. Típicamente, la norma no será aceptable en su forma adoptada, así ella tendrá que ser sometida a revisión. En

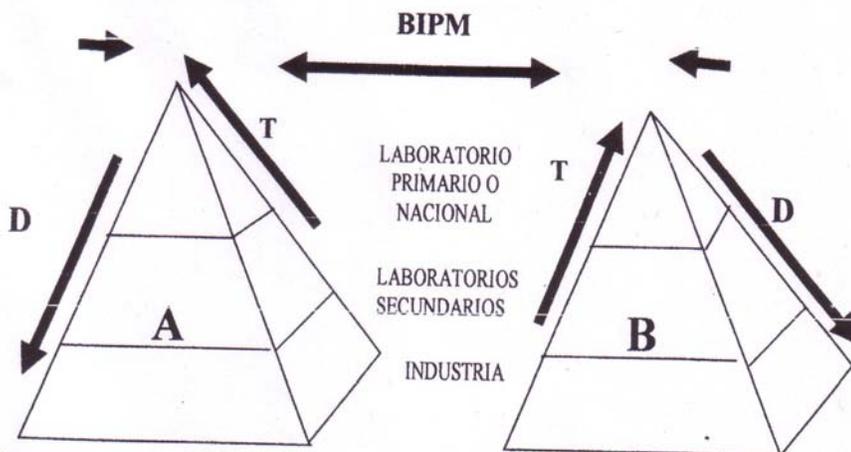
este caso, el ANSI puede formar un grupo de trabajo para discutir los problemas planteados. A través de un proceso de negociaciones entre las partes involucradas, se hace un esfuerzo para crear un documento que será aceptado por todas las partes.

#### 7.4 Organización nacional

El concepto de "Sistema Nacional de Mediciones", se ilustra en la Figura siguiente:

T significa TRAZABILIDAD

D significa DISEMINACION



Cada nación tiene un instituto u organismo de metrología específicamente designado (A ó B). Guatemala está en proceso de. Dicho organismo tiene la responsabilidad de la custodia de los patrones nacionales de medida, para después diseminarlos en su territorio. Al mismo tiempo, estos institutos (A y B) comparan sus patrones entre sí para asegurar que las escalas de medida sean equivalentes; este trabajo de comparación lo organiza la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM) en Francia. Así, cada instituto nacional de metrología tiene un doble papel; primero, debe asegurarse que sus escalas de medida son compatibles con aquellas de los países con quienes mantiene relaciones comerciales, y segundo, es responsable - por su posición jerárquica- de la diseminación de las unidades dentro de su propio país.

El concepto de un Sistema Nacional de Mediciones o Sistema Nacional de Metrología varía significativamente de un país a otro y en algunos casos dista mucho de ser sencilla. Por ejemplo, el instituto de patrones Nacionales o laboratorio primario mostrado en la Figura anterior, puede no ser una sola organización, sino una federación como sucede en Francia o Japón, o encontrarse en una etapa de consolidación como en Guatemala o cualquier país de Centro América.

La trazabilidad, definida en 7.6 y la diseminación constituyen el proceso de transferir la exactitud de patrones nacionales a equipo y patrones de menor jerarquía y son conceptos que forman parte de uno más general: Sistema Nacional de Mediciones, situación mostrada en la figura anterior.

Es un doble objetivo de cualquier Sistema Nacional de Mediciones el proporcionar tanto incertidumbre adecuada para la aplicación como trazabilidad. La necesidad de mediciones más exactas se hace patente al intentar establecer la trazabilidad, determinar la confiabilidad de sistemas de medición y/o calibración. La trazabilidad enlaza mediciones en campo con la máxima exactitud de los valores de las unidades de medida que se mantienen en un laboratorio de metrología de nivel primario. Así, todo mundo emplea la misma base de medidas de tal suerte que, componentes fabricados por diferentes compañías, trabajarán juntos con absoluta compatibilidad. Por otra parte, los laboratorios de metrología de nivel secundario, para ofrecer servicios de calibración de calidad

**Anexo 3. Laboratorios de Metrología. Título: Fundamentos teóricos sobre Metrología. Autor: Francisco Javier González López. (Guatemala: 2004) pp. 78-82**

## CAPITULO 8

---

### *Laboratorios de metrología*

Las empresas manufactureras que compiten tienen una cosa en común: la necesidad de medir. Cualquier proceso que utiliza equipos requiere de mediciones, las cuales deben colectarse y analizarse para determinar las características de control que conducen a una mejora en el proceso. Los productos deben cumplir especificaciones que satisfagan las necesidades del consumidor, lo que promueve su venta y distribución. El comercio de cualquier tipo, requiere que los consumidores sean protegidos y paguen lo justo por lo que compran.

Para solucionar sus necesidades de mediciones de exactitud suficiente y mantener control de su instrumentación, las empresas normalmente acuden a o estructuran laboratorios de metrología o calibración. La implementación de un laboratorio de este tipo requiere de varias fases de desarrollo, de acuerdo al mercado que pretende cubrir, ya que existen criterios particulares que un cierto mercado puede demandar y otros no, por ejemplo, las características de servicios de calibración no serán las mismas si el mercado es el militar o el industrial.

Un caso particular lo tenemos en el sector telecomunicaciones, donde el mantenimiento y diseminación de unidades de medida tales como potencia de microondas, tensión o corriente en baja y alta frecuencia o impedancia no cuestan lo mismo si se compara con el mantenimiento de "trazabilidad" en temperatura, presión, volumen o longitud que son unidades de uso más frecuente en la industria.

