

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v7i14.0202>

PROPUESTA DE LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

PROPOSAL FOR AN ELECTRICAL MEASUREMENTS LABORATORY FOR THE TECHNICAL UNIVERSITY OF MANABÍ

Holguín-Intriago Gilberto Ramiro ¹; Intriago-Cedeño María Gabriela ²;
Pico-Mera Gabriel Enrique ³; Zambrano-Pinargote Maricarmen ⁴

¹ Departamento de Eléctrica, Electrónica y Automatización, Universidad Técnica de Manabí.
Portoviejo, Ecuador. Correo: gilberto.holguin@utm.edu.ec.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8263-6218>

² Departamento de Eléctrica, Electrónica y Automatización, Universidad Técnica de Manabí.
Portoviejo, Ecuador. Correo: maría.intriago@utm.edu.ec.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9253-5977>

³ Departamento de Eléctrica, Electrónica y Automatización, Universidad Técnica de Manabí.
Portoviejo, Ecuador. Correo: gabriel.pico@utm.edu.ec.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6373-2805>

⁴ Facultad de Postgrado, Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.
Correo: maricarmen.zambrano@utm.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-7490-6670>

Resumen

Este trabajo está centrado en el rediseño y mejora del laboratorio de mediciones eléctricas de la Universidad Técnica de Manabí (UTM). Para lo cual se realizó un diagnóstico exhaustivo, se identificaron problemas como la disposición inadecuada de pupitres, instalaciones eléctricas deficientes y mala iluminación. Basándose en estos hallazgos, se diseñó un nuevo laboratorio siguiendo estándares internacionales, considerando tanto aspectos técnicos como pedagógicos. El diseño incluye la selección de equipos y herramientas necesarios para desarrollar competencias técnicas en los estudiantes. Además, se propuso un rediseño del ambiente físico del laboratorio, optimizando la disposición de mesones y sillas para maximizar el confort y funcionalidad, así como un sistema de iluminación adecuado basado en las normativas técnicas ecuatorianas. El acondicionamiento del laboratorio busca crear un entorno de aprendizaje colaborativo y dinámico, mejorando la calidad de la educación técnica y fortaleciendo la capacidad investigativa de la UTM. Se subraya la importancia de un entorno bien diseñado para el rendimiento académico de los estudiantes y la eficiencia de las investigaciones. La implementación de este laboratorio representa un avance significativo en la calidad educativa de la UTM, mejorando la formación práctica de los estudiantes y posicionando a la universidad como un referente en la región. El proyecto incluye un diagnóstico exhaustivo, un diseño meticuloso y un acondicionamiento cuidadoso, garantizando un recurso valioso y sostenible para la universidad y la comunidad en general.

Palabras clave: Iluminación, Instalación Eléctrica, Software de Análisis, Laboratorio.

Abstract

This work is focused on the redesign and improvement of the electrical measurements laboratory of the Technical University of Manabí (UTM). For which an exhaustive diagnosis was carried out, problems such as inadequate arrangement of desks, poor electrical installations and poor lighting were identified. Based on these findings, a new laboratory was designed following international standards, considering both technical and pedagogical aspects. The design includes the selection of equipment and tools necessary to develop technical skills in students. In addition, a redesign

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 15 de abril de 2024.

Fecha de aceptación: 25 de junio de 2024.

Fecha de publicación: 10 de julio de 2024.



of the physical environment of the laboratory was proposed, optimizing the arrangement of counters and chairs to maximize comfort and functionality, as well as an adequate lighting system based on Ecuadorian technical regulations. The conditioning of the laboratory seeks to create a collaborative and dynamic learning environment, improving the quality of technical education and strengthening the research capacity of the UTM. The importance of a well-designed environment for student academic performance and research efficiency is highlighted. The implementation of this laboratory represents a significant advance in the educational quality of the UTM, improving the practical training of students and positioning the university as a benchmark in the region. The project includes a thorough diagnosis, meticulous design and careful conditioning, ensuring a valuable and sustainable resource for the university and the community at large.

