



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN”**

VICERRECTORADO ACADÉMICO

**FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA
CARRERA PROFESIONAL DE FÍSICA**



MODALIDAD NO PRESENCIAL

SÍLABO POR COMPETENCIAS

**CURSO: METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS
DE MEDICIÓN**

DOCENTE: Lic. FREDY CHOZO TUÑOQUE

SEMESTRE 2020 – I

SÍLABO
ASIGNATURA: METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

I. DATOS GENERALES

Línea de Carrera	Asignatura de Especialidad
Semestre Académico	2020-I
Código del Curso	353
Créditos	04
Horas Semanales	Hrs. Totales: 05 Teóricas 03 Practicas 02
Ciclo	VI
Sección	A
Apellidos y Nombres del Docente	Fredy, Chozo Tuñoque
Correo Institucional	fredychozo@gmail.com
N° De Celular	924467018

II. SUMILLA Y DESCRIPCIÓN DEL CURSO**SUMILLA**

El curso está planificada para desarrollarse en dieciséis semanas, en cuatro unidades didácticas, con 16 sesiones de clases teóricas - prácticas. El contenido temático comprende las siguientes unidades: *Introducción a la metrología. Técnicas de medida y mantenimiento de los instrumentos de medida. Las normas como referencia para procedimientos de calibración de instrumentos. Evaluación de la incertidumbre e interpretación de un certificado de calibración.*

DESCRIPCIÓN DEL CURSO

La finalidad del curso Metrología y Calibración de Instrumentos de Medición es abordar temas del funcionamiento de los instrumentos de medida y aplicar los conocimientos tecnológicos de la metrología en la solución de situaciones prácticas relacionados con el curso.

El curso Metrología y Calibración de Instrumentos de Medición, se propone desarrollar en el alumno competencias que le permitan **EXPLICAR** la respuesta de la solución de problemas frente al análisis de fenómenos físicos y que le permitan **IDENTIFICAR** aplicaciones tecnológicas para las diferentes áreas del conocimiento, de la investigación y actividades humanas; **VALORANDO** su importancia. Competencias que coadyuvarán al logro del perfil del profesional Físico.

III. CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	NOMBRE DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	SEMANAS
UNIDAD I	La metrología es la ciencia de la medida cuyos objetivos más importantes son el resultado de la medición y la incertidumbre de medida. Estos aspectos están ampliamente tratados, homogeneizados y consensuados en este campo. Existen una serie de términos relacionados con la incertidumbre de medida como son error, precisión y exactitud que deben tratarse con cuidado, evitando su confusión y usándolos de manera consistente a como se definen en otros documentos internacionales. La definición de todos ellos viene recogida en el Vocabulario internacional de Metrología.	INTRODUCCIÓN A LA METROLOGÍA	1-4
UNIDAD II	Ante la necesidad de conocer los instrumentos para las mediciones que pueden ser de medida directa o bien pueden ser de medida indirecta, se identifica qué, dónde y cómo calibrar diversos instrumentos conociendo criterios y técnicas de medida.	INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE MEDIDA.	5-8
UNIDAD III	Ante la necesidad de aplicar e interpreta normas y procedimientos a nivel nacional e internacional de afrontar con éxito la producción de bienes y servicios. A través de los instrumentos de medición de mayor aplicación apoyada en la certificación y/o acreditación con las normas vigentes. Además validara los estándares de calidad, para la administración de un sistema de calidad en las organizaciones.	NORMAS COMO REFERENCIA PARA PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS.	9-12
UNIDAD IV	Evalúa e interpreta la información de un certificado de calibración, el cual servirá de comunicación entre el usuario y el remitente. Se describe el contenido de los llamados certificados de calibración, los beneficios de su uso, y sus limitaciones.	EVALUACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE E INTERPRETACIÓN DE UN CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN.	13-16

