

Diseño e Implementación de un Módulo Didáctico para el Aprendizaje Básico de la Metrología
Dimensional para el Laboratorio de Diseño

Joan Sebastian Moya Vazco

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Mecánico

Director

Ricardo Alfonso Jaimes Rolon

Mgtr. Ingeniería Mecánica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ingeniería Mecánica

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

A mi madre Glenis Vazco montero quien me dio el apoyo y las ganas de salir adelante, de motivarme a ser una mejor persona y un buen profesional.

A mi hermano Cristian quien me motivo a culminar de la mejor manera y estar en todos los momentos que necesite motivación

A DIOS por sus llenarme de sus bendiciones e ilustrarme cuando más lo necesite.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Objetivos.....	14
1.1 Objetivo general.....	14
1.2 Objetivos específicos	14
2. Marco Teórico.....	16
2.1 Metrología.....	19
2.2 Metrología dimensional	19
2.3 Medición	19
2.3.1 Medición directa	19
2.3.2 Medición indirecta	20
2.4 Normativa	20
2.4.1 Sistema internacional de Unidades (SI).....	20
2.4.2 Organismos de Metrología Nacional	20
2.4.3 Regulaciones de Calibración y Verificación.....	20
2.4.4 Normativas de Certificación de Productor.....	21
2.4.5 Regulaciones de Comercio Internacional	21
2.4.6 Responsabilidad Legal por Mediciones Incorrectas	21
2.4.7 Organismo Nacional de Metrología en Colombia	21
2.4.8 Ley 1450 de 2011.....	22
2.4.9 Certificación y Acreditación de Laboratorios de Metrología	22
3. Marco Metodológico.....	22

3.1 Propuestas	22
3.2 Descripción	23
3.3 Contenidos de los documentos de práctica	23
3.3.1 Objetivos de la práctica.....	24
3.3.2 Descripción de la herramienta o equipo.....	24
3.3.3 Actividad de familiarización.....	24
3.3.4 Materiales y equipos	24
3.3.5 Procedimiento	24
3.3.6 Introducción.....	24
3.3.7 Calibración de la herramienta o equipo	24
3.3.8 Medición	24
3.3.9 Verificación de resultados.....	25
3.3.10 Conclusiones	25
3.4 Plataforma de entrega	25
3.4.1 Google Classroom.....	25
3.4.1.1 Funciones principales.....	25
3.4.1.2 Beneficios de Google Classroom.....	26
3.4.1.2.1 Organización.....	26
3.4.1.2.2 Colaboración.....	26
3.4.1.2.3 Acceso remoto.	26
3.4.1.2.4 Seguimiento.	26
3.4.1.2.5 Ahorro de tiempo.	26
4. Resultados.....	29

4.1 Diseño de recurso en línea	30
4.1.1 Unidad 1. Fundamentos de la metrología dimensional.....	30
4.1.2 Unidad 2. Fundamentos y práctica.....	31
4.1.3 Unidad 3. Instrumentación metrología dimensional.....	33
4.1.3.1 Vernier o pie de rey.....	34
4.1.3.2 Tornillo micrométrico.....	35
4.1.3.3 Calibrador de alturas.....	36
4.1.3.4 Comparador de carátula.....	37
4.1.3.5 Goniómetro.....	38
4.1.4 Unidad 4. Bibliografía	40
4.2 Realización de pruebas para la medición del conocimiento adquirido sobre el módulo práctico de metrología dimensional.....	41
4.2.1 Cuestionario.....	41
5. Conclusiones.....	46
Referencias Bibliográficas	47
Apéndices.....	49

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Recolección de datos de la práctica 1	28
Tabla 2. Desarrollo del análisis estadístico de las prácticas	28
Tabla 3. Información para el formulario de Classroom.....	29
Tabla 4. Resultado de las calificaciones	45

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Organigrama de la metrología dimensional	23
Figura 2. Unidades en el Google Classroom	27
Figura 3. Unidad 1 en Google Classroom.....	31
Figura 4. Unidad 2 en Google Classroom.....	32
Figura 5. Parte 2 de la Unidad 2 en Google Classroom.....	33
Figura 6. Anexo de práctica en Google Classroom	34
Figura 7. Uso y vídeo del instrumento de medición	34
Figura 8. Práctica del instrumento pie de rey	35
Figura 9. Práctica con instrumento tornillo micrométrico	36
Figura 10. Práctica con instrumento calibrador de alturas.....	37
Figura 11. Práctica con instrumento comparador de carátula.....	38
Figura 12. Práctica con instrumento goniómetro	39
Figura 13. Contextualización de la prueba de laboratorio de metrología dimensional	40

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndice A. Resultados Práctica N1° Vernier o Pie de Rey	49
Apéndice B. Resultados formulario Google Forms	60

Resumen

Título: Diseño e Implementación de un Módulo Didáctico para el Aprendizaje Básico de la Metrología Dimensional para el Laboratorio de Diseño*

Autor: Joan Sebastian Moya Vazco**

Palabras Clave: Diseño básico, metrología, metrología dimensional, instrumentos de medición

Descripción: Este proyecto será parte de uno de los módulos presentes en el laboratorio de diseño de la escuela de ingeniería mecánica en la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, siendo este una herramienta académica y pedagógica que tiene como objetivo complementar los conocimientos referentes a la metrología dimensional enfocándose en el uso adecuado de la instrumentación.

Este proyecto proporciona una herramienta de aprendizaje destinada a tratar y aclarar conceptos sobre los: Metrología, metrología dimensional, instrumentos técnicos de medición, normas técnicas, todo esto referido a conceptos de ingeniería mecánica

Esta herramienta de aprendizaje está conformada por los siguientes elementos: Un módulo virtual que cumple la función de transmitir la documentación requerida para la comprensión de conceptos, las guías de laboratorio, material audiovisual, y también cuenta un banco de prácticas. Todo esto con el objetivo de contribuir con la formación profesional de los estudiantes de ingeniería mecánica de la universidad industrial de Santander

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Ingeniería Mecánica. Director: Ricardo Alfonso Jaimes Rolón. Mgtr. Ingeniería Mecánica.

Abstract

Title: Desing and Implementation of a Didactic Module for the Basic Learning of Dimensional Metrology for the Desing Laboratory*

Author(s): Joan Sebastian Moya Vazco**

Key Words: Basic design, metrology, Dimensional metrology, Measuring instruments

Description: This project will be part of one of the modules present in the design laboratory of the school of mechanical engineering at the UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, being this an academic and pedagogical tool that aims to complement the knowledge related to dimensional metrology focusing on the proper use of instrumentation.

This project provides a learning tool designed to address and clarify concepts about: Metrology, dimensional metrology, technical measuring instruments, technical standards, all this referred to mechanical engineering concepts.

This learning tool consists of the following elements: A virtual module that fulfills the function of transmitting the documentation required for the understanding of concepts, laboratory guides, audiovisual material, and also has a bank of practices. All this with the objective of contributing to the professional formation of the mechanical engineering students of the Universidad Industrial de Santander.

* Degree Work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Mechanical Engineering. Mechanical Engineering. Director: Ricardo Alfonso Jaimes Rolón. Mgtr. Mechanical Engineering.

Introducción

La metrología dimensional desempeña un papel fundamental en numerosas disciplinas técnicas y científicas, proporcionando las bases para la precisión y la calidad en la fabricación industrial, la ingeniería de diseño y una amplia gama de aplicaciones tecnológicas. En un entorno donde la exactitud y la precisión son imperativas, el conocimiento y la aplicación de técnicas de medición dimensional son esenciales para garantizar el cumplimiento de estándares de calidad y especificaciones técnicas.

El presente trabajo se centra en proporcionar herramientas teóricas y prácticas en el ámbito de la metrología dimensional, con un enfoque particular en el uso de instrumentos de medición como el pie de rey, calibrador de altura, mármol, comparador de carátula y galgas. Estos instrumentos representan una selección crucial en el arsenal del metrologista, ya que permiten mediciones precisas de dimensiones lineales, superficies y formas geométricas con una variedad de aplicaciones en la industria y la investigación.

Partiendo de la misión de la escuela de ingeniería mecánica, de formar profesionales con alta calidad técnica, el objetivo de este proyecto es comprender los conceptos de la metrología dimensional identificando la importancia que tiene la ingeniería, para poder efectuar una correcta aplicación de estos en la industria, siendo tanto en el campo de procesos de manufactura como también en los procesos de diseño de componentes mecánicos. Para esto se desea diseñar e implementar un módulo interactivo, el cual tiene como funcionamiento ayudar a comprender los conceptos e instrumentación sobre el tema de metrología dimensional que son requeridos en el

área de diseño. Donde se observa la necesidad de la construcción de dicho modulo ya que en la escuela no se cuenta con este material.

El objetivo principal de este trabajo es ofrecer una comprensión integral de los principios fundamentales de la metrología dimensional, así como proporcionar una guía detallada sobre el uso adecuado y la aplicación práctica de los instrumentos de medición mencionados. A través de una combinación de conceptos teóricos, ejemplos ilustrativos y prácticas aplicadas en plataforma como Google Classroom

Para lograr este objetivo, el trabajo se estructura en varios apartados. En primer lugar, se presenta un marco teórico que aborda los conceptos fundamentales de la metrología dimensional, incluyendo definiciones clave, unidades de medida, y principios de exactitud y precisión. Posteriormente, se profundiza en la descripción y funcionamiento de cada uno de los instrumentos de medición mencionados, destacando sus características principales, procedimientos de uso y consideraciones importantes para obtener mediciones precisas y reproducibles, así como el desarrollo de prácticas de laboratorio y la interacción con el Google Classroom.

El profesional en ingeniería mecánica debe tener un amplio conocimiento en elementos de máquinas y su diseño. El cual es adquirido durante sus años de formación y en algunos casos en su práctica profesional.

La instrucción sobre el uso, cuidados y lecturas de los instrumentos de medición pueden llegar a convertirse en una actividad complicada, así mismo, como la interpretación de los resultados ya que la escala de medición llega a ser compleja de entender.

Los estudiantes consiguen a adquirir habilidades y aprendizajes significativos cuando se logra establecer una conexión entre conocimientos previos y nuevos los cuales son impartidos en las aulas de clase o por conocimiento autónomo

En un proceso de diseño al momento de determinar los requerimientos del elemento a diseñar, se hace necesario la ejecución de procesos de medición para poder identificarlos, siendo esto por medio de la metrología en la cual pueden definirse tolerancias, ajustes, entre otros.

En este caso se profundizará en la parte dimensional donde se objeta la determinación de longitudes por medio de la aplicación de los conceptos básicos de la metrología dimensional.

Los estudiantes que ingresan a la escuela de ingeniería mecánica deben contar con conocimientos mínimos sobre la metrología básica, por lo cual se hace necesario la creación de un módulo interactivo en el cual el tema principal sea el enfoque sobre los conceptos de la metrología dimensional para el área de diseño, con el fin de facilitar el aprendizaje, y aportar experiencias donde se entre en contacto con diferentes piezas utilizadas en sistemas mecánicos y se lograra una forma eficaz de aplicar los conceptos de la metrología dimensional la cual busca realizar mediciones de longitudes de manera precisa, aprendiendo a utilizar la instrumentación adecuada.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Contribuir con la misión educativa de la ingeniería mecánica en la formación integral de profesionales con alta calidad técnica y científica, mediante el diseño de un módulo práctico que permita comprensión y familiarización con el tema de metrología dimensional básica que se usara en el laboratorio de diseño en la escuela de ingeniería.