Keywords: Lighting, Electrical Installation, Analysis Software, Laboratory.

1. Introducción

Los laboratorios educativos, es un componente esencial en la formación de ingenieros y técnicos en el ámbito de las mediciones eléctricas. La Universidad Técnica de Manabí (UTM), reconociendo esta necesidad, se emprendió un proyecto integral para la rediseño y mejora de un laboratorio de mediciones eléctricas. Este esfuerzo, no solo responde a la demanda creciente de formación práctica en el área, sino que también fortalece la capacidad investigativa de la institución, posicionándola como un referente en la región (Rodríguez-Borges et al., 2020).

La educación en ingeniería ha ganado protagonismo en el contexto de la educación de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, conocido como STEM

por sus siglas en inglés. Por lo que se propone un nuevo conjunto de prácticas de ingeniería, que incorporan matices epistemológicos que diferencian la ingeniería de la ciencia, tales como la delimitación de problemas, la identificación de múltiples soluciones y la optimización de las mismas (Oliveros et al., 2022). Estas prácticas tienen como objetivo ofrecer una visión más integral y realista de los campos STEM, facilitando el aprendizaje y desarrollo del pensamiento en los estudiantes (Simarro & Couso, 2021).

Las prácticas de circuitos eléctricos son cruciales para los estudiantes de ingeniería eléctrica, ya que proporcionan experiencia práctica en el análisis y resolución de problemas reales, fortaleciendo su comprensión teórica. Estas prácticas desarrollan habilidades técnicas esenciales,

mejoran la capacidad de trabajo en equipo y preparan a los estudiantes para enfrentar desafíos profesionales en la industria eléctrica (Agrawal & Gopal, 2013; Xavier, 2022).

El objetivo general del proyecto fue diseñar un laboratorio de mediciones eléctricas que cumpliera con los estándares internacionales y las expectativas educativas y de investigación de la UTM. Para alcanzar este objetivo, se establecieron tres objetivos específicos: primero, realizar un diagnóstico de las necesidades para la ejecución del laboratorio; segundo, diseñar el laboratorio de mediciones eléctricas; y tercero, proponer el acondicionamiento adecuado del ambiente del laboratorio.

2. Materiales y métodos

El desarrollo de este trabajo, se realizó utilizando una investigación, de tipo documental, además del desarrollo del Proceso de Diseño en Ingeniería (PDI). La primera parte del proyecto consistió en el estudio bibliográfico sobre laboratorios de mediciones eléctricas, mediante la

búsqueda de información de otros trabajos que se han realizado con esta temática, así como una conceptualización general del tema, con la ayuda de la observación se determinó un análisis situacional de la infraestructura, en la segunda etapa del proyecto se aplicó el proceso de diseño en ingeniería, el cual desarrolló del diseño y propuesta para la implementación del acondicionamiento del recinto, teniendo apoyo de simulaciones por computadora.

Dentro de este estudio se contempló la descripción y medidas reales del área del laboratorio. Para este fin se desarrolló previamente una planificación del trabajo de campo, posteriormente se procedió a realizar las mediciones del área, conjuntamente se efectuó el levantamiento técnico civil, de iluminación eléctrica, de seguridad y se usó el programa de diseño asistido por computadora (AutoCAD) para el tratamiento de la información y planos.

3. Resultados y discusión

Estructura de las prácticas de laboratorio de mediciones eléctrica.