IV. INDICADORES DE CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

N°	INDICADORES DE CAPACIDAD AL FINALIZAR EL CURSO
1	<u>Definir</u> los conceptos generales, importancia y clasificación de la metrología.
2	<u>Conocer</u> el sistema internacional, su clasificación y su aplicación en la física.
3	<u>Distinguir</u> entre precisión y exactitud, entre error e incertidumbre, entre calibración y verificación.
4	<u>Definir</u> los patrones de medida del sistema internacional de unidades.
5	<u>Identificar</u> los instrumentos y sistemas de medición para ser calibrados según los protocolos requeridos.
6	<u>Diferenciar</u> entre error e incertidumbre, su clasificación y como es la aplicación de estos al momento de la calibración.
7	<u>Conocer</u> los criterios y la metodología para el cálculo de incertidumbre de medición.
8	<u>Conocer</u> el cálculo de errores tipo A y B, para diferentes tipos de medición.
9	<u>Interpretar</u> los requisitos técnicos de la norma ISO 17025, para obtener un buen control de calidad de los equipos.
10	<u>Conocer</u> el contenido de un procedimiento de calibración, para los diferentes equipos con el que trabaja el Físico.
11	<u>Realizar</u> planes para asegurar la calidad de los resultados de medición y/o medición.
12	<u>Conocer</u> los criterios y la metodología para el cálculo de incertidumbre de medición mediante auditorías internas.
13	<u>Conocer</u> la incertidumbre evaluando el tipo de procedimiento con la que se toman los datos.
14	<u>Proporcionar</u> información técnica sobre los certificados de calibración y la ciencia de las mediciones.
15	<u>Proporcionar</u> información técnica sobre termometría aplicada a la calibración de termistores.
16	<u>Conocer</u> las recomendaciones y consideraciones que se deben tener al momento de desarrollar un certificado de calibración.

V. DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS:

UNIDAD DIDÁCTICA I: INTRODUCCIÓN A LA METROLOGÍA	<p>CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA I: La metrología es la ciencia de la medida cuyos objetivos más importantes son el resultado de la medición y la incertidumbre de medida. Estos aspectos están ampliamente tratados, homogeneizados y consensuados en este campo. Existen una serie de términos relacionados con la incertidumbre de medida como son error, precisión y exactitud que deben tratarse con cuidado, evitando su confusión y usándolos de manera consistente a como se definen en otros documentos internacionales. La definición de todos ellos viene recogida en el Vocabulario internacional de Metrología.</p>					
	SEMANA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL	INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD
		CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	1	<p>Metrología: Concepto, importancia e historia de la metrología. Clasificación de la metrología. Metrología científica, metrología legal y metrología industrial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> •(1-2) Utiliza software virtual por computadora para visualizar los escenarios reales que aduce la teoría. 	<ul style="list-style-type: none"> •(1) Admite la importancia de las propiedades de los sensores. •(2) Reconoce la importancia de los sensores en la electrónica. 	<p>Expositiva (Docente/Alumno)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso del Google Meet 	<p>Define los conceptos generales, importancia y clasificación de la metrología.</p>
	2	<p>Sistema Internacional de Unidades (SI): Magnitudes y unidades fundamentales, suplementarias y derivadas. Múltiplos y submúltiplos. Cifras significativas. Patrones del sistema internacional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • •(3-4) Resuelve problemas planteados en clase por el docente diferenciando los conceptos básicos de metrología. 	<ul style="list-style-type: none"> •(3) Participa en la solución de problemas de trabajos grupales o individuales. 	<p>Debate dirigido (Discusiones)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Foros, Chat 	<p>Conoce el sistema internacional, su clasificación y su aplicación en la física.</p>
	3	<p>Vocabulario Internacional de metrología (VIM): Calibración, Mensurando, Precisión y exactitud, Resolución y sensibilidad, Error, incertidumbre, patrón y trazabilidad.</p>		<ul style="list-style-type: none"> •(4) Comparte responsabilidades entre los miembros de los grupos para concluir los trabajos con acierto y en forma oportuna. 	<p>Lecturas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de repositorios digitales 	<p>Distintuir entre precisión y exactitud, entre error e incertidumbre, entre calibración y verificación.</p>
	4	<p>Laboratorios de calibración: Laboratorio primario y secundario. Patrón primario, patrón secundario, patrón nacional y patrón de referencia. Evaluación.</p>			<p>Lluvia de ideas (Saberes previos)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Foros, Chat 	<p>Define los patrones de medida del sistema internacional de unidades.</p>
EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA						
	EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS	EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO		
	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación teórica • Cuestionarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajos individuales y/o grupales • Soluciones a Ejercicios propuestos 		<ul style="list-style-type: none"> • Comportamiento en clase virtual y chat • Participación con aciertos en el chat 		