1.2 Objetivos específicos

- Diseñar un recurso en línea mediante el uso de Google Classroom, donde el estudiante pueda leer y analizar los conceptos básicos de la metrología dimensional que se aplicara en el módulo práctico
 - Conceptos generales
 - Normas
 - Instrumentación
 - Métodos de medición
- Implementar las prácticas a partir de un módulo físico que utilizara la instrumentación de medición necesaria para aplicar los conceptos básicos sobre la metrología dimensional, siendo estos.
 - Pie de rey
 - Calibrador de altura
 - Mármol
 - Comparador de caratula
 - Galgas

- Realizar pruebas para la medición del conocimiento adquirido sobre el módulo práctico de metrología dimensional.

2. Marco Teórico

La metrología puede definirse según Robles Carbonell & Del Campo Maldonado, (2012) como la ciencia ocupada de las medidas, situada de manera horizontal en la base del conocimiento, esta representa un papel fundamental en los campos de la investigación y desarrollo (I+D), medicina, telecomunicaciones, comercio, entre otros. Los autores determinan que la ciencia se ve enlazada directamente a la evolución de la capacidad de medición.

Dentro del artículo se presenta el impacto que tiene la metrología en el campo de la investigación y desarrollo I+D, en el desarrollo económico e industrial sobre los países.

La metrología ha evolucionado las áreas tradicionales hacia áreas más complejas, pero con menor incertidumbre, así mismo, emergen nuevas áreas tecnológicas como la nanotecnología o biotecnología, las cuales requieren de una constante evolución de la I+D en el desarrollo de patrones y métodos de medidas trazables al SI.

De esta manera, existen los sistemas de medidas y unidades, entre ellos se encuentran el Sistema Internacional de Unidades (SI) y el Sistema Inglés, donde se usan sistemas de unidades como el milímetro (mm) para el SI y la pulgada para el Sistema Inglés.

En el libro de Manjabacas Tendero & Miguel Eguía, (2022) se encuentran las facetas de la metrología, las cuales se dividen en función de sus objetivos, dentro de ellas se encuentran: metrología científica, metrología aplicada y metrología legal.

La metrología científica se define como la dedicada a la definición de las unidades básicas del SI por medio del desarrollo de la investigación.

La metrología aplicada es la que se ocupa de la transmisión de la unidad, es decir, se encarga de difundir la definición de una unidad básica de medida hasta los estándares de uso diario en un laboratorio o taller.

Por último, se tiene a la metrología legal, la cual tiene como objetivo llevar un control metrológico del estado, esta se apoya en las metrologías anteriormente mencionadas.

Por su parte, López Rodríguez, (2011), define que las unidades de un sistema crean un conjunto vinculado, es decir, que las ecuaciones de valores numéricos cuenten con la misma forma que las ecuaciones de las magnitudes físicas apropiadas, por ejemplo se tiene un valor numérico de 8 N, en donde la magnitud corresponde a F (Fuerza), donde $F = m \cdot a$, siendo $8 \text{ N} = 4 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m/s}^2$, así mismo, el autor expresa que se cuenta con unidades fundamentales, en donde las magnitudes son la longitud, masa, tiempo, intensidad de corriente, temperatura, intensidad luminosa, cantidad de sustancia, las unidades son el metro (m), kilogramo (kg), segundo (s), amperio (A), kelvin (K), candela (cd), y mol (mol), así mismo, se cuenta con unidades suplementarias y unidades derivadas.

En el manual de laboratorio elaborado por del Castillo Rodríguez, (2010) ya se establecen las características con las que debe contar un laboratorio donde se realicen prácticas de metrología dimensional, en su descripción se menciona que estos laboratorios deben contar con ciertos requisitos para que se pueda contar con seguridad en las mediciones y verificaciones, disminuyendo las probabilidades de error.

En el manual se tiene en cuenta que debido a que las mediciones son de magnitudes muy pequeñas, se debe tomar en cuenta el cumplimiento de requisitos principales como la temperatura, la humedad del aire, la iluminación y una instalación exenta de vibraciones y polvo.

Para la temperatura se ha normalizado de manera internacional un valor de temperatura entre los $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5$, este valor se estandariza bajo la Organización Internacional de Estándares (ISO).

La humedad del aire se convierte en un requisito importante dado que en caso tal de encontrarse con un ambiente con alta humedad, los equipos y piezas puede llegar a ser corroídas, es por esto que se establece un grado de humedad relativa del 50%, por lo que el acondicionamiento del espacio debe satisfacer los niveles de temperatura y humedad requeridos.

El siguiente requisito incluye la iluminación, el laboratorio debe contar con un espacio adecuado de iluminación, con buena instalación de alumbrado.

Por último, se requiere una instalación exenta de vibraciones y polvo, en donde se proteja del ruido y vibraciones que afecten la calibración los equipos de medición

Para un contexto más profundo, (Raghavendra & Krishnamurthy, 2013), definen que la metrología establece unidades de medida y este establece un factor importante en la vida de todos de forma directa e indirecta, la metrología tiene como función principal el establecer estándares internacionales de medidas que sean usados a nivel internacional en todas las áreas.

Algunos autores como González García, (2010) habla sobre el aprendizaje significativo como el tipo de aprendizaje donde se integra el nuevo conocimiento al previo, teniendo unas características como el esfuerzo de relacionar conocimientos nuevos con conceptos mayores, aprendizaje articulado con experiencias, compromiso de relacionar nuevos conocimientos.

Para lograr una mayor conceptualización de la terminología usada dentro del proyecto, se tienen las siguientes definiciones:

2.1 Metrología

Se entiende como metrología a la ciencia encargada de las mediciones y sus aplicaciones, en donde se incluyen aspectos teóricos y prácticos. Esta disciplina ha pasado a lo largo de su historia por diferentes etapas. iniciando su principal preocupación y objeto de estudio fue analizar los sistemas de medidas y pesas antiguos, lo cual era necesario para la comprensión correcta de los textos antiguos. A mediados del siglo XVI, el interés por determinar la medida del globo terrestre y los trabajos que al efecto se llevaban a cabo fueron orden de Luis XVI, con esto se evidencio la necesidad de un sistema de peso y medida universal, proceso el cual se agudizó durante la revolución industrial.

2.2 Metrología dimensional

Es la rama de la meteorología que estudia la medición de magnitudes geométricas: longitudes, formas y acabados superficiales.

2.3 Medición

Es por definición comparar una magnitud, con otra que se toma como unidad, y se observa cuantas veces está contenida la primera en la segunda (Moro Piñero, 200). Las mediciones dimensionales los podemos clasificar en:

2.3.1 Medición directa

Mediante el uso del instrumento de medida se puede determinar el valor de la magnitud de la medida. la cual se obtendrá con solo leer la indicación de su escala numérica. Algunos instrumentos que son para realizar medidas directas son; el pie de rey, transportador de ángulos, cinta métrica, calibre.

2.3.2 Medición indirecta

Es la medición que no se puede conocer de manera directa, pero se puede conocer mediante la toma de otra que esté relacionada con ella.

2.4 Normativa

2.4.1 Sistema internacional de Unidades (SI)

El Sistema Internacional de Unidades, comúnmente conocido como el SI, es un sistema de unidades de medida adoptado internacionalmente que proporciona la base para la metrología dimensional en todo el mundo. El SI define las unidades básicas, como el metro (m), el kilogramo (kg), y el segundo (s), así como las unidades derivadas utilizadas en mediciones dimensionales. La adhesión al SI es fundamental para la estandarización y la trazabilidad de las mediciones.

2.4.2 Organismos de Metrología Nacional

La mayoría de los países tienen un organismo nacional de metrología responsable de establecer y mantener las normas de medición dentro de su jurisdicción. Estos organismos, como el National Institute of Standards and Technology (NIST) en Estados Unidos o el Instituto Nacional de Metrología (INM) en varios países latinoamericanos, promulgan regulaciones y proporcionan servicios de calibración y certificación para asegurar la precisión de los instrumentos de medición utilizados en la industria.

2.4.3 Regulaciones de Calibración y Verificación

Las regulaciones relacionadas con la calibración y la verificación de instrumentos de medición dimensional son esenciales para garantizar que los resultados de las mediciones sean precisos y confiables. Estas regulaciones a menudo especifican los procedimientos y criterios que deben seguirse para calibrar y verificar instrumentos, así como la frecuencia con la que deben realizarse estas actividades.

2.4.4 Normativas de Certificación de Productor

En muchas industrias, especialmente en la fabricación, existen regulaciones que exigen que ciertos productos cumplan con estándares de calidad dimensionales específicos. Estas normativas establecen las tolerancias dimensionales permitidas y garantizan que los productos sean seguros y funcionales.

2.4.5 Regulaciones de Comercio Internacional

El comercio internacional depende en gran medida de la conformidad con estándares de medición reconocidos a nivel mundial. Acuerdos y tratados internacionales, como el Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio de la Organización Mundial del Comercio (OMC), promueven la adopción de estándares y regulaciones comunes relacionados con la metrología dimensional para facilitar el comercio entre países.

2.4.6 Responsabilidad Legal por Mediciones Incorrectas

En muchas jurisdicciones, existen leyes y regulaciones que establecen la responsabilidad legal por mediciones incorrectas o engañosas. Esto es especialmente importante en situaciones donde las mediciones incorrectas pueden tener un impacto significativo en la seguridad del consumidor o la calidad de los productos.

2.4.7 Organismo Nacional de Metrología en Colombia

El Instituto Nacional de Metrología de Colombia (INM) es la entidad encargada de establecer y mantener las normas de medición en Colombia. El INM es responsable de promover la trazabilidad metrológica y garantizar la calidad de las mediciones en el país. Esta entidad juega un papel fundamental en la regulación y promoción de la metrología dimensional.

2.4.8 Ley 1450 de 2011

La Ley 1450 de 2011, conocida como "Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014", establece disposiciones relacionadas con la metrología y la calidad en Colombia. Esta ley incluye disposiciones para la promoción de la metrología, la certificación de productos y servicios, y la promoción de la calidad en la industria colombiana.