La misión fundamental de un laboratorio de calibración es mantener la trazabilidad y documentar la trazabilidad.<sup>2</sup> La función de registrar las actividades adicionales disciplina a su labor y asegura que el laboratorio pasará felizmente una auditoría.

### **8.6 Laboratorios**

En general, dividiremos los laboratorios de metrología en 5 tipos y a continuación se describen:

#### **8.1.1 Según la jerarquía metrológica**

- a) *Laboratorio primario*<sup>2</sup>
- b) *Laboratorio secundario*<sup>2</sup>

En un *laboratorio primario* se lleva a cabo la metrología de más alto nivel. En estos laboratorios se realizan investigaciones para alcanzar mediciones de más alta exactitud y más alta precisión. También en ellos, se calibran patrones primarios y secundarios.

En los *laboratorios secundarios*, el trabajo más importante que se hace usualmente es la calibración de patrones secundarios y patrones de trabajo. Las calibraciones de más baja exactitud que los laboratorios primarios que requieren de técnicas especializadas también se realizan aquí. Además desde un laboratorio secundario puede operarse unidades móviles de calibración.

### 8.1.2 Según el fin del laboratorio

- a) Laboratorio de investigación<sup>2</sup>
- b) Laboratorio de calibración<sup>2</sup>
- c) Laboratorio de ensayos
- d) Laboratorio móvil<sup>2</sup>

A menudo los requerimientos de la metrología son diferentes en laboratorios que soportan sólo actividades de investigación. Un *laboratorio de investigación* puede necesitar los patrones de la más alta exactitud; él puede dar soporte a algunos de los proyectos más abstractos, tales como la medición de la corriente de un solo electrón.

Los *laboratorios de calibración* tienden a ser orientados hacia la producción de altos volúmenes de calibraciones utilizando patrones soportados por los laboratorios catalogados como patrones de la más alta jerarquía, típicamente laboratorios primarios y laboratorios secundarios. En el espacio de trabajo de un laboratorio de calibración, debe proveerse de equipo de prueba, ambiente controlado y personal entrenado con el propósito de mantener la operación y exactitud apropiadas del equipo de prueba. Un laboratorio de calibración tiene patrones de medición que han sido calibrados en un laboratorio secundario de metrología. El énfasis en un laboratorio de metrología está a menudo puesto en: lograr la recuperación del equipo de medición para los usuarios tan rápidamente como sea posible. Los laboratorios de calibración más grandes pueden manejar decenas de miles de ítems de medición al año.

En los laboratorios *de ensayos* se miden características físico-químicas de materiales o productos.

Algunas veces la logística de la calibración está mucho mejor servida llevando el calibrador directamente al lugar donde se encuentra el equipo que se desea probar. Esto es posible, gracias a los denominados *laboratorios móviles*. Como ejemplos tenemos: calibración de campo de apoyo militar, o un laboratorio móvil equipado con patrones de metrología que pueden trasladarse de un lugar a otro.

### 8.1.3 Según la relación contractual

- a. Laboratorio de primera parte
- b. Laboratorio de segunda parte
- c. Laboratorio de tercera parte

En las relaciones comerciales hay una parte que vende (suministrador) y otra que compra (comprador). A estas se les puede llamar las partes involucradas. Un laboratorio puede pertenecer al suministrador o al comprador o ninguna de las partes. Desde ese punto de vista se hace la siguiente clasificación:

Un *laboratorio de primera parte* es el que pertenece a la empresa que vende bienes o servicios. Laboratorio que constituye una parte identificable pero no separada de una organización matriz que diseña, fabrica, suministra, instala, compra o mantiene los objetos que calibra o ensaya o que constituye una de estas partes en una relación contractual.

Un *laboratorio de segunda parte* pertenece a la otra parte en una relación contractual o es un representante autorizado de ésta. Forma parte separada e identificable de una organización matriz que diseña, fabrica, suministra, instala, compra o mantiene los objetos que calibra o ensaya. (Puede brindar servicios al mercado o a su organización matriz)

Un *laboratorio de tercera parte* es totalmente independiente de las partes involucradas (suministrador – comprador)

## 8.7 Requisitos ambientales de un laboratorio de metrología

En un laboratorio de metrología existe la necesidad de controlar el ambiente físico en el cual se calibran los instrumentos de medición, toda vez que nosotros sabemos en el ambiente prevalecen magnitudes de influencia que pueden afectar los resultados de las mediciones realizadas. Es decir, todos los parámetros físicos son influenciados por el ambiente.<sup>2</sup>

El objetivo de las mediciones y calibraciones es alcanzar la compatibilidad de las mediciones útiles en la práctica. El objetivo del control del ambiente del laboratorio es reducir la incertidumbre de las mediciones.

Algunos de los aspectos y condiciones más importantes a controlarse se mencionan a continuación:

- a) La ubicación del laboratorio.
- b) La forma, dimensiones y número de puertas y ventanas.
- c) Es conveniente contar con mesas y sillas con ruedas.
- d) La temperatura, la presión barométrica y humedad relativa normalizadas para laboratorios de metrología.
- e) El nivel mínimo de iluminación
- f) Tipo de lámparas a utilizar.
- g) El nivel máximo de ruido acústico.
- h) Ubicación de los sensores del sistema de control del aire acondicionado.
- i) Ubicación y capacidad del aire acondicionado.
- j) La potencia eléctrica de alimentación.
- k) Máximo nivel de vibración del local.
- l) La pureza del ambiente, libre de agentes corrosivos y suciedad.
- m) Rango máximo permisible de variación de tensión eléctrica, carente de distorsión y perturbaciones.
- n) El sistema de puesta a tierra de referencia debe exhibir un valor máximo de la resistencia a la DC y el valor respectivo a la AC.
- o) Evitar fuentes de ruido electromagnético.
- p) Límite del ruido de campo eléctrico.
- q) Consideración de los efectos de un incendio del laboratorio.
- r) Un laboratorio de metrología también requiere de personal altamente capacitado para su adecuada operación.

