

**PROGRAMA DE ASIGNATURA: MANTENIMIENTO PREDICTIVO MECÁNICO**

**CLAVE: E-MPD-3**

Propósito de aprendizaje de la Asignatura	El Estudiante implementará un programa de mantenimiento predictivo mediante la medición y análisis de las vibraciones mecánicas para asegurar la disponibilidad de los equipos productivos.				
Competencia a la que contribuye la asignatura	Optimizar las estrategias de mantenimiento, condiciones de operación de los equipos, los estudios de ingeniería y proyectos técnico-económicos mediante el análisis de factores humanos, tecnológicos, financieros para la gestión del plan maestro de mantenimiento que garantice la disponibilidad, confiabilidad, sostenibilidad y factibilidad de la planta, contribuyendo a la competitividad de la empresa a través de las nuevas tecnologías de la Industria para predecir, planear y controlar los procesos de mantenimiento y lograr los objetivos de la organización.				
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	8	5.62	Escolarizada	6	90

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I. Clasificación de las vibraciones mecánicas	18	24
II. Medición, Diagnóstico y fallas de vibraciones	12	18	30
III. Mantenimiento predictivo sobre vibraciones	7	11	18
<b>Totales</b>	<b>37</b>	<b>53</b>	<b>90</b>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
<p>Administrar el plan maestro de mantenimiento mediante el establecimiento de políticas, métodos y procedimientos de mantenimiento para la mejora de la confiabilidad de los equipos empleados y la eficiencia de los recursos.</p>	<p>Estructurar el plan maestro de mantenimiento mediante la filosofía de mantenimiento y sus tipos: correctivo, preventivo, predictivo y autónomo, para asegurar su cumplimiento.</p>	<p>Elabora propuesta de mejora al plan maestro de mantenimiento en función de los resultados y análisis de la aplicación de las técnicas pertinentes de mantenimiento predictivo (Inspección visual, Lubricación, Termografía, Ultrasonido, Análisis de vibraciones mecánicas, análisis de redes eléctricas y otras pruebas no destructivas).</p>
	<p>Determinar los métodos y procedimientos de trabajo aplicando normas y técnicas correspondientes para la ejecución y mejoramiento de actividades de mantenimiento.</p>	<p>Presenta un manual de procedimientos (mapeo del proceso) para optimizar y ejecutar el programa de mantenimiento a sistemas productivos (electromecánicos, termo mecánicos, hidráulicos, neumáticos, automatizados, etc.)</p>
	<p>Gestionar el talento humano, así como los recursos financieros y materiales de acuerdo a los procedimientos y políticas de la empresa para la ejecución de las actividades de mantenimiento.</p>	<p>Entrega un reporte fundamentado con el análisis de viabilidad y factibilidad técnico - financiera acorde al plan maestro de mantenimiento que contemple el ingreso y desarrollo del personal así como los recursos y materiales requeridos.</p>
<p>Garantizar la correcta operación de maquinaria, equipo e instalaciones mediante la aplicación de técnicas actuales y las mejores prácticas de mantenimiento para contribuir a la competitividad de la empresa</p>	<p>Diagnosticar maquinaria, equipo e instalaciones mediante técnicas de análisis predictivo y con ensayos no destructivos (termografía, vibraciones, ultrasonido, tribología, entre otras) aplicando modelos matemáticos y otras herramientas para la detección oportuna de fallas y optimización de las actividades de mantenimiento.</p>	<p>Presenta un reporte con el diagnóstico con las condiciones de operación de los sistemas electromecánicos utilizando técnicas predictivas (inspección visual, lubricación, termografía, ultrasonido, vibraciones, alineación con láser y otras pruebas no destructivas), que incluya alternativas de atención, corrección y mejora.</p>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

