

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



**Implementación de un laboratorio de Metrología, para validación de
instrumentos de medición en *Ingenio Magdalena S.A***

Trabajo de graduación presentado por
Miriam Melissa Pellecer de la Cruz
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Tecnología
Industrial

Guatemala
2016

**IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE METROLOGÍA,
PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN EN
*INGENIO MAGDALENA S.A***

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



**Implementación de un laboratorio de Metrología, para validación de
instrumentos de medición en *Ingenio Magdalena S.A***

Trabajo de graduación presentado por

Miriam Melissa Pellecer de la Cruz

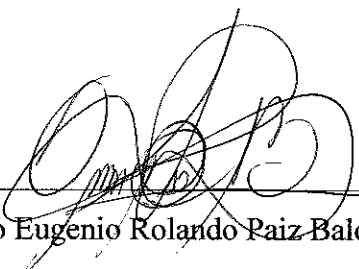
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Tecnología

Industrial

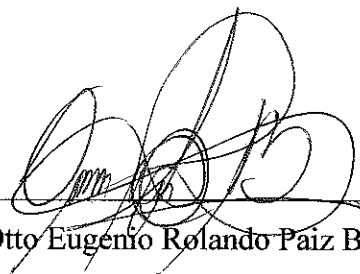
Guatemala

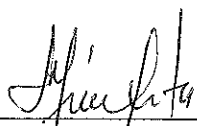
2016


Vo. Bo.:

(f) 
Ing. Otto Eugenio Rolando Paiz Balcárcel

Tribunal Examinador:

(f) 
Ing. Otto Eugenio Rolando Paiz Balcárcel

(f) 
Ing. Jorge Mendez

(f) 
Ing. Fernando Rivera

Fecha de aprobación: Guatemala 25 de Enero de 2016

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	3
III. OBJETIVOS	4
A. General	4
B. Específicos	4
IV. ANTECEDENTES	5
V. MARCO TEÓRICO	6
A. Áreas de la Metrología.	10
C. Ejecución de una medición	12
D. Tipos de patrones	13
E. ¿Qué diferencia existe entre calibración y verificación?	14
F. ¿Con qué frecuencia debo recalibrar mis patrones/instrumentos?	15
G. Recursos Humanos	16
VI. CONDICIONES ACTUALES DE LAS VERIFICACIONES DE LOS INSTRUMENTOS .	19
A. Generalidades.....	19
B. Diagrama de tiempo de verificación de instrumentos	21
C. Identificación de problemas en las verificaciones de instrumentos	31
VII. PROPUESTA DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA	34
A. Condiciones ambientales	34
B. Diseño del laboratorio/presupuesto	35
C. Personal encargado de verificaciones.....	37
D. Organigrama	41
E. Costos de inversión del laboratorio	42
VIII. COCLUSIONES	46
IX. RECOMENDACIONES	47
X. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIA DE INTERNET	48

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 INSTRUMENTOS PARA CALIBRACIÓN.....	19
FIGURA 2 EQUIPOS PATRÓN	20
FIGURA 3 MAL RESGUARDO DE EQUIPO PATRÓN PRESIÓN	31
FIGURA 4 MAL RESGUARDO EQUIPO PATRÓN TEMPERATURA.....	32
FIGURA 5 CONDICIONES INADECUADAS PARA VERIFICAR INSTRUMENTOS....	32
FIGURA 6 DISEÑO DE LABORATORIO DE METROLOGÍA.....	36

RESUMEN

Implementación de un laboratorio de Metrología, para validación de instrumentos de medición en el área en *Ingenio Magdalena S.A.*

Ingenio Magdalena es uno de los ingenios que más ventas tiene en el mercado nacional e internacional, sus clientes cada vez son más exigentes y por ello el departamento de automatización se ve con el compromiso de tener cada uno de los instrumentos en las mejores condiciones y validar las mediciones.

El trabajo consistirá, en la implementación de un laboratorio de Metrología esto con el fin de validar las mediciones de los instrumentos de temperatura, presión y balanza portátil. Ya que las verificaciones realizadas por el personal de instrumentación tienen márgenes de error; esto se debe a las malas condiciones, ambiente y falta de conocimiento de parte de instrumentistas al momento de realizar verificaciones de instrumentos.

Se mostrará el diseño adecuado para un laboratorio de Metrología, las condiciones ambientales, como se ejecutarán estas verificaciones, cuidado de los equipos patrones y la adecuada verificación de instrumentos. Por medio de un estudio financiero se sabrá el costo que tendrá y si este es rentable.

I. INTRODUCCIÓN

La Metrología es la ciencia de medición, cuyo objetivo de estudio comprende los patrones, las magnitudes y los sistemas de unidades.

La Metrología de acuerdo a su campo de aplicación se clasifica en: Metrología Legal, Metrología Industrial y Metrología Científica.

Las mediciones correctas tienen una importancia fundamental para las empresas, ayudando a ordenar y facilitar las transacciones comerciales. A menudo las cantidades y las características de un producto son resultado de un contrato entre el cliente (consumidor) y el proveedor (fabricante); las mediciones facilitan este proceso y por ende inciden en la calidad de vida del producto, protegiendo al consumidor.

La Metrología adquiere mayor importancia y se hace más énfasis en la relación que existe entre ella y la calidad, entre las mediciones y el control de la calidad, la calibración, la acreditación de laboratorios, la trazabilidad y la certificación. La Metrología es el núcleo central básico que permite el ordenamiento de estas funciones y su operación coherente las ordena con el objetivo final de mejorar y garantizar la calidad de productos y servicios.

Los beneficios de la Metrología proporcionan confianza e información sobre la variabilidad de los procesos para su control y mejoramiento. La Metrología encierra grandes ventajas y beneficios para todos los sectores industriales, destacando los siguientes:

- Incremento en el nivel de calidad de los productos
- Disminución de rechazos
- Aumento de la productividad
- Disminución de costos
- Promueve el desarrollo de un sistema armonizado de medidas, necesarias para que la industria sea competitiva.