Para el desarrollo del laboratorio fue necesario establecer las prácticas de

acuerdo a los syllabus de las asignaturas Circuitos Eléctricos I y Circuitos Eléctricos II, de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la UTM, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Prácticas de las asignaturas circuitos eléctricos I y II

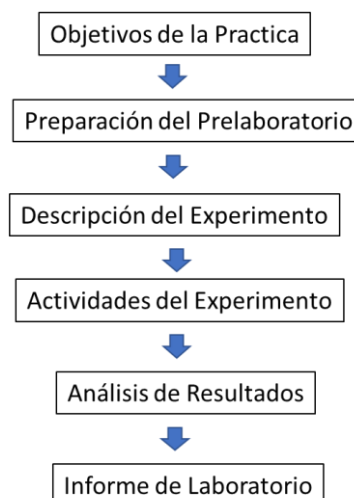
Circuitos Eléctricos I	Circuitos Eléctricos II
Ley de Ohm y Análisis de Circuitos Resistivos	Análisis de Circuitos en el Dominio del Tiempo y la Frecuencia
Teoremas de Circuitos (Norton y Thévenin)	Respuesta Transitoria y Permanente en Circuitos RLC
Análisis de Circuitos con Fuentes Dependientes e Independientes	Filtros de Señal (Pasa Bajos, Pasa Altos, Pasa Banda, y Rechaza Banda)
Capacitores e Inductores en Circuitos de CC	Análisis de Circuitos con Fuentes Sinusoidales y no Sinusoidales
Circuitos de CA: Impedancia y Resonancia	Circuitos de AC con Componentes no Lineales

Nota: Fuente el Autor

Algunos autores plantean la estructura de una práctica basada en generar competencias y aprendizajes significativos en el estudiante, donde se realice el análisis de los resultados y la

contrastación con las teorías con los resultados obtenidos (Bartirromo & Vicenzi, 2016), en términos generales la estructura se plantea como se indica en la Figura 1.

Figura 1. Estructura general de una práctica de laboratorio



Nota. secuencias de pasos para la realización de las practicas

Los laboratorios son espacios con ambientes controlados con propósitos específicos, por lo que deben cumplir con un conjunto de normas (Herrera & Rodríguez, 2022) que se han establecido para tal fin dentro son mostradas en la tabla 2.

Tabla 2. Normas para los Laboratorios

Norma	Características
ISO/IEC 17025	Competencia de laboratorios de ensayo y calibración. Especifica los requisitos generales para la competencia técnica, así como para el sistema de gestión de calidad de los laboratorios.
ISO 9001	Sistemas de gestión de calidad dirigida a organizaciones que desee mejorar la calidad y consistencia de sus productos y servicios.
ISO 14001	Gestión ambiental, asegura que los laboratorios minimicen su impacto ambiental y cumplan con las regulaciones legales pertinentes.
OHSAS 18001 / ISO 45001	Gestión de la salud y seguridad ocupacional. Aseguran que los laboratorios proporcionen un ambiente de trabajo seguro y saludable
GLP (Good Laboratory Practice)	Principios que proporcionan un marco para planificar, llevar a cabo, monitorear, registrar y archivar sus estudios.
NFPA (National Fire Protection Association)	Seguridad contra incendios en los laboratorios, incluyendo el manejo seguro de materiales peligrosos.
IEEE/IEC Standards	Directrices para el diseño, operación y seguridad de equipos y procedimientos en laboratorios de ingeniería.
ANSI/ESD S20.20	Programa de control de descarga electrostática (ESD) para proteger componentes electrónicos sensibles.

Nota. Adaptado de (Xavier, 2022)

Diagnóstico de la Infraestructura del Laboratorio

El diagnóstico inicial identificó diversas carencias y necesidades específicas, que debían ser abordadas para la implementación del laboratorio. Este análisis incluyó una evaluación de los equipos necesarios, la infraestructura disponible y los recursos humanos requeridos. La importancia de realizar un diagnóstico preciso antes de la implementación de laboratorios técnicos, ha sido destacada en

estudios recientes, ya que esto garantiza una mejor planificación y utilización de los recursos disponibles (Jiménez & Morales, 2023).

La UTM es una universidad que cuenta con 70 años desde su fundación, por lo que algunos edificios tienen muchos años de construcción, además de sufrir el terremoto de Portoviejo-Ecuador 2016, lo que afectó significativamente a los mismos, en tal sentido los laboratorios han

funcionado con algunas limitaciones en los últimos años, lo que fue evidenciado en el diagnóstico inicial, razón por la cual se hace necesario su rediseño.