	Identificar las áreas de mejora en la eficiencia global de maquinaria, equipo e instalaciones mediante el análisis estadístico de los indicadores en trabajo conjunto con áreas de producción, proyectos, planeación, calidad, Ing. de planta, seguridad y compras, para incrementar la confiabilidad y rentabilidad en la empresa.	Presenta una propuesta con alternativas de atención, corrección y mejora en la implementación de un programa de mantenimiento productivo total (TPM) basado en los resultados y seguimiento a la condición de maquinaria, equipo de instalaciones con técnicas avanzadas , involucrando las áreas relacionadas con el uso y mantenimiento del equipo.
	Asegurar la fiabilidad global de maquinaria , equipo e instalaciones mediante la coordinación de las actividades de grupos de trabajo para minimizar las fallas procurando la mejora continua y la calidad del servicio.	Presenta una programa que incluya el cálculo y análisis de la fiabilidad, así como los resultados de la implementación para maquinaria , equipo e instalaciones, basado en técnicas, como el análisis de causa raíz, análisis de modo y efectos de falla (AMEF), mantenimiento basado en la fiabilidad (RCM), entre otras.
Integrar proyectos de innovación a los sistemas productivos con enfoque en la mantenibilidad mediante la utilización de nuevas tecnologías para mejorar la operatividad de la empresa.	Proponer sistemas de control automatizado usando las nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia, funcionalidad del mantenimiento y de los procesos.	Presenta propuestas de proyectos de automatización de maquinaria, equipo e instalaciones que incluyan el uso de tecnologías y manejo de información de mantenimiento considerando aspectos de seguridad, higiene y medio ambiente.
	Controlar las modificaciones y ampliaciones de infraestructura, equipamiento e instalaciones mediante el seguimiento de las diversas etapas de los proyectos de construcción, modificación e instalación de equipos para garantizar el alcance de las metas establecidas y el cumplimiento a la normatividad correspondiente.	Presenta un reporte de avance de las actividades del proyecto que contenga costos, tiempos, uso de materiales y cumplimiento de normas y especificaciones.

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

	Asegurar la disponibilidad y calidad de suministros energéticos (gas, vapor, agua, electricidad, etc.) de acuerdo a la demanda mediante la elaboración de programas de abastecimiento para garantizar la continuidad del servicio en las instalaciones de la empresa.	Elabora un programa para el suministro de energéticos que contemple planes alternativos de abastecimiento tomando en cuenta los indicadores de consumo.
Diseñar proyectos de desarrollo tecnológico mediante estudios de viabilidad y factibilidad para mejorar la mantenibilidad.	Elaborar proyectos de aplicación e investigación tecnológica utilizando técnicas y métodos cualitativos y cuantitativos para la toma de decisiones que coadyuven a mejorar las condiciones de operación de los activos fijos de la empresa.	Presenta proyectos de desarrollo tecnológico en su área de competencia que contemplen aspectos como mejora de tiempos de respuesta, eficiencia energética, accesibilidad, ergonomía, seguridad e higiene y medio ambiente.
	Crear estrategias para el establecimiento de empresas de mantenimiento mediante el análisis de estudios técnicos, económicos y de oportunidades de mercado para promover el autoempleo y desarrollo de emprendedores.	Presenta el anteproyecto para el establecimiento de una empresa de acuerdo a su perfil profesional que contemple la concepción de la oportunidad de negocio, análisis de mercado potencial y viabilidad económica.

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

	I. Clasificación de las vibraciones mecánicas					
Propósito esperado	El estudiante analizará un sistema vibratorio para obtener sus parámetros aplicando métodos matemáticos.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	18	Horas del Saber Hacer	24	Horas Totales	42

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Parámetros de las vibraciones mecánicas	Identificar los parámetros de las vibraciones mecánicas.	Determinar los parámetros de las vibraciones mecánicas y sus características.	Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos para resolver problemas apegados al estudio de las vibraciones mecánicas.  Asumir la responsabilidad y honestidad para realizar actividades en forma individual y fomentar la participación en equipo en forma proactiva.
Clasificación de las vibraciones mecánicas	Diferenciar los tipos de vibraciones mecánicas	Determinar el sistema vibratorio mecánico en el cual está trabajando una máquina.	
Métodos numéricos para el análisis de los sistemas vibratorios	Reconocer los elementos necesarios en la modelación de la ecuación diferencial del movimiento.	Formular las ecuaciones diferenciales del movimiento de un modelo físico.	

