

LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN ENERGÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE
EN COMPETENCIAS PROFESIONALES

PROGRAMA DE ASIGNATURA:

METROLOGÍA

CLAVE:

E-MET-2

Propósito de aprendizaje de la Asignatura	El estudiante empleará los instrumentos de medición con base en las magnitudes de interés a partir de un correcto procedimiento para el aseguramiento de la calidad de las mediciones.				
Competencia a la que contribuye la asignatura	Optimizar sistemas de generación de energía solar para garantizar el uso eficiente y sostenible de la energía, a través del diseño y conservación de sus elementos.				
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	4	4.69	Escolarizada	5	75

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
I. Generalidades de la metrología.	4	6	10
II. Introducción al cálculo de errores en el proceso de medición.	5	10	15
III. Medición de variables lineales, angulares y termodinámicas.	12	18	30
IV. Medición de variables eléctricas.	8	12	20
Totales	29	46	75

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-31.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
Diseñar sistemas de generación de energía solar para garantizar el suministro confiable y el uso eficiente y sostenible de la energía mediante tecnologías, herramientas y normatividad vigente.	Instalar sistemas de generación, distribución, almacenamiento y uso de energía para garantizar el suministro confiable y, el uso eficiente y sostenible de la energía mediante tecnologías, herramientas y normatividad vigente.	Realizar un informe técnico detallado, que contenga: - Análisis estructural de instalación. - Análisis de riesgos y seguridad. - Procedimiento de montaje del sistema. - Procedimiento de instalación del sistema. - Procedimiento de puesta en marcha del sistema. - Procedimiento de operación del sistema.
	Proponer alternativas de solución energética para optimizar los sistemas eléctricos.	Elabora un documento con propuesta de alternativa de solución, que contenga: - Parámetros del entorno, las condiciones geográficas y climáticas. - Potencial energético de la región. - Cuadro comparativo, resaltando las deficiencias energéticas a corregir o mejorar, con especificaciones técnicas de equipo.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-31.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Generalidades de la metrología.					
Propósito esperado	Los estudiantes comprenden los conceptos básicos de la metrología y la normatividad aplicable para reconocer los patrones de medición y sus unidades de medida.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	4	Horas del Saber Hacer	6	Horas Totales	10

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Conceptos básicos.	Definir los conceptos: - Magnitud. - Medición. - Precisión. - Exactitud. - Desviación. - Unidad de medición. - Error de medición. - Procedimiento de medición. - Repetibilidad. - Incertidumbre. - Confiabilidad. - Trazabilidad. - Reproducibilidad.	Organizar los conceptos básicos de metrología.	Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos generales. Desarrollar el pensamiento analítico aplicando el análisis dimensional adecuado para la conversión de unidades. Desarrollar el pensamiento analítico al identificar e interpretar la norma adecuada para la aplicación requerida.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-31.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Sistemas de unidades.	Identificar las unidades de metrología dimensional en los sistemas Internacional (SI) e inglés (ANSI).	Realizar conversiones de unidades de Sistema Internacional a Sistema Inglés y viceversa.	
Normalización.	Identificar los niveles de aplicación de las normas.	Seleccionar la norma adecuada en la aplicación específica requerida.	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Análisis de casos. Equipos colaborativos. Tareas de investigación.	Pintarrón. Cañón. Computadora. Internet.	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes identifican los diferentes sistemas de medición considerando los conceptos básicos de la metrología a fin de cumplir con la normatividad vigente en sus procesos de medición.	A partir de un caso práctico que involucre conversión de unidades y comparación de magnitudes, estandarizar un proceso energético de acuerdo con la Norma.	Estudios de casos. Evaluación de desempeño.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-31.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	II. Introducción al cálculo de errores en el proceso de medición.					
Propósito esperado	Los estudiantes identifican diferentes formas de reducir la magnitud del error haciendo uso de mediciones múltiples para minimizar la incertidumbre en este proceso.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	5	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales	15

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Los errores y su clasificación.	Describir los diferentes tipos de errores en el proceso de medición.	Estimar los tipos de errores que influyen en las mediciones cuantitativas.	Promover el pensamiento analítico a través de la estimación de los tipos de errores en las mediciones cuantitativas.
Procedimiento de medición.	Identificar el procedimiento de medición con base en la magnitud sujeta a medir.	Documentar de manera ordenada la información que garanticen el aseguramiento de la calidad de las mediciones.	Fomentar el trabajo colaborativo para garantizar resultados adecuados.
Determinación del error.	Describir la importancia en el proceso de medición de los diferentes factores que intervienen en el mismo: - Instrumentos. - Factores ambientales. - El operador. - La tolerancia geométrica de la pieza.	Determinar los diferentes tipos de errores de un conjunto de datos muestrales de un proceso de medición.	Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de los errores en el proceso de medición.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-31.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Simulación. Análisis de casos. Correlación.	- Manual de prácticas. - Equipo y material audiovisual. - Computadora. - Internet. - Pintarrón. - Instrumentos de laboratorio para mediciones de variables lineales, angulares, termodinámicas y de recursos energéticos renovables.	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes identifican los diferentes tipos de errores en los procesos de medición a fin de cumplir con el aseguramiento de la calidad de las mediciones.	A partir de un conjunto de datos muestrales realizar un análisis estadístico que contemple tipos, clasificación y causas de los errores en el proceso de medición.	Ejercicios prácticos. Lista de verificación.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-31.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	III. Medición de variables lineales, angulares y termodinámicas.					
Propósito esperado	Los estudiantes seleccionan los instrumentos de medición con base en una magnitud física específica para realizar el proceso de medición de manera eficiente.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	12	Horas del Saber Hacer	18	Horas Totales	30

