



SENNOVA
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

Grindda
REVISTA

CALIDAD Y METROLOGÍA: IMPORTANCIA Y HERRAMIENTAS PARA EL SECTOR PRODUCTIVO.



CALIDAD Y METROLOGÍA: IMPORTANCIA Y HERRAMIENTAS PARA EL SECTOR PRODUCTIVO

QUALITY AND METROLOGY: IMPORTANCE AND TOOLS FOR THE PRODUCTIVE SECTOR

Diego Fernando Zamora Blandón¹, Diana Cristina Cárdenas Marulanda²,

Mariana Hincapie Quinchia³, Diana Zulay Ramírez Marín⁴, Catalina Pérez Muñoz⁵

Resumen

Calidad y metrología una combinación fundamental para cualquier sector productivo; las mediciones confiables son necesarias para lograr una mayor eficiencia de los procesos productivos y calidad de los productos en mercados cada vez más competitivos; en este artículo se analiza la participación de la metrología como pilar de la infraestructura de la calidad en Colombia y se proponen algunas herramientas técnicas que le permitirán a las empresas y laboratorios emergentes aclarar usos básicos de la metrología y la manera de involucrarla en los sistemas de gestión.

¹ Ingeniero Físico, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Gestor Técnico, dizamora@sena.edu.co, ORCID

² Ms.C, Ingeniera de Alimentos, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Gestora de Calidad, dcardenasm@sena.edu.co, ORCID

³ Esp., Ingeniera en Mecatrónica, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Apoyo Técnico II, mhincapieq@sena.edu.co, ORCID ID

⁴ Ingeniera Física, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Apoyo Profesional, dzramirez@sena.edu.co, ORCID ID

⁵ Tecnóloga en Automatización, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Apoyo Técnico, catperez@sena.edu.co, ORCID ID



Abstract

Quality and metrology a fundamental combination for any productive sector; reliable measurements are necessary to achieve greater efficiency of production processes and product quality in increasingly competitive markets; in this article, analyzes the participation of metrology as a pillar of the quality infrastructure in Colombia and proposes some technical tools that will allow emerging companies and laboratories to clarify basic uses of metrology and how to involve it in management systems

Palabras clave: Metrología, Calidad, Sector productivo, Herramientas Técnicas.

Keywords: Metrology, Quality, Productive Sector, Technical Tools.





1. Introducción.

La globalización y el cambio continuo ha hecho que muchas empresas e industrias crucen fronteras tanto nacionales como internacionales, mercado que ya no está basado primordialmente en materias primas sino en productos manufacturados y alta tecnología; haciendo que los países industrializados dispongan de un gran número de normas y reglamentos técnicos relacionados con las actividades de comercio, que tengan acceso a metrología, servicios de ensayo, evaluación de calidad, certificación y acreditación; todos estos elementos conforman la Infraestructura de la Calidad (Sanetra & Marbán, 2007).

Todos los componentes de la Infraestructura de la Calidad son esenciales para la producción y el comercio. Los países en vía de desarrollo que deseen atraer inversión extranjera deben considerar implementar una adecuada infraestructura de la calidad (Sanetra & Marbán, 2007); infraestructura que busca que los servicios y productos nacionales e importados ofrecidos a los consumidores cumplan condiciones que promuevan la seguridad y calidad, brinden confianza en las transacciones comerciales, promuevan la productividad y competitividad de los diferentes sectores productivos y de comercio del país y la protección de los consumidores. Teniendo en cuenta esto, Colombia cuenta con su propia infraestructura de la calidad llamada Subsistema Nacional de la Calidad de Colombia (SICAL) en la *Figura 1* se observan sus pilares tal como lo establece el decreto 1471 del 5 de agosto de 2014.

Figura 1. Pilares del Subsistema Nacional de la Calidad en Colombia (SICAL)



De acuerdo con lo expuesto, los laboratorios de calibración y ensayo hacen parte de uno de los pilares del SICAL, como Organismos de Evaluación de la Conformidad (OEC), aportando a las cadenas productivas nacionales del país, contribuyendo a que los sectores ofrezcan servicios y productos de calidad. Para demostrar la competencia técnica estos laboratorios deben ser evaluados por un ente acreditador, para el caso de Colombia de acuerdo con el decreto 1595 del 2015 es el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia – ONAC; esta evaluación se realiza con base a los requisitos de la norma “ISO/IEC 17025 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”. Otro de los pilares del SICAL y el cual abarca este artículo es la metrología, tema que será abordado en cuatro segmentos de la siguiente manera: el primer segmento que abarca los conceptos principales, el segundo que analiza la interacción de los sistemas de gestión y la metrología y en el cual se presenta una propuesta para el adecuado uso e interpretación de dichos temas, el tercero examina el impacto de la metrología y la calidad en los mercados y en el comercio, y finalmente el cuarto segmento consolida algunas de las herramientas técnicas que le permiten a las empresas aclarar usos básicos de la metrología y la manera de involucrarla en los sistemas de gestión.



2. Reflexión.

2.1 Calidad y Metrología.

Calidad y Metrología son conceptos que analizados individualmente son reconocidos y ampliamente usados, tal vez el primero con mayor apogeo y esto debido a que calidad corresponde al grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto, servicio, producto, entre otros, cumplen con los requisitos (adaptado de (NTC-ISO-9000, 2015)); convirtiéndose así, en la meta y el objetivo por alcanzar de cualquier empresa u organización que independientemente de su tamaño o propósito, se han dedicado a incluir desde hace décadas dicho concepto, el cual ha evolucionado hasta reconocerse como una cultura y que ha logrado impactar a nivel social, tecnológico, económico, entre otros. Así mismo la metrología, concepto que poco a poco está incursionando en Colombia y que tomando un papel primordial como ciencia de las mediciones y sus aplicaciones (CEM, 2012) fortalece de forma directa la calidad de un país. Ahora bien, la interacción de estos dos conceptos es contundente y se evidencia en el interés de involucrarlos cada vez más, así lo expresa J.M. Echeverría en su artículo (Echeverría, 2019): *“la metrología como apoyo a la gestión de la calidad es fundamental, pues da ese soporte científico que es necesario para tomar decisiones basados en información veraz. Conocer más de esta ciencia es una inversión fundamental para aquellos que quieran gestionar calidad como debe de ser”*.