2.4.9 Certificación y Acreditación de Laboratorios de Metrología

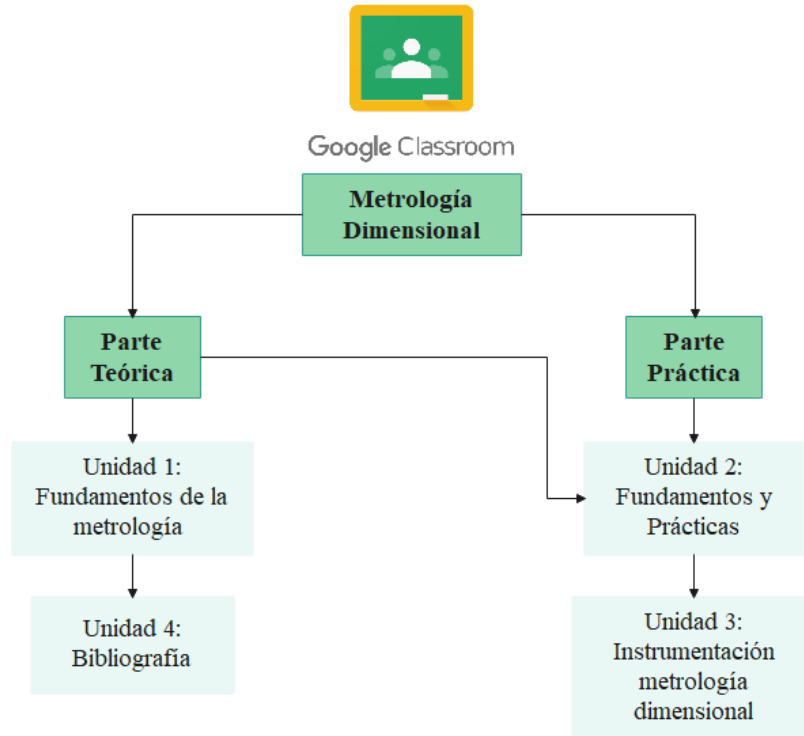
En Colombia, existen organismos de acreditación que evalúan y acreditan laboratorios de metrología para garantizar su competencia y capacidad para realizar calibraciones y mediciones precisas. La Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) es una de las entidades encargadas de supervisar la acreditación de laboratorios en el país.

3. Marco Metodológico

La metodología llevada a cabo en el trabajo es la siguiente

3.1 Propuestas

Utilizando los espacios disponibles en el laboratorio de diseño, se implementarán actividades prácticas de medición para la aplicación de los conceptos básicos de metrología donde será necesario el uso de algunos componentes mecánicos presentes en el, los instrumentos de medición que se disponen en el laboratorio y adquiriendo los instrumentos faltantes. Con el fin de estudiar los componentes dimensionales, también estará presente el componente teórico, proporcionando el marco conceptual y la base teórica sobre la cual se construye la investigación, este componente está destinado a establecer la comprensión previa del tema, explicar las relaciones entre variables, y contextualizar el tema de investigación.

Figura 1*Organigrama de la metrología dimensional*

3.2 Descripción

El proyecto consiste en diseñar y llevar a cabo una serie de prácticas de laboratorio de metrología dimensional dirigidas a estudiantes de ingeniería mecánica. Estas prácticas tienen como objetivo principal desarrollar las habilidades necesarias para el uso correcto de instrumentos de medición comunes en la industria, tales como el calibrador de alturas, vernier o pie de rey, tornillo micrométrico, goniómetro y comparador de carátula.

3.3 Contenidos de los documentos de práctica

Cada documento de práctica incluye los siguientes elementos:

3.3.1 Objetivos de la práctica

Describe los conocimientos y habilidades que se espera que los estudiantes adquieran al completar la práctica.

3.3.2 Descripción de la herramienta o equipo

Detalla el funcionamiento y características de la herramienta o equipo de medición a utilizar en la práctica.

3.3.3 Actividad de familiarización

Proporciona instrucciones paso a paso para que los estudiantes se familiaricen con la herramienta o equipo antes de realizar mediciones precisas.

3.3.4 Materiales y equipos

Enumera todos los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo la práctica.

3.3.5 Procedimiento

Presenta los pasos a seguir durante la práctica, desde la calibración de los instrumentos hasta la toma de mediciones.

3.3.6 Introducción

Brinda una breve introducción teórica sobre los conceptos relevantes de metrología dimensional que se aplicarán en la práctica.

3.3.7 Calibración de la herramienta o equipo

Detalla los pasos para calibrar correctamente la herramienta o equipo antes de realizar mediciones.

3.3.8 Medición

Describe cómo realizar mediciones precisas utilizando la herramienta o equipo.

3.3.9 Verificación de resultados

Explica cómo verificar la precisión de los resultados obtenidos durante la práctica.

3.3.10 Conclusiones

Incluye las conclusiones derivadas de la práctica, así como posibles áreas de mejora o dificultades encontradas durante el proceso.

3.4 Plataforma de entrega

Los documentos de práctica se suben a un aula virtual en Google Classroom, donde los estudiantes también tienen acceso a documentos anexos sobre metrología dimensional para ampliar su conocimiento teórico. Además, se proporciona un cuestionario para validar el aprendizaje adquirido durante las prácticas de laboratorio y la lectura de los documentos complementarios.

3.4.1 Google Classroom

Google Classroom es una plataforma educativa desarrollada por Google que permite a profesores y estudiantes interactuar de manera organizada y eficiente en un entorno virtual. Esta herramienta integra varios servicios de Google, como Google Drive, Google Docs y Google Calendar, para facilitar la creación, distribución y evaluación de tareas y recursos educativos.

3.4.1.1 Funciones principales. Los profesores pueden crear aulas virtuales para cada uno de sus cursos, donde pueden compartir materiales, asignar tareas y comunicarse con los estudiantes, así también pueden compartir documentos, presentaciones, enlaces y otros recursos educativos con los estudiantes de manera rápida y sencilla.

Otras de las funcionalidades es que los profesores pueden crear y asignar tareas a los estudiantes, estableciendo fechas de entrega y proporcionando instrucciones detalladas, por su

parte los estudiantes pueden enviar sus trabajos directamente a través de Google Classroom, lo que facilita la recopilación y revisión por parte del profesor.

Tanto profesores como estudiantes pueden comunicarse a través de mensajes dentro de cada aula virtual, lo que facilita la interacción y la resolución de dudas.

Google Classroom cuenta con un calendario integrado que muestra las fechas de entrega de tareas y eventos importantes para cada curso.

Todos los archivos compartidos en Google Classroom se almacenan en Google Drive, lo que facilita el acceso y la gestión de los materiales educativos.

3.4.1.2 Beneficios de Google Classroom. Los beneficios son:

3.4.1.2.1 Organización. Permite organizar de manera eficiente materiales, tareas y comunicaciones relacionadas con cada curso.

3.4.1.2.2 Colaboración. Facilita la colaboración entre profesores y estudiantes, así como entre los propios estudiantes, a través de herramientas de trabajo en grupo.

3.4.1.2.3 Acceso remoto. Permite acceder a los materiales educativos desde cualquier lugar con conexión a Internet, lo que facilita el aprendizaje en entornos virtuales.

3.4.1.2.4 Seguimiento. Los profesores pueden realizar un seguimiento del progreso de los estudiantes y evaluar su desempeño de manera más efectiva.

3.4.1.2.5 Ahorro de tiempo. Simplifica la creación, distribución y evaluación de tareas y recursos educativos, lo que ahorra tiempo tanto a profesores como a estudiantes.

De esta manera, el Google Classroom se dividió en cuatro unidades principales, las cuales pueden evidenciarse en la figura 2.

Figura 2*Unidades en el Google Classroom*

En la figura 2 se encuentra de manera gráfica la división de los elementos que se encuentran en el Google Classroom los cuales contienen la información necesaria para lograr abarcar el componente teórico y práctico de la metrología dimensional. De esta manera se encuentra la Unidad 1, la cual contiene información bibliográfica interactiva que ayudará al estudiante a interiorizar conceptos; la Unidad 2, se conforma por una parte teórica y práctica en donde se interioriza información por medio de una actividad; la Unidad 3 se basa en la entrega de los manuales de prácticas de laboratorio para su posterior ejecución, la Unidad 4 contiene material bibliográfico y por último se entrega un cuestionario que contiene una serie de preguntas donde se va a determinar el grado de aprendizaje teórico-práctico sobre la metrología dimensional.

Así mismo para la recopilación de los resultados obtenidos de las prácticas de laboratorio los estudiantes plasman en un Excel los datos en la siguiente estructura:

En la tabla 1, se tiene la estructura de la tabla en donde se deben plasmar los datos recolectados durante la prueba de laboratorio del vernier o pie de rey, así mismo, en la tabla 2 se

tiene la estructura de la tabla en donde los estudiantes deben desarrollar los análisis estadísticos obtenidos de las pruebas.

Tabla 1

Recolección de datos de la práctica 1

Longitud	Toma 1	Toma 2	Toma 3
-----------------	---------------	---------------	---------------

Tabla 2

Desarrollo del análisis estadístico de las prácticas

Medias	Desviación	Ea1	Ea2	Ea3	Er1	Er2	Er3
---------------	-------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

Donde **Ea** es Error absoluto y **Er** corresponde a Error relativo.

Así mismo, para recopilar los resultados obtenidos del formulario que se encuentra en Google Classroom, se realizó una tabla en Excel la cual contiene la información de la tabla 3.

Tabla 3*Información para el formulario de Classroom*

Marca Temporal	Dirección de Correo Electrónico	Puntuación	Nombre del Estudiante	¿Qué es la metrología dimensional?
¿Por qué es importante la metrología dimensional en la industria?	¿Qué es la trazabilidad en metrología?	¿Cuál de los siguientes instrumentos se utiliza comúnmente para medir dimensiones exteriores e interiores?	¿Cuál de los siguientes instrumentos es más adecuado para medir la profundidad de una ranura en una pieza de trabajo?	¿Cuál de los siguientes instrumentos se utiliza para verificar la planitud y perpendicularidad de una superficie?
¿Qué tipo de medición realizaría utilizando galgas?	Durante una práctica de medición con un calibrador de altura, ¿qué precaución debes tomar antes de medir?	En una práctica de medición con un pie de rey, ¿cómo debes leer la escala principal y la escala vernier para obtener una medida precisa?	Explica brevemente por qué es importante la metrología dimensional en la ingeniería mecánica	Menciona al menos dos fuentes comunes de error en las mediciones dimensionales y cómo se pueden minimizar.

4. Resultados

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

4.1 Diseño de recurso en línea

Para lograr que el estudiante pueda analizar y leer los conceptos básicos sobre la metrología dimensional, se abrió un espacio en Google Classroom, el cual es una plataforma de Google LLC que facilita la comunicación entre alumnos y profesores, acercándolos tanto en el aula de clase como por fuera de él, esta plataforma permite que los estudiantes cuenten con material de estudio de manera permanente y se asignen actividades de manera organizada.

Para lograr un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes de ingeniería mecánica sobre la metrología dimensional, se facilitó el acceso al Google Classroom en donde pueden interactuar con materiales de aprendizaje significativo y un apoyo permanente por parte del docente.

Así mismo, cuentan con disponibilidad de acceso desde cualquier dispositivo Android y Apple, por lo que pueden acceder desde sus computadores, Tablet o celulares.

Para el acceso al Google Classroom, se cuenta con un código de acceso el cual es “la3vebz”, al ingresar, los estudiantes podrán encontrar la siguiente información:

4.1.1 Unidad 1. Fundamentos de la metrología dimensional

En este espacio se encuentran dos capítulos con material de estudio, de los cuales deberán realizar un mapa conceptual o mapa mental en donde reflejen lo entendido de la lectura de estos.

La herramienta teórica dentro de esta unidad es la presentación de la Universidad del País Vasco en donde se encuentra una introducción acerca de lo que es la metrología dimensional, fuentes de error, características que debe cumplir un laboratorio de metrología, la pirámide de trazabilidad, diseminación de patrones.

El otro recurso es un video en youtube el cual se divide en introducción, definiciones de metrología y medición, BIPM y SI, trazabilidad metrológica y calibración, estándares y normas,

ejemplos, incertidumbre, uso de las mediciones, organizaciones de normatividad y algunos datos curiosos.