Además, las actividades de calibración dentro de un laboratorio debe distribuirse en dos grupos: magnitudes mecánicas (dimensional, presión, masa, volumen, fuerza y dureza) y magnitudes eléctricas (electricidad y electrónica, tiempo y frecuencia, temperatura y magnitudes físico-químicas); pero también, deben separarse las áreas que corresponden a actividades incompatibles.

También es importante darle al laboratorio un área de recepción y entrega que facilite el flujo de los instrumentos de medición.

## 8.8 Acreditación (de laboratorios)

La **acreditación** es un procedimiento mediante el cual se reconoce la competencia técnica y la idoneidad de organismos de certificación e inspección y laboratorios de ensayos y de metrología.<sup>a</sup>

De una manera más general, **acreditación** es el procedimiento mediante el cual un **organismo autorizado** reconoce formalmente que otro **organismo o persona** es competente para realizar tareas específicas. La acreditación de un laboratorio de ensayos o de un laboratorio de calibración se entiende como el reconocimiento formal de la competencia de un laboratorio de ensayos o de un laboratorio de calibración para realizar ensayos o calibraciones específicas; pudiendo incluir tal concepto, la imparcialidad del laboratorio al realizar sus tareas. La acreditación se otorga a un organismo o a un laboratorio siempre y cuando, conforme a lo establecido en un procedimiento, obtenga una **evaluación satisfactoria**, la cual será seguida por una supervisión periódica consistente en posteriores **evaluaciones** (puede ser una vez por año).

Un **laboratorio acreditado**, entonces, no es un laboratorio "acreditado" por el simple hecho de gozar de buena reputación entre sus usuarios, sino uno que ha sido acreditado de manera objetiva, transparente e imparcial por un

<sup>a</sup> (En la Guía para la elaboración de Manuales de Acreditación de Laboratorios Clínicos para América Latina se lee: "es el procedimiento de evaluación periódica de los laboratorios a través de estándares de Estructura, Procesos y Resultados, efectuado con el propósito de promover, asegurar y mejorar la calidad de la atención en el área del diagnóstico clínico.")

**organismo de acreditación autorizado.** Este organismo es, normalmente, una entidad gubernamental; pero también puede ser una entidad privada, y está autorizado para acreditar y supervisar los laboratorios de ensayos o de calibración, que son parte del sistema nacional de normalización, inspección, certificación y metrología.

En Guatemala la entidad de acreditación, de relativamente reciente creación, es la Oficina Guatemalteca de Acreditación, OGA, que funciona como una dependencia del Ministerio de Economía. La OGA es una unidad técnica del Sistema Nacional de Calidad y su función es, según publicación propia, la de reconocer formalmente la competencia técnica de los organismos que desarrollan *evaluación de la conformidad*, basándose en lo establecido en normas nacionales e internacionales.

Se consideran como sujetos de acreditación, los siguientes:

- a) los laboratorios de ensayos y/o calibraciones, incluyendo laboratorios industriales, clínicos (estos deben cumplir la norma ISO 15189), microbiológicos, ambientalistas, etc.
- b) los organismos de certificación (de Sistemas de Gestión de la Calidad ISO 9000, Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14000, servicios o productos),
- c) los organismos de inspección y
- d) verificadores medioambientales.

Cada uno de estos organismos debe cumplir requisitos establecidos en normas nacionales o internacionales. Por ejemplo, un laboratorio de ensayos y/o calibraciones será acreditado por parte de un Organismo de Acreditación si cumple, demostrando su competencia, entre otros requisitos, con lo establecido en la norma internacional ISO/IEC 17025, de la cual la norma COGUANOR / NGR / COPANT / ISO / IEC 17025 es la norma nacional correspondiente. Un organismo de certificación de sistemas de gestión de la calidad de una empresa para optar a su acreditación, debe cumplir con lo establecido en la Guía ISO/IEC 62; un organismo de certificación de sistemas de gestión ambiental, con lo establecido en la Guía ISO/IEC 66; un organismo de certificación de productos, con lo establecido en la Guía ISO/IEC 65 y un organismo de inspección, con lo establecido en la norma ISO 17020.

Las ventajas de la acreditación para los usuarios son:

- a) Obtener una certificación o servicio que cumple criterios y estándares internacionales.
- b) Obtener certificados o informes de organizaciones que han demostrado su idoneidad para realizar la certificación o entregar el servicio.
- c) Ampliar los mercados y aumentar la competitividad.
- d) Mejorar las relaciones cliente-proveedor debido a la credibilidad de los certificados.
- e) Tener una difusión y aceptación a nivel nacional e internacional.
- f) Evitar múltiples certificaciones

Para que un organismo o laboratorio sea acreditado por parte de la OGA, entre otros requisitos, básicamente debe cumplir con la norma guatemalteca COGUANOR / NGR / COPANT / ISO / IEC 17025, congruente con la norma internacional ISO/IEC 17025.