2.2 Sistemas de Gestión y Metrología.

El conjunto de normas de la familia ISO (www.iso.org) y la aplicación de sus sistemas de gestión han contribuido a la transformación de empresas, organizaciones y hasta de países, permitiendo la eliminación de barreras, la estandarización, la integración de sistemas, entre muchas otras ventajas de su uso como herramienta estratégica. Cada día es más común escuchar como las empresas comparten el reconocimiento obtenido a partir de la certificación o acreditación, ya sea desde el ámbito voluntario o como condición para poder acceder a mercados nacionales o internacionales. La mayoría de las normas de la familia ISO aún con diversos campos de aplicación, manejan elementos comunes que permiten integrar sistemas de gestión y manejarlo en un eje transversal; sin embargo, quizás uno de los requisitos que más dificultad presenta al momento de analizar, interpretar e incluir son los requisitos relacionados con las mediciones; desconociendo que el cumplimiento de las normas y el desarrollo de la metrología forman parte, complementan y retroalimentan a la calidad (Ramentol, 2020). A continuación, se presenta en la tabla comparativa *Tabla 1* la identificación de algunas de las normas más aplicadas y su relación entre ellas en cuanto a características generales y en cuanto a requisitos relacionados con la metrología, ya que uno de los errores más comunes que se cometen durante la implementación de la norma con más crecimiento correspondiente a la ISO 9001, es asumir que la metrología solo participa en el numeral 7.1.5 Recursos de seguimiento y medición, numeral que puede llegar a afectar al sistema de gestión; no es posible pensar, planificar ni realizar acción o actividad sanitaria alguna sin

considerar las regulaciones, los dispositivos de medición y los criterios de calidad (Ramentol, 2020).

Tabla 1. Comparativo entre norma certificable, norma acreditable y norma de apoyo.

| CARACTERISTICAS | ISO 9001 (NTC-ISO-9001, 2015) | ISO/IEC 17025 (NTC-ISO-IEC- 17025, 2017) | ISO 10012 (NTC-ISO-10012, 2003) |
|-------------------------------------|---|--|--|
| OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN | Especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad. Aplicable a todas las organizaciones, sin importar su tipo o tamaño, o los productos y servicios suministrados. | Especifica los requisitos generales para la competencia, la imparcialidad y la operación coherente de los laboratorios (ensayos, calibración y muestreo). * Para los laboratorios | Especifica requisitos genéricos y proporciona orientación para la gestión de los procesos de medición y para la confirmación metrológica del equipo de medición utilizado para apoyar y demostrar el cumplimiento de requisitos metrológicos |

| CARACTERÍSTICAS | ISO 9001 (NTC-ISO-9001, 2015) | ISO/IEC 17025 (NTC-ISO-IEC- 17025, 2017) | ISO 10012 (NTC-ISO-10012, 2003) |
|---|---|--|--|
| | | clínicos aplica la norma ISO 15189 | |
| TIPO DE FORMALIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN | Certificable | Acreditable Los laboratorios que cumplen con este documento también operarán en general de acuerdo con los principios de la Norma ISO 9001. | Esta norma internacional no está prevista para ser utilizada como requisito para demostrar conformidad con las normas ISO 9000, o cualquier otra norma y no está prevista para ser un sustituto o una adición de los requisitos de la norma ISO/IEC 17025. |
| Numerales relacionados directamente o | 4.4 ; 6.1 ; 7.1.2 ; 7.1.3 ; 7.1.5 ; 7.1.5.1 ; | 6 ; 6.1 ; 6.2 ; 6.3 ; 6.4 ; 6.5 ; 6.6 ; 7.2 ; 7.4 ; 7.5 ; 7.6 ; 7.7 | 5.1 ; 6. ; 7 ; 7.1 ; 7.2 ; 7.3 ; 8. |

| CARACTERISTICAS | ISO 9001 (NTC-ISO-9001, 2015) | ISO/IEC 17025 (NTC-ISO-IEC- 17025, 2017) | ISO 10012 (NTC-ISO-10012, 2003) |
|--------------------------------------|---|--|---------------------------------------|
| indirectamente con metrología | 7.1.5.2 ; 7.2 ; 8.1 ; 8.2 ; 8.3 ; 8.4 ; 8.5 ; 8.6 ; 8.7 ; 10. | ; 7.8 ; 7.10 ; 8.5 ; 8.6. | |

Es importante que la metrología sea reconocida e involucrada no solo en los requisitos que requieren control directo de las mediciones o los requisitos de trazabilidad metrológica, su participación debe extenderse a requisitos en los que la metrología no está directamente referenciada, pero en los cuales apoya indirectamente a requisitos como la gestión de riesgos, la gestión de cambios, los procesos de selección de proveedores - compras, entre otros, que finalmente direccionan y aportan a la mejora. La calidad y la metrología, por tanto, están en constante evolución y son objeto de innovación (INM, 2018).