Figura 3

Unidad 1 en Google Classroom

UNIDAD 1. FUNDAMENTOS DE LA METROLOGIA... :

UNIDAD 1. FUNDAMENTOS DE LA METRO... Editado: 15 nov 2023

Sin fecha límite

En este espacio cuentan con dos capítulos del siguiente material de estudio, de los cuales deberán realizar un mapa conceptual o mapa mental en donde reflejen lo entendido de la lectura de estos. también se pueden apoyar con la bibliografía fundamentos de la metrología

0 Entregadas 0 Asignadas

DIAPOSITIVA METROLO... PDF

Introducción a la metrolo... Video de YouTube • 14 minutos

Ver instrucciones

4.1.2 Unidad 2. Fundamentos y práctica

Esta unidad se compone de dos partes, una parte teórica la cual se compone de dos libros o recursos bibliográficos, el primero se denomina “fundamentos de metrología” de la Universidad Politécnica de Cartagena el cual contiene la metrología y fabricación, la contextualización del sistema internacional de unidades, elementos de la medición, errores cometidos en una medición, magnitudes físicas en metrología dimensional, definiciones básicas, expresión de una medida, criterios de rechazo, medidas indirectas, normalización de tolerancias dimensionales, laboratorios de metrología, instrumentos de metrología y acabado superficial.

El siguiente recurso bibliográfico es el libro de María Carmen Manjabacas Tendero y Valentín Miguel Eguía, denominado “teoría y práctica de la metrología dimensional aplicada a la

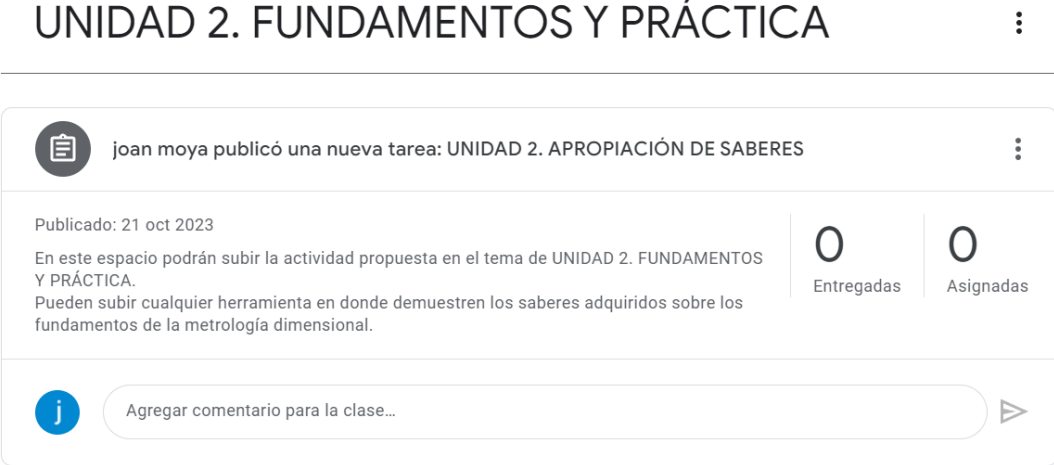
fabricación en ingeniería”, este libro está dirigido a estudiantes de Ingenierías interesados en metrología aplicada a procesos de fabricación. Se destaca la nueva definición del kilogramo en términos de la constante de Planck, lo que permite abandonar el prototipo patrón y facilita su reproducción mediante experiencias físico-químicas. También se hace referencia a la evolución de la metrología legal, incluyendo procedimientos, criterios metrológicos y normativas de organismos nacionales e internacionales como ENAC y CEM. Se revisan y amplían los desarrollos normativos establecidos en normas UNE EN ISO.

Los contenidos de los capítulos de metrología aplicada, específicamente los capítulos 5 al 10, se han modificado, incluyendo más material visual y aclaraciones técnicas para hacer el texto accesible a un público más amplio interesado en metrología dimensional. Por ejemplo, se amplían los conceptos relacionados con la capacidad de un proceso de fabricación y la fabricación robusta en el capítulo 12, incluyendo la función de pérdidas de Taguchi.

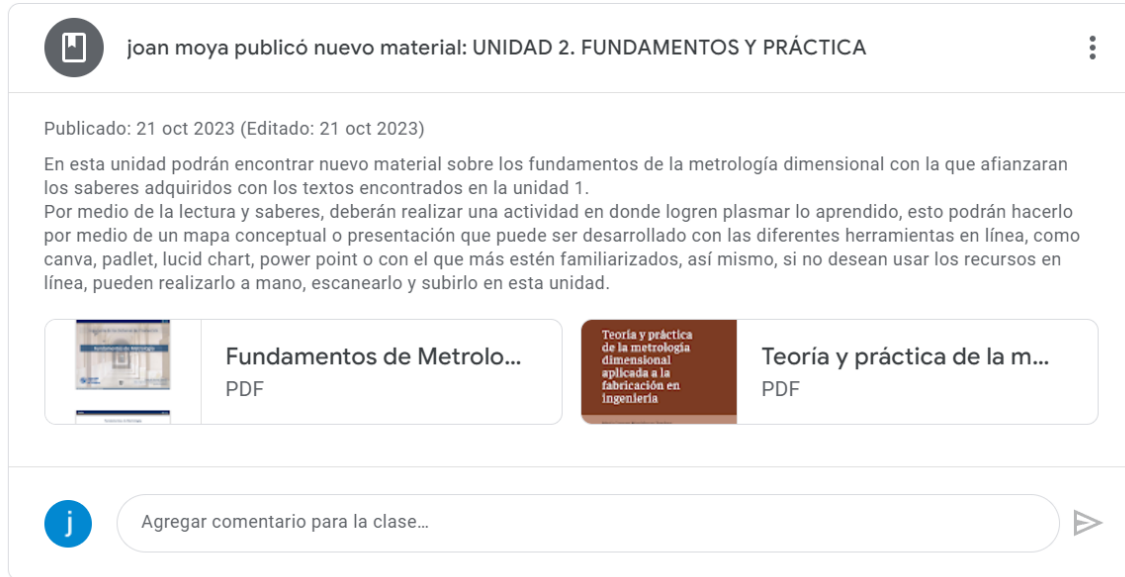
Por último, en la parte práctica los estudiantes subieron cualquier tipo de herramienta con el fin de demostrar los saberes adquiridos.

Figura 4

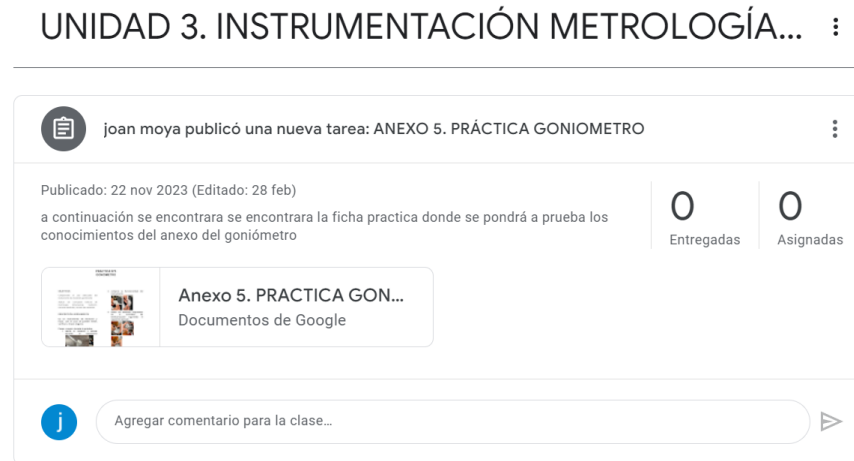
Unidad 2 en Google Classroom



The image shows a screenshot of a Google Classroom assignment card. At the top, the title 'UNIDAD 2. FUNDAMENTOS Y PRÁCTICA' is displayed in a large, bold, black font, followed by a vertical ellipsis icon. Below the title, the card features a header with a document icon and the text 'joan moya publicó una nueva tarea: UNIDAD 2. APROPIACIÓN DE SABERES', also followed by a vertical ellipsis icon. The main body of the card contains the following information: 'Publicado: 21 oct 2023', a description of the task: 'En este espacio podrán subir la actividad propuesta en el tema de UNIDAD 2. FUNDAMENTOS Y PRÁCTICA. Pueden subir cualquier herramienta en donde demuestren los saberes adquiridos sobre los fundamentos de la metrología dimensional.', and two circular progress indicators: 'Entregadas' with a '0' and 'Asignadas' with a '0'. At the bottom, there is a comment input field with a blue profile icon containing the letter 'j' and the placeholder text 'Agregar comentario para la clase...', followed by a right-pointing arrow icon.

Figura 5*Parte 2 de la Unidad 2 en Google Classroom***4.1.3 Unidad 3. Instrumentación metrología dimensional**

En la unidad 3, se encuentran todas las guías para la ejecución de las prácticas con los instrumentos goniómetro, comparador de carátula, calibrador de alturas, tornillo micrométrico y pie de rey como se ve en la figura 6, así mismo se introducen videos de YouTube con el uso de cada uno y un manual como se puede ver en la figura 7.

Figura 6*Anexo de práctica en Google Classroom***Figura 7***Uso y vídeo del instrumento de medición*

Se crearon las practicas a partir de un módulo físico para los instrumentos de medición:

4.1.3.1 Vernier o pie de rey. Para el desarrollo de esta ficha práctica, se utilizaron los instrumentos ya presentes en el laboratorio. el pie de rey siendo la base para el desarrollo de la práctica y los elementos seleccionados para el uso del instrumento cumplen con los requerimientos de poder realizar medidas internas, externas y profundidad. Esta práctica contando con dos

actividades, una de ellas una actividad de familiarización con el uso del instrumento y otra donde se guiarán de un plano para profundizar los conocimientos sobre el uso correcto del pie de rey.

Figura 8

Práctica del instrumento pie de rey

Guía del Módulo práctico metrología dimensional
universidad industrial de ~~SARAGOSA~~
Escuela de ingeniería mecánica



PRACTICA N°1 VERNIER O PIE DE REY

OBJETIVOS

Comprender el uso adecuado de los instrumentos de medición; pie de rey

Aplicar los conceptos básicos de metrología dimensional; medición, correcta medición, errores de medición.

Descripción Pie de Rey

También conocido como calibrador y vernier, es un instrumento de medición de magnitudes, con una capacidad de medir hasta fracciones de milímetros mostrando la capacidad de dar una medición más precisa que instrumentos más convencionales.

El uso de este instrumento de medición permite realizar medidas internas, externas y profundas. gracias a sus componentes las cuales son unas pinzas que son para las medidas internas y externas y una varilla en su extremo inferior que permite realizar las medidas de profundidad.

Pasos a seguir durante la práctica

1. localizar material de la práctica



2. limpieza del material de trabajo



3. comprobación del instrumento a utilizar



4. Tomar las medidas necesarias para la actividad de familiarización utilizando el instrumento requerido según los ejemplos, a continuación

4.1.3.2 Tornillo micrométrico. Para el desarrollo de esta ficha práctica, se tuvo en cuenta el instrumento ya presente en el laboratorio de diseño, y unas piezas presentes con las cuales se pusieran en práctica los conceptos del correcto uso del instrumento y en qué casos poder utilizarlo. teniendo presente en la ficha un instructivo de cómo realizar la práctica y las actividades a realizar, una de ellas siendo la de familiarización con su correcto uso y la actividad donde se aplican más a profundidad el correcto uso del instrumento.