La norma COGUANOR / NGR / COPANT / ISO / IEC 17025, establece los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, siendo algunos de ellos los siguientes, descritos en forma breve:

- a) El laboratorio o la empresa a la que pertenece debe tener una organización de forma que cumpla sus responsabilidades de ensayo y calibración de conformidad con esta norma y satisfaga las necesidades del cliente, las autoridades regulatorias o las instituciones que proporcionan reconocimiento...
- b) El laboratorio debe establecer y mantener su propio sistema de calidad al alcance de sus actividades...
- c) El laboratorio debe establecer y mantener procedimientos para controlar los documentos que forman parte de su sistema de calidad...
- d) El laboratorio debe establecer y mantener procedimientos para la revisión de las solicitudes, ofertas y contratos...
- e) El laboratorio debe cooperar con los clientes para aclarar su solicitud y para hacer seguimiento al desempeño del laboratorio en relación con el trabajo realizado...
- f) El laboratorio debe asegurar la competencia de su personal...
- g) Las instalaciones del laboratorio de calibración y/o ensayo, incluyendo las fuentes de energía, iluminación y condiciones ambientales, deben ser tales que faciliten la ejecución correcta de los ensayos y/o las calibraciones...
- h) El laboratorio debe seleccionar métodos y procedimientos apropiados para todos los ensayos y/o calibraciones dentro de su alcance, desarrollar sus propios con personal especializado y validarlos...
- i) El laboratorio que efectúe sus propias calibraciones debe tener y debe aplicar un procedimiento para estimar la incertidumbre de la medición para todas las calibraciones y tipos de calibraciones...

- j) El laboratorio debe estar equipado con todos los ítems de muestreo, equipo de medición y ensayo, requeridos para la correcta realización de los ensayos y/o calibraciones...
- k) Todo equipo utilizado para ensayos y/o calibraciones, incluyendo el equipo para mediciones auxiliares, que tengan un efecto significativo sobre la exactitud o la validez de los resultados de la calibración, ensayo o muestreo debe estar calibrado antes de ser puesto en servicio, demostrando su trazabilidad.... Y así sucesivamente...

#### 8.4 Certificación

Descrita de la manera más simple, la certificación es un procedimiento por el cual una tercera parte asegura por escrito que un producto, proceso o servicio cumple con los requerimientos especificados

En ocasiones hay cierta confusión en cuanto al significado y aplicación de estos dos términos asociados al tema de la gestión de la calidad: acreditación y certificación. En el ambiente cotidiano, a veces se da el nombre de acreditación a lo que es certificación y viceversa. Y, dado que vivimos la época de la globalización, en la cual tales términos se generalizan cada vez más, consideramos oportuno contribuir con una lacónica explicación que ayude a aclarar conceptos y consolidar definiciones, especialmente en lo relativo a laboratorios de ensayos y de calibración.

Repitiendo, la certificación es un procedimiento por el cual una tercera parte (independiente de las partes involucradas en un proceso suministrador-cliente) asegura por escrito que un producto, proceso o servicio **cumple con los requerimientos especificados**. Esta acción debe ser llevada a cabo en una forma totalmente independiente, imparcial, transparente y objetiva, pues la misma implica el reconocimiento de que el producto, proceso o servicio, debidamente identificado, es merecedor de la confianza en su conformidad con una norma u otro documento normativo especificado, asegurando que cumple con características definidas. La certificación, pues, es una acción que le da un enorme valor agregado a los servicios o productos puestos a la disposición de los consumidores y se basa en los resultados de pruebas, inspecciones y auditorías realizadas en la empresa certificada, mediante la intervención sistemática de la entidad de certificación.

Además, para que una entidad esté autorizada para llevar a cabo una certificación, es preciso que la misma sea reconocida formalmente por un organismo de acreditación, tal como se definió líneas arriba. Es decir que **las entidades de certificación deben acreditarse**. Y, además, para que una entidad de certificación tenga autorización para certificar un proceso, un servicio o un producto dado, es necesario que su alcance de acreditación abarque ese proceso, servicio o producto.

Se consideran sujetos de certificación, los siguientes:

- a) Sistemas de calidad de empresas: ISO 9000, ISO 14000, QS 9000
- b) Productos: electrodomésticos, aparatos sanitarios, cables eléctricos, cementos, cocinas, chapas de acero, hornos, jamón, juguetes, etc.
- c) Servicios: servicio es el resultado generado por actividades en la interfase entre el suministrador y el cliente y por actividades internas del suministrador para satisfacer las necesidades del cliente.

Los beneficios de la certificación pueden resumirse así:

- a) La introducción de sus productos y servicios en otros mercados
- b) La evidencia frente a sus clientes de la conformidad con las normas que les son de aplicación
- c) El reconocimiento y diferenciación en el mercado por parte de los consumidores de los productos y servicios certificados
- d) El cumplimiento de la reglamentación.

#### 8.5 Inter-comparación de patrones.

Es un proceso mediante el cual los patrones representativos de la misma magnitud se someten a comparación. Este procedimiento se realiza especialmente entre laboratorios patrones de distintos países.

**Anexo 4. La Metrología y las normas de calidad. Título: Fundamentos teóricos sobre Metrología. Autor: Francisco Javier González López. (Guatemala: 2004) pp. 93-98.**

CAPITULO 10

---

## *La metrología y las normas de calidad.*

Las normas son acuerdos documentados que contienen especificaciones técnicas u otros criterios precisos para ser usados consistentemente como reglas, guías o definiciones de características, para asegurar que los materiales, productos y servicios están calificados para su propósito.

Por ejemplo, el formato de las tarjetas de crédito y tarjetas telefónicas, de uso tan común en la actualidad, se deriva de una norma ISO internacional. La norma define sus características, tal como su espesor (grosor) óptimo de 0.76 mm, y esto significa que estas tarjetas pueden usarse en todo el mundo.

Las normas internacionales contribuyen así a hacer la vida más simple, y a incrementar la confiabilidad y efectividad de los bienes y servicios que nosotros usamos.