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Prácticas de laboratorio, Análisis de casos, simulación.	Banco de vibraciones Analizador de vibraciones. Equipo de cómputo con acceso a internet Proyector Pizarrón	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes formulan y resuelven la ecuación diferencial del movimiento de un modelo matemático vibratorio analizando sus parámetros	<p>A partir de un portafolio de evidencia de prácticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica e interpreta los parámetros de las vibraciones mecánicas usando el sistema masa-resorte</li> <li>• Diagrama el tipo de sistema vibratorio que mejor describa la configuración de un mecanismo de su entorno</li> <li>• Propone una solución a través de las ecuaciones para calcular los parámetros de la vibración y su representación gráfica</li> </ul>	Ejercicios prácticos. Cuestionarios.

	II. Medición, Diagnóstico y fallas de vibraciones
--	---

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

<b>Propósito esperado</b>	El Estudiante evaluará la condición mecánica de un equipo productivo para minimizar la vibración mecánica causante de la falla.					
<b>Tiempo Asignado</b>	<b>Horas del Saber</b>	12	<b>Horas del Saber Hacer</b>	18	<b>Horas Totales</b>	30

<b>Temas</b>	<b>Saber Dimensión Conceptual</b>	<b>Saber Hacer Dimensión Actuacional</b>	<b>Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva</b>
Adquisición de datos	Identificar el equipo de medición de los parámetros de las vibraciones mecánicas y sus accesorios.	Medir los parámetros de la vibración mecánica.	Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos para resolver problemas apegados al estudio de las vibraciones mecánicas.
Diagnóstico de fallas en maquinaria	Relacionar los espectros de falla con los datos obtenidos en la medición de la vibración de acuerdo a la normatividad vigente.	Interpretar los resultados obtenidos en la medición de vibraciones y realiza el diagnóstico de la condición del equipo mecánico	Asumir la responsabilidad y honestidad para realizar actividades en forma individual y fomentar la participación en equipo en forma proactiva.
Técnicas de corrección de fallas de vibración.	Diferenciar las técnicas para minimizar la vibración mecánica.	Seleccionar la técnica de corrección de la falla de vibración mecánica  Demostrar la reducción de vibración a parámetros aceptables de acuerdo a la normatividad vigente.	Ejercer liderazgo en la práctica de laboratorio, coordinando las actividades para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar.

<b>Proceso Enseñanza-Aprendizaje</b>		
<b>Métodos y técnicas de enseñanza</b>	<b>Medios y materiales didácticos</b>	<b>Espacio Formativo</b>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

		<b>Aula</b>	X
Prácticas de laboratorio, Análisis de casos, simulación.	Banco de vibraciones. Banco de motores eléctricos. Banco de motores de combustión interna Banco de bombas y compresores Instrumentos de medición y diagnóstico. Analizador de vibraciones. Equipo de cómputo con acceso a internet. Proyector. Pizarrón.	<b>Laboratorio / Taller</b>	X
		<b>Empresa</b>	

<b>Proceso de Evaluación</b>		
<b>Resultado de Aprendizaje</b>	<b>Evidencia de Aprendizaje</b>	<b>Instrumentos de evaluación</b>
Los estudiantes analizan y evalúan los resultados de las mediciones de los parámetros de vibraciones y seleccionan la técnica adecuada para la corrección de la falla.	Mediante un estudio de casos elabora un reporte técnico en donde demuestre la reducción de la vibración en un equipo que incluya: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Esquema del equipo mecánico sobre el cual llevó a cabo las mediciones de vibración y registre los resultados obtenidos</li> <li>- Comparación contra los valores seguros de operación contenidos en las gráficas de severidad de vibración y registrar las fallas encontradas en la maquinaria</li> <li>- Demostración de la corrección de la falla a través de la documentación del procedimiento</li> </ul>	Rúbrica. Guía de observación.

