



*Estudio para la aplicación de un sistema de metrología normalizado aplicable en talleres automotrices*

*Study for the application of a standardized metrology system applicable in automotive workshops*

*Estudo para aplicação de um sistema de metrologia normalizado aplicável em oficinas automóveis*

Ramiro Enrique Guaman Chavez <sup>I</sup>  
[reguamanc@itsjapon.edu.ec](mailto:reguamanc@itsjapon.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-5593-4981>

Patricio Isidro Cruel Preciado <sup>II</sup>  
[isidrocruel@gmail.com](mailto:isidrocruel@gmail.com)  
<https://orcid.org/0009-0005-6686-1115>

**Correspondencia:** [reguamanc@itsjapon.edu.ec](mailto:reguamanc@itsjapon.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 26 de agosto de 2024 \* **Aceptado:** 24 de septiembre de 2024 \* **Publicado:** 13 de octubre de 2024

- I. Instituto Universitario Japón, Ecuador.
- II. Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador.

## Resumen

Este artículo aborda la importancia crítica de la metrología en el contexto actual de las relaciones comerciales globales, destacando su rol en la gestión de la calidad, la calibración de equipos y la certificación empresarial, a pesar de los avances tecnológicos y la implementación de sistemas de gestión de calidad como la norma ISO 9001, las empresas ecuatorianas, especialmente las PYMES, enfrentan desafíos significativos debido a la falta de conocimientos sobre la capacidad de medición y la competencia técnica. La investigación revela que, aunque se posee un plan de calibración, el sistema de medición de la empresa evaluada no cumple con los estándares deseados de confiabilidad, evidenciando una necesidad de mejorar el sistema metrológico para optimizar la calidad y reducir los costos operativos. La metodología empleada incluye un enfoque cuantitativo con encuestas y observaciones directas, utilizando el estadígrafo Chi cuadrado para analizar la necesidad de un sistema metrológico estandarizado. Los resultados muestran un estado regular de los equipos de medición y un conocimiento limitado sobre normas y tolerancias, afectando la precisión de las mediciones y la economía empresarial. La conclusión subraya la necesidad de adoptar un sistema de metrología basado en normas internacionales para mejorar la calidad, reducir costos y fortalecer la competitividad en el mercado.

**Palabras Clave:** calibración de equipos; norma ISO 9001; control de calidad.

## Abstract

This article addresses the critical importance of metrology in the current context of global trade relations, highlighting its role in quality management, equipment calibration and business certification. Despite technological advances and the implementation of quality management systems such as ISO 9001, Ecuadorian companies, especially SMEs, face significant challenges due to a lack of knowledge about measurement capacity and technical competence. The research reveals that, although a calibration plan is in place, the measurement system of the evaluated company does not meet the desired standards of reliability, evidencing a need to improve the metrological system to optimize quality and reduce operating costs. The methodology used includes a quantitative approach with surveys and direct observations, using the Chi-square statistic to analyze the need for a standardized metrological system. The results show a regular state of the measurement equipment and limited knowledge about standards and tolerances, affecting the accuracy of measurements and business economy. The conclusion underlines the need to adopt a

metrology system based on international standards to improve quality, reduce costs and strengthen market competitiveness.