### 10.1 Sistema MNPC

Al hablar de *calidad* se piensa en una infinidad de factores que de una u otra forma deberían tomarse en cuenta para el logro de la misma, la mayoría de estos factores han sido considerados en las normas ISO 9000, que son hasta la fecha las que están marcando la pauta para unificar y así globalizar criterios tanto en el ámbito nacional como en el internacional en cuanto a la calidad se refiere. En la *década de los 60's* comenzaron todos los movimientos de calidad que actualmente tenemos mejorados y los cuales en su mayoría se han venido basando en lo que se dio por llamar en la década de los 70's, el sistema integrado de *metrología, normalización, pruebas y ensayos*, y aseguramiento de la calidad "MNPC" y que hasta nuestros días tiene la misma importancia y validez que cuando surgió. Este sistema tiene como fin el manufacturar productos o bienes y servicios de *calidad*, considerando que si alguno de estos elementos falta, es imposible obtener la calidad deseada, ya que todos se complementan.

Las normas por ejemplo, permiten la intercambiabilidad de piezas, facilitan la producción y el intercambio comercial, además ayudan a aumentar la productividad, dando los parámetros adecuados y comúnmente utilizados para aplicaciones en procesos, las pruebas y ensayos permiten conocer los materiales y elementos naturales o sintéticos detalladamente, para poder obtener la aplicabilidad de estos bajo los mínimos riesgos y al *mejor* costo posible, el aseguramiento de la calidad proporciona la confianza de requisitos de calidad establecidos, a través de acciones planeadas y necesarias; la metrología por su parte, brinda la posibilidad de

obtener resultados confiables cuando se ejecutan mediciones, sean estas en proceso, en inspección o en los laboratorios de calidad. La metrología actualmente ha cobrado importancia debido más que todo a las normas ISO 9000. No obstante, siempre ha tenido cabida dentro de todo proceso de fabricación, ya que la metrología existirá siempre que necesitemos medir algo.

## 10.2 Normas ISO

La Organización Internacional de Normas (ISO) es una federación mundial de organismos de normas nacionales de unos 130 países miembros, que funciona como una organización no gubernamental desde su establecimiento en 1947. Son ejemplos de organismos nacionales de normas, los siguientes: En España es AENOR (Agencia Española de Normalización), en Argentina el IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales), en Estados Unidos el ANSI (American National Standards Institute) y en Guatemala la COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas).

Su misión es promover el desarrollo de la normalización internacional y actividades relacionadas en el mundo, con el fin de facilitar el intercambio internacional de bienes y servicios, y para desarrollar cooperación en las esferas intelectual, científica, tecnológica y la actividad económica.

ISO, aunque coincide con las siglas de la organización en inglés, se deriva del griego isos que significa igual y que constituye la raíz etimológica del prefijo "iso-" que también es utilizado en muchos términos como isométrica (de igual medida o dimensiones), isotrópico (igual en todas las direcciones), isomorfo (igual forma...), isoclina (igual inclinación...), por ejemplo. Es fácil, entonces, darse cuenta de la línea de pensamiento que conduce a la selección de ISO como un nombre de la organización, al comparar el significado de las palabras "norma" e "igual". Todas las cosas normadas tienen características iguales. Además, cuando se utiliza el término ISO se evita el representar con siglas totalmente diferentes en todos los idiomas. En inglés, por ejemplo, sería IOS (International Organization Standardization); OIN en francés (Organisation internationale de normalisation), etc.

El trabajo de ISO fructificó en acuerdos internacionales que fueron publicados como normas internacionales desde 1987, denominadas Normas ISO 9000. Las Normas ISO 9000, son normas, que regulan la calidad de los bienes o de los servicios que venden u ofrecen las empresas. Es decir, son un conjunto de normas y directrices internacionales para la gestión de la calidad, que han obtenido con los años una reputación global como base para el establecimiento de los sistemas de gestión de la calidad. Tanto el comercio como la industria tienden a adoptar normas de producción y comercialización uniformes para todos los países, es decir, tienden a la *normalización*. La influencia de la normalización tiende a dar estabilidad a la economía, ahorrar gastos, evitar el desempleo y garantizar el funcionamiento rentable de las empresas.

La fortaleza de las Normas ISO 9000 emana del hecho de que ellas son en realidad el resultado del análisis de los sistemas de calidad desarrollados a través de los años por las empresas más exitosas del mundo, y a que están permanentemente sometidas a un proceso dinámico de revisión. La última revisión fue publicada en el año 2000, habiéndose cambiado la versión de 1994.

La familia de Normas ISO 9000:2000 esta constituida por tres normas básicas, complementadas con un número reducido de otros documentos (guías, informes técnicos y especificaciones técnicas). Las tres normas básicas son:

**ISO 9000:2000** Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario

**ISO 9001:2000** Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos

**ISO 9004:2000** Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la mejora del desempeño.

Las normas ISO 9001:1994, ISO 9002:1994 e ISO 9003:1994 han sido integradas en una única norma ISO 9001:2000. Las normas ISO 9001:2000 e ISO 9004:2000 se han desarrollado como un "par coherente" de normas. Mientras la norma ISO 9001:2000 se orienta más claramente a los requisitos del sistema de gestión de la calidad de una organización para demostrar su capacidad para satisfacer las necesidades de los clientes, la norma ISO 9004:2000 va más lejos, proporcionando directrices para mejorar el desempeño de las organizaciones.

Dado que la metrología es el medio para constatar el cumplimiento de los requisitos objetivos de la calidad de los productos manufacturados o de los servicios prestados, su correcta aplicación constituye el fundamento en la aplicación de las Normas ISO 9000.