Una vez reconocido el impacto de la metrología en los sistemas de gestión se considera trascendental una mayor asimilación de conceptos relacionados que generen buenos hábitos de aplicación y soluciones, ya que prácticamente todas las empresas sean grandes, medianas o pequeñas, tienen necesidades metrológicas, aunque no siempre las reconocen como tales (RNM, 2007). Se presenta en la *Tabla 2* algunos de los casos más comunes relacionados con metrología y en los que se da una inadecuada interpretación y no solo esto, sino que además

desafortunadamente se transfieren y mantienen a través del tiempo; sin embargo, se espera que ante los esfuerzos de generar una cultura de la metrología se pueda contribuir así a una transformación, ya que normalización y metrología son los apoyos en los que, conjuntamente con la Calidad, la Innovación y la I + D, se asienta el progreso (Ogáyar & Lozano, 2007).

Tabla 2. Uso adecuado de algunos términos relacionados a calidad y metrología

| Inadecuado uso o interpretación de temas relacionados con metrología y sistemas de gestión | Adecuado uso o interpretación de temas relacionados con metrología y sistemas de gestión |
|--|--|
| “Equipo trazable” o “trazable a la organización” | La trazabilidad al ser una cadena ininterrumpida y documentada se refiere a los resultados de medición que han sido establecidos en un tiempo y lugar determinado. |
| Certificado de calibración en la hoja de vida del equipo, solo con el propósito de mostrarlo al auditor. | La calibración de un instrumento cualquiera implica una “fotografía” en un tiempo y lugar determinado, en este se evidencia el estado metrológico y de allí se debe desprender la toma de decisiones para usarlo o no según su uso previsto. |
| Descalibrado | Por la definición de calibración como una comparación respecto a un equipo patrón, los |



| | |
|---|--|
| | <p>instrumentos no se descalibran; por tanto, el termino adecuado es el de desajuste, el cual implica que un ajuste llevaría consigo pasos y actividades que lleven las lecturas a valores que ya se tienen preestablecidos.</p> |
| <p>Los equipos se tienen que calibrar cada año</p> | <p>Los tiempos para recalibrar un instrumento de medición involucra un análisis respecto a componentes como tiempo de uso, deriva, tipo de instrumento y otros elementos más que son analizados bajo las recomendaciones de la guía ILAC G24 OIML D10.</p> <p>Los autores recomiendan además apoyarse de otros documentos como la recomendación practica RP-1 de 2010 de NCSL International.</p> |
| <p>Generar expectativas o confusiones por el uso de expresiones como: el laboratorio está acreditado, sin identificar bajo que norma y alcance.</p> | <p>La expresión de laboratorio acreditado bajo la norma correspondiente debe estar acompañada y asociada sólo con los servicios que están cubiertos por el alcance de la acreditación y no con cualquier otra actividad en la que el laboratorio pueda estar involucrado.</p> |



Finalmente, desde los retos que ha sumido la metrología en cuanto a su intervención en los sistemas de gestión y en el sector productivo, también se presenta el reto a nivel de Colombia de asegurar que la agenda nacional de competitividad e innovación del país incorpore y defina prioridades de política pública en temas de metrología, beneficiando el desarrollo productivo de la industria (INM, 2018). Analizando también desde otros aspectos que pueden generar retos científicos, sociales, económicos y que generan impacto hasta nivel mundial, podemos identificar el desarrollo tecnológico, aspecto en que la metrología ya se encuentra investigando e incursionando a la industria 4.0; también otro aspecto identificado es el estado de emergencia y la necesidad de contribuir a la generación de soluciones a uno de los retos actuales que tiene la metrología como es el caso de la pandemia COVID-19 y que puede asemejarse al análisis realizado por el Instituto Nacional de Metrología respecto al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) que específicamente para el caso de la ‘salud y el bienestar’ — el ODS que busca asegurar la cobertura universal facilitando medicamentos y vacunas seguras y asequibles para todos —, la metrología contribuye con el proceso de investigación y desarrollo. De esta manera, se da respuesta a las preocupaciones de salud, seguridad y ambiente satisfechas a través de productos y servicios de exportación y de consumo interno, con miras al bienestar de la población (INM, 2018).

Metrología y calidad siempre estarán directamente relacionadas, no existe comercio sin confianza - no existe confianza sin calidad – no existe calidad sin medida – no existe medida sin calibración



– no existe calibración sin trazabilidad al SI – no hay comercio ni calidad, sin metrología (RNM, 2007).

2.3 Impacto de la Calidad y la Metrología.

La metrología es crítica para el buen funcionamiento de una economía. Los mercados de bienes y servicios se desenvuelven dentro de un marco regulatorio e institucional que condicionan su desarrollo. Parte importante de este marco lo constituye todo lo relacionado con la conformidad que los bienes y servicios deben presentar con estándares y requisitos de seguridad, calidad e inocuidad que protegen a los consumidores y orientan a los productores. Las mediciones confiables son necesarias para lograr una mayor eficiencia de los procesos productivos y calidad de los productos en mercados cada vez más competitivos. También para la transferencia tecnológica, la investigación, el desarrollo de nuevos productos y servicios y la innovación. Asimismo, se precisan las mediciones confiables para mejorar el uso eficiente de los recursos.

La metrología adquiere mayor importancia y enfatiza en el vínculo que existe entre ella y la calidad, por ende, las mediciones correctas, control de calidad, y las certificaciones tienen un fuerte impacto en las organizaciones, ya que facilitan y establecen las actividades comerciales.

Tanto sectores públicos como privados indagan, establecen y consolidan una confianza; dicha confianza la puede obtener de una organización que refiere un Sistema de Gestión de Calidad y garantice propuestas de gestión adicionales que brinden convicción del compromiso y del acatamiento de estas.



El éxito y la supervivencia de las empresas dependen del equilibrio de la oportunidad de competir sobre las mismas bases que las organizaciones con mayor recorrido, lo cual hace que la administración deba ser eficiente y eficaz. “Lo que no se mide no se puede controlar”, esta frase resume lo pertinente de la metrología en los procesos organizacionales.