La infraestructura con la que cuenta tiene las siguientes características:

- Paredes con desgaste en sus colores de origen.

- Incorrecta disposición de pupitres orientadas para la visualización al docente.
- Instalaciones eléctricas inadecuadas para el lugar.
- Iluminación del área deficiente.
- Equipos que ameritan su reemplazo o mantenimiento

Tal como se muestra en la figura 2

Figura 2. Infraestructura del laboratorio de mediciones Eléctricas

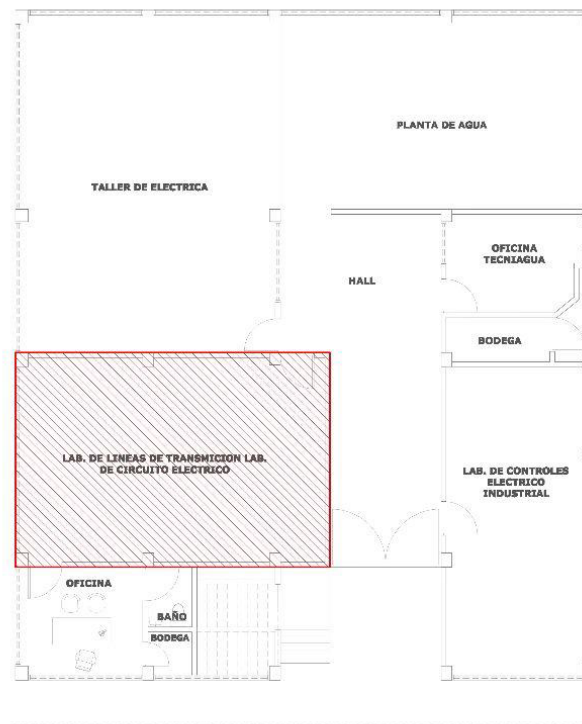


Nota. Situación actual del laboratorio

La ubicación del espacio donde funciona el laboratorio de mediciones eléctricas, es parte de una edificación de dos plantas, con más de 40 años de construcción, donde están además otros laboratorios de la carrera de Ingeniería eléctrica, tales como el laboratorio de Máquinas Eléctricas y El Laboratorio de Automatismos

Eléctricos, tal como se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Localización del Laboratorio de Mediciones Eléctricas



Rediseño del Ambiente Interior

Una vez completado el diagnóstico, se procedió al rediseño del laboratorio, considerando tanto los aspectos técnicos como pedagógicos. La selección de equipos y herramientas, se basó en las mejores prácticas y en estándares internacionales, asegurando que los estudiantes pudieran desarrollar competencias técnicas relevantes y actualizadas. Además, el diseño del laboratorio se orientó a facilitar un ambiente de aprendizaje colaborativo y dinámico, promoviendo tanto la enseñanza práctica como la investigación aplicada. La integración de tecnologías avanzadas en los

laboratorios educativos, no solo mejora la calidad del aprendizaje, sino que también prepara mejor a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mercado laboral moderno (Gómez & Martínez, 2021).

El acondicionamiento del ambiente del laboratorio fue otro aspecto crucial abordado en el proyecto, la adecuación del espacio físico, la implementación de medidas de seguridad y la creación de un entorno que promueva la innovación y el aprendizaje continuo. La literatura reciente subraya la importancia de un ambiente de laboratorio bien diseñado, ya que esto puede influir significativamente en el rendimiento académico de los

estudiantes y en la eficiencia de las investigaciones realizadas (Ruiz & Pérez, 2020).

En la parte estructural del laboratorio se tiene un área de 56.79 m², donde el espacio se encuentra limitado, permitiendo ubicar únicamente 6 mesones con sus respectivos bancos (2 por cada mesón), en

casos puntuales, las mesas de trabajo pueden adaptarse para que puedan alojar hasta 3 estudiantes para realizar una práctica de laboratorio, tomando en consideración las dimensiones y los requerimientos se procedió a realizar una propuesta espacial de ubicación de los mesones tal como se muestra en la figura 4.