En el inciso 7.6 de la norma ISO 9001:2000, literalmente se lee:

**"CONTROL DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN Y SEGUIMIENTO"**

La organización debe identificar las mediciones por realizar y los equipos de medición y seguimiento requeridos para asegurar la conformidad del producto con los requisitos especificados.

Los equipos de medición y seguimiento deben utilizarse y controlarse para asegurar que la capacidad de medición es consistente con los requisitos de medición.

Cuando sea aplicable, los equipos de medición y seguimiento deben:

- a) calibrarse y ajustarse periódicamente o antes de su uso, contra equipos trazables a patrones nacionales o internacionales; cuando no existan tales patrones, debe registrarse la base utilizada para la calibración;
- b) protegerse contra ajustes que puedan invalidar la calibración;
- c) protegerse de daños y deterioros durante el manejo, mantenimiento y almacenamiento;
- d) tener registrados los resultados de su calibración;
- e) tener reevaluada la validez de los resultados previos, cuando se encuentre que un equipo está fuera de calibración y haber tomado acciones correctivas.

Nota. Véase la norma ISO 10012 para orientación.

El software utilizado para la medición y, el seguimiento de requisitos especificados debe ser validado antes de su utilización."

Las normas ISO 10 000 son un apoyo a las ISO 9 000; escritas en el contexto de comprador / proveedor, pueden servir de referencia cuando un comprador desea especificaciones de los productos y/o servicios o cuando los consumidores o empleados lo requieren, así como cuando los organismos gubernamentales lo dictaminen y lo más importante, cuando se auditen laboratorios ..

La Norma ISO 10012 consta de dos partes, bajo el título general de "Requisitos del Aseguramiento de la calidad para los equipos de medición":

- Parte 1: Sistema de confirmación metrológica para los equipos de medición

- Parte 2: Aseguramiento de las mediciones.

Siempre dentro de la familia de normas ISO, se encuentra la Norma ISO/IEC 17025. Esta norma especifica los requisitos generales para la competencia de los laboratorios al realizar ensayos y/o calibraciones, incluyendo el muestreo. . Esto incluye, por ejemplo, laboratorios donde los ensayos y/o calibraciones forman parte de la inspección y la certificación de productos. Esta norma abarca los ensayos y calibraciones que se realizan utilizando métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el laboratorio y es aplicable a todos los laboratorios, independientemente de la cantidad de personal o de la magnitud del alcance de las actividades de ensayo y/o calibración. Cuando un laboratorio no realice una o más de las actividades contempladas por esta norma, tales como el muestreo y el diseño/desarrollo de nuevos métodos, los requisitos de estas secciones no son aplicables.

La norma 17025 es para ser usada por los laboratorios en el desarrollo de sus sistemas de la calidad, técnico y administrativo que regulen sus operaciones. Se puede usar también por los clientes del laboratorio, autoridades regulatorias y organismos de acreditación en la confirmación o reconocimiento de la competencia de los laboratorios.

Finalmente, hablaremos un poco sobre las normas ISO 14000. Estas constituyen un conjunto de normas cuyo proceso de desarrollo se inició por parte de la ISO en Ginebra, Suiza, en 1993. Estas normas regulan los aspectos ambientales implicados en la producción de bienes o servicios.

Las normas ISO 14000 están destinadas al manejo ambiental por parte de las empresas dedicadas al comercio internacional, es decir, tratan sobre sistemas de protección del medio ambiente que se pueden aplicar en las empresas, independientemente de condicionantes locales, regionales o estatales, e incluso del tamaño de la organización que las implanta: en cualquier parte del mundo las empresas deberán realizar el mismo esfuerzo. Sin embargo, no es necesario aplicarlas en todos los procesos o partes de la empresa, aunque sí pueden aplicarse a la globalidad de la empresa. Pero si es necesario pueden aplicarse a sólo partes específicas como producción, ventas, administración, transporte, etc. Su adopción obliga a la empresa a intentar disminuir los costos ambientales a través de estrategias como la prevención de la contaminación del agua y de la atmósfera. Es evidente que en la aplicación de las normas ISO 14000 la metrología juega un papel principal en la determinación de la calidad del agua o de la atmósfera.

Dirección de Internet: [www.iso.ch](http://www.iso.ch)

### 10.3 Normas IEC y normas IEEE

IEC significa International Electrotechnical Comisión, que al traducir al español significa Comisión Electrotécnica Internacional. La IEC, con sede en Suiza, ha estado al servicio de la industria eléctrica del mundo desde 1906, desarrollando normas internacionales para promover la calidad, la seguridad, el buen funcionamiento, la reproducibilidad y la compatibilidad ambiental de materiales, productos y sistemas.

La aplicación de las normas IEC en todo el mundo da apoyo a la transferencia de electrotecnología, asiste la evaluación de la conformidad para la certificación y promueve el comercio internacional de productos y servicios de alta calidad uniforme.

La IEC incluye 50 países miembros que representan cerca del 85 % de la población mundial y el 95 % de la capacidad de generación de energía eléctrica. Además, muchas de las normas ISO han sido aprobadas en forma conjunta entre ISO e IEC, por ejemplo, la norma ISO/IEC 17025. Dirección de internet: [www.iec.ch](http://www.iec.ch).

En el ámbito de la ingeniería eléctrica y la ingeniería electrónica y de ciencias de la computación, con sede en Estados Unidos y representantes en muchos países del mundo, funciona el Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos IEEE, entidad encargada de emitir normas técnicas en este campo.

### 10.4 Normas OIML

OIML significa Organisation Internationale de Métrologie Légale, en español Organización Internacional de Metrología Legal. Tiene su sede en París, Francia. Las normas OIML dan lineamientos para calibrar y verificar instrumentos de medición tanto en instituciones metroológicas gubernamentales como en la industria. Aún cuando el enfoque de estas normas es de metrología legal, son esencialmente técnicas y se utilizan indistintamente en metrología legal o industrial.