**Keywords:** equipment calibration; ISO 9001 standard; quality control.

## Resumo

Este artigo aborda a importância crítica da metrologia no contexto atual das relações comerciais globais, destacando o seu papel na gestão da qualidade, na calibração de equipamentos e na certificação empresarial, apesar dos avanços tecnológicos e da implementação de sistemas de gestão da qualidade como a norma ISO 9001. As empresas equatorianas, especialmente as PME, enfrentam desafios significativos devido à falta de conhecimento sobre a capacidade de medição e a competência técnica. A investigação revela que, embora exista um plano de calibração, o sistema de medição da empresa avaliada não cumpre os padrões de fiabilidade desejados, evidenciando a necessidade de melhorias no sistema metrológico para otimizar a qualidade e reduzir os custos operacionais. A metodologia utilizada inclui uma abordagem quantitativa com levantamentos e observações diretas, utilizando o estatístico Qui-quadrado para analisar a necessidade de um sistema metrológico padronizado. Os resultados mostram um estado regular dos equipamentos de medição e um conhecimento limitado sobre os padrões e tolerâncias, afetando a precisão das medições e a economia do negócio. A conclusão realça a necessidade de adoção de um sistema metrológico baseado em normas internacionais para melhorar a qualidade, reduzir custos e reforçar a competitividade no mercado.

**Palavras-chave:** calibração de equipamentos; Norma ISO 9001; controlo de qualidade.

## Introducción

La importancia de la metrología en el contexto actual de las relaciones comerciales a nivel global se destaca en su papel fundamental en la gestión de la calidad, el control de procesos, la calibración de equipos de medición, la trazabilidad de las mediciones, la acreditación de laboratorios y la certificación de empresas (Maldonado et al., 2020; Hernández & Gómez, 2021). A partir de la década de 1980, la implementación de sistemas de gestión de calidad basados en normas ISO 9000 ha sido fundamental para lograr la eficacia en la gestión de las empresas o talleres industriales, mejorando los procesos, reduciendo desperdicios, mejorando la comunicación y fortaleciendo las relaciones cliente-proveedor (Santos et al., 2019). En América Latina, se está pasando de

considerar la metrología solo en términos de cumplimiento de requisitos de dispositivos de medida a una gestión de actividades enfocada en obtener datos fiables para sustentar decisiones (Martínez & Delgado, 2022). En Ecuador, aún se considera que asegurar la medida se reduce a tener una lista de equipos a calibrar y un plan de calibración, sin considerar la capacidad de medición y la competencia técnica, aspectos que determinan la exactitud de las medidas (Vega et al., 2023).

El desarrollo y uso de la metrología es fundamental en todos los sectores industriales y tecnológicos, y en Ecuador la mayoría de las industrias son PYMES que enfrentan desafíos en recursos económicos y desconocimiento de técnicas de fabricación y administración (Vega et al., 2023). Es crucial establecer una infraestructura nacional que permita el mejor aprovechamiento de los recursos tecnológicos disponibles en el país, siendo una de esas infraestructuras el aseguramiento metrológico, el cual garantiza la uniformidad de criterios y conceptos fundamentales en la industria (Fernández & Ramírez, 2019). La elaboración de productos de calidad se sustenta en mediciones adecuadas, y la existencia de indicadores metrológicos normalizados es clave para evaluar los esfuerzos realizados y dirigir acciones de mejora (Fernández & Ramírez, 2019). Al realizar mediciones incorrectas, las industrias pueden sufrir consecuencias negativas, como productos fuera de especificaciones, pérdida de materia prima, tiempo de producción, inspecciones duplicadas, reprocesos, quejas de clientes y pérdida de clientes y proveedores (García et al., 2023). Las malas mediciones representan pérdidas económicas significativas para las empresas (García et al., 2023). Los sistemas de medición desempeñan un papel estratégico en el desarrollo de la ingeniería de la calidad y el control estadístico de los procesos productivos (Ramos & Pacheco, 2021).

En los talleres, es fundamental diagnosticar el sistema de medición de los equipos a través de estudios experimentales y la elaboración de un manual de sistema de metrología basado en la norma ISO 10012 (Castro & Muñoz, 2022). El diseño estratégico de experimentos que generen información para la toma de decisiones sobre equipos y la implementación de un sistema de aseguramiento de la calidad de los equipos de medición, siguiendo la norma ISO 10012, es novedoso en la industria ecuatoriana y puede servir como modelo para diagnosticar la calidad de los resultados de medición en otras organizaciones (Castro & Muñoz, 2022). La industria automotriz ha decidido implementar un sistema de metrología normalizado para obtener la certificación de la Norma ISO 9001, lo cual garantizará el buen funcionamiento y control de los instrumentos de medida, así como la confiabilidad y equivalencia de las mediciones realizadas en

la empresa (López & Ruiz, 2020). Esto contribuirá al fortalecimiento de la capacidad competitiva de los productos del sector industrial, cumpliendo con los estándares de calidad establecidos por clientes exigentes (López & Ruiz, 2020).