Figura 4. *Propuesta de rediseño del Laboratorio de mediciones Eléctricas*



Nota. Espacio rediseñado para ubicar 6 mesones bajo la nueva concepción.

Puestos de Trabajo

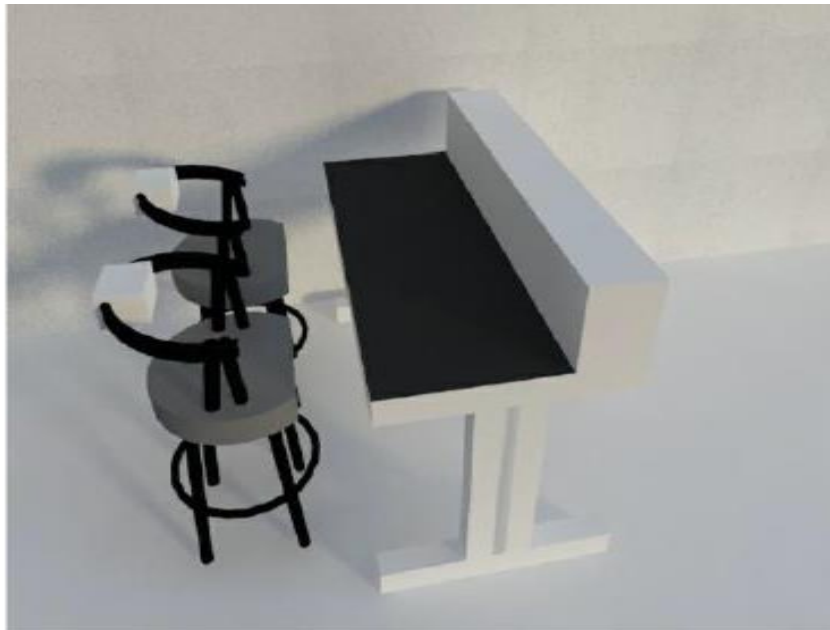
Los mesones y sillas fueron diseñados para guardar el confort de los estudiantes, durante el tiempo de la ejecución de la práctica, la cual no sobrepasa las 2 horas de trabajo en el laboratorio. por otro lado las dimensiones del mesón están comprendidas por una altura total de

75 cm y el ancho de 90 por 180cm, dentro del ancho del mesón se encuentra un copete que tiene una dimensión de 30cm de alto y 25 cm de ancho, buscando hacer más funcional al puesto de trabajo, puesto que dispone de ubicación de los equipos de medición en los mismos mesones.

La silla cuenta con una altura total (con espaldar) de 80cm y sin espaldar de 46cm con un ancho de 50cm, el diseño y dimensiones mencionadas son medidas aptas

para que una persona joven y adulta pueda sentir una buena comodidad al momento de usar el asiento, un renderizado del puesto de trabajo se muestra en la figura 5.

Figura 5. Mesón y silla a utilizar en el laboratorio



Nota. Diseño de banco y puesto de trabajo

La separación entre cada mesón será de 110 cm para facilitar la movilidad del estudiante durante el cumplimiento de la práctica, además de ser fabricado con materiales resistentes.

Sistema de Iluminación

El nivel de iluminación para un laboratorio eléctrico, es de gran importancia porque en la gran mayoría de las prácticas que se realizan, son montajes de conexiones y realizar una mala