En *Ingenio Magdalena* se quiere mejorar la Metrología, implementando un laboratorio metrológico el cual ayudará a mantener en un lugar seguro los equipos patrones de calibración y que las verificaciones de temperatura, presión y balanzas no se vean afectada por condiciones físicas y ambientales.

II. JUSTIFICACIÓN

La necesidad del laboratorio de Metrología surge, al ver que los equipos patrones e instrumentos se dañan frecuentemente, esto sucede, a que no se tiene una buena programación al momento de realizar las verificaciones, no se tiene un lugar adecuado para el resguardo de los equipos de calibración, ambiente y falta de conocimiento de parte del personal de instrumentación.

Al contar con un laboratorio de Metrología se tendrá una mejor programación para la verificación de los instrumentos de medición (masa, presión y temperatura). De esta manera el uso de equipos patrones serán más eficientes y se asegurará el proceso calibración/verificación, porque se tendrá personal capacitado, condiciones físicas y condiciones ambientales adecuadas.

III. OBJETIVOS

A. General

- Implementar un laboratorio de Metrología para obtener validaciones de instrumentos de temperatura, presión y masa.

B. Específicos

1. Centralizar el uso de equipos patrones de calibración.
2. Que las verificaciones y/o calibraciones sean realizadas por personal especializado en un lugar adecuado.
3. Realizar análisis de tiempo/movimiento para determinar tiempos de calibración y/o verificación.
4. Establecer el costo beneficio de la implementación del laboratorio de Metrología en IMSA.

IV. ANTECEDENTES

Actualmente en *Ingenio Magdalena* la verificación de instrumentos se realiza por medio de rotación de patrones, debido a la existencia de varios instrumentos en diversas áreas de fábrica. Los instrumentistas encargados llevan a cabo sus verificaciones, pero existen retrasos por la falta de coordinación al momento de intercambiar patrones, esto también provoca daño a los equipos de calibración e instrumentos.

V. MARCO TEÓRICO

La calidad es parte fundamental de los productos y servicios de cualquier empresa, motivo por el cual, las organizaciones de hoy buscan ser más competitivas a nivel mundial, contando con excelente tecnología, un buen talento humano y los recursos económicos suficientes para mantenerse en el mercado.

Para obtener productos de calidad y confiabilidad, es importante el aseguramiento de los instrumentos de medición. De ahí surge la necesidad de crear laboratorios que garanticen el aseguramiento de dichos instrumentos, con la capacidad de prestar el servicio de calibración o verificación.

La Metrología conjugada con las ciencias básicas, da el apoyo técnico en las organizaciones donde los procesos de medición, inmersos en los procesos productivos, son el soporte real para el logro del cumplimiento de requisitos, entre los más comunes están la obtención de productos conformes, la operación amigable con el ambiente, los procesos donde se asegure la inocuidad de los alimentos, así como las regulaciones legales.

Las organizaciones requieren concentrar sus esfuerzos hacia la aplicación adecuada de los conceptos metrológico para que, las actividades programadas de aseguramiento y control de los procesos, generen valor y aseguren los resultados esperados.

<http://www.aproimsa.com/files/Art20060804-1.pdf>

Metrología es la ciencia que trata de las medidas, sistemas de unidades adoptados, instrumentos usados para efectuarlos e interpretarlos, así como los métodos y normas que aplican a las mediciones. Abarca campos tales como: Metrología térmica, eléctrica, dimensional, etc.

- **Medir:** es comparar dos objetos de acuerdo a una característica física que lo distinga (magnitud) por ejemplo: su peso, temperatura, etc. No basta con decir que “un objeto es más pesado que otro” o que “está muy pesado”. Medir responde a la pregunta ¿cuántos más? o ¿cuál es su peso?
- **Sistema de medición:** es el conjunto de operaciones, procedimientos, instrumentos (software) y personal utilizado para llevar a cabo el proceso de medición.
- **Medición:** es el proceso de asignar un valor numérico como resultado de medir.
- **Valor de la medición:** es el valor asignado.
- **Instrumentos de medición:** cualquier dispositivo para obtener mediciones.
- **Mensurando:** magnitud particular sujeta a medición.
- **Unidad (de medida):** unidad particular, definida y adoptada por convención, con la cual se comparan las otras magnitudes de la misma naturaleza para expresar cuantitativamente su relación con ésta relación.

- **Calibración:** comparación de las lecturas proporcionadas por un instrumento o equipo de medición contra un patrón de mayor exactitud conocida.
- **Trazabilidad:** es la cadena de comparaciones que relaciona un instrumento con su patrón primario.

http://www.industrial.uson.mx/module/archivos/notas_metrologia.pdf

Los laboratorios encargados de prestar el servicio de calibración o verificación, son los de Metrología, ya que tienen como objetivo principal, garantizar la confiabilidad de las mediciones. La Metrología es una ciencia en constante evolución y desarrollo; muchos de los progresos tecnológicos de la actualidad se dan gracias al avance de la Metrología. La Metrología puede dividirse en las siguientes clases:

Metrología Industrial: este campo tiene como objetivo garantizar la confiabilidad de las mediciones que se realizan día a día en la industria.

Se aplica en:

- La calibración de los equipos de medición y prueba.
- La etapa de diseño de un producto o servicio.
- La inspección de materias primas, proceso y producto terminado.
- Durante el servicio técnico al producto.
- Durante las acciones de mantenimiento.
- Durante la prestación de un servicio.

Esta clase de Metrología es la que se estudiará en este trabajo.

Metrología legal a terceros: su objetivo es proteger a los consumidores para que reciban los bienes y servicios con las características que ofrecen o anuncian los diferentes fabricantes, Está dirigida a garantizar la corrección y equidad en las relaciones comerciales y a asegurar la salud de los miembros de la sociedad, así como la protección del medio ambiente. La Metrología Legal es uno de los servicios básicos que el Gobierno de un país le puede ofrecer a sus habitantes, vistos éstos tanto como consumidores como en su carácter de elementos de la comunidad productiva y comercial.