La implementación de un Sistema de Metrología Normalizado se fundamenta teóricamente en la necesidad de garantizar la trazabilidad y exactitud de las mediciones realizadas dentro de un proceso productivo. Según Hernández y Gómez (2021), un sistema metrológico adecuado asegura que las mediciones realizadas sean consistentes y comparables, lo que es clave para el control de calidad en cualquier industria. Este tipo de sistemas permite a las empresas asegurar que los resultados de sus mediciones se ajusten a normas internacionales, lo que mejora tanto la credibilidad de la empresa como la fiabilidad de sus productos. Además, Martínez y Delgado (2022) resaltan que la normalización en la metrología contribuye directamente al cumplimiento de estándares de calidad como los establecidos en la norma ISO 9001, los cuales son requeridos por mercados internacionales exigentes.

Desde una perspectiva práctica, la implementación de un sistema de metrología normalizado en la industria es vital para optimizar los procesos de producción y minimizar los errores asociados a mediciones incorrectas. López y Ruiz (2020) señalan que una de las principales causas de fallos en la producción industrial es el uso de instrumentos de medición mal calibrados o sin la adecuada verificación periódica, lo que lleva a productos fuera de especificaciones, reprocesos, y mayores costos operativos. En este sentido, la adopción de un sistema metrológico no solo contribuye a la reducción de desperdicios y tiempos de producción, sino que también permite a la empresa mantener una posición competitiva al cumplir con los requerimientos técnicos de los clientes más exigentes (García et al., 2023).

Finalmente, el impacto de la implementación de un sistema de metrología normalizado en la competitividad empresarial es innegable. Castro y Muñoz (2022) argumentan que, al garantizar la fiabilidad y equivalencia de las mediciones tanto a nivel nacional como internacional, las empresas mejoran su capacidad de competir en mercados globales. La certificación ISO 9001 no solo se convierte en un sello de calidad, sino que también abre puertas a nuevas oportunidades comerciales. Además, Ramos y Pacheco (2021) destacan que un sistema metrológico eficiente permite a las empresas mejorar sus procesos de toma de decisiones basados en datos precisos, lo que se traduce en una mayor capacidad para optimizar recursos, mejorar la calidad del producto final y cumplir con las expectativas del cliente. De esta manera, la inversión en un sistema de metrología

normalizado no solo contribuye a la sostenibilidad operativa de la empresa, sino que también refuerza su posicionamiento competitivo en mercados altamente regulados y exigentes (Santos et al., 2019).

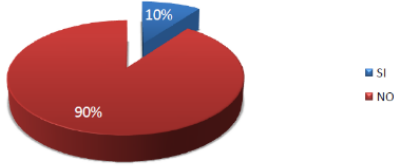
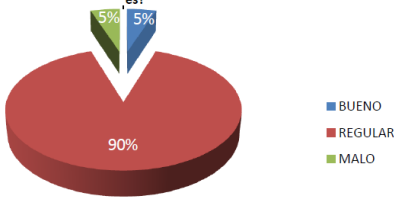
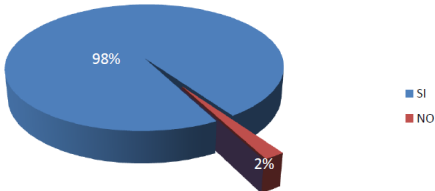
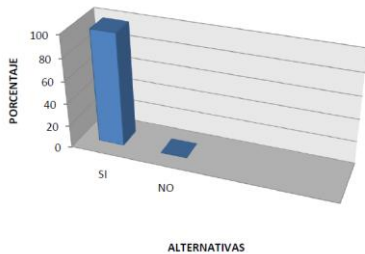
### **Método y materiales**