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA II: Ante la necesidad de conocer los instrumentos para las mediciones que pueden ser de medida directa o bien pueden ser de medida indirecta, se identifica qué, dónde y cómo calibrar diversos instrumentos conociendo criterios y técnicas de medida.						
UNIDAD DIDÁCTICA II: INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE MEDIDA	SEMANA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL	INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD
		CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	5	Instrumentos y Sistema de medida: Instrumento de medida y sistema de medida. Tipos de instrumentos. Escala, indicación y resolución. Termistor.	<ul style="list-style-type: none"> • (1-2) Utiliza software virtual por computadora para visualizar los escenarios reales que aduce la teoría. 	<ul style="list-style-type: none"> • (1) Organiza los grupos de trabajo delegando responsabilidades entre los miembros. • (2) Comparte avances de las demostraciones teóricas entre los miembros de equipo de trabajo. • (3) Discute las formas de abordar la solución de un problema físico o real y también los resultados. 	<p>Expositiva (Docente/Alumno)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso del Google Meet <p>Debate dirigido (Discusiones)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Foros, Chat <p>Lecturas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de repositorios digitales <p>Lluvia de ideas (Saberes previos)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Foros, Chat 	<p>Identificar los instrumentos y sistemas de medición para ser calibrados según los protocolos requeridos.</p> <p>Diferenciar entre error e incertidumbre, su clasificación y como es la aplicación de estos al momento de la calibración.</p> <p>Conocer los criterios y la metodología para el cálculo de incertidumbre de medición.</p> <p>Conocer el cálculo de errores tipo A y B, para diferentes tipos de medición.</p>
	6	Errores e incertidumbre: Error absoluto, error relativo, error porcentual, error inherente, error de truncado, error de redondeo, error de aproximación y desviación estándar.	<ul style="list-style-type: none"> • (3-4) Resuelve problemas planteados en clase por el docente identificando los instrumentos de medición y los sistemas de medida para la propagación de incertidumbres. 	<ul style="list-style-type: none"> • (4) Expresa con lenguaje claro y formal la redacción de los informes, monografías o trabajos desarrollados por los alumnos. 		
	7	Propagación de incertidumbres: Suma, diferencia, producto, división, potencias y raíces de dos variables. (Practica de propagación de errores). Incertidumbre de una función arbitraria de una variable, propagación de incertidumbres para funciones de más de dos variables.				
	8	Ajustes por mínimos cuadrados: Ajustes por mínimos cuadrados para una recta, cálculo de A y B, cálculo de las incertidumbres y covarianza. Evaluación.				
EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA						
		EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS	EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
		<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación teórica • Cuestionarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajos individuales y/o grupales • Soluciones a Ejercicios propuestos 		<ul style="list-style-type: none"> • Comportamiento en clase virtual y chat • Participación con aciertos en el chat 	

UNIDAD DIDÁCTICA III: : NORMAS COMO REFERENCIA PARA PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS.	<p>CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA III: Ante la necesidad de aplicar e interpreta normas y procedimientos a nivel nacional e internacional de afrontar con éxito la producción de bienes y servicios. A través de los instrumentos de medición de mayor aplicación apoyada en la certificación y/o acreditación con las normas vigentes. Además validara los estándares de calidad, para la administración de un sistema de calidad en las organizaciones.</p>					
	SEMANA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL	INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD
		CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	9	<p>Seminario de normas: Seminario de normas (ASTM), Seminario de normas (NTP) y Seminario de normas (ISO/IEC 17025). Problemas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> (1-2) Utiliza software virtual por computadora para visualizar los escenarios reales que aduce la teoría. 	<ul style="list-style-type: none"> (1) Organiza los grupos de trabajo delegando responsabilidades entre los miembros. (2) Comparte avances de las demostraciones teóricas entre los miembros de equipo de trabajo. (3) Discute las formas de abordar la solución de un problema físico o real y también los resultados. 	<p>Expositiva (Docente/Alumno)</p> <ul style="list-style-type: none"> Uso del Google Meet <p>Debate dirigido (Discusiones)</p> <ul style="list-style-type: none"> Foros, Chat <p>Lecturas</p> <ul style="list-style-type: none"> Uso de repositorios digitales <p>Lluvia de ideas (Saberes previos)</p> <ul style="list-style-type: none"> Foros, Chat 	<p>Interpretar los requisitos técnicos de la norma ISO 17025, para obtener un buen control de calidad de los equipos.</p> <p>Conocer el contenido de un procedimiento de calibración, para los diferentes equipos con el que trabaja el Físico.</p> <p>Realizar planes para asegurar la calidad de los resultados de medición y/o medición.</p> <p>Conocer los criterios y la metodología para el cálculo de incertidumbre de medición mediante auditorías internas.</p>
	10					
	11	<p>Informe de calibración: Expresión de una medida. Informe de resultados. Problemas.</p>				
	12	<p>Auditorías internas: Elaboración y ejecución de auditorías internas. Problemas. Evaluación.</p>				
EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA						
EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS		EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO		
<ul style="list-style-type: none"> Evaluación teórica Cuestionarios 		<ul style="list-style-type: none"> Trabajos individuales y/o grupales Soluciones a Ejercicios propuestos 		<ul style="list-style-type: none"> Comportamiento en clase virtual y chat Participación con aciertos en el chat 		