La mayor parte de los gobiernos ha comprendido que una de sus responsabilidades es la de desarrollar y mantener los elementos básicos de un sistema nacional de mediciones y velar por su adecuada aplicación. No existe un patrón único para un sistema nacional de Metrología y la política en este sentido debe ser enfocada a la luz de los objetivos de cada país y no adoptando formas tradicionales sin el estudio necesario. Cada país debe decidir cuál es su enfoque prioritario, por ejemplo, si es la protección del consumidor o el comercio justo o la protección del medio ambiente. En todo caso, se debe buscar plantear un sistema que no sea represivo sino estimulante, con un uso racional de los recursos disponibles.

Metrología científica: en este campo se investiga intensamente para mejorar los patrones, las técnicas y métodos de medición, los instrumentos y la exactitud de las medidas.

A. Áreas de la Metrología.

La Metrología también puede clasificarse según el tipo de variable que se está midiendo.

De acuerdo con este criterio se han establecido áreas como:

Masas y balanzas

Mediciones longitudinales y geométricas

Temperatura (Termometría)

Presión (Manometría)

Electricidad (Mediciones Eléctricas)

Humedad (Higrometría)

Volumen

Densidad

Tiempo y frecuencia.

<http://www.usc.edu.co/laboratorios/files/METROLOGIA%20CONCEPTOS%20Y%20MEDICIONES.pdf>

http://www.lacomet.go.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=177&Itemid=224

B. El aseguramiento metrológico y las Normas ISO 9000:2000

Control de los dispositivos de seguimiento y de medición. La organización debe determinar el seguimiento y la medición a realiza, y los dispositivos de medición y seguimiento necesarios para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con los requisitos determinados. La organización debe establecer procesos para asegurarse de que el seguimiento y medición pueden realizarse y se realizan de una manera coherente con los requisitos de seguimiento y medición.

Cuando sea necesario asegurarse de la validez de los resultados, el equipo de medición debe:

- Calibrarse o verificarse en intervalos especificados o antes de su utilización, comparado con patrones de medición trazables a patrones de medición nacional o internacional; cuando no existan tales patrones debe registrarse la base utilizada para la calibración o la verificación.

- Ajustarse o reajustarse según sea necesario.

- Identificarse para poder determinar el estado de calibración.

- Protegerse contra ajustes que pudieran invalidar el resultado de la medición.

- Protegerse contra los daños y el deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y el almacenamiento.

Además, la organización debe evaluar y registrar la validez de los resultados de las mediciones anteriores cuando se detecte que el equipo no está conforme con los requisitos. La organización debe tomar las acciones apropiadas sobre el equipo y sobre cualquier producto afectado. Deben mantenerse registros de los de la calibración y verificación.

<http://www.slideshare.net/Rokodrilo/creacin-de-un-laboratorio-de-metrologa-certificado>

C. Ejecución de una medición

Se denota que existen cuatro elementos básicos a considerar cuando ejecutamos una medición.

- **Ambientes (instalaciones):** este es influyente especialmente cuando se ejecutan mediciones de alta precisión, ya que parámetros tales como: temperatura y humedad relativa pueden hacer variar los resultados. Otros importantes factores ambientales que pueden afectar una medición según el tipo de medición que se realice son: la densidad del aire, la presión atmosférica, etc. Siendo todos ellos importantes. Esto se menciona como parámetros a tener en cuenta cuando se aplica cualquier norma metrológica, pero en especial cuándo se trata de laboratorios.
- **Procedimiento, métodos y normas:** a través de procedimientos normalmente establecidos es posible el desarrollar mediciones “confiables” cuya repetitividad puede darse aquí como en cualquier otro lugar del mundo, obteniendo los mismos resultados a través de la utilización de normas o métodos reconocidos internacionalmente.
- **Personas:** de los cuatro elementos que existen en todo el proceso de medición, las personas se consideran uno de los factores más importantes, ya que, debido a las mismas características humanas, estas tienden a no tener una conciencia metrológica real, especialmente en los niveles jerárquicos altos de las estructuras organizativas e la empresa, creando muchas veces una incultura metrológica que en la mayoría de los casos afecta grandemente los procesos de medición. Esta incluye desde la falta de responsabilidad al ejecutar una medición, hasta el mal manejo de los datos

al evaluarlos. También influyen aspectos educativos, sociales y reglamentos internos de calidad dentro de una empresa.

- Equipos e instrumentos: patrones de medida, material de referencia para llevar acabo los procesos de medición.

D. Tipos de patrones

- Patrones primarios: estos son los patrones de mayor nivel, y usualmente mantenidos por organizaciones internacionalmente reconocidas. Todos los demás patrones, deben tener trazabilidad a los patrones primarios.
 - Patrones de transferencia: son patrones secundarios que pueden ser trazados a patrones primarios. A pesar que no existe límite entre el número de patrones de transferencia que deben existir entre los patrones de trabajo, el número debe ser el menor posible.
 - Patrones de trabajo: estos patrones que son utilizados para probar los equipos de medición de la empresa. Los patrones de trabajo, son usualmente calibrados con patrones de transferencia, aunque también pueden ser calibrados con patrones primarios.
1. Programa de calibración. Elementos básicos de un programa de calibración:
 - Los procedimientos de verificación y calibración están documentados.

- Las calibraciones son realizadas en intervalos determinados. El cronograma debe ser accesible.
- Los ajustes al equipo son realizados en base a los resultados de la verificación.
- Las leyendas deben indicar la próxima calibración del equipo
- Las verificaciones realizadas verificaran que el equipo de medición utilizado puede dar la precisión y repetitividad necesaria.
- Se mantienen los registros de calibración realizados.