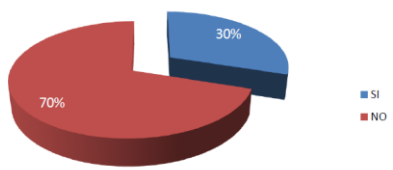
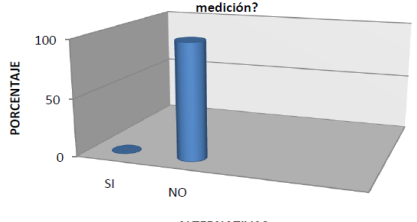
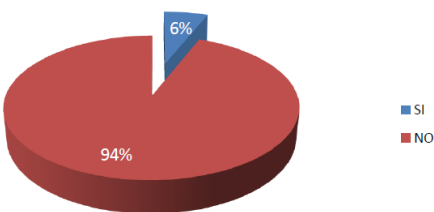
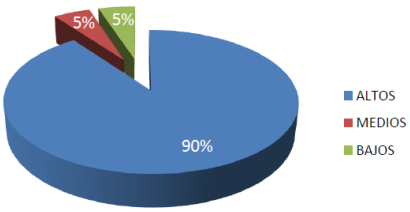
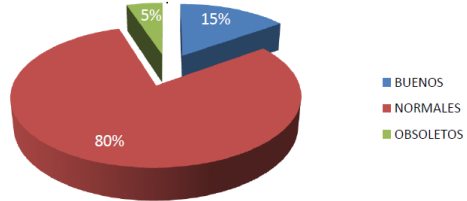
El enfoque principal de este estudio será cuantitativo, dado que se trabajará con variables continuas que involucran la medición de parámetros precisos necesarios para la implementación de un sistema de metrología normalizado, este método permitirá analizar datos obtenidos directamente de los instrumentos de medición y los resultados de sus calibraciones previas. Según Creswell (2020), el enfoque cuantitativo es ideal cuando se busca obtener información precisa y objetiva de variables técnicas. Se utilizarán fórmulas estadísticas para calcular la muestra y evaluar la fiabilidad de los instrumentos, lo que garantizará la validez de las mediciones realizadas, contribuyendo a la certificación ISO 9001.

La técnica principal será el uso de encuestas estructuradas aplicadas al personal clave de la empresa, como el gerente propietario, el gerente administrativo, el gerente de planta y el equipo de ingeniería, las encuestas proporcionarán datos sobre el uso actual de los instrumentos de medición y su efectividad en los procesos de producción, además, se realizarán observaciones directas en campo, lo que permitirá identificar fallas en los instrumentos o el proceso de medición. Esta combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas asegura una visión holística de la situación y facilita la toma de decisiones informadas sobre la implementación de mejoras.