La OIML ha publicado 123 *Recomendaciones Internacionales* en las áreas de metrología de masa, metrología dimensional, medición de líquidos y gases, mediciones físico-químicas, metrología de presión, medición de temperatura, metrología eléctrica, acústica, ambiente, instrumentación médica, ensayo de materiales y preempacados. Además ha publicado 26 *Documentos Internacionales*, siendo el primero la ley de metrología, como lineamientos generales para ser adoptados por cada gobierno en su situación particular. La OIML también ha publicado el conocido Vocabulario Internacional de Metrología VIM. y, adicionalmente, 17 publicaciones.

Su dirección en internet es [www.oiml.org](http://www.oiml.org)

### 10.5 Normas ASTM

ASTM significa American Society for Testing and Materials (Sociedad americana para pruebas y materiales). Fue fundada en 1898 y es una organización para el desarrollo de normas sobre características y comportamiento de materiales, sistemas, productos y servicios y la promoción del conocimiento relacionado.

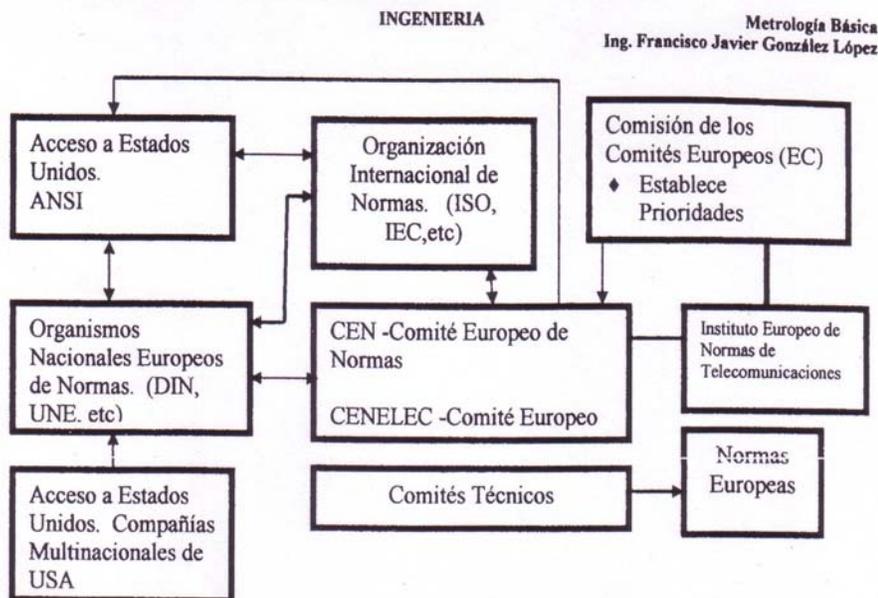
Estas son normas de los Estados Unidos de Norteamérica, pero de uso internacional, que dan requerimientos sobre máquinas, equipos y patrones empleados en ensayos. También son usadas por la industria para la producción y comercialización de productos de exportación, además sirven de base a instituciones metroológicas para certificar productos como tubería, alambres, etc.

Ejemplo de una norma ASTM.

Norma C 657 - 88

Standard Test Method for D-C Volume Resistivity of Glass.

Este método de prueba cubre la determinación de la resistividad volumétrica de un vidrio liso, preferiblemente pulido, midiendo la resistencia al paso de una pequeña cantidad de corriente directa a través del vidrio a un voltaje bastante alto para asegurar una adecuada sensibilidad. Esta corriente debe ser medida bajo condiciones de estado estable....



## 10.6 Normas Europeas

Son normas aceptadas por la Unión Europea, elaboradas inicialmente por algún país europeo. Usualmente son normas de uso mundial. Entre ellas pueden mencionarse las normas DIN/ISO.

En España, rigen las normas UNE. La norma UNE 4024 rige sobre Nociones fundamentales en metrología de magnitudes. Ella se refiere a definición de términos como magnitud, resultado, valor, etc., sensibilidad, error y correcciones, desviación típica muestral o estándar, etc.

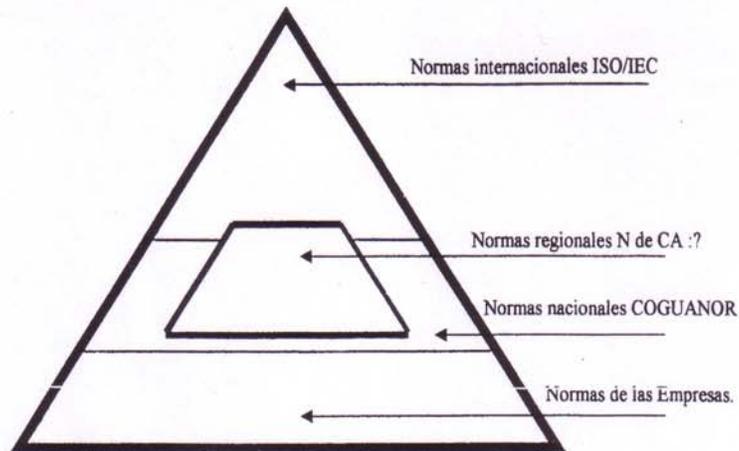
## 10.7 Normas COPANT

La Comisión Panamericana de Normas Técnicas –COPANT- es una asociación civil que integra a los organismos de normalización de 25 países de América Continental y del Caribe, que tiene como fin promover el desarrollo de la normalización técnica y actividades conexas en estos países, a efecto de impulsar su desarrollo industrial, científico y tecnológico, en beneficio del intercambio de bienes y servicios, facilitando, a la vez, la cooperación intelectual, económica y social. A éstos se suman como miembros adherentes, los organismos de normalización de España, Francia, Italia y Portugal. Los primeros intentos de construir un organismo de este tipo data de 1947, cuando se reunió en Brasil la Unión Panamericana de Ingenieros -UPADI-. COPANT, en forma paralela al Sistema Interamericano de Metrología –SIM- ha contribuido a la fundación y desarrollo de entidades de normalización en los países latinoamericanos y del Caribe; por ejemplo la Comisión Guatemalteca de Normas –COGUANOR- oficina dependiente del Ministerio de Economía