<http://www.monografias.com/trabajos52/gestion-calidad/gestion-calidad5.shtml#ixzz300n3aCGh>

<http://es.scribd.com/doc/34024894/ISO-10012-Sistema-de-Gestion-de-Las-Mediciones>

E. ¿Qué diferencia existe entre calibración y verificación?

La calibración, según el Vocabulario Internacional de Términos Metrológicos (VIM) es el conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida o un sistema de medida, o los valores representados por una medida materializada o por un material de referencia, y los valores correspondientes de esa magnitud realizados por patrones.

La calibración determina las características metrológicas del instrumento o del material de referencia y se realiza mediante comparación directa con patrones de medida o materiales de

referencia certificados. La calibración da lugar a un certificado de calibración y, en la mayoría de los casos, se fija una etiqueta al instrumento calibrado.

La verificación, por su parte, consiste en revisar, inspeccionar, ensayar, comprobar, supervisar, o realizar cualquier otra función análoga, que establezca y documente que los elementos, procesos, servicios o documentos están conformes con los requisitos especificados.

En cierto modo, puede decirse que la verificación es una calibración “relativa” ya que no se está tan interesado en el resultado final como en saber si, a partir de ese resultado, se cumplen o no unos requisitos especificados.

F. ¿Con qué frecuencia debo recalibrar mis patrones/instrumentos?

Esta es una cuestión difícil de contestar, ya que no existe un periodo fijo establecido. El periodo de recalibración depende de varios factores como son la frecuencia e insensibilidad de uso, esta última dependiente tanto de las condiciones ambientales, como del cuidado puesto en la manipulación (patrones) y manejo (instrumentos). También hay que considerar la deriva inherente a determinados instrumentos y patrones.

Los patrones e instrumentos nuevos deben recalibrarse con mayor frecuencia, con objeto de determinar su estabilidad metrológica a lo largo del tiempo. Asimismo, debe evaluarse la incertidumbre de medida.

Si tras varias recalibraciones se observa que la estabilidad es mejor que la incertidumbre requerida, entonces pueda ampliarse el periodo de recalibración, pudiendo alcanzar hasta un máximo de cinco años; por el contrario, si es peor, deberá acortarse el periodo de recalibración, pudiendo llegarse incluso a la calibración diaria. Por todo lo anterior, un Certificado de Calibración no incluye nunca la fecha de la próxima calibración. Es el cliente quien, en su laboratorio o empresa, debe definir el plazo de recalibración de los distintos elementos, dentro de su Sistema de Gestión de la Calidad.

http://docuteka.net/pdf/pagina-1-de-5_844aaf0e6c99280459c31e0bf2400751

G. Recursos Humanos

1. Responsabilidades del Personal. La administración de las funciones metrológicas debe definir y documentar las responsabilidades de todo el personal asignado al sistema de administración de las mediciones.

2. Guías. Estas responsabilidades pueden ser definidas en organigramas, descripciones de trabajo, instrucciones de trabajo o procedimientos.

Esta Norma Internacional no excluye el uso de personal especialista externo a las funciones metrológicas.

3. Competencia y Entrenamiento. La administración de las funciones metrológicas debe asegurar que el personal involucrado en el sistema de administración de las mediciones haya demostrado su habilidad para ejecutar sus tareas asignadas. Debe especificarse cualquier habilidad especializada requerida. La administración de las funciones metrológicas debe asegurar que se ofrezca entrenamiento para abordar las necesidades identificadas, que los registros de actividades de entrenamiento se mantengan y que la efectividad del entrenamiento sea evaluada y registrada. El personal debe estar consciente del alcance de sus responsabilidades y el impacto de sus actividades sobre la efectividad de del sistema de administración de las mediciones y la calidad de los productos.

4. Guía. La competencia puede lograrse a través de la educación, entrenamiento y experiencia, y demostrarse con exámenes o desempeño observado.

Los recursos humanos que posea la empresa son tan importantes para ejercer la actividad como los equipos disponibles. El tener en plantilla empleados/as especializados/as y bien formados/as en el ámbito de la Metrología es vital para la supervivencia de la compañía influyendo claramente en sus resultados. En cuanto a necesidades de personal, para emprender una empresa, tanto de servicios de Metrología como de mantenimiento de equipos de otros con éxito, son necesarias al menos, dos personas:

- **Ingeniero/a Industrial.** Sería el/la responsable del equipo de Metrología, además, incluso antes del inicio de la actividad, suele ser el/la encargada de las tareas comerciales, nadie mejor podrá comercializar el servicio, ya que es quien conoce a fondo la idea de negocio. También suele asumir la condición de gerente, siendo conveniente que tenga conocimientos

en administración de empresas. No obstante, como eso no es habitual en personas de perfil técnico, en principio se suele contratar una asesoría externa que se encargue de los temas contables, laborales y fiscales.

- Técnico/a de mantenimiento. Lo óptimo sería disponer de un/a profesional que cuente con experiencia profesional contrastable para realizar el mantenimiento de los equipos, además de tareas de apoyo en las actividades de Metrología.

https://innovacion.gijon.es/multimedia_objects/download?object_type=document&object_id=91359

<http://www.auto-consulting.org/RaulRdezSanchez/5.CDs.Core.Tools/CD->

[07_MSA4.Analisis.de.sistemas.de.medicion/Norma_ISO_10012_2003_Espanol.pdf](http://www.auto-consulting.org/RaulRdezSanchez/5.CDs.Core.Tools/CD-07_MSA4.Analisis.de.sistemas.de.medicion/Norma_ISO_10012_2003_Espanol.pdf)

VI. CONDICIONES ACTUALES DE LAS VERIFICACIONES DE LOS INSTRUMENTOS

A. Generalidades

Las calibraciones/verificaciones de instrumentos se realizan desde que *Ingenio Magdalena* fue adquiriendo certificaciones. Cada vez son más importantes las verificaciones para nuestros instrumentos porque de esta manera se obtiene mayor confiabilidad de ellos.

Las verificaciones de instrumentos son responsabilidad de instrumentista, estas las realizan en el lugar de trabajo, y se van rotando los instrumentos patrón.