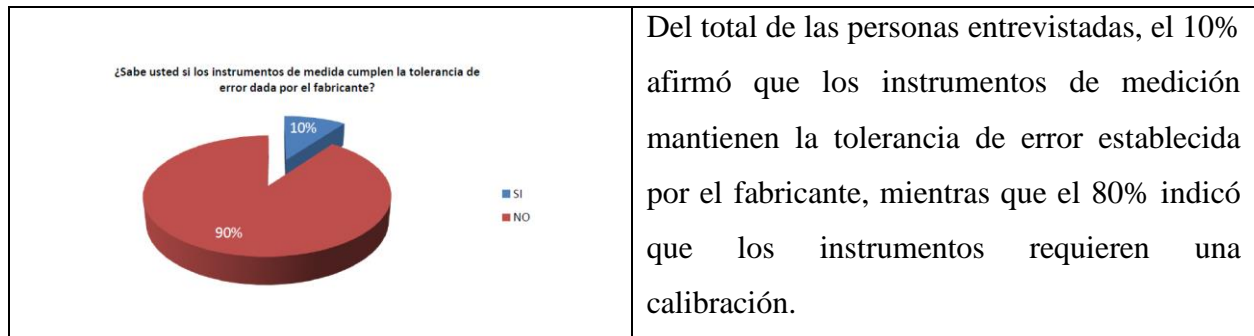
La observación de campo será crucial para este estudio, donde se realizará un inventario y evaluación detallada de los instrumentos de medición, se recopilarán datos históricos de calibración de instrumentos, que luego se compararán con las recalibraciones actuales para identificar posibles discrepancias, este enfoque permitirá detectar fallas en los equipos que pueden estar afectando la producción y proponer mejoras fundamentadas en datos concretos (Yin, 2019). Los resultados del estudio también podrán utilizarse para optimizar los procedimientos de calibración y reducir los costos operativos.

**Análisis de resultados**

Gráfico	Análisis
<p>¿El control de calidad que posee actualmente la Empresa está basada en la confiabilidad?</p>  <p>A 3D pie chart with a legend. The legend shows a blue square for 'SI' and a red square for 'NO'. The chart shows a small blue slice representing 10% and a large red slice representing 90%.</p>	<p>Total, de personas encuestadas, el 10% indicó que el control de calidad basado en la confiabilidad no está completo, mientras que el 90% restante opinó que este sistema de calidad no es seguro.</p>
<p>¿Con el avance de la tecnología, el sistema de medición de su empresa es?</p>  <p>A 3D pie chart with a legend. The legend shows a blue square for 'BUENO', a red square for 'REGULAR', and a green square for 'MALO'. The chart shows a small blue slice (5%), a large red slice (90%), and a small green slice (5%).</p>	<p>Del total de personas entrevistadas, el 5% expresó que su sistema de medición es seguro, seleccionando la opción "bueno". Un 90% consideró que el sistema podría llevar a errores, calificándolo como "regular", mientras que otro 5% indicó que el sistema es obsoleto, eligiendo la opción "malo".</p>
<p>¿Existe un plan de calibración de todos los instrumentos de medición?</p>  <p>A 3D pie chart with a legend. The legend shows a blue square for 'SI' and a red square for 'NO'. The chart shows a very large blue slice representing 98% and a very small red slice representing 2%.</p>	<p>El 98% respondió "sí", indicando que tienen conocimiento de la existencia de un plan de calibración para los equipos de medida, mientras que el 2% restante respondió "no", lo que refleja que desconocen la existencia de dicho plan de control de calibración de los instrumentos de medición.</p>
<p>¿Sabe que decisión tomar en caso que los instrumentos de medición fallen?</p>  <p>A 3D bar chart with a vertical axis labeled 'PORCENTAJE' ranging from 0 to 100. The horizontal axis is labeled 'ALTERNATIVAS' with categories 'SI' and 'NO'. The bar for 'SI' reaches 100%, and the bar for 'NO' is at 0%.</p>	<p>Cada persona entrevistada, en su totalidad, indicó que sabe qué hacer en caso de que surja un problema con los equipos de medición, respondiendo afirmativamente.</p>
	<p>Entre todas las personas entrevistadas, el 30% afirmó tener conocimiento sobre la existencia</p>