Figura 9*Práctica con instrumento tornillo micrométrico*

Guía del Módulo práctico metrología dimensional
 universidad industrial de Santander
 Escuela de ingeniería mecánica



PRACTICA N°2 TORNILLO MICROMETRICO

OBJETIVOS

Comprender el uso adecuado del instrumento de medición tornillo micrométrico

Aplicar los conceptos básicos de metrología dimensional; medición, correcta medición, errores de medición.

DESCRIPCIÓN**TORNILLO MICROMÉTRICO**

Es uno de los instrumentos de medición más precisos ya que su escala se encuentra en nanómetros y milímetros. constando de un diseño de una rosca muy fina y en su exterior marcado una escala numérica con la que se realizan mediciones de alta precisión

PAOS A SEGUIR DURANTE LA PRÁCTICA

1. BUSCAR EL MATERIAL DE TRABAJO A USAR DURANTE LA PRÁCTICA



2. LIMPIAR EL MATERIAL DE TRABAJO A UTILIZAR



3. COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DEL INSTRUMENTO



4. TOMAR LAS MEDIDAS REQUERIDAS PARA LA ACTIVIDAD DE FAMILIARIZACIÓN



5. TOMAR LAS MEDIDAS REQUERIDAS PARA LA ACTIVIDAD

4.1.3.3 Calibrador de alturas. Para el desarrollo de esta ficha práctica se tuvo que realizar la adaptación de un pie de rey digital llegando a convertirlo en un calibrador de alturas, también se utilizará un elemento el cual nos servirá de pieza a utilizar como objeto a medir, estando este ya presente en el laboratorio de diseño. En esta ficha se da una descripción del instrumento y una forma de utilizarlo, se da un paso a paso a seguir durante el desarrollo de la actividad práctica y los ejemplos de cómo usar el instrumento.

Figura 10*Práctica con instrumento calibrador de alturas*

Guía del Módulo práctico metrología dimensional
 universidad industrial de ~~caracas~~
 Escuela de ingeniería mecánica



PRACTICA N°3 CALIBRADOR DE ALTURAS

OBJETIVO 3

Comprender el uso adecuado del instrumento de medición calibrador de alturas

Aplicar los conceptos básicos de metrología dimensional; medición, correcta medición, errores de medición.

DESCRIPCIÓN CALIBRADOR DE ALTURA 3

Es un instrumento utilizado para medir alturas de piezas o medir las diferencias de altura entre planos a diferentes niveles. También es utilizado como herramienta de trazado, por lo cual se utiliza un buril.

Actividad de familiarización

Con ayuda de una láminas o piezas juntas con diferentes alturas demostradas a ~~capitulares~~, se utilizará el calibrador de alturas para conocer sus medidas.

Materiales y equipos

- Calibrador de alturas.
- Pieza de trabajo (por ejemplo, una pieza rectangular de metal o plástico).
- ~~Bloque~~ patrón o calibrados para verificar la precisión del calibrador de alturas.
- Escuadra de precisión.
- Micrómetro o vernier.
- Papel de lija (opcional).

Procedimiento

-

Introducción al calibrador de alturas

- Familiarizate con las partes del calibrador de alturas, como la base, la columna, el cursor y el ~~cursor~~.
- Asegúrate de que el calibrador esté limpio y en buen estado de funcionamiento.

Calibración del calibrador de alturas

- Utiliza los ~~bloque~~ patrón o calibrados para verificar la precisión del calibrador de alturas. Ajusta el calibrador si es necesario.
- Verifica que la escuadra de precisión esté correctamente calibrada antes de comenzar la medición.

Medición de alturas

- Coloca la pieza de trabajo en una superficie plana y limpia.
- Asegura el calibrador de alturas en posición vertical y estableciendo una referencia en la parte superior de la pieza de trabajo.
- Ajusta el cursor para que toque suavemente la parte superior de la pieza de trabajo.
- Lee y registra la medida en el dial del calibrador de alturas. Asegúrate de que la lectura sea precisa y consistente.

Medición de profundidades

- Utiliza el calibrador de alturas para medir la profundidad de una

1

4.1.3.4 Comparador de carátula. Para el desarrollo de esta ficha práctica, se utilizará el instrumento de medición presente en el laboratorio, una base magnética para utilizar de la mejor manera el equipo y una base con la cual se sostendrá la pieza a utilizar durante el desarrollo de la actividad. el contenido de esta ficha consta de una breve descripción de instrumento, un paso a paso para realizar las actividades presentes en esta y dos actividades a realizar, la actividad de familiarización en la cual se utilizarán unas galgas y unas láminas donde se comprenderá el uso

del instrumento y una actividad donde se evaluará su correcto uso y una actividad con mayor dificultad al momento de utilizar el instrumento de medición.

Figura 11

Práctica con instrumento comparador de carátula

Guía del Módulo práctico metrología dimensional
universidad industrial de Santander
Escuela de ingeniería mecánica



PRACTICA N°4 COMPARADOR DE CARATULA

OBJETIVOS

Comprender el uso adecuado del instrumento de medición: comparador de caratula

Aplicar los conceptos básicos de metrología dimensional: medición, correcta medición, errores de medición.

DESCRIPCIÓN COMPARADOR DE CARATULA

Es un instrumento de comparación el cual es utilizado para el control de error de forma en una pieza y la comparación entre una pieza sujeta a examen y una pieza patrón.

PASOS A SEGUIR DURANTE LA PRACTICA

1. ubicar los materiales a utilizar durante la práctica



2. limpieza del espacio y los materiales a utilizar



3. comprobar la funcionalidad del instrumento de medición



4. realizar el siguiente ensamble para poder realizar la actividad de familiarización



5. tomar las medidas requeridas para la actividad de familiarización, tomando de ejemplo las siguientes imágenes
6. realizar el siguiente ensamble para realizar la actividad del laboratorio



7. tomar las medidas requeridas por la actividad siguiendo los siguientes ejemplos

4.1.3.5 Goniómetro. Para el desarrollo de esta ficha práctica se utilizó el instrumento de medición presente en el laboratorio y las piezas que cumplieran con las características requeridas para su uso. Teniendo en esta una leve descripción del instrumento, un paso a paso a seguir durante el desarrollo de la actividad, y las actividades donde se pondrán en práctica los conocimientos del

correcto uso del instrumento. una actividad siendo la parte de familiarización con el equipo y otra actividad más compleja donde se aplicará a más profundidad el correcto uso de dicho instrumento.

Figura 12

Práctica con instrumento goniómetro

Guía del Módulo práctico metrología dimensional
universidad industrial de santa rosa
Escuela de ingeniería mecánica



PRACTICA N°5 GONIÓMETRO

OBJETIVOS

Comprender el uso adecuado del instrumento de medición goniómetro

Aplicar los conceptos básicos de metrología dimensional; medición, correcta medición, errores de medición.

DESCRIPCIÓN HERRAMIENTA

Es un instrumento de medición y trazo, con el cual se pueden medir, verificar y trazar ángulos

Pasos a seguir durante la práctica

1. ubicar el material a utilizar durante el laboratorio



2. limpiar el material a utilizar durante la practica



3. comprar la funcionalidad del instrumento



4. tomar las medidas requeridas en la actividad de familiarización siguiendo el siguiente ejemplo



5. tomar las medidas correspondientes para la actividad del laboratorio siguiendo estos ejemplos
6. limpiar el área de trabajo utilizada

Figura 13

Contextualización de la prueba de laboratorio de metrología dimensional



4.1.4 Unidad 4. Bibliografía

En la unidad 4 se encuentra la siguiente bibliografía

- Fundamentos básicos de metrología dimensional de Joaquín López Rodríguez en donde pueden interiorizar temas como el Sistema Internacional de Unidades (SI), notación, unidades fundamentales, suplementarias, derivadas, múltiplos y submúltiplos, expresión de una medida, calibración y medición, organización metrológica, normalización de tolerancias dimensionales, ajustes en fabricación mecánicas, operaciones en cotas, verificación de tolerancias dimensionales, tolerancias de acabado

superficial y algunas pruebas de evaluación.

- Metrología de Carlos González y Ramón Zeleny, en este libro se puede encontrar con más fondo los temas de antecedentes históricos, normas y normalización, metrología dimensional, sistemas de unidades de medida, errores en la medición, medición con instrumentos básicos, calibradores, medidores de alturas, micrómetros, indicadores, instrumentos electro digitales, bloques patrón, superficies planas de referencia, medición angular, sistemas de ajustes y tolerancias, comparadores ópticos, metrología superficial rugosidad, calibres de verificación neumáticos, instrumentos de medición de presión, termómetros, torquímetro y freno de prony, mediciones eléctricas básicas y SI.
- Estrategia nacional de metrología de MINCIT, se habla de la capacidad nacional de que las mediciones realizadas sean comparables a las del resto del mundo.

4.2 Realización de pruebas para la medición del conocimiento adquirido sobre el módulo práctico de metrología dimensional

4.2.1 Cuestionario

Posterior a la interiorización de la información estudiada en las cuatro unidades anteriores, se procede a la realización de un cuestionario el cual consta de las siguientes preguntas:

- ¿Qué es la metrología dimensional?
 - La ciencia que estudia la medida de temperaturas.
 - El estudio de la medición de distancias, dimensiones y formas.
 - La aplicación de la electricidad en la medición de magnitudes físicas.
- ¿Por qué es importante la metrología dimensional en la industria?
 - No tiene relevancia en la industria.

- Para fabricar productos más grandes.
- Para garantizar la calidad y precisión de los productos.
- ¿Qué es la trazabilidad en metrología?
 - La habilidad para dibujar gráficos de medidas.
 - La capacidad de rastrear mediciones a estándares reconocidos internacionalmente.
 - La precisión en las mediciones sin referencia a estándares.
- ¿Cuál de los siguientes instrumentos se utiliza comúnmente para medir dimensiones exteriores e interiores?
 - Pie de rey
 - Calibrador de altura
 - Mármol
- ¿Cuál de los siguientes instrumentos es más adecuado para medir la profundidad de una ranura en una pieza de trabajo?
 - Comparador de carátula
 - Galgas
 - Micrómetro
- ¿Cuál de los siguientes instrumentos se utiliza para verificar la planitud y perpendicularidad de una superficie?
 - Pie de rey
 - Calibrador de altura
 - Mármol
- ¿Qué tipo de medición realizaría utilizando galgas?
 - Mediciones lineales

- Mediciones de temperatura
- Mediciones de presión
- Durante una práctica de medición con un calibrador de altura, ¿qué precaución debes tomar antes de medir?
 - Asegurarte de que la superficie de la pieza de trabajo esté sucia.
 - Verificar que el calibrador de altura esté calibrado correctamente.
 - No es necesario tomar precauciones.
- En una práctica de medición con un pie de rey, ¿cómo debes leer la escala principal y la escala vernier para obtener una medida precisa?
 - Sumar la lectura de la escala principal y vernier.
 - Leer solo la escala principal.
 - Alinear las marcas de la escala vernier con las de la escala principal y leer el valor coincidente.
- Explica brevemente por qué es importante la metrología dimensional en la industria manufacturera.
- Menciona al menos dos fuentes comunes de error en las mediciones dimensionales y cómo se pueden minimizar.