Desde el enfoque de comercio nacional, una de las principales fuentes de actividad económica en el país, para el año 2019, las Pymes tienen especial reconocimiento, al representar más del 90 % del sector productivo nacional, generando aproximadamente el 80 % del empleo en Colombia (Mintrabajo, 2019). Por tal razón hay aspectos de importante consideración en la pequeña y mediana empresa, ejemplo de ello es la necesidad de implementar estándares que permita velar por la integridad del personal, del proceso administrativo y del producto o servicio; para dar cumplimiento a lo anterior, y de forma paralela a la disposición para llevar a cabo las actividades de la Pyme, es esencial, contar con la sensibilización pertinente en temas transversales y específicos para la empresa en cuanto a calidad y gestión se refiere.

Por otro lado, el comercio internacional depende cada vez más de la metrología, aumentando anualmente en un 15 %, con alrededor de un 80 % relacionado con patrones o normativas, según la OCDE. El consumidor final de productos adquiridos o servicios facturados por magnitudes medidas (masa, longitud, volumen, energía consumida, etc.), no tiene ni los medios ni los conocimientos necesarios para verificar las cantidades de producto o la medida de las magnitudes involucradas en la transacción y la única alternativa con que cuenta es confiar en que las



actuaciones de la metrología, a través de los controles metrológicos e inspecciones que establecen los Estados, aseguren la exactitud de las transacciones (CEM, 2019).

La mayoría de las fallas en una fábrica de producción se relacionan directamente con la falta de un sistema de aseguramiento metrológico; no se hace referencia al instrumento de medición, el factor humano también es parte vital en este proceso. Es decir, se puede tener el mejor instrumento, verificado y calibrado, pero si el personal técnico no tiene la competencia para manipularlo, no se logrará interpretar de manera adecuada y eficiente los valores.

El pesaje de mercancías para la exportación e importación en los puertos se realiza generalmente en básculas camioneras de 60 t (1 t = 1 000 kg), encontrándose un intervalo de 10 t a 40 t para el peso bruto de mercancía más vehículo. Asociando estos elementos a un ejemplo concreto tenemos que un producto cuyo valor por tonelada de peso sea de USD \$ 600 en un barco con capacidad de carga de 10 000 t, estando el instrumento de pesar apto para el uso, se podría tener una diferencia de USD \$12 000 por cada barco despachado o recibido. Este ejemplo deja claro el impacto económico de la metrología en las transacciones comerciales tanto de exportación como de importación y las pérdidas que pueden ser mayores de no estar debidamente verificadas las básculas por un órgano competente, y su incidencia en el control de los recursos (Ponce & Leonard, 2006).

2.4 Herramientas para Sistemas de Medición

Algunas de las herramientas más utilizadas tanto en la industria como en los Laboratorios de Metrología tanto de Ensayo como Calibración se describen a continuación:

- Programación de verificación de Métodos:** Las actividades tanto dentro de los laboratorios de calibración y ensayo como en la industria deben ser actividades programadas y abordadas de forma sistemática y planificada, algunos de los aspectos por ejemplo para la comprobación de métodos son: fecha de realización, responsable, método y procedimiento (incluida versión, año, edición), objetivo, alcance, parámetros a confirmar, cronograma de actividades, materiales y equipos.

Figura 2. Ejemplo de programa de verificación de métodos.