<p>¿Existen normas que controlen el manejo y cuidado de los instrumentos de medida?</p>  <p>■ SI ■ NO</p>	<p>de normas de control para los instrumentos de medición, mientras que el 70% indicó que no creen que existan normas ni reglamentos de control para el sistema de medición.</p>
<p>¿Existe un procedimiento para la calibración de los equipos de medición?</p>  <p>ALTERNATIVAS</p>	<p>En la totalidad de las respuestas de las personas entrevistadas, todas confirmaron negativamente que la empresa no dispone de un mecanismo de calibración para sus equipos de medida.</p>
<p>¿Conoce de algún instituto que certifique los instrumentos de medición de su empresa?</p>  <p>■ SI ■ NO</p>	<p>Del 100% de las personas entrevistadas, respondieron un 6% la alternativa “si”, quienes tienen conocimiento de la existencia de institutos que certifiquen la calibración de los instrumentos de medida, mientras respondieron que “no” dando un 94% de las personas que no tienen conocimiento de la existencia de una entidad que certifique un instrumento de medición.</p>
<p>¿Los costos de la adquisición de nuevos instrumentos de medida son?</p>  <p>■ ALTOS ■ MEDIOS ■ BAJOS</p>	<p>Entre todas las personas entrevistadas, el 5% consideró que la inversión en equipos de medida es baja, otro 5% la calificó como media, mientras que el 90% opinó que es alta, debido a que la tecnología ha avanzado y ahora existen nuevos instrumentos de medida digitales con un elevado costo de adquisición.</p>
<p>¿Actualmente el estado de los equipos de medición con los consta la empresa son?</p>  <p>■ BUENOS ■ NORMALES ■ OBSOLETOS</p>	<p>Entre todas las personas entrevistadas, el 15% indicó que los instrumentos de medida se encuentran en buenas condiciones, el 80% los consideró en estado normal, y el 5% opinó que necesitan ser reemplazados.</p>





Una vez finalizada la presentación de gráficos y tablas, se procede a realizar un análisis integral del contenido del estudio, basado en los datos obtenidos de la encuesta aplicada al personal administrativo, de producción, mantenimiento, bodega, matricería e ingeniería de la Empresa, se han establecido los siguientes puntos clave. En primer lugar, los encuestados señalaron que el control de calidad basado en confiabilidad está incompleto, y la mayoría coincidió en que el sistema de calidad actualmente no es seguro. Esto resalta la necesidad de mejorar el sistema de medición para asegurar su eficacia en los procesos de producción. Según Chacón (2005), "Los procesos de medición deberían considerarse como procesos específicos cuyo objetivo es apoyar la calidad de los productos elaborados por una organización" (p.6). Por lo tanto, es crucial que los sistemas de medición se optimicen.

En cuanto a aspectos positivos, se destaca la existencia de un plan de calibración para los equipos de medición y la capacitación del personal en las áreas operativa, de producción e ingeniería. Los encuestados demostraron tener un buen conocimiento sobre cómo manejar errores en los instrumentos de medición. Sin embargo, persiste un problema importante: el desconocimiento de las normas que regulan el manejo y mantenimiento de los equipos de medición. Estas normas son esenciales para mantener los equipos en buenas condiciones y garantizar la precisión de las mediciones, lo cual es vital para los procesos de producción.

A pesar de tener un plan de calibración, la empresa carece de un procedimiento de calibración efectivo. Finalmente, aunque el estado de los equipos de medición, es considerado aceptable por los encuestados, se observó un desconocimiento sobre la tolerancia de error de los instrumentos, según lo especificado por los fabricantes. Esta falta de conocimiento puede llevar a pérdidas de materias primas, impactos económicos negativos y daños en los equipos, son conscientes de que la ausencia de un sistema metrológico adecuado puede tener repercusiones negativas a largo plazo. Sin embargo, si se implementan las medidas necesarias, se podrán reducir los costos de producción,

mejorar la calidad de los productos o servicios, fortalecer la imagen empresarial y aumentar la cuota de mercado y las ventas, así como acceder a mercados internacionales. Para evaluar la necesidad de implementar un sistema de metrología, se utiliza el estadígrafo Chi cuadrado como herramienta de análisis. Se han seleccionado las respuestas a las preguntas 1 y 2 de las encuestas aplicadas para determinar si un sistema de metrología garantiza la confiabilidad del control de calidad. Se comparan los valores críticos del Chi cuadrado para distintos niveles de confianza: 9,210 al 99% y 5,991 al 95%. La decisión se toma aceptando la hipótesis nula si el valor calculado del Chi cuadrado es menor o igual al valor crítico.