De las cuales se tienen las respuestas

- El estudio de la medición de distancias, dimensiones y formas.
- Para garantizar la calidad y precisión de los productos.
- La capacidad de rastrear mediciones a estándares reconocidos internacionalmente.
- Pie de Rey
- Micrómetro

- Mármol
- Mediciones de presión
- Verificar que el calibrador de altura esté calibrado correctamente.
- Alinear las marcas de la escala vernier con las de la escala principal y leer el valor coincidente.

El formulario se realizó en Google forms cuyo enlace es el siguiente:

<https://docs.google.com/forms/d/1dgAOliyw7RtfU->

[xgJrwBOGF5b9qpocBFWrCEWXMS_o/edit?authuser=0](https://docs.google.com/forms/d/1dgAOliyw7RtfU-xgJrwBOGF5b9qpocBFWrCEWXMS_o/edit?authuser=0) y se encuentra disponible en la plataforma de Google classroom.

Posterior a la realización del formulario y el establecimiento de las prácticas, se procedió a la PA G E 10 socialización e implementación con los estudiantes obteniendo lo siguiente, así mismo, en el anexo 1 y anexo 2 se encuentran los resultados de cada estudiante que se pudo presentar en la fecha acordada para la socialización ya que en dicho día se presentaron movilizaciones en la ciudad y por disponibilidad no se pudo programar en otra ocasión. Donde se puede destacar los resultados de cero siendo estos de los estudiantes que no se pudieron presentarse al momento de implementar el módulo físico, analizando solo los resultados que se obtuvieron de los estudiantes presentes se observó que al momento de realizar las prácticas asimilaban de una manera eficiente los conceptos de la metrología dimensional que se les dio en la herramienta classroom, dando esto como resultado las calificaciones obtenidas a continuación:

Tabla 4*Resultado de las calificaciones*

Metrología Dimensional		Práctica	Práctica	Práctica	Práctica	Fundam	Saberes	Formulario	Práctica
DisGráfico 2024-1		2	3	4	5	entos			1
Promedio de la clase [%]		32,5				21,82			43,1
Estudiante 1	Correo del estudiante 1	50				0			100
Estudiante 2	Correo del estudiante 2	0				0			0
Estudiante 3	Correo del estudiante 3	0				0			0
Estudiante 4	Correo del estudiante 4	0				0			0
Estudiante 5	Correo del estudiante 5	42,5				0			85
Estudiante 6	Correo del estudiante 6	0				0			0
Estudiante 7	Correo del estudiante 7	50				100			0
Estudiante 8	Correo del estudiante 8	0				0			0
Estudiante 9	Correo del estudiante 9	45				0			90
Estudiante 10	Correo del estudiante 10	50				0			100
Estudiante 11	Correo del estudiante 11	0				0			0
Estudiante 12	Correo del estudiante 12	25				0			50
Estudiante 13	Correo del estudiante 13	95				100			90
Estudiante 14	Correo del estudiante 14	80				100			60
Estudiante 15	Correo del estudiante 15	42,5				0			85
Estudiante 16	Correo del estudiante 16	70				80			60
Estudiante 17	Correo del estudiante 17	0				0			0
Estudiante 18	Correo del estudiante 18	97,5				100			95
Estudiante 19	Correo del estudiante 19	00				0			0
Estudiante 20	Correo del estudiante 20	45				0			90
Estudiante 21	Correo del estudiante 21	0				0			0
Estudiante 22	Correo del estudiante 22	0				0			0

5. Conclusiones

El presente trabajo ha abordado de manera integral el tema de la metrología dimensional y el uso de equipos de medición, centrándose en instrumentos clave como el pie de rey, calibrador de altura, mármol, comparador de carátula y galgas. A lo largo de este proyecto, se han alcanzado varios objetivos fundamentales:

En primer lugar, se proporcionó una sólida base de conocimientos en metrología dimensional, que incluyó conceptos generales, normas, instrumentación y métodos de medición. La comprensión de estos conceptos es esencial para realizar mediciones precisas y garantizar la calidad en la industria.

La implementación de prácticas con los mencionados equipos de medición brindó a los estudiantes la oportunidad de aplicar estos conocimientos en un entorno real. Esto no solo les permitió adquirir experiencia práctica, sino que también les ayudó a comprender la importancia de la precisión y la atención al detalle en la metrología dimensional.

Los resultados de las evaluaciones indican que los estudiantes lograron un nivel sólido de comprensión y competencia en el uso de los equipos de medición y la aplicación de conceptos de metrología dimensional. Los cuestionarios y las pruebas prácticas reflejaron un alto grado de precisión en las mediciones y la capacidad de identificar y minimizar errores comunes.

En resumen, este proyecto ha proporcionado a los estudiantes una base sólida en metrología dimensional y habilidades prácticas en el uso de equipos de medición. Estas habilidades son valiosas en una amplia gama de industrias y contribuyen significativamente a la calidad y la precisión en la fabricación y la inspección dimensional.

Referencias Bibliográficas

Cruz G, R., Escobedo D, R., González H, V. M., & Ramírez T, M. (2006). APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS MULTIMEDIA INTERACTIVAS EN LA METROLOGÍA DIMENSIONAL.

del Castillo Rodríguez, F. D. (2010). LECTURAS DE INGENIERÍA 16 METROLOGÍA METROLOGÍA DIMENSIONAL DIMENSIONAL DIMENSIONAL (1st ed., Vol. 1). Facultad de estudios superiores Cautitlan.

Escamilla Esquivel, A. (2014). Metrología y sus aplicaciones (1st ed., Vol. 1). GRUPO EDITORIAL PATRIA, S.A. DE C.V.

González García, F. M. (2010). El Mapa conceptual y el Diagrama V. Recursos para la Enseñanza Superior en el siglo XXI (3rd ed., Vol. 14).

López Rodríguez, J. (2011). Fundamentos Básicos de Metrología Dimensional (Universidad Politécnica de Cartagena, Ed.; Vol. 1). Universidad Politécnica de Cartagena.

Manjabacas Tendero, M. C., & Miguel Eguía, V. (2022). Teoría y práctica de la metrología dimensional aplicada a la fabricación en ingeniería. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. https://doi.org/10.18239/manuales_2022.25.00

Ortega Peralta, E. P. (2022). AULA INVERTIDA COMO ESTRATEGIA EDUCATIVA PARA MEJORAR EL USO DE INSTRUMENTOS DE METROLOGÍA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Raghavendra, & Krishnamurthy. (2013). Engineering Metrology and Measurements (OUP India, Ed.). OUP India.

Robles Carbonell, J. Á., & Del Campo Maldonado, M. D. (2012). La metrología, motor de innovación tecnológica y desarrollo industrial. E-Medida, 1.

Sánchez Pérez, Á., & de Vicente-Portela, J. (1996). Elementos de la metrología. Universidad Politécnica de Madrid.

Apéndices**Apéndice A.** Resultados Práctica N1° Vernier o Pie de Rey

Estudiante 1

Tabla A1*Recolección de datos del estudiante 1*

Longitud	Toma 1	Toma 2	Toma 3
A	no	no	no
B	no	no	no
C	no	no	no
D	0,35	0,34	0,35
E	1,70	1,71	1,70
F	0,49	0,50	0,478
G	0,90	0,91	0,90
H	2,46	2,48	2,46
I	1,51	1,50	1,49
J	2,90	2,89	2,90
K	3,075	3,070	3,065
L	3,68	3,68	3,70
M	no	no	no

Estudiante 20

Tabla A3*Recolección de datos del estudiante 20*

	Error absoluto	Error relativo	Desviación estándar
A	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
B	-0.35	-9.589041096	0
C	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
D	0.35	100	0
E	-0.3	41.17647059	0
F	0.5	100	0
G	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
H	0.5	20	0
I	0.5	33.33333333	0
J	-0.1	-3.448275862	0
K	0.05	1.639344262	0
L	-0.3	-8.108108108	0
M	-0.1	-11.11111111	0

Estudiante 5

Tabla A4*Recolección de datos del estudiante 5*

Longitud	Toma 1	Toma 2	Toma 3
D	0.32	0.34	0.33
E	1.71	1.71	1.7
F	0.48	0.49	0.49
G	0.9	0.92	0.91
H	2.46	2.47	2.47
I	1.52	1.58	1.55
J	2.9	2.9	2.88
K	3.1	3.07	3.07
L	3.76	3.75	3.75

Tabla A5*Análisis estadístico del estudiante 5*

Medias	Desviación	Ea 1	Ea 2	Ea 3	Er 1	Er 2	Er 3
0.33	0.01	0.01	-0.01	0	3.03030303	-3.03030303	0
1.7066666	0.005773502	-0.003333333	-0.003333333	0.006666666	-0.1953125	-0.1953125	0.390625
0.4866666	0.005773502	0.006666666	-0.003333333	-0.003333333	1.36986301	-0.68493150	-0.68493150
0.91	0.01	0.01	-0.01	0	1.09890109	-1.09890109	0
2.4666666	0.005773502	0.006666666	-0.003333333	-0.003333333	0.27027027	-0.13513513	-0.13513513
1.55	0.03	0.03	-0.03	0	1.93548387	-1.93548387	0
2.8933333	0.011547005	-0.006666666	-0.006666666	0.013333333	-0.2304147	-0.23041474	0.460829493
3.08	0.017320508	-0.02	0.01	0.01	-0.6493506	0.324675324	0.324675324
3.7533333	0.005773502	-0.006666666	0.003333333	0.003333333	-0.1776198	0.088809946	0.088809946

Estudiante 19

Tabla A6*Recolección de datos del estudiante 19*

Longitud	Toma 1	Toma 2	Toma 3
A	no se puede tomar la medida		
B	3,7	3,7	3,7
C	no se puede tomar la medida		
D	0,35	0,35	0,35
E	1,7	1,7	1,7
F	0,5	0,5	0,5
G	1	1	1
H	2,5	2,5	2,5
I	1,5	1,5	1,5
J	2,9	2,9	2,9
K	3,05	3,05	3,05
L	3,605	3,605	3,605
M	1	0,95	0,95

Estudiante 15

Tabla A7*Recolección de datos del estudiante 15*

Longitud	Toma 1	Toma 2	Toma 3
A	N/A	N/A	N/A
B	N/A	N/A	N/A
C	N/A	N/A	N/A
D	0,34	0,33	0,33
E	1,70	1,71	1,70
F	0,48	0,49	0,48
G	0,92	0,92	0,90
H	2,48	2,48	2,47
I	1,56	1,58	1,57
J	2,90	2,89	2,89
K	3,09	3,08	3,07
L	3,75	3,74	3,74
M	2,46	2,46	2,47

Estudiante 9

Tabla A8*Recolección de datos del estudiante 9*

Longitud	Toma 1	Toma 2	Toma 3
A	NO		
B	NO		
C	NO		
D	0.32	0.31	0.35
E	1.69	1.71	1.70
F	0.5	0.47	0.48
G	0.9	0.91	0.9
H	2.575	2.5	2.4
I	1.51	1.49	1.485
J	2.88	2.4	2.82
K	3.06	3.07	3.05
L	3.65	3.68	3.7
M	NO		