FIGURA 1. INSTRUMENTOS PARA CALIBRACIÓN



Fuente: Imagen tomada en *Ingenio Magdalena*.

Se tiene una estantería para colocar instrumentos patrón, lugar que se utiliza muy poco porque en ocasiones las dejan en otro sitio.









FIGURA 2. EQUIPOS PATRÓN













Fuente: Imagen tomada en *Ingenio Magdalena*.

B. Diagrama de tiempo de verificación de instrumentos










PROCESO	Verificación instrumento presión	FECHA	sep-14
MÉTODO	Actual	HOJA	1 de 1
EMPRESA	<i>Ingenio Magdalena S. A</i>	ANALISTA	Melissa Pellecer

DIAGRAMA DE VERIFICACIÓN PRESIÓN		
SIMBOLO	ACTIVIDAD	TIEMPO
	Quitar las tapaderas	0.50000001
	Conectar manguera de entrada y salida de presión.	0.50000001
	Conectare transmisor al DP/PA.	0.50000001
	Encender computadora	0.75000002
	Ingresar al programa Simatic PDM	0.75000002
	Escanear red para obtener elementos	0.38333334
	Ingresar a instrumento dado doble clic	0.05
	Descargar datos del transmisor	0.25000001



PROCESO	Verificación instrumento presión	FECHA	sep-14
MÉTODO	Actual	HOJA	1 de 2
EMPRESA	<i>Ingenio Magdalena S. A</i>	ANALISTA	Melissa Pellecer

	Revisar configuración y ajustar	0.26666667
	Descargar nueva configuración	0.33333334
	Ingresar a calibración	0.26666667
	Llenar datos y guardar	1
	calcular fórmula	2
	Conectar el patrón Fluke 718-100G/ 718-30G	0.50000001
	Aplicar presión de 25%	1
	Comparar datos y ajustar (si es necesario)	0.16666667
	Aplicar presión de 50%	0.90000002
	Comparar datos y ajustar (si es necesario)	0.16666667









PROCESO	Verificación instrumento presión	FECHA	sep-14
MÉTODO	Actual	HOJA	1 de 3
EMPRESA	Ingenio Magdalena S. A	ANALISTA	Melissa Pellecer

	Aplicar presión de 75%	0.66666668
	Comparar datos y ajustar (si es necesario)	0.16666667
	Aplicar presión de 100%	0.60000001
	Comparar datos y ajustar (si es necesario)	0.16666667
	Llenar registro	3
	Desconectar transmisor del patrón	0.50000001
	Desconectare transmisor del DP/PA	0.50000001
	Colocar etiqueta de calibración	1
	Guardar para su entrega	
TOTALES		16.8833335










PROCESO	Verificación instrumento presión	FECHA	sep-14
MÉTODO	Actual	HOJA	1 de 4
EMPRESA	<i>Ingenio Magdalena S. A</i>	ANALISTA	Melissa Pellecer

RESUMEN DE DIAGRAMA DE VERIFICACIÓN DE PRESIÓN			
Simbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo
	Operación	26	16.88
	Almacenamiento	1	0
TOTALES		27	16.88



PROCESO	Verificación instrumento temperatura	FECHA	sep-14
MÉTODO	Actual	HOJA	1 de 1
EMPRESA	Ingenio Magdalena S. A	ANALISTA	Melissa Pellecer

DIAGRAMA DE VERIFICACIÓN TEMPERATURA		
SIMBOLO	ACTIVIDAD	TIEMPO
	Quitar las tapaderas del transmisor.	0.50000001
	Introducir transmisor al patrón fluke	0.50000001
	Conectar transmisor al DP/PA	0.50000001
	Encender computadora	0.75000002
	Ingresar al programa Simatic PDM	0.75000002
	Escanear para obtener datos	0.38333334
	Ingresar a instrumento dando doble clic	0.05
	Descargar datos del transmisor	0.25000001



PROCESO	Verificación instrumento temperatura	FECHA	sep-14
MÉTODO	Actual	HOJA	1 de 2
EMPRESA	<i>Ingenio Magdalena S. A</i>	ANALISTA	Melissa Pellecer

	Revisar configuración y ajustar	0.26666667
	Descargar nueva configuración	0.33333334
	Ingresar a calibración	0.26666667
	Llenar datos y guardar	1
	Divida el span de transmisor	1
	Aplicar temperatura de 25% al transmisor mediante el patrón	20
	Comparar datos y ajustar (si es necesario)	0.16666667
	Aplicar temperatura de 50% al transmisor mediante el patrón	12
	Comparar datos y ajustar (si es necesario)	0.16666667
	Aplicar temperatura de 75% al transmisor mediante el patrón	10



PROCESO	Verificación instrumento temperatura	FECHA	sep-14
MÉTODO	Actual	HOJA	1 de 3
EMPRESA	Ingenio Magdalena S. A	ANALISTA	Melissa Pellecer

	Comparar datos y ajustar (si es necesario)	0.16666667
	Aplicar temperatura de 100% al transmisor mediante el patrón	6
	Comparar datos y ajustar (si es necesario)	0.16666667
	Llenar registro	3
	Desconectar transmisor del patrón	0.50000001
	Desconectare transmisor del DP/PA	0.50000001
	Colocar etiqueta de calibración	1
	Guardar para su entrega	
	TOTALES	60.2166668



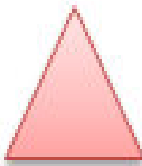
PROCESO	Verificación instrumento temperatura	FECHA	sep-14
MÉTODO	Actual	HOJA	1 de 4
EMPRESA	Ingenio Magdalena S. A	ANALISTA	Melissa Pellecer

RESUMEN DE DIAGRAMA DE VERIFICACIÓN DE TEMPERATURA			
Simbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo
	Operación	25	16.88
	Almacenamiento	1	0
TOTALES		26	60.21