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Mediciones lineales.	Identificar los componentes y funcionamiento de los instrumentos de medición lineal: - Calibrador. - Micrómetro. - Flexómetro. - Escuadras. - Cinta métrica.	Clasificar los instrumentos de medición lineal según su principio de funcionamiento, precisión y aplicación específica. - Calibrador. - Micrómetro. - Flexómetro. - Escuadras. - Cinta métrica. Realizar mediciones de piezas mecánicas empleando instrumentos de medición lineal tanto en Sistema Internacional e Inglés.	Asumir una actitud metódica al realizar las mediciones. Promover la responsabilidad y honestidad a través del desarrollo de actividades en forma individual o en equipo de forma proactiva y metódica para realizar mediciones en el laboratorio. Colaborar con empatía en las actividades de las prácticas de laboratorio, para construir un ambiente de trabajo sano.
Mediciones angulares.	Identificar los componentes y funcionamiento de los instrumentos de medición angular:	Elegir el instrumento de medición apropiado con base en las especificaciones de las variables	Demostrar compromiso y responsabilidad al identificar los instrumentos

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-31.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	- Goniómetro. - Compás. - Transportador.	angulares a obtener en el proceso de medición: - Goniómetro. - Compás. - Transportador. Realizar mediciones de piezas mecánicas empleando instrumentos de medición angular.	de medición lineal empleados para la determinación de las variables angulares que contribuyan al eficiente proceso de medición. Asumir la responsabilidad y honestidad al realizar actividades en forma individual y en equipo en forma proactiva.
Mediciones termodinámicas.	Describir los componentes y funcionamiento de los instrumentos de medición con base en las propiedades específicas que se requieran y de las condiciones del sistema: - Densímetro. - Manómetro. - Termómetro. - Balanza. - Durómetro. - Cámara termográfica. - Rugosímetro. - Torquímetro. - Rotámetro.	Elegir el instrumento de medición apropiado respecto a las variables o propiedades específicas de interés del sistema termodinámico: - Densímetro. - Manómetro. - Termómetro. - Balanza. - Durómetro. - Cámara termográfica. - Rugosímetro. - Torquímetro. - Rotámetro. Describir los componentes y funcionamiento de los instrumentos empleados en mediciones termodinámicas.	Demostrar compromiso y responsabilidad al identificar los instrumentos de medición lineal empleados para la determinación de las variables termodinámicas que contribuyan al eficiente proceso de medición. Promover la responsabilidad y honestidad a través del desarrollo de actividades en forma individual o en equipo de forma proactiva y metódica para realizar determinaciones en el laboratorio.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-31.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

		Realizar mediciones de propiedades y variables termodinámicas.	
Medición de variables de recursos energéticos renovables.	Identificar las variables asociadas a los diferentes recursos energéticos renovables. Describir los componentes y funcionamiento de los instrumentos de medición de variables de recursos energéticos renovables - Piranómetro. - Pirheliómetro. - Anemómetro.	Medir variables asociadas a los recursos renovables - Piranómetro. - Pirheliómetro. - Anemómetro. - Solarímetro. - Potenciómetro. - Higrómetro.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-31.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	- Solarímetro. - Potenciómetro. - Higrómetro.		
--	---	--	--

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Prácticas en laboratorio. Análisis de casos. Equipos colaborativos.	- Manual de prácticas. - Equipo y material audiovisual. - Computadora. - Internet. - Pintarrón. - Instrumentos de laboratorio para mediciones de variables lineales, angulares, termodinámicas y de recursos energéticos renovables.	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes identifican la aplicación y uso de los instrumentos en el proceso de medición de variables dimensionales, angulares, termodinámicas y de recursos energéticos renovables.	A partir de diversas prácticas de laboratorio, identificar el funcionamiento y uso de instrumentos de medición dimensional, angular, termodinámicas y de variables de recursos energéticos renovables, así como condiciones operativas en laboratorio apegados a la	Guía de observación. Lista de verificación.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-31.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	normatividad vigente para garantizar el proceso de medición.	
--	--	--