| Fecha: | Método de medición: | | |
|---------------------------|------------------------------|------------|------------|
| Responsable: | Norma técnica / Publicación: | | |
| Realiza: | OBSERVACIONES: | | |
| Revisa y aprueba: | | | |
| OBJETIVO: | | | |
| ALCANCE: | | | |
| CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES | | | |
| # | Descripción | Inicio | Fin |
| 1. | | | |
| 2. | | | |
| 3. | | | |
| 4. | | | |
| 5. | | | |
| 6. | | | |
| 7. | | | |
| 2018-02-15 | 2018-03-15 | 2018-04-15 | 2018-05-15 |
| 2018-06-15 | 2018-07-15 | 2018-08-15 | 2018-09-15 |
| 2018-10-15 | 2018-11-15 | 2018-12-15 | 2019-01-15 |
| 2019-02-15 | 2019-03-15 | 2019-04-15 | 2019-05-15 |
| 2019-06-15 | 2019-07-15 | 2019-08-15 | 2019-09-15 |
| 2019-10-15 | 2019-11-15 | 2019-12-15 | 2020-01-15 |
| 2020-02-15 | 2020-03-15 | 2020-04-15 | 2020-05-15 |
| 2020-06-15 | 2020-07-15 | 2020-08-15 | 2020-09-15 |
| 2020-10-15 | 2020-11-15 | 2020-12-15 | 2021-01-15 |
| 2021-02-15 | 2021-03-15 | 2021-04-15 | 2021-05-15 |
| 2021-06-15 | 2021-07-15 | 2021-08-15 | 2021-09-15 |
| 2021-10-15 | 2021-11-15 | 2021-12-15 | 2022-01-15 |
| 2022-02-15 | 2022-03-15 | 2022-04-15 | 2022-05-15 |
| 2022-06-15 | 2022-07-15 | 2022-08-15 | 2022-09-15 |
| 2022-10-15 | 2022-11-15 | 2022-12-15 | 2023-01-15 |
| 2023-02-15 | 2023-03-15 | 2023-04-15 | 2023-05-15 |
| 2023-06-15 | 2023-07-15 | 2023-08-15 | 2023-09-15 |
| 2023-10-15 | 2023-11-15 | 2023-12-15 | 2024-01-15 |
| 2024-02-15 | 2024-03-15 | 2024-04-15 | 2024-05-15 |
| 2024-06-15 | 2024-07-15 | 2024-08-15 | 2024-09-15 |
| 2024-10-15 | 2024-11-15 | 2024-12-15 | 2025-01-15 |
| 2025-02-15 | 2025-03-15 | 2025-04-15 | 2025-05-15 |
| 2025-06-15 | 2025-07-15 | 2025-08-15 | 2025-09-15 |
| 2025-10-15 | 2025-11-15 | 2025-12-15 | 2026-01-15 |
| 2026-02-15 | 2026-03-15 | 2026-04-15 | 2026-05-15 |
| 2026-06-15 | 2026-07-15 | 2026-08-15 | 2026-09-15 |
| 2026-10-15 | 2026-11-15 | 2026-12-15 | 2027-01-15 |
| 2027-02-15 | 2027-03-15 | 2027-04-15 | 2027-05-15 |
| 2027-06-15 | 2027-07-15 | 2027-08-15 | 2027-09-15 |
| 2027-10-15 | 2027-11-15 | 2027-12-15 | 2028-01-15 |
| 2028-02-15 | 2028-03-15 | 2028-04-15 | 2028-05-15 |
| 2028-06-15 | 2028-07-15 | 2028-08-15 | 2028-09-15 |
| 2028-10-15 | 2028-11-15 | 2028-12-15 | 2029-01-15 |
| 2029-02-15 | 2029-03-15 | 2029-04-15 | 2029-05-15 |
| 2029-06-15 | 2029-07-15 | 2029-08-15 | 2029-09-15 |
| 2029-10-15 | 2029-11-15 | 2029-12-15 | 2030-01-15 |
| 2030-02-15 | 2030-03-15 | 2030-04-15 | 2030-05-15 |
| 2030-06-15 | 2030-07-15 | 2030-08-15 | 2030-09-15 |
| 2030-10-15 | 2030-11-15 | 2030-12-15 | 2031-01-15 |
| 2031-02-15 | 2031-03-15 | 2031-04-15 | 2031-05-15 |
| 2031-06-15 | 2031-07-15 | 2031-08-15 | 2031-09-15 |
| 2031-10-15 | 2031-11-15 | 2031-12-15 | 2032-01-15 |
| 2032-02-15 | 2032-03-15 | 2032-04-15 | 2032-05-15 |
| 2032-06-15 | 2032-07-15 | 2032-08-15 | 2032-09-15 |
| 2032-10-15 | 2032-11-15 | 2032-12-15 | 2033-01-15 |
| 2033-02-15 | 2033-03-15 | 2033-04-15 | 2033-05-15 |
| 2033-06-15 | 2033-07-15 | 2033-08-15 | 2033-09-15 |
| 2033-10-15 | 2033-11-15 | 2033-12-15 | 2034-01-15 |
| 2034-02-15 | 2034-03-15 | 2034-04-15 | 2034-05-15 |
| 2034-06-15 | 2034-07-15 | 2034-08-15 | 2034-09-15 |
| 2034-10-15 | 2034-11-15 | 2034-12-15 | 2035-01-15 |
| 2035-02-15 | 2035-03-15 | 2035-04-15 | 2035-05-15 |
| 2035-06-15 | 2035-07-15 | 2035-08-15 | 2035-09-15 |
| 2035-10-15 | 2035-11-15 | 2035-12-15 | 2036-01-15 |
| 2036-02-15 | 2036-03-15 | 2036-04-15 | 2036-05-15 |
| 2036-06-15 | 2036-07-15 | 2036-08-15 | 2036-09-15 |
| 2036-10-15 | 2036-11-15 | 2036-12-15 | 2037-01-15 |
| 2037-02-15 | 2037-03-15 | 2037-04-15 | 2037-05-15 |
| 2037-06-15 | 2037-07-15 | 2037-08-15 | 2037-09-15 |
| 2037-10-15 | 2037-11-15 | 2037-12-15 | 2038-01-15 |
| 2038-02-15 | 2038-03-15 | 2038-04-15 | 2038-05-15 |
| 2038-06-15 | 2038-07-15 | 2038-08-15 | 2038-09-15 |
| 2038-10-15 | 2038-11-15 | 2038-12-15 | 2039-01-15 |
| 2039-02-15 | 2039-03-15 | 2039-04-15 | 2039-05-15 |
| 2039-06-15 | 2039-07-15 | 2039-08-15 | 2039-09-15 |
| 2039-10-15 | 2039-11-15 | 2039-12-15 | 2040-01-15 |
| 2040-02-15 | 2040-03-15 | 2040-04-15 | 2040-05-15 |
| 2040-06-15 | 2040-07-15 | 2040-08-15 | 2040-09-15 |
| 2040-10-15 | 2040-11-15 | 2040-12-15 | 2041-01-15 |
| 2041-02-15 | 2041-03-15 | 2041-04-15 | 2041-05-15 |
| 2041-06-15 | 2041-07-15 | 2041-08-15 | 2041-09-15 |
| 2041-10-15 | 2041-11-15 | 2041-12-15 | 2042-01-15 |
| 2042-02-15 | 2042-03-15 | 2042-04-15 | 2042-05-15 |
| 2042-06-15 | 2042-07-15 | 2042-08-15 | 2042-09-15 |
| 2042-10-15 | 2042-11-15 | 2042-12-15 | 2043-01-15 |
| 2043-02-15 | 2043-03-15 | 2043-04-15 | 2043-05-15 |
| 2043-06-15 | 2043-07-15 | 2043-08-15 | 2043-09-15 |