PROCESO	Verificación instrumento balanza	FECHA	sep-14
MÉTODO	Actual	HOJA	1 de 1
EMPRESA	Ingenio Magdalena S. A	ANALISTA	Melissa Pellecer

DIAGRAMA DE VERIFICACIÓN BASCULA		
SIMBOLO	ACTIVIDAD	TIEMPO
	Limpiar plato de bascula	1
	Verifique que este a cero	0.03333333
	Ajustar (si no estuviera a cero)	0.50000001
	Colocar masa patrón	0.50000001
	Verificar peso	0.36666667
	Ajustar (si fuera necesario)	0.50000001
	Llenar registro	2
	Guardar para su entrega	
TOTALES		4.90000004

PROCESO	Verificación instrumento balanza	FECHA	sep-14
MÉTODO	Actual	HOJA	1 de 2
EMPRESA	Ingenio Magdalena S. A	ANALISTA	Melissa Pellecer

RESUMEN DE DIAGRAMA DE VERIFICACIÓN DE BALANZA			
Simbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo
	Operación	5	4.501
	Inspección	2	0.399
	Almacenamiento	1	0
TOTALES		8	4.9

C. Identificación de problemas en las verificaciones de instrumentos

Las verificaciones que se realizan, presentan ineficiencia, debido a las inadecuadas condiciones ambientales y físicas donde estas se ejecutan. También se debe a que el personal no tiene las capacidades necesarias, no se le ha capacitado para que realicen sus verificaciones adecuadamente.

La mala ubicación de instrumentos patrón provoca que estos vayan perdiendo su vida útil de calibración. Es importante que se encuentren en un lugar seguro con buenas condiciones físicas y ambientales.

FIGURA 3. MAL RESGUARDO DE EQUIPO PATRÓN PRESIÓN



Fuente: imagen tomada en *Ingenio Magdalena*

FIGURA 4. MAL RESGUARDO PATRÓN TEMPERATURA

Fuente: imagen tomada en *Ingenio Magdalena*

FIGURA 5. CONDICIONES INADECUADAS PARA VERIFICAR INSTRUMENTOS

Fuente: imagen tomada en *Ingenio Magdalena*

Otro punto importante es que la rotación de instrumentos patrón provoca, que estos se dañen frecuentemente por la mala manipulación de varias personas y también retrasa verificaciones si no se tiene una buena coordinación.

VII. PROPUESTA DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA

A. Condiciones ambientales

Para el óptimo funcionamiento del laboratorio de Metrología es absolutamente necesario el control de las condiciones ambientales.

Las instalaciones para el laboratorio de Metrología, incluidas, son: las fuentes de energía, la iluminación y las condiciones ambientales, estas deben facilitar la correcta realización de las verificaciones.

El laboratorio debe estar asegurado de que las condiciones ambientales no invaliden los resultados ni comprometan la calidad de las mediciones. A continuación, se le presentaran los requisitos para la implementación del laboratorio de Metrología:

Temperatura: $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

Humedad: $50\% \pm 15\%$

Iluminación: 700 – 800 lux

La temperatura es importante controlarla porque esta puede causar daños en los equipos de medición o invalidar las verificaciones, es muy importante mantener la temperatura de manera constante.

Usualmente conviene que la humedad sea la menor posible porque acelera la oxidación de los instrumentos (comúnmente de acero); sin embargo, para lograr la mejor habitabilidad del laboratorio no puede ser menor del 50 % ni mayor del 75 %. Si se llega a sobrepasar este último valor, la humedad puede afectar al laboratorio

La iluminación para mediciones manuales entre 700 y 800 lux. Debe llegarse a un equilibrio entre cubrir las necesidades del operador para trabajar y evitar una excesiva radiación de calor sobre los equipos. Se recomienda mantener luces encendidas todo el tiempo, ya que el encendido y apagado genera un error cíclico en función de la contracción y dilatación de la máquina y las piezas sometidas a medición.

B. Diseño del laboratorio/presupuesto

El diseño se realizó aprovechando parte del taller de instrumentación. El diseño que se pensó queda de la siguiente manera:

- Almacén donde se colocarán los instrumentos y llegan o salen del laboratorio.
- Cuenta con una oficina y una sala de reuniones/capacitaciones.

- Área de verificación de instrumentos de presión.
- Área de verificación de instrumentos de temperatura.
- Área de verificación de balanzas portátil.

FIGURA 6. DISEÑO DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



Fuente: Plano *Ingenio Magdalena*

C. Personal encargado de verificaciones

Para reducir el margen de error al momento de realizar calibración/verificación, se pensó en capacitar a dos personas del departamento de instrumentación, de esta manera se podrán validar mediciones a los instrumentos.

Para saber la cantidad del personal que necesitábamos, era necesario saber con cuantos instrumentos patrones se cuenta actualmente en *Ingenio Magdalena*, así como también el total de instrumentos (presión, temperatura, balanza).

TABLA 1 TOTAL INSTRUMENTOS PATRÓN

Cantidad	Instrumentos patrón
1	Calibrador de presión Fluke 718-100G
1	Calibrador de presión Fluke 718-30G
1	Calibrador de temperatura Fluke 9144
1	Masa de 3.81 kg

Fuente datos *Ingenio Magdalena*

TABLA 2 TOTAL INSTRUMENTOS

Cantidad	Instrumentos
5	Balanzas portátil
390	Instrumentos de temperatura
328	Instrumentos de presión

Fuente datos *Ingenio Magdalena*

Gracias al estudio realizado de tiempos/movimientos, se conoce el tiempo de verificación que cada instrumento necesita. Lo podemos observar en esta tabla.

TABLA 3 TIEMPO PARA CALIBRAR INSTRUMENTOS

Instrumentos a calibrar	Tiempo
Instrumentos de temperatura	1 hora
Instrumentos de presión	20 min
Balanzas	5min

Fuente datos *Ingenio Magdalena*

En la siguiente tabla observaremos la cantidad de personas que son necesarias para las verificaciones y el tiempo que tardarán en realizarlas. Se planea que una persona, se encargue de ver instrumentos de presión y la otra de temperatura, al terminar los de presión, ayudar con los de temperatura y por último los dos realicen el de básculas. Claro esto dependerá de la necesidad de uso del instrumento.