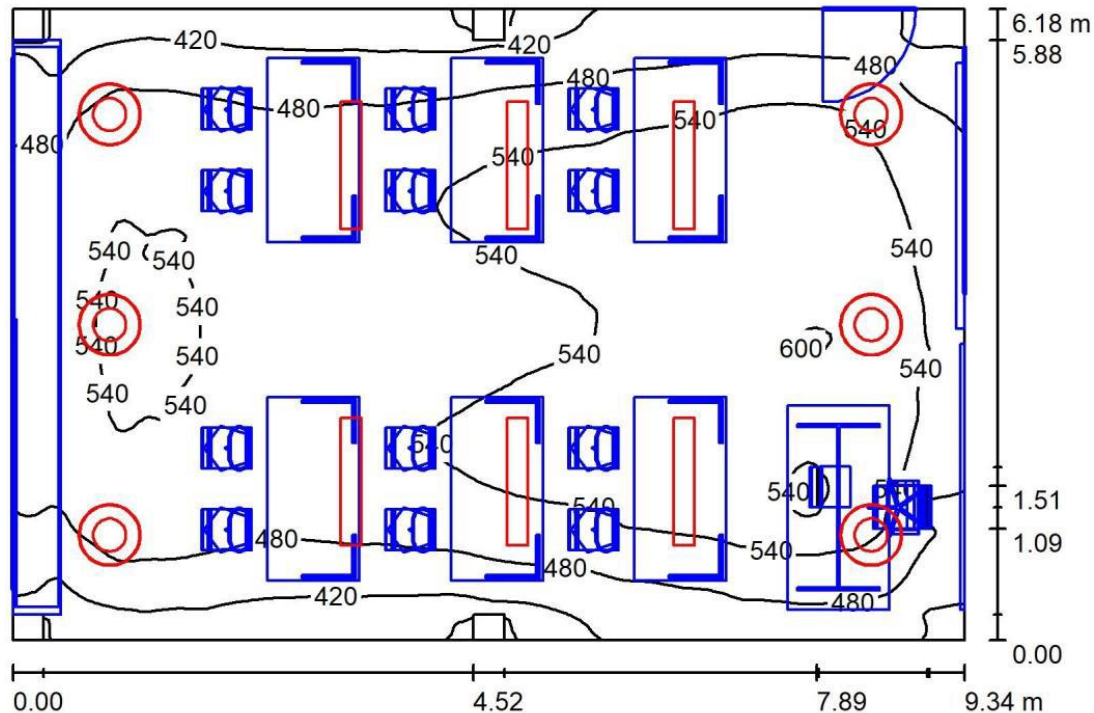
conexión puede provocar daños materiales e incluso la pérdida de la vida, por ello, tener una iluminación correcta es fundamental para disminuir riesgos por deficiente visualización del elemento eléctrico con el que se esté trabajando.

Según la normativa técnica ecuatoriana INEN 1 154 "Iluminación Natural de Edificios para Fabricas y Talleres", recomienda que en talleres de inspección (ingeniería) se utilice 700 lux para trabajos delicados.

Para aquello, se realizó un análisis de la iluminación con la que se debe de contar dentro del laboratorio de mediciones eléctricas con la ayuda

del programa DiaLux, los resultados del diseño se muestran en la figura 6.

Figura 6. Distribución de la Iluminación en el Laboratorio de mediciones Eléctricas (Luxes)



Nota. Resultado del diseño del sistema de Iluminación mediante herramientas CAD.

Durante la realización del diseño del sistema de iluminación, se tomó como valor mínimo de iluminación lo establecido por las normas técnica ecuatoriana INEN 1154, sobre la

iluminación natural de edificios para fabricas y talleres un valor de 700 Lux, obteniendo como resultado los mostrados en la tabla 3.

Tabla 3. Tipo y numero de luminarias a ser utilizadas

Nº	Pieza	Designación (Factor de Corrección)	(Luminaria) [lm]	(lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Halla190-260k-10ged/840	4220	4220	30.4
2	6	rundo190-260K-10GED/840, B (1.000) SYLVANIA 0055724 YLMaster PA 228 A2 Gris (1.000)	3369	5280	64.0
TOTAL			45535	5280	566.4

Los resultados obtenidos mediante diseño asistido por computador se

muestran en la figura 7, para el diseño del sistema de iluminación.

Figura 7. Renderizado 3D obtenido por el programa DiaLux



Nota. Fuente el Autor

El desarrollo del sistema de iluminación fue realizado sobre dispositivos y elementos de ubicación en el mercado nacional, a fin de realizar la adquisición y mantenimiento con una alta posibilidad de disminución con los tiempos de respuesta, ya que el laboratorio es de uso frecuente en las actividades académicas de la carrera.