Tabla A9*Análisis estadístico del estudiante 9*

Xm (media)	Desviación	Error absoluto			Error Relativo		
No	No	No	No	No	No	No	No
No	No	No	No	No	No	No	No
No	No	No	No	No	No	No	No
0.32666667	0.02081666	-0.00666667	-0.01666667	0.02333333	-2.04081633	-5.10204082	7.14285714
1.7	0.01	-0.01	0.01	0	-0.58823529	0.58823529	0
0.48333333	0.01527525	0.01666667	-0.01333333	-0.00333333	3.44827586	-2.75862069	-0.68965517
0.90333333	0.0057735	-0.00333333	0.00666667	-0.00333333	-0.36900369	0.73800738	-0.36900369
2.49166667	0.08779711	0.08333333	0.00833333	-0.09166667	3.34448161	0.33444816	-3.67892977
1.495	0.01322876	0.015	-0.005	-0.01	1.00334448	-0.33444816	-0.66889632
2.7	0.26153394	0.18	-0.3	0.12	6.66666667	-11.11111111	4.44444444
3.06	0.01	0	0.01	-0.01	0	0.32679739	-0.32679739
3.67666667	0.02516611	-0.02666667	0.00333333	0.02333333	-0.72529465	0.09066183	0.63463282
No	No	No	No	No	No	No	No

Estudiante 10

Tabla A10*Recolección de datos del estudiante 16*

Longitud	Toma 1	Toma 2	Toma 3
A	NA		
B	36	36.5	36.5
C	NA		
D	3	3	3
E	17	17	17
F	5	5	5
G	NA		
H	25	25	25
I	15	15	15
J	28.5	29	28.5
K	30.5	31	31

Estudiante 10

Tabla A11*Recolección de datos del estudiante 10*

Longitud	Toma 1	Toma 2	Toma 3
A	No se cuenta con el instrumento correcto para medir		
B	No se cuenta con el instrumento correcto para medir		
C	No se cuenta con el instrumento correcto para medir		
D	0,32	0,35	0,33
E	1,71	1,70	1,70
F	0,50	0,48	0,48
G	0,90	0,97	0,92
H	2,46	2,47	2,44
I	1,58	1,52	1,55
J	2,88	2,90	2,90
K	3,05	3,07	3,10
L	3,70	3,65	3,67
M	No se cuenta con el instrumento correcto para medir		

Tabla A12

Análisis estadístico del estudiante 10

	Error absoluto (ea)			Error relativo			Xm	Desviación estándar
0,013333333	0,016666667	0,003333333	4	5	1	0,333333333	0,012472191	
0,006666667	0,003333333	0,003333333	0,391389432	0,19569472	0,19569472	1,703333333	0,004714045	
0,013333333	0,006666667	0,006666667	2,739726027	1,36986301	1,36986301	0,486666667	0,00942809	
0,03	0,04	0,01	3,225806452	4,30107527	1,07526882	0,93	0,029439203	
0,003333333	0,013333333	0,016666667	0,13568521	0,54274084	0,67842605	2,456666667	0,012472191	
0,03	0,03	0	1,935483871	1,93548387	0	1,55	0,024494897	
0,013333333	0,006666667	0,006666667	0,460829493	0,23041475	0,23041475	2,893333333	0,00942809	
0,023333333	0,003333333	0,026666667	0,759219089	0,10845987	0,86767896	3,073333333	0,020548047	
0,026666667	0,023333333	0,003333333	0,725952813	0,63520871	0,0907441	3,673333333	0,020548047	

Estudiante 13

Tabla A13

Recolección de datos del estudiante 13

Longitud	Toma 1	Toma 2	Toma 3
A	No	No	No
B	No	No	No
C	No	No	No
D	0.33	0.32	0.35
E	1.71	1.70	1.70
F	0.49	0.50	0.475
G	0.91	0.90	0.9
H	2.475	2.495	2.47
I	1.52	1.505	1.490
J	2.89	2.90	2.89
K	3.075	3.070	3.05
L	3.69	3.69	3.70
M	No	No	No

Estudiante 14

Tabla A 15*Recolección de datos del estudiante 14*

Longitud	Toma 1	Toma 2	Toma 3
A	No se puede medir		
B	No se puede medir		
C	No se puede medir		
D	0.33	0.32	0.33
E	1.70	1.69	1.70
F	0.48	0.48	0.49
G	0.90	0.92	0.91
H	2.46	2.47	2.47
I	1.54	1.58	1.55
J	2.90	2.90	2.89
K	3.08	3.10	3.09
L	3.76	3.75	3.75
M	No se puede medir		

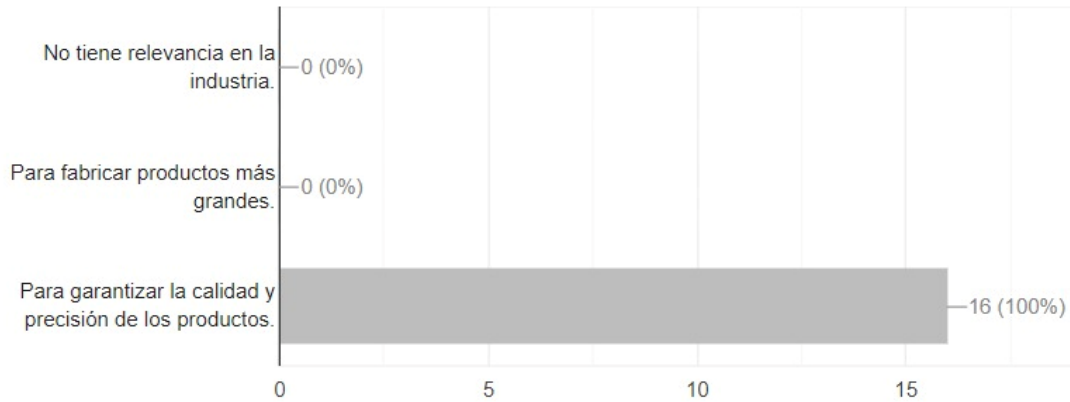
Apéndice B. Resultados formulario Google Forms

https://docs.google.com/spreadsheets/d/14RdclBFpz_PHfC7y8DwwUkiSXf8vVm9ctxcYjzPINO/edit?usp=sharing

Figura B1*Resultados porcentuales formulario pregunta 1*

¿Por qué es importante la metrología dimensional en la industria?

14/16 respuestas correctas

**Figura B2***Resultados porcentuales formulario pregunta 2*

¿Qué es la metrología dimensional?

14/16 respuestas correctas

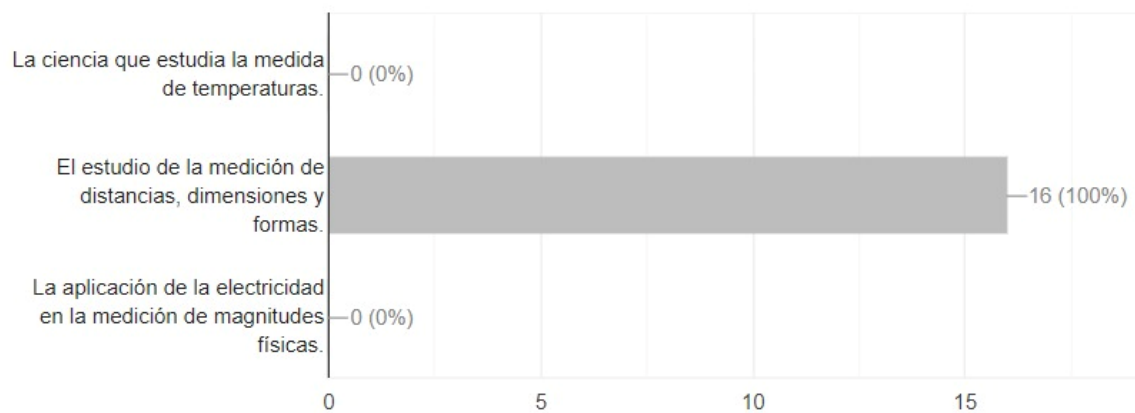
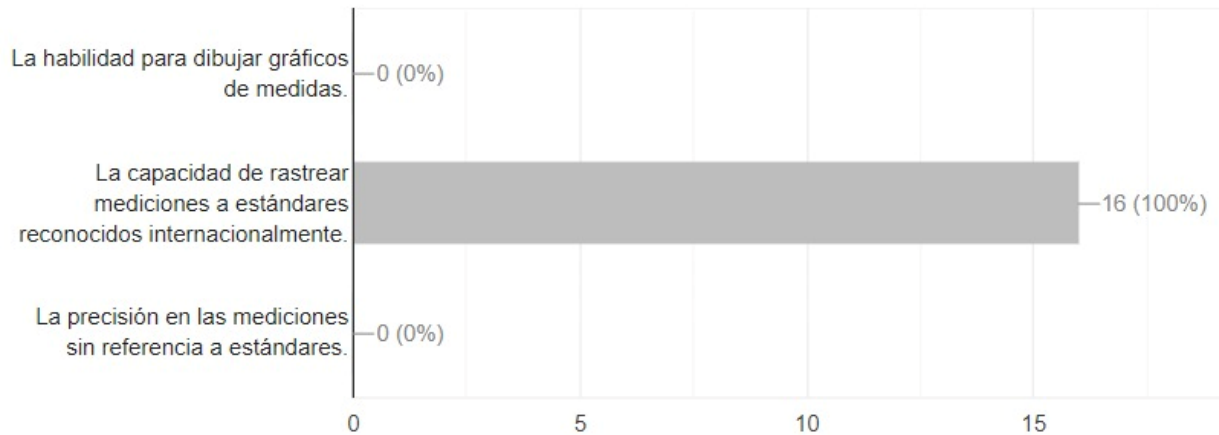


Figura B3*Resultados porcentuales formulario pregunta 3*

¿Qué es la trazabilidad en metrología?

14/16 respuestas correctas

**Figura B4***Resultados de porcentuales formulario pregunta 4*

¿Cuál de los siguientes instrumentos se utiliza comúnmente para medir dimensiones exteriores e interiores?