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-31.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	IV. Medición de variables eléctricas.					
Propósito esperado	El estudiante realizará mediciones confiables de parámetros eléctricos para determinar la calidad y eficiencia de los sistemas.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	8	Horas del Saber Hacer	12	Horas Totales	20

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Medición de diferencia de potencial, intensidad de corriente y resistencia eléctrica.	Describir e identificar el multímetro digital y el amperímetro de gancho en la medición de la diferencia de potencial, corriente y resistencia eléctrica en un circuito resistivo de CD y CA.	Simular mediciones de diferencia de potencial, corriente, resistencia y formas de onda con software especializado. Realizar la medición de diferencia de potencial, corriente, resistencia y continuidad en circuitos serie y paralelo empleando un multímetro digital y un amperímetro de gancho.	Asumir una actitud metódica al realizar mediciones. Demostrar compromiso y responsabilidad al identificar los instrumentos de medición eléctricos empleados para la determinación de las variables eléctricas que contribuyan al eficiente proceso de medición.
Medición de señales eléctricas y electrónicas.	Describir e identificar las características de un generador de señales y un osciloscopio digital. Identificar la forma de onda de salida de un generador de señales: - Onda senoidal. - Onda cuadrada.	Medir señales eléctricas empleando un generador de señales y un osciloscopio: - Onda senoidal. - Onda cuadrada. - Onda triangular.	Asumir la responsabilidad y honestidad al realizar actividades en forma individual y en equipo en forma proactiva.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-31.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	- Onda triangular. Identificar las características de una onda senoidal: - Valor pico y valor eficaz. - Frecuencia y período.	Medir las características de una onda senoidal con un transformador y un osciloscopio: - Valor pico y valor eficaz. - Frecuencia y período.	Demostrar compromiso y responsabilidad al identificar el osciloscopio para la determinación de las señales eléctricas que contribuyan al eficiente proceso de medición.
Medición de potencia y energía eléctrica.	Describir e Identificar las principales partes de un analizador de redes eléctricas. Identificar la conexión del analizador de redes eléctricas en cargas trifásicas y monofásicas, tableros y transformador. Interpretar las mediciones de calidad de la energía y compararlo contra la normatividad o estándares pertinentes.	Realizar mediciones por medio del analizador de la calidad de la energía eléctrica de: - Voltaje. - Corriente. - Frecuencia. - Flickers. - Armónicos. - Potencia y energía. Realizar un reporte a partir de las mediciones de la calidad de la energía.	Demostrar compromiso y responsabilidad al identificar el analizador de redes para la determinación de la calidad de la energía eléctrica que contribuyan al eficiente proceso de medición.

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Prácticas en laboratorio. Análisis de casos. Tareas de investigación.	- Manual de prácticas. - Equipo y material audiovisual. - Computadora. - Internet.	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-31.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	- Pintarrón. - Instrumentos de laboratorio para mediciones de variables eléctricas: multímetro digital, amperímetro de gancho, generador de funciones, osciloscopio, analizador de redes.		
--	--	--	--

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes operan los instrumentos de medición eléctricos haciendo uso de simuladores y mediciones físicas considerando las recomendaciones técnicas del fabricante.	A partir de un caso práctico, elaborar un reporte que contenga: – Diagrama esquemático del instrumento de medición usado. – Medición y cálculo de las variables eléctricas. – Tabla comparativa de resultados de las mediciones indicando el porcentaje de error entre el valor calculado y el medido.	Guía de observación. Ejercicios prácticos.

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Profesional con perfil en Ingeniería, con experiencia en temas relacionados con la metrología y la normatividad aplicable, preferentemente con maestría en energías renovables o áreas afines.	Formación en educación basada en competencias profesionales en el nivel de educación superior y preferentemente con habilidades en el empleo de herramientas didácticas digitales.	Preferentemente con dos años de experiencia como docente en el nivel de educación superior y experiencia profesional en la industria energética, o áreas afines.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-31.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Francisco León Gallardo	2023	<i>Técnicas de mecanizado y metrología.</i>	España	IC Editorial	9788411841481
Antonio Creus Solé	2010	<i>Instrumentación industrial.</i>	México	Alfaomega	978-607-707-042-9
Carlos González González	1998	<i>Metrología.</i>	México	McGraw-Hill	970-10-0370-5

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
Centro Científico de la UE	07 de mayo de 2024	<i>Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica (PVGIS).</i>	https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis_en
Eduardo Stefanelli.	07 de mayo de 2024	<i>Simulador de instrumentos de medición.</i>	https://www.stefanelli.eng.br/es/calibre-virtual-simulador-milimetro-05/
Centro Nacional de Metrología	07 de mayo de 2024	<i>Sistema internacional de unidades. CENAM.</i>	https://www.cenam.mx/siu.aspx

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-31.2
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	