TABLA 4 CANTIDAD DE PERSONAL Y TIEMPO EN VERIFICAR INSTRUMENTOS DE TEMPERTATURA

	horas por día	horas por semana	horas por mes	tiempo de verif/h.
Temperatura	5	25	115	1

Fuente datos *Ingenio Magdalena*

Ins verif/ día	Ins verif/ semana	Ins verif/ mes	cant persona	Total inst. que deben verificar
5	25	115	1	390

TABLA 5 CANTIDAD DE PERSONAL Y TIEMPO EN VERIFICAR INSTRUMENTOS DE PRESIÓN

	minutos por día	minutos por semana	minutos por mes	tiempo de verif/min
Presión	300	1500	6900	20

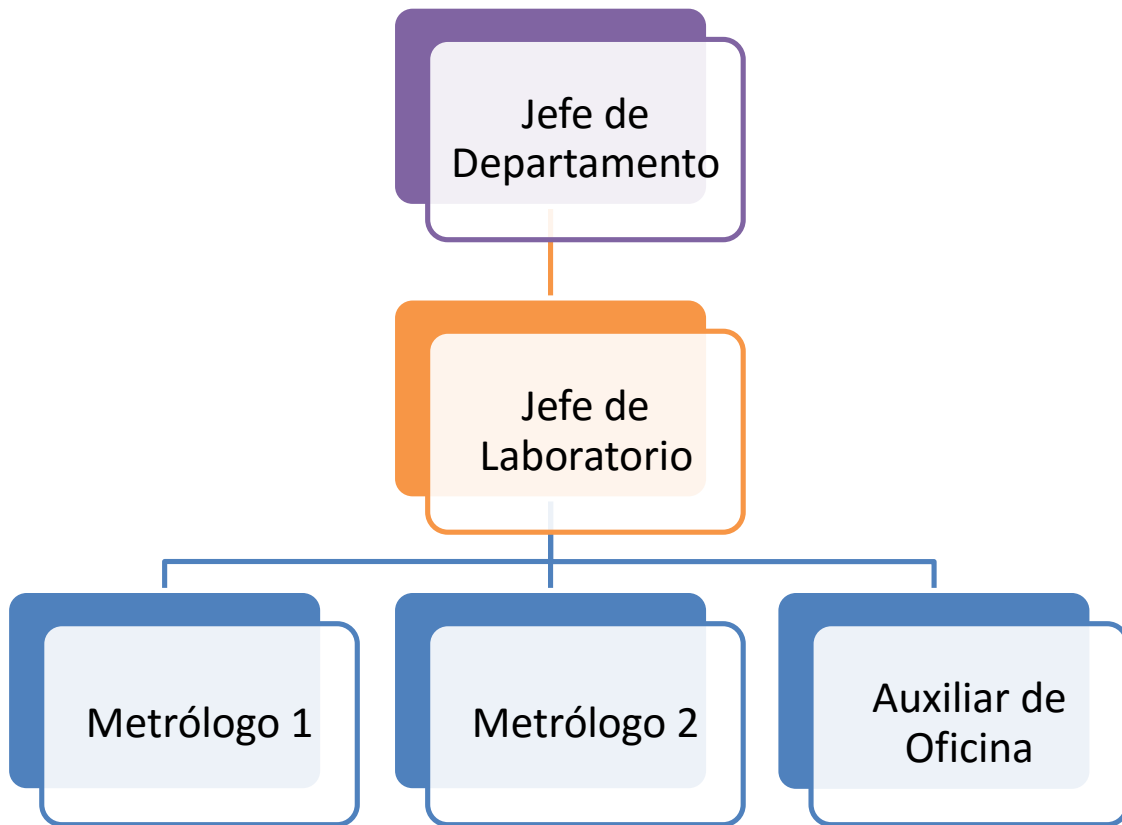
Ins verif/ día	Ins verif/ semana	Ins verif/ mes	cant persona	Total inst. que deben verificar
15	75	345	1	328

Fuente análisis de tiempos y datos *Ingenio Magdalena*

TABLA 6 CANTIDAD DE PERSONAL Y TIEMPO EN VERIFICAR INSTRUMENTO DE BALANZA

	tiempo verif min	cant. Balanza	cant. Per	tiempo total verif/min
Balanza	5	5	1	25

Fuente análisis de tiempos y datos *Ingenio Magdalena*

D. Organigrama

E. Costos de inversión del laboratorio

Se conocerá el costo de inversión inicial de la propuesta para la implementación del laboratorio de Metrología analizado, para ello se evaluó el precio del mobiliario que se utilizará, el costo de construcción del laboratorio, el cual se analizó con personal de obra civil de *Ingenio Magdalena*. También se analizó el costo del mantenimiento de equipos, capacitaciones, jefe de Metrología y gasto de energía. Estos precios se muestran en las siguientes tablas:

TABLA 7 COSTOS

MOBILIARIO			
Cantidad	Descripción	Costo Unitario Q.	Costo total Q.
3	Mesa para laboratorio	5500	16500
1	Mesa para sala de reuniones		0
9	Sillas	800	7200
2	Estanterías	1200	2400
1	Repisas	1800	1800
TOTAL		9300	27900

CONSTRUCCIÓN	
Obra gris cuesta	Q 1,500.00 m2
Obra gris + acabados cuesta	Q 2,000.00 m2
Obra gris + acabados + instalaciones cuesta	Q 2,500.00 m2

El laboratorio tiene 190 m2 X Q. 2500.00 = Q 475,000.00

MANTENIMIENTO	
Descripción	Costo Q.
Calibrador de presión Fluke 718-100G	680
Calibrador de presión Fluke 718-30G	680
Calibrador de temperatura Fluke 9144	725
Masa de 3.81 kg	980
TOTAL	3065

CONTINUACIÓN TABLA 7 COSTOS

OTROS	
Descripción	Costo Q.
Jefe de Metrología	105600
Capacitaciones	10100
TOTAL	115700

COSTO TOTAL	
Mobiliario	27900
Construcción	475,000
Mantenimiento de equipo	3,065
Otros (Jefe de Metrología y capacitaciones)	115,700
Total	502900

Fuente datos *Ingenio Magdalena*

F. Costo de energía

En las siguientes tablas se muestran los cálculos para conocer el costo de energía del laboratorio para aires de 36000BTU los cuales permanecerán encendidos las 24 horas del día, también se calculó la iluminación.