UNIDAD DIDÁCTICA IV: EVALUACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE E INTERPRETACIÓN DE UN CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN.	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA IV: Evalúa e interpreta la información de un certificado de calibración, el cual servirá de comunicación entre el usuario y el remitente. Se describe el contenido de los llamados certificados de calibración, los beneficios de su uso, y sus limitaciones.					
	SEMANA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL	INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD
		CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	13	Incertidumbre: Definición básica. Evaluación tipo A de la incertidumbre típica. Evaluación tipo B de la incertidumbre típica.	<ul style="list-style-type: none"> (1-2) Utiliza software virtual por computadora para visualizar los escenarios reales que aduce la teoría. (3-4) Resuelve problemas planteados en clase por el docente evaluando e interpretado un certificado de calibración 	<ul style="list-style-type: none"> (1) Organiza los grupos de trabajo delegando responsabilidades entre los miembros. (2) Comparte avances de las demostraciones teóricas entre los miembros de equipo de trabajo. (3) Discute las formas de abordar la solución de un problema físico o real y también los resultados. (4) Expresa con lenguaje claro y formal la redacción de los informes, monografías o trabajos desarrollados por los alumnos. 	Expositiva (Docente/Alumno) <ul style="list-style-type: none"> Uso del Google Meet Debate dirigido (Discusiones) <ul style="list-style-type: none"> Foros, Chat Lecturas <ul style="list-style-type: none"> Uso de repositorios digitales Lluvia de ideas (Saberes previos) <ul style="list-style-type: none"> Foros, Chat 	Conocer la incertidumbre evaluando el tipo de procedimiento con la que se toman los datos. Proporcionar información técnica sobre los certificados de calibración y la ciencia de las mediciones. Proporcionar información técnica sobre termometría aplicada a la calibración de termistores. Conocer las recomendaciones y consideraciones que se deben tener al momento de desarrollar un certificado de calibración.
	14	Certificados de calibración: Conceptos básicos, desarrollo y uso del certificado de calibración.				
	15	Calibración del termistor: Concepto y tipos de termistor. Método de medición. Método de Comparación. Recolección de datos.				
	16	Consideraciones: Consideraciones generales en la calibración de termómetros. Recomendaciones para las calibraciones por comparación. Evaluación.				
	EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA					
	EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS		EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
	<ul style="list-style-type: none"> Estudios de Casos Cuestionarios 		<ul style="list-style-type: none"> Trabajos individuales y/o grupales Soluciones a Ejercicios propuestos 		<ul style="list-style-type: none"> Comportamiento en clase virtual y chat Participación con aciertos en el chat 	



VI. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDÁCTICOS

Se utilizarán todos los materiales y recursos requeridos de acuerdo a la naturaleza de los temas programados. Básicamente serán:

1. MEDIOS Y PLATAFORMAS VIRTUALES

- Casos prácticos
- Pizarra interactiva
- Google Meet
- Repositorios de datos

2. MEDIOS INFORMATICOS:

- Computadora
- Tablet
- Celulares
- Internet

VII. EVALUACIÓN:

La Evaluación es inherente al proceso de enseñanza aprendizaje y será continua y permanente. Los criterios de evaluación son de conocimiento, de desempeño y de producto.