La implementación de este laboratorio de mediciones eléctricas en la UTM, representa un avance significativo en la calidad de la educación técnica ofrecida por la institución. Este proyecto no solo mejora la formación práctica de los estudiantes, sino que también eleva la capacidad investigativa de la universidad, permitiéndole

establecer colaboraciones con la industria y otros centros de investigación. Al alinear la propuesta con las tendencias globales en educación e investigación tecnológica, la Universidad Técnica de Manabí se posiciona como un líder en la formación de ingenieros y técnicos altamente competentes.

4. Conclusiones

El diseño del laboratorio se basó en estándares internacionales para asegurar la calidad de la educación y la investigación. Además, de incorporaron tecnologías avanzadas en las fases de diseño. En el rediseño del ambiente del laboratorio incluyó una disposición optimizada de mesones y sillas para maximizar

el confort y la funcionalidad, así como un sistema de iluminación adecuado para garantizar la seguridad y la eficiencia en las prácticas de laboratorio. Se destacó la importancia de un entorno de laboratorio bien diseñado para mejorar el rendimiento académico y la efectividad de las investigaciones. La implementación de este laboratorio representa un avance significativo para la UTM.

Bibliografía

- Agrawal, A., & Gopal, K. (2013). Good Laboratory Practices in Biomonitoring. In Biomonitoring of Water and Waste Water (pp. 149-166). Springer India. https://doi.org/10.1007/978-81-322-0864-8_14
- Bartiromo, R., & Vicenzi, M. D. (2016). Electrical Measurements in the Laboratory Practice (Springer, Ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-31102-9>
- Gómez, R., & Martínez, S. (2021). Importancia de los laboratorios en la formación de ingenieros eléctricos. *Journal of Engineering Education*, 19(1), 11. <https://doi.org/10.5678/jee.v19i1.5678>
- Herrera, L., & Rodríguez, P. (2022). Normativas y estándares para laboratorios eléctricos universitarios. *Revista de Normas Técnicas*, 15(3), 11. <https://doi.org/10.2345/rnt.v15i3.7890>
- Jiménez, C., & Morales, E. (2023). Evaluación de necesidades para la implementación de laboratorios técnicos. *Tecnología y Educación*, 20(4), 12. <https://doi.org/10.4567/tecnologiaeducacion.v20i4.4567>
- Oliveros, J. A. C., Borges, C. G. R., Rodríguez, J. A. P., & Zambrano, X. H. V. J. R. d. c. s. (2022). Desarrollo del pensamiento crítico: Metodología para fomentar el aprendizaje en ingeniería. 28(4), 512-530. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8703859>
- Rodríguez-Borges, C. G., Bowen-Quiroz, C. A., Pérez-Rodríguez, J. A., & Rodríguez-Gámez, M. (2020). Evaluación de las capacidades de aprendizaje colaborativo adquiridas mediante el proyecto integrador de saberes %J Formación universitaria. 13, 239-246. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-

50062020000600239&nrm=is
0

Ruiz, D., & Pérez, A. (2020).
Ambientes de aprendizaje en
laboratorios de mediciones
eléctricas. Educational
Research Journal, 17(2), 12.
<https://doi.org/https://doi.org/10.7890/edures.v17i2.7890>

Simarro, C., & Couso, D. (2021).
Engineering practices as a
framework for STEM
education: a proposal based
on epistemic nuances.
International Journal of STEM
Education, 8(1).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s40594-021-00310-2>

Xavier, A. S. (2022). Good
Laboratory Practice (GLP). In
M. Lakshmanan, D. G.
Shewade, & G. M. Raj (Eds.),
Introduction to Basics of
Pharmacology and
Toxicology: Volume 3:
Experimental Pharmacology:
Research Methodology and
Biostatistics (pp. 685-693).
Springer Nature Singapore.
https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-19-5343-9_50