TABLA 8 COSTOS DE ENERGÍA

Datos:	
Voltaje A/C	18A
Voltaje luz	1.067 A
Voltaje Tomacorrientes	3.33A
Corriente1	208V
Corriente2	120V
Horas	24h

Fórmulas
$P=V.I$
Costo Anual= $P*horas*Costo$ Kw-hw

CONTINUACIÓN TABLA 8 COSTOS DE ENERGÍA**Aire acondicionado**

$$P=208*18$$
$$P= 3744 \text{ kW}$$

$$\text{Costo anual} = 3744 * 8736 * 0.75$$
$$\text{Costo anual} = 24530.68$$

Iluminación

$$P=120*1.067$$
$$P= 128.04 \text{ kW}$$

$$\text{Costo anual} = 128.04 * 8736 * 0.75$$
$$\text{Costo anual} = 838.91$$

Tomacorrientes

$$P=120*3.33$$
$$P= 399.6 \text{ kW}$$

$$\text{Costo anual} = 399.6 * 8736 * 0.75$$
$$\text{Costo anual} = 2618.17$$

El gasto de energía total del laboratorio sería el siguiente:

$$\text{Total} = \text{Q.27987.76}$$

Fuente datos Ingenio *Magdalena*

G. Costos de reparación y calibración de los instrumentos patrones

Se realizó un estudio de los costos que actualmente se tienen en *Ingenio Magdalena* por los servicios de reparación y calibración de instrumentos patrones. Estos datos salieron del sistema de compras.

TABLA 9 COSTOS REPARACION Y MANTENIMIENTO

Reparación de equipo patrón	
Descripción	Costo Q.
Calibrador de presión fluke 718-100G	1250,00
Calibrador de presión fluke 718-30G	1250,00
Calibrador de temperatura fluke 9144	1350,00
Masa de 3.81 kg	935,00
TOTAL	4785,00

Calibración de patrón	
Descripción	Costo Q.
Calibrador de presión fluke 718-100G	4100,2
Calibrador de presión fluke 718-30G	4100,2
Calibrador de temperatura fluke 9144	6810,31
Masa de 3.81 kg	2320
TOTAL	17330,71

Reparación de equipo patrón + calibración de patrón=	22115,71
---	-----------------

Fuente datos *Ingenio Magdalena*

VIII. CONCLUSIONES

Al momento de centralizar los equipos patrones e instrumentos en un lugar seguro como el laboratorio, evitamos que estos se encuentren en condiciones inseguras como lo observamos en las imágenes.

Con el análisis de tiempos y movimientos observamos que con dos personas es suficiente para realizar las verificaciones, y esto ayuda a mejorar el margen de error de los instrumentos de medición.

El costo beneficio de la implementación del laboratorio es factible, aunque se recupere a largo plazo, ya que la implementación del laboratorio da al ingenio más seguridad y confiabilidad a los clientes y además se pueden evitar varios inconvenientes de medidas metrológicas que afecten el proceso o entrega de producto final dando esto grandes pérdidas para la empresa.

IX. RECOMENDACIONES

Implementar laboratorio de Metrología para mejorar las mediciones realizadas en el *Ingenio Magdalena*.

Resguardar adecuadamente los equipos patrones para alargar tiempo de vida, realizar las verificaciones en ambiente y condiciones adecuadas para validar mediciones.

Tener personal capacitado para realizar las verificaciones de instrumentos, para evitar error en mediciones, daño en el equipo e instrumentos

X. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIA DE INTERNET

- Casanova, Manrique A. 1994. *Metrología básica*. Barcelona. Edebé profesional. 312 paginas.
- Metrologia conceptos y mediciones. <http://www.usc.edu.co/laboratorios/files/METROLOGIA%20CONCEPTOS%20Y%20MEDICIONES.pdf> [10 de abril del 2014]
- Centro municipal de empresas, ayuntamiento de gijón. Laboratorio de metrología industrial. https://innovacion.gijon.es/multimedia/objects/download?object_type=documento&object_id=91359 [20 de abril del 2014]
- Alpízar Loaiza, Luz Mary. Importancia de la metrología en la industria azucarera. <http://www.aproimsa.com/files/Art20060804-1.pdf> [2 de marzo del 2014]
- Henry. Creación de un laboratorio de metrología certificado. <http://www.slideshare.net/Rokodrilo/creacin-de-un-laboratorio-de-metrologia-certificado> [5 de marzo del 2014]
- Sistemas de gestión de las mediciones. <http://es.scribd.com/doc/34024894/ISO-10012-Sistema-de-Gestion-de-Las-Mediciones> [25 de abril del 2014]
- De Sanchez, Raúl. Análisis de sistemas de medición. http://www.autoconsulting.org/RaulRdezSanchez/5.CDs.Core.Tools/CD-07_MSA4.Analisis.de.sistemas.de.medicion/Norma_ISO_10012_2003_Espanol.pdf [17 de marzo del 2014]
- Javier. Clases de magnitudes. http://www.industrial.uson.mx/module/archivos/notas_metrologia.pdf [8 de marzo del 2014]
- Herbas Torrico, Boris Christian. Sistemas de gestión de la calidad. <http://www.monografias.com/trabajos52/gestion-calidad/gestion-calidad5.shtml#ixzz300n3aCGh> [18 de marzo del 2014]