1. Evidencias de Conocimiento.

La evaluación será a través de pruebas escritas y orales para el análisis y autoevaluación. En cuanto al primer caso, medir la competencia a nivel interpretativo, argumentativo y propositivo, para ello debemos ver como identifica (describe, ejemplifica, relaciona, reconoce, explica, etc.); y la forma en que argumenta (plantea una afirmación, describe las refutaciones en contra de dicha afirmación, expone sus argumentos contra las refutaciones y llega a conclusiones) y la forma en que propone a través de establecer estrategias, valoraciones, generalizaciones, formulación de hipótesis, respuesta a situaciones, etc.

En cuanto a la autoevaluación permite que el estudiante reconozca sus debilidades y fortalezas para corregir o mejorar.

Las evaluaciones de este nivel serán de respuestas simples y otras con preguntas abiertas para su argumentación.

2. Evidencia de Desempeño.

Esta evidencia pone en acción recursos cognitivos, recursos procedimentales y recursos afectivos; todo ello en una integración que evidencia un saber hacer reflexivo; en tanto, se puede verbalizar lo que se hace, fundamentar teóricamente la práctica y evidenciar un pensamiento estratégico, dado en la observación en torno a cómo se actúa en situaciones impredecibles.

La evaluación de desempeño se evalúa ponderando como el estudiante se hace investigador aplicando los procedimientos y técnicas en el desarrollo de las clases a través de su asistencia y participación asertiva.

3. Evidencia de Producto.

Están implicadas en las finalidades de la competencia, por tanto, no es simplemente la entrega del producto, sino que tiene que ver con el campo de acción y los requerimientos del contexto de aplicación.

La evaluación de producto de evidencia en la entrega oportuna de sus trabajos parciales y el trabajo final.

Además, se tendrá en cuenta la asistencia como componente del desempeño, el 30% de inasistencia inhabilita el derecho a la evaluación.

VARIABLES	PONDERACIONES	UNIDADES DIDÁCTICAS DENOMINADAS MÓDULOS
Evaluación de Conocimiento	30 %	El ciclo académico comprende 4
Evaluación de Producto	35%	
Evaluación de Desempeño	35 %	

Siendo el promedio final (PF), el promedio simple de los promedios ponderados de cada módulo (PM1, PM2, PM3, PM4)

$$PF = \frac{PM1 + PM2 + PM3 + PM4}{4}$$

La nota mínima aprobatoria es once (11). Sólo en el caso de la nota promocional la fracción de 0,5 se redondeará a la unidad entero inmediato superior. (Art. 130)

VIII. BIBLIOGRAFÍA

8.1. Fuentes Documentales

Goicochea, G. (2014). *Desarrollo de un procedimiento de calibración para Termómetros Digitales usados como patrones de referencia, Estimación de su Incertidumbre y Validación*. Lima, Perú.

Ruiz, A., García, J. & Meza, J. (2010). *Error, Incertidumbre, Precisión y Exactitud, términos asociados a la calidad espacial del dato Geográfico*.

8.2. Fuentes Bibliográficas

Baird, D. (1991). *Una introducción a la teoría de mediciones y al diseño de experimentos* (Segunda Edición). Mexico.

Centro Español de Metrología. (2012) *Vocabulario internacional de metrología (VIM)* (Tercera Edición). España.

Centro Español de Metrología. (2008). *Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida* (Primera Edición). España.

Gonzales, C. & Zeleny, J. (1995). *Metrología* (Primera Edición). México.

Holman, J. (1981). *Métodos experimentales para ingenieros* (Segunda edición). México.

Inacal. (2016). *Importancia de la Metrología como Ciencia de la Medición en la Ingeniería y Ramas afines*. Perú.

Taylor, J. R. (1997). *An introduction to error analysis* (Second Edition).

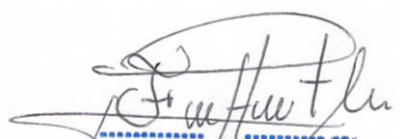
López, J. (2011). *Fundamentos básicos de Metrología Dimensional*, UPCT, Cartagena.

Sevilla, L. & Martín, M. J. (2002). *"Metrología Dimensional"*. Universidad de Málaga.

Huacho, 15 de julio del 2020



Universidad Nacional
"José Faustino Sánchez Carrión"



Fredy Chozo Tuñoque
LICENCIADO EN FÍSICA

Chozo Tuñoque Fredy