### **Conclusión**

El estudio metrológico concluye que, tanto en años anteriores, el sistema de metrología de la empresa no cumple con los estándares de confiabilidad deseados. Aunque se ha observado un avance tecnológico en los sistemas de medición, los equipos metrológicos de la empresa se encuentran en un estado regular. Los altos costos de adquisición de nuevos equipos y la necesidad de ajustarlos al presupuesto de la empresa han limitado la mejora en esta área.

A nivel operativo, de producción e ingeniería, el personal está capacitado para manejar errores metrológicos, pero el desconocimiento de las tolerancias de error proporcionadas por los proveedores incrementa el riesgo de errores en las mediciones. Esto afecta negativamente la economía de la empresa, provocando retrasos en los procesos de toma de decisiones y disminuyendo las ventas, lo cual repercute gravemente en la eficiencia y rentabilidad de la producción.

Además, se ha identificado que los operadores de los equipos de medición carecen de conocimiento sobre las normas que regulan y protegen el uso de estos equipos. Esta falta de información genera incertidumbre sobre la precisión de las mediciones y afecta la toma de decisiones en el proceso de producción. Para resolver estos problemas, es esencial implementar una propuesta metodológica basada en la Norma INEN ISO 9001:2008 y la ISO 10012:2003, que facilite la adopción de estándares de gestión de mediciones y mejore la toma de decisiones y el rendimiento productivo.

## Referencias

- ASTM International. (2017). Annual book of ASTM standards. ASTM International.
- BIPM. (2008). The international system of units (SI). BIPM.  
<https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/>
- Montgomery, D. C. (2017). Introduction to statistical quality control (8th ed.). Wiley.
- Bhatia, S., & Rahman, S. (2020). Advances in metrology: A review of recent trends and challenges. *International Journal of Metrology and Quality Engineering*, 11(2), 1-15.  
<https://doi.org/10.1051/ijmqe/2020002>
- Chiu, Y., & Chang, W. (2019). A comprehensive review of measurement system analysis. *Measurement Science and Technology*, 30(1), 012002. <https://doi.org/10.1088/1361-6501/aaf6d1>
- ISO. (2005). ISO 9001:2008 Quality management systems – Requirements. International Organization for Standardization.
- ISO. (2003). ISO 10012:2003 Measurement management systems – Requirements for measurement processes and measuring equipment. International Organization for Standardization.
- López, J. A. (2020). Evaluación de sistemas de medición y control en industrias manufactureras (Tesis de maestría). Universidad Politécnica Nacional.
- Martínez, F. (2018). Implementación de sistemas de calidad en la industria de alimentos (Tesis doctoral). Universidad de Barcelona.
- Ecuamatríz Cía. Ltda. (2012). Estudio para la aplicación de un sistema de metrología normalizado aplicable en talleres automotrices. Ecuamatríz Cía. Ltda.
- INEN. (2021). Manual de metrología para calibración de equipos. Instituto Ecuatoriano de Normalización. <https://www.inen.gov.ec>
- Pritchard, R. D. (2016). Statistical process control and quality improvement (4th ed.). CRC Press.
- Wysocki, R. K. (2014). Effective project management: Traditional, agile, extreme (7th ed.). Wiley.
- Revistas y Periódicos
- Juran, J. M. (2014). A new approach to quality control. *Quality Management Journal*, 21(3), 5-15.  
<https://doi.org/10.1080/10686967.2014.11434634>
- Montgomery, D. C. (2021). Quality control and improvement: An overview. *Journal of Quality Technology*, 53(2), 89-102. <https://doi.org/10.1080/00224065.2021.1854728>

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).