| 2043-10-15 | 2043-11-15 | 2043-12-15 | 2044-01-15 |
| 2044-02-15 | 2044-03-15 | 2044-04-15 | 2044-05-15 |
| 2044-06-15 | 2044-07-15 | 2044-08-15 | 2044-09-15 |
| 2044-10-15 | 2044-11-15 | 2044-12-15 | 2045-01-15 |
| 2045-02-15 | 2045-03-15 | 2045-04-15 | 2045-05-15 |
| 2045-06-15 | 2045-07-15 | 2045-08-15 | 2045-09-15 |
| 2045-10-15 | 2045-11-15 | 2045-12-15 | 2046-01-15 |
| 2046-02-15 | 2046-03-15 | 2046-04-15 | 2046-05-15 |
| 2046-06-15 | 2046-07-15 | 2046-08-15 | 2046-09-15 |
| 2046-10-15 | 2046-11-15 | 2046-12-15 | 2047-01-15 |
| 2047-02-15 | 2047-03-15 | 2047-04-15 | 2047-05-15 |
| 2047-06-15 | 2047-07-15 | 2047-08-15 | 2047-09-15 |
| 2047-10-15 | 2047-11-15 | 2047-12-15 | 2048-01-15 |
| 2048-02-15 | 2048-03-15 | 2048-04-15 | 2048-05-15 |
| 2048-06-15 | 2048-07-15 | 2048-08-15 | 2048-09-15 |
| 2048-10-15 | 2048-11-15 | 2048-12-15 | 2049-01-15 |
| 2049-02-15 | 2049-03-15 | 2049-04-15 | 2049-05-15 |
| 2049-06-15 | 2049-07-15 | 2049-08-15 | 2049-09-15 |
| 2049-10-15 | 2049-11-15 | 2049-12-15 | 2050-01-15 |
| 2050-02-15 | 2050-03-15 | 2050-04-15 | 2050-05-15 |
| 2050-06-15 | 2050-07-15 | 2050-08-15 | 2050-09-15 |
| 2050-10-15 | 2050-11-15 | 2050-12-15 | 2051-01-15 |
| 2051-02-15 | 2051-03-15 | 2051-04-15 | 2051-05-15 |
| 2051-06-15 | 2051-07-15 | 2051-08-15 | 2051-09-15 |
| 2051-10-15 | 2051-11-15 | 2051-12-15 | 2052-01-15 |
| 2052-02-15 | 2052-03-15 | 2052-04-15 | 2052-05-15 |
| 2052-06-15 | 2052-07-15 | 2052-08-15 | 2052-09-15 |
| 2052-10-15 | 2052-11-15 | 2052-12-15 | 2053-01-15 |
| 2053-02-15 | 2053-03-15 | 2053-04-15 | 2053-05-15 |
| 2053-06-15 | 2053-07-15 | 2053-08-15 | 2053-09-15 |
| 2053-10-15 | 2053-11-15 | 2053-12-15 | 2054-01-15 |
| 2054-02-15 | 2054-03-15 | 2054-04-15 | 2054-05-15 |
| 2054-06-15 | 2054-07-15 | 2054-08-15 | 2054-09-15 |
| 2054-10-15 | 2054-11-15 | 2054-12-15 | 2055-01-15 |
| 2055-02-15 | 2055-03-15 | 2055-04-15 | 2055-05-15 |
| 2055-06-15 | 2055-07-15 | 2055-08-15 | 2055-09-15 |
| 2055-10-15 | 2055-11-15 | 2055-12-15 | 2056-01-15 |
| 2056-02-15 | 2056-03-15 | 2056-04-15 | 2056-05-15 |
| 2056-06-15 | 2056-07-15 | 2056-08-15 | 2056-09-15 |
| 2056-10-15 | 2056-11-15 | 2056-12-15 | 2057-01-15 |
| 2057-02-15 | 2057-03-15 | 2057-04-15 | 2057-05-15 |
| 2057-06-15 | 2057-07-15 | 2057-08-15 | 2057-09-15 |
| 2057-10-15 | 2057-11-15 | 2057-12-15 | 2058-01-15 |
| 2058-02-15 | 2058-03-15 | 2058-04-15 | 2058-05-15 |
| 2058-06-15 | 2058-07-15 | 2058-08-15 | 2058-09-15 |
| 2058-10-15 | 2058-11-15 | 2058-12-15 | 2059-01-15 |
| 2059-02-15 | 2059-03-15 | 2059-04-15 | 2059-05-15 |
| 2059-06-15 | 2059-07-15 | 2059-08-15 | 2059-09-15 |
| 2059-10-15 | 2059-11-15 | 2059-12-15 | 2060-01-15 |
| 2060-02-15 | 2060-03-15 | 2060-04-15 | 2060-05-15 |
| 2060-06-15 | 2060-07-15 | 2060-08-15 | 2060-09-15 |
| 2060-10-15 | 2060-11-15 | 2060-12-15 | 2061-01-15 |
| 2061-02-15 | 2061-03-15 | 2061-04-15 | 2061-05-15 |
| 2061-06-15 | 2061-07-15 | 2061-08-15 | 2061-09-15 |
| 2061-10-15 | 2061-11-15 | 2061-12-15 | 2062-01-15 |
| 2062-02-15 | 2062-03-15 | 2062-04-15 | 2062-05-15 |
| 2062-06-15 | 2062-07-15 | 2062-08-15 | 2062-09-15 |
| 2062-10-15 | 2062-11-15 | 2062-12-15 | 2063-01-15 |
| 2063-02-15 | 2063-03-15 | 2063-04-15 | 2063-05-15 |
| 2063-06-15 | 2063-07-15 | 2063-08-15 | 2063-09-15 |
| 2063-10-15 | 2063-11-15 | 2063-12-15 | 2064-01-15 |
| 2064-02-15 | 2064-03-15 | 2064-04-15 | 2064-05-15 |
| 2064-06-15 | 2064-07-15 | 2064-08-15 | 2064-09-15 |
| 2064-10-15 | 2064-11-15 | 2064-12-15 | 2065-01-15 |
| 2065-02-15 | 2065-03-15 | 2065-04-15 | 2065-05-15 |
| 2065-06-15 | 2065-07-15 | 2065-08-15 | 2065-09-15 |
| 2065-10-15 | 2065-11-15 | 2065-12-15 | 2066-01-15 |
| 2066-02-15 | 2066-03-15 | 2066-04-15 | 2066-05-15 |
| 2066-06-15 | 2066-07-15 | 2066-08-15 | 2066-09-15 |
| 2066-10-15 | 2066-11-15 | 2066-12-15 | 2067-01-15 |
| 2067-02-15 | 2067-03-15 | 2067-04-15 | 2067-05-15 |
| 2067-06-15 | 2067-07-15 | 2067-08-15 | 2067-09-15 |
| 2067-10-15 | 2067-11-15 | 2067-12-15 | 2068-01-15 |
| 2068-02-15 | 2068-03-15 | 2068-04-15 | 2068-05-15 |
| 2068-06-15 | 2068-07-15 | 2068-08-15 | 2068-09-15 |
| 2068-10-15 | 2068-11-15 | 2068-12-15 | 2069-01-15 |
| 2069-02-15 | 2069-03-15 | 2069-04-15 | 2069-05-15 |
| 2069-06-15 | 2069-07-15 | 2069-08-15 | 2069-09-15 |
| 2069-10-15 | 2069-11-15 | 2069-12-15 | 2070-01-15 |
| 2070-02-15 | 2070-03-15 | 2070-04-15 | 2070-05-15 |
| 2070-06-15 | 2070-07-15 | 2070-08-15 | 2070-09-15 |
| 2070-10-15 | 2070-11-15 | 2070-12-15 | 2071-01-15 |
| 2071-02-15 | 2071-03-15 | 2071-04-15 | 2071-05-15 |
| 2071-06-15 | 2071-07-15 | 2071-08-15 | 2071-09-15 |
| 2071-10-15 | 2071-11-15 | 2071-12- | |