14/16 respuestas correctas

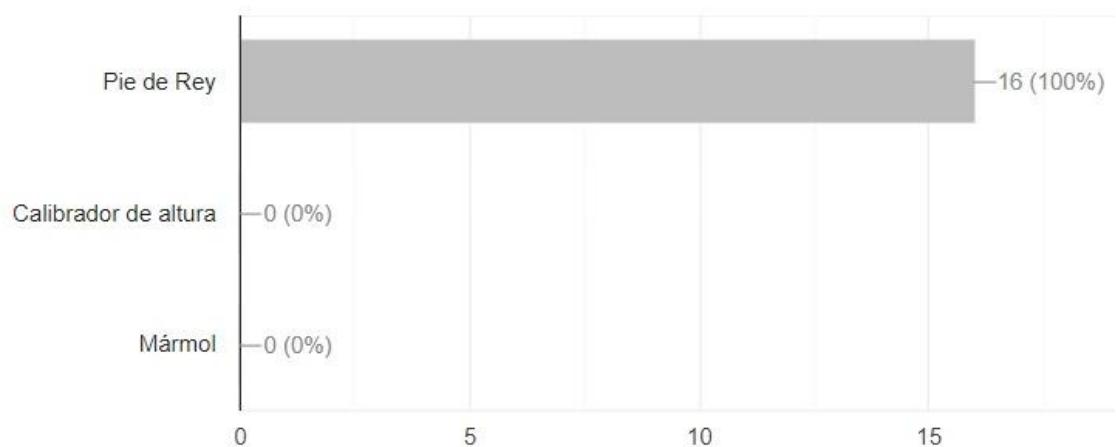
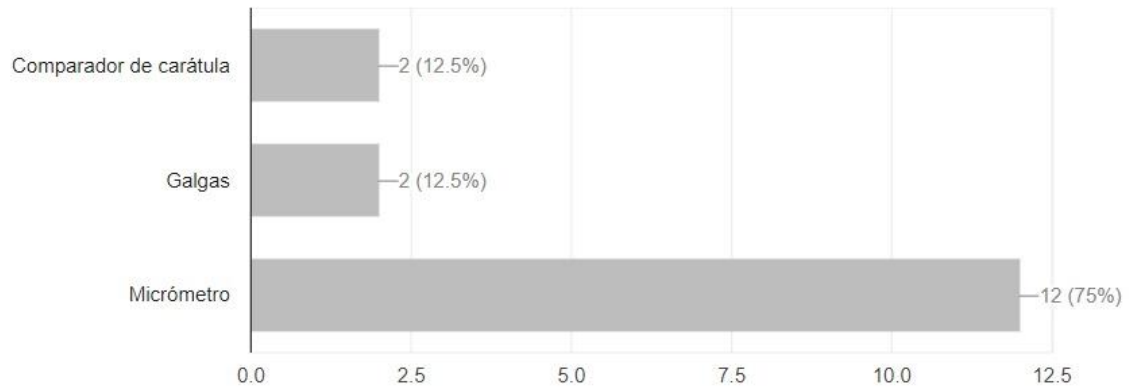


Figura B5*Resultados de porcentuales formulario pregunta 5*

¿Cuál de los siguientes instrumentos es más adecuado para medir la profundidad de una ranura en una pieza de trabajo?

[Copiar](#)

10/16 respuestas correctas

**Figura B6***Resultados de porcentuales formulario pregunta 6*

¿Cuál de los siguientes instrumentos se utiliza para verificar la planitud y perpendicularidad de una superficie?

[Copiar](#)

8/16 respuestas correctas

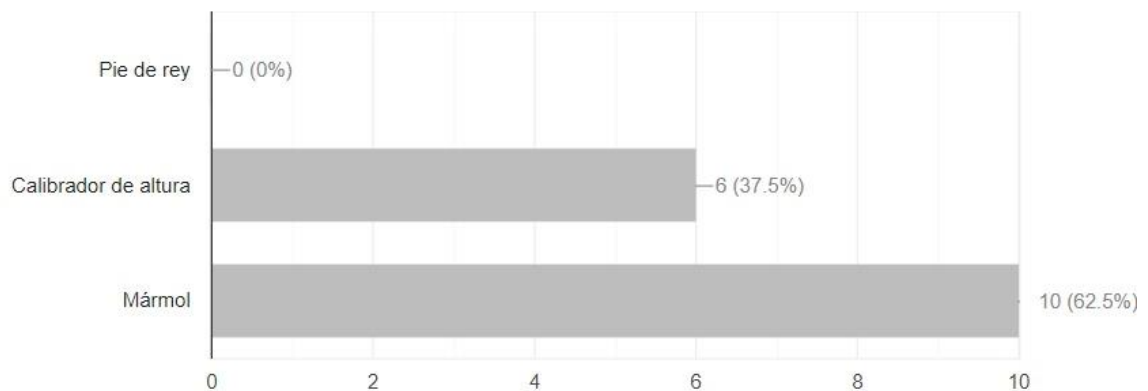
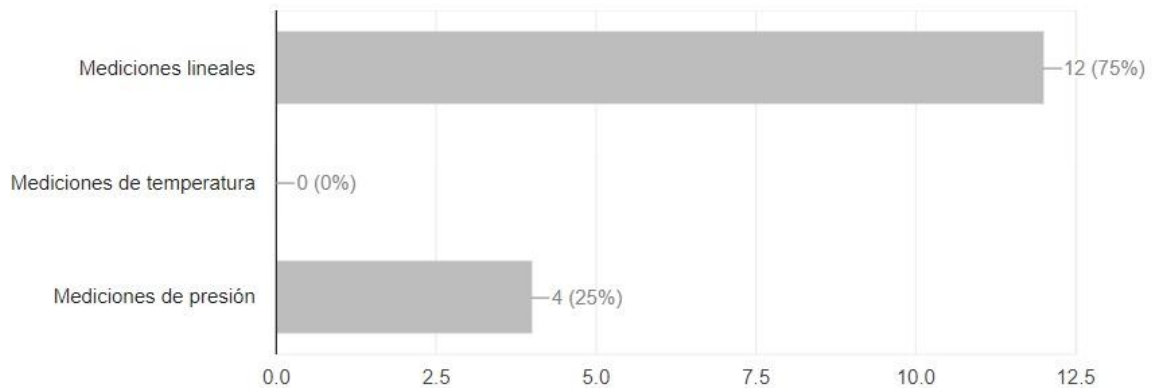


Figura B7*Resultados de porcentuales formulario pregunta 7*

¿Qué tipo de medición realizaría utilizando galgas?

[Copiar](#)

3/16 respuestas correctas

**Figura B8***Resultados de porcentuales formulario pregunta 8*

Durante una práctica de medición con un calibrador de altura, ¿qué precaución debes tomar antes de medir?

[Copiar](#)

14/16 respuestas correctas

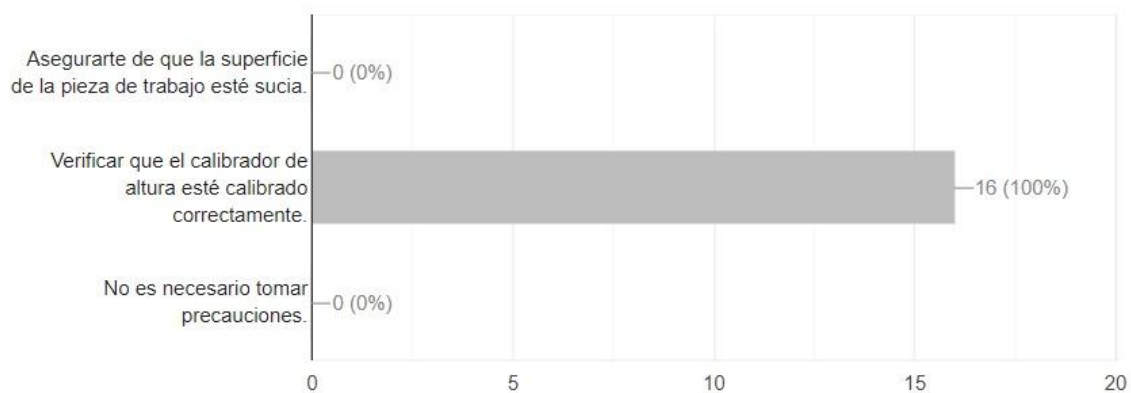
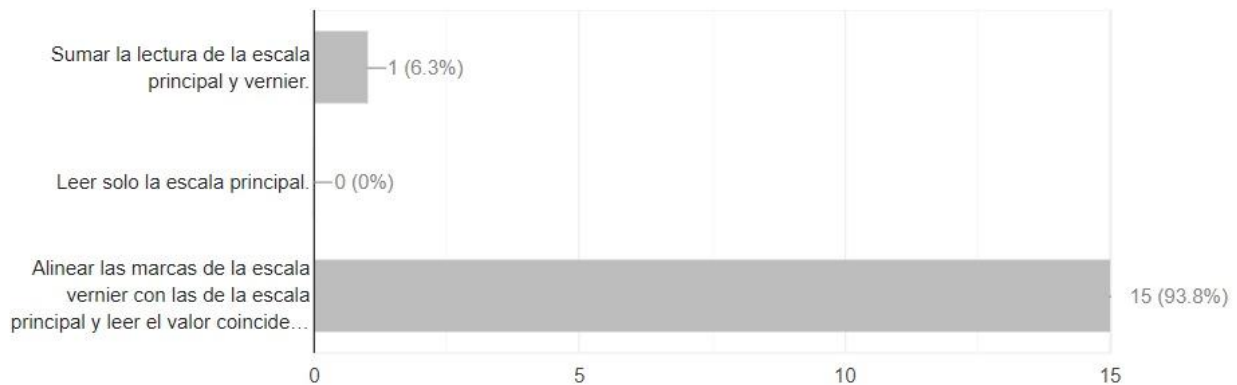


Figura B9*Resultados de porcentuales formulario pregunta 9*

En una práctica de medición con un pie de rey, ¿cómo debes leer la escala principal y la escala vernier para obtener una medida precisa?



13/16 respuestas correctas

**Figura B10***Resultados de porcentuales formulario pregunta 10*

Explica brevemente por qué es importante la metrología dimensional en la ingeniería mecánica

16 respuestas

Asegura que las piezas se fabriquen con las dimensiones exactas , por eso garantiza que se cumplan estandares de seguridad y calidad.

La metrología es de vital importancia en la ingeniería mecánica ya que garantiza la precisión y la calidad en la fabricación de componentes y sistemas. De esta manera el ingeniero se puede asegurar de que ajusten y funcionen correctamente las piezas.

Nos asegura que las piezas fabricadas cumplan con especificaciones dimesionales lo que garantiza la funcionalidad de los metales y grantiza una estandarizacion

La metrología dimensional es fundamental en la ingeniería mecánica porque garantiza que las piezas y componentes se fabriquen con precisión y cumplan con las especificaciones de diseño. Esto es crucial para asegurar la calidad, la funcionalidad y la interoperabilidad de los sistemas mecánicos, además de reducir los desperdicios y los costos de producción. En resumen, la metrología dimensional es esencial para mantener altos estándares de precisión y calidad en la ingeniería mecánica.

control de calidad, para ver los estados de la maquina

Figura B11*Resultados de porcentuales formulario pregunta 11*

Menciona al menos dos fuentes comunes de error en las mediciones dimensionales y cómo se pueden minimizar.

16 respuestas

El uso de distintos sistemas de medición, se puede disminuir usando el mismo sistema. La temperatura puede hacer que los objetos se dilaten o cambian su tamaño, se puede minimizar trabajando en un ambiente controlado.

Una puede ser la falta de una calibración apropiada de los materiales de medición, y la segunda es el uso debido al operador, ya que los errores humanos pueden influir en la precisión de las mediciones.

-Error en la calibración del instrumento; se puede evitar teniendo más conciencia de lo que vamos a usar, verificando cada vez que lo vayamos a emplear.
-Error humano: lo podemos evitar muy fácilmente, prestando más atención y haciendo bien las cosas no por hacerlas, leyendo bien los resultados de las mediciones tomadas.

Dos fuentes comunes de error en las mediciones dimensionales son la temperatura y la calibración inadecuada. Los cambios en la temperatura pueden causar expansión o contracción en los materiales, afectando las dimensiones medidas. Para minimizar esto, se puede medir en un ambiente controlado. La calibración inadecuada de los instrumentos de medición puede llevar a lecturas incorrectas; por lo tanto, se deben calibrar regularmente los instrumentos con patrones y procedimientos estandarizados.

debido a quien lo usa y la otra es depende de el material de medida