## 10.8 La pirámide de normas

En la siguiente figura se muestra lo que se denomina la pirámide de normas. En ella puede verse la ordenada relación entre normas emitidas desde el interior de la empresa hasta las normas internacionales que se encuentran en la cúspide.

En metrología, los instrumentos de medición utilizados en la industria deben verificarse permanentemente por el laboratorio de metrología industrial montado para el efecto y, éste, mediante la cadena de trazabilidad se relaciona con los laboratorios primarios o internacionales que se encuentran en la pirámide metrológica.



### 10.9 Sistemas de Calidad

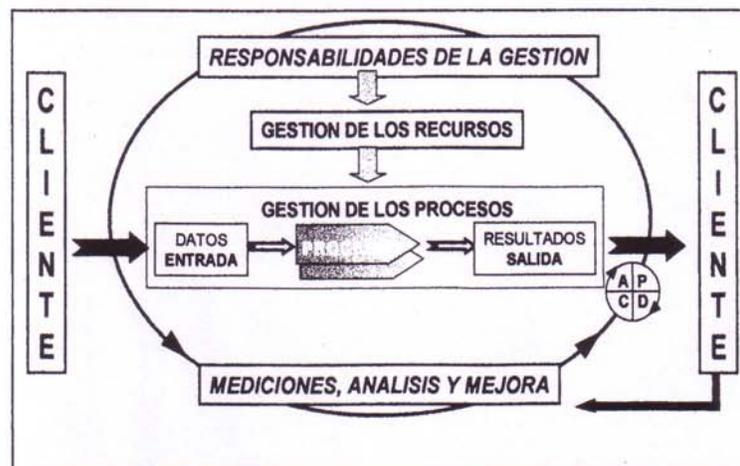
Un sistema de calidad es la estructura organizativa, las responsabilidades, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para llevar a cabo o desarrollar la gestión de la calidad.

Un sistema de calidad está diseñado para asegurar la continua repetición (repetibilidad) de un conjunto de características de producción y servicio, que han estado implícita y explícitamente de acuerdo con los requerimientos de los usuarios de los servicios o de los productos.

Las metas de un sistema de calidad son:

- ♦ Alcanzar la calidad del producto o del servicio.
- ♦ Darle confianza al cliente de que se está dando consistencia en el producto o servicio.

### PROCESO DE GESTION DE CALIDAD



**Anexo 5. CICLO DE UN EQUIPO DE MEDICIÓN EN UN SISTEMA DE CONFIRMACIÓN. Tomado de: Beneficio de los programas de Metrología en los procesos productivos en la prestación de los servicios, su relación con los sistemas de calidad. Autor: Ing. Beatriz Paniagua V. Guatemala, agosto de 2007.**

## CICLO DE UN EQUIPO DE MEDICIÓN EN UN SISTEMA DE CONFIRMACIÓN



**Anexo 6. Vigencia de los certificados de calibración: Publicación realizada por la Oficina Guatemalteca de Acreditación. Guatemala: 2006.**

## Vigencia de los certificados de calibración

Los certificados de calibración **NO TIENEN VIGENCIA**, ya que solamente certifica que la información anotada fue verificada por un equipo patrón en la fecha que aparece en el mismo certificado, no puede garantizar que un equipo va a conservar la calibración por un tiempo determinado, esto depende del uso que se de al equipo, ni tampoco puede dar un plazo de tiempo para volver a certificar o calibrar algún equipo. La mayoría de los sistemas de calidad indican que cada determinado tiempo deberán certificarse los equipos de medición partiendo de la fecha de su **COMPRA** no de la fecha del certificado, esto tiene lógica ya que este equipo que fue certificado no es usado hasta que llega al usuario final por lo tanto la fecha a considerar para una siguiente certificación de su calibración parte de la **FECHA FACTURA DE SU PROVEEDOR**, en ese momento el equipo inicia operaciones y no antes.

La única forma de tener confianza en un termómetro es teniendo su certificado de calibración. En esta forma, podemos estar seguros de que las lecturas que el termómetro nos da tienen un significado. Aun así, las industrias siguen utilizando termómetros sin certificado de calibración.

En calibración, una medición traceable o trazable es aquella en que desde el comienzo y hasta el fin de la calibración, esta puede ser identificable con valores patrón.

La Traceabilidad se define en el Vocabulario internacional de términos metrológicos como la propiedad del resultado de una medición o de un patrón tal que pueda relacionarse con referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones, teniendo todas las incertidumbres determinadas. [VIM, 6.10: 94] [UNE-EN 30012-1, 3.22: 94] [ISO/IEC GUIDE 25, 4.14: 90] [ISO/CD 10012-2. 3.20: 93]

El usuario **NO** tiene por que esperar un tiempo de entrega largo y un costo extra para recibir un equipo certificado, independientemente de la fecha de la certificación, el equipo que recibe es un equipo nuevo sin usar y con certificado de calibración NIST elaborado al momento de su fabricación.