- Hoja de vida de equipamiento:** El seguimiento al estado del equipamiento, así como las condiciones de almacenamiento y funcionamiento entre otras características, son uno de los registros fundamentales para el buen uso y monitoreo del estado de patrones, equipos auxiliares y equipos de medición; a continuación, se muestran algunos elementos para la elaboración de hojas de vida incluye pero no se limita a: nombre del equipo, marca, modelo y número de serie, código interno, ubicación, intervalo(s) de medición/generación e intervalo de uso, división de escala, resolución, versiones de software y hardware cuando aplique, anexos como fichas técnicas, manuales, informes de comprobación metrológica, bitácoras de entradas/salidas, resultados de calibración, comprobación intermedia, mantenimiento y fotografías del equipo. Un ejemplo para abordar esta herramienta es la que se muestra en la **Figura 3**.

Figura 3. Segmento ejemplo de hoja de vida (*Cortesía: Laboratorio de Metrología CPIC Sena Caldas*).

| NOMBRE DE INSTRUMENTOS Y/O DISPOSITIVOS | | Código interno ID | |
|---|-------------------------------------|---|-------------|
| Fabricante y/o Marca: | Código SENA | | |
| Modelo: | Magnitud: | | |
| Serie: | Ubicación: | | |
| Intervalo de Medición []: | Fecha Compra: | Fecha Recepción: | |
| División de escala []: | Fecha Puesta en Marcha: | | |
| Exactitud / Exactitud [%FS]: | Tipo de Instrumento/Dispositivo: | | |
| Conexión []: | Estado del Instrumento/Dispositivo: | | |
| Breve descripción del instrumento/equipo, funciones, intervalos de medición y escalas adicionales entre otros necesarios. | | | |
| DOCUMENTOS Y ACCESORIOS | | | |
| Código interno ID | Descripción | Código interno ID | Descripción |
| | | | |
| | | | |
| PROVEEDOR | | | |
| Distribuidor: | Correo Electrónico: | | |
| Contacto: | Página Web: | | |
| Teléfono / Ext.: | Dirección: | | |
|  Vista principal | |  Vista secundaria (opcional) | |
| N/A | No aplica | Observaciones, especificaciones y/o notas en general del instrumento/dispositivo en el Anexo A. | |
| N/F | No Especificado | Descripción para diligenciar el presente documento en el Anexo A. | |

- **Matriz de Brechas:** Esta herramienta permite evidenciar de forma objetiva el cumplimiento de un proceso de medición, calibración o ensayo; para ello se debe considerar en una primera instancia la selección del método que buscamos verificar, y en una segunda el grado de cumplimiento con respecto a lo que el laboratorio o empresa tiene a disposición; en caso tal de no contar con dicho elemento se procederá a buscar mediante la adquisición u optar por implementar otro método, ver **Figura 5**.

Figura 5. Segmento de matriz de brechas para la actualización de un método de calibración (Cortesía: Laboratorio de Metrología CPIC Sena Caldas).

| Texto en Documento de Referencia (Anterior Versión) |
|--|
| <p>6.1.5. Racores, Llaves de Aislamiento y Tuberías</p> <p>Es importante disponer de tuberías adecuadas al fluido y la presión utilizadas, así como de los racores, llaves y purgas que cumplan con las normas vigentes de seguridad.</p> <p>Para medida de presiones neumáticas bajas es recomendable el uso de tuberías de nylon flexibles; para presiones hidráulicas de tuberías de acero inoxidable.</p> |
| Texto en Documento de Referencia (Actual Versión) |
| <p>5.1.5. Racores, llaves de aislamiento y tuberías</p> <p>Es importante disponer de tuberías adecuadas al fluido y la presión utilizadas, así como de los racores, llaves y purgas que cumplan con las normas vigentes de seguridad.</p> <p>Para medida de presiones neumáticas bajas es recomendable el uso de tuberías de nylon flexibles; para presiones hidráulicas de tuberías de acero inoxidable.</p> |
| Observaciones y evidencias |
| <ul style="list-style-type: none"> • No existen diferencias significativas entre versión anterior y actual. • El Laboratorio de Metrología cuenta con tuberías para aire y agua, así como racores, llaves fijas principalmente en material acero inoxidable como se muestra en las siguientes fotografías. |
| |
| <p>¿CUMPLE? "X"</p> <p>NO SI X SI CON OBSERVACIONES</p> |



3. Conclusiones

La interacción de la metrología y calidad es una herramienta útil para el sector productivo, queda demostrado en este análisis que el engranaje y sinergia de estos elementos en los sistemas de gestión, va más allá de unas ventajas ampliamente difundidas que no necesitan convencimiento, ya que el mismo sector productivo en su día a día lo han experimentado; de esta manera, la recomendación que dilucidamos para poner a disposición del sector productivo, es a obtener el mejor provecho de dicha interacción mediante la aplicación de unas buenas prácticas de medición y del uso de herramientas técnicas, combinados con la interpretación de resultados para la toma de decisiones y proyección hacia la mejora; en ese sentido, quedan reflexionados argumentos para que las empresas cumplan los requisitos de los sistemas de gestión, no motivados simplemente por evitar hallazgos o por obtener un reconocimiento (certificación o acreditación) sino de ir más allá a los impactos, sostenimiento y madurez, aspectos que son influenciados por la metrología y calidad.

A nivel país se evidencian avances para Colombia y se resalta el esfuerzo realizado desde el Subsistema Nacional de la Calidad de Colombia (SICAL) y el Instituto Nacional de Metrología (INM), que comparados con otros países solo hasta hace poco culminaron las fases de creación y llevan poco tiempo de participación e intervención; sin embargo, siempre han reconocido a la metrología como una estrategia nacional y como una apuesta por el mejoramiento de la calidad.



El uso correcto y adecuado de terminología permite la comunicación y la toma de decisiones coherentes y enfocados a los resultados esperados, herramientas y actividades como la comprobación metrológica de equipamiento, la documentación de procedimientos, instructivos, métodos y el registro de formatos adecuados para la evidencia de dichas actividades permite trabajar de forma sistematizada, organizada y coherente con los objetivos de cada organización, de ahí la importancia de dedicar especial atención a la creación y puesta en marcha del uso de algunas herramientas como las que se han expuesto en el presente artículo.

La metrología es aplicable a todo tipo de actividad económica y se considera como un aspecto transversal y de gran impacto en una empresa, no solo en un proceso de producción sino también para la sostenibilidad de esta, por lo cual se debe lograr una aceptación y sensibilización efectiva de este tema en los integrantes de la compañía desde el rol que desempeñe cada uno en ella.

“La espina dorsal de nuestro mundo de alta tecnología es la metrología, la ciencia de la medición. Todos los aspectos de nuestra vida cotidiana están afectados por ella. Unas mediciones cada vez más precisas y fiables son esenciales para impulsar la innovación y el crecimiento económico en nuestra economía basada en el conocimiento. La medición fiable y trazable permite a la comunidad científica en general construir mejores instrumentos y hacer una mejor ciencia. Abre nuevos territorios a la industria, creando espacio y oportunidades para innovar. Es imprescindible”

4. Referencias.

CEM, C. E. d. M. (2012). JCGM 200: 2008 Vocabulario Internacional de Metrología Conceptos fundamentales y generales, y Términos asociados (VIM). *Traducción al español del VIM 3ª Edición*, 88.

CEM, C. E. d. M. (2019). *La Metrología también existe*

Echeverría, J. M. (2019). La metrología, apoyo científico fundamental de la gestión de la calidad. *Revista científica Ingeniería y Ciencia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar*, 2(12).

INM, I. N. d. M. d. C. (2018). *Estrategia Nacional de Metrología - Una Apuesta por el Mejoramiento de la Calidad*.

Mintrabajo. (2019). “MiPymes representan más de 90% del sector productivo nacional y generan el 80% del empleo en Colombia”: ministra Alicia Arango. 2020, from <https://www.mintrabajo.gov.co/>

NTC-ISO 9000 Sistemas de gestión de la calidad - fundamentos y vocabulario (2015).



NTC-ISO 9001 Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (2015).

NTC-ISO 10012 Sistema de gestión de la medición. Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición. (2003).

NTC-ISO/IEC 17025 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración (2017).

Ogáyar, J. M. A., & Lozano, L. C. (2007). *Metrología y Calidad: Grado de desarrollo de los modelos de gestión y marco legal de la metrología en España*. Paper presented at the XI Congreso de Ingeniería de Organización.

Ponce, Y. R., & Leonard, A. R. H. (2006). Evaluación de la Conformidad y Metrología. *Boletín Científico Técnico INIMET*.

Ramentol, C. C. L. (2020). Aseguramiento metrológico para la implementación de un sistema de gestión de la calidad. *Archivo Médico Camagüey*, 24(2).

RNM, R. N. d. M. d. C. (2007). *El ojómetro no está de moda - Guía de metrología para Pymes*.



Sanetra, D. C., & Marbán, R. M. (2007). Enfrentando el desafío global de la calidad: una infraestructura nacional de la calidad - Physikalisch Technische Bundesanstalt PTB.