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

	III. Mantenimiento predictivo sobre vibraciones					
Propósito esperado	El estudiante Implementará un procedimiento de control de vibraciones mecánicas para la ejecución de un programa mantenimiento predictivo.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	7	Horas del Saber Hacer	11	Horas Totales	18

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Definición del mantenimiento predictivo	Definir el concepto y alcance del mantenimiento predictivo.  Describir las técnicas empleadas en el mantenimiento predictivo	Seleccionar la técnica adecuada del mantenimiento predictivo	Desarrollar el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos para resolver problemas apegados al estudio de las vibraciones mecánicas.  Asumir la responsabilidad y honestidad para realizar actividades en forma individual y fomentar la participación en equipo en forma proactiva.  Ejercer liderazgo en la práctica de laboratorio, coordinando las actividades para el buen resultado de la práctica o proceso a desarrollar.
Metodología de implementación del programa de mantenimiento predictivo	Explicar los pasos de implementación del programa de mantenimiento predictivo basado en la medición y análisis de vibraciones mecánicas.	Diseñar un procedimiento para la implementación de un programa de mantenimiento predictivo  Interpretar los resultados obtenidos y la evaluación del estado mecánico del equipo y/o maquinaria.	

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Prácticas de laboratorio, Análisis de casos, simulación.	Banco de vibraciones. Banco de motores eléctricos. Banco de motores de combustión interna Banco de bombas y compresores Instrumentos de medición y diagnóstico. Analizador de vibraciones. Equipo de cómputo con acceso a internet. Proyector. Pizarrón. Herramientas virtuales	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes diseñan un programa de mantenimiento predictivo mecánico haciendo uso de las mediciones de vibraciones mecánicas.	A partir de un caso práctico elabora un reporte técnico que contenga: <ul style="list-style-type: none"> <li>Definición del alcance del mantenimiento predictivo y sus técnicas</li> <li>Programa de mantenimiento predictivo mecánico con base a la medición y análisis de las vibraciones mecánicas diseñando rutas y frecuencias para la recolección de datos, medición, registro de resultados, interpretación de los resultados obtenidos, evaluación del estado mecánico, asignación de técnicas y tareas para la corrección de fallas.</li> </ul>	Rúbrica. Guía de observación.

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Ingeniero Mecánico- industrial Ingeniero Electromecánico Ingeniero en mantenimiento industrial Ingeniero mecatrónico y carreras afines.  Cursos relacionados con vibraciones mecánicas, certificaciones de mantenimiento predictivo.	Manejo de herramientas didácticas para enseñanza-aprendizaje, de evaluación, técnicas de manejo de grupos, uso de plataformas digitales para el aprendizaje. Cursos relacionados con pedagogía, didáctica, educación, habilidades docentes ,	Experiencia como gerente de mantenimiento, supervisor de mantenimiento.

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Majewski Szymiec, Tadeus	2019	Vibraciones en Sistemas Físicos	México	Alfaomega	978-607-622-8791
Shabana, Ahmed A	2019	Theory of Vibration: An Introduction	USA	Springer	978-3-319-94270-4
Hernandez Q, Jhony J	2017	Vibraciones mecánicas enfocadas en los equipos rotativos	USA	Independently published	978-84-283-3033-6

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Rao, Singiresu S.	2012	<i>Vibraciones Mecánicas</i>	USA	Pearson Education	987-607-32-0952-6
Mora Gutiérrez, Alberto	2009	Mantenimiento Planeación, Ejecución y Control	México	Alfaomega	978-958-682-769-0
Dounce Villanueva, Enrique	2009	Un enfoque Analítico del Mantenimiento Industrial	México	CECSA	970-24-0914-4
Dounce Villanueva, Enrique	2006	La productividad en el Mantenimiento Industrial	México	CECSA	968-26-1089-3
Robert F. Steidel	1990	Introducción al estudio de las Vibraciones Mecánicas	México	Continental	9789682602443, 9682602440

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
Erbessd, Thierry	23 de abril de 2024	Eligiendo el mejor Analizador de Vibraciones	<a href="https://www.erbessd-instruments.com/es/articulos/mejor-analizador-de-vibraciones/">https://www.erbessd-instruments.com/es/articulos/mejor-analizador-de-vibraciones/</a>
Erbessd, Thierry	23 de abril de 2024	Artículos de Análisis de Vibración y Monitoreo Continuo	<a href="https://www.erbessd-instruments.com/es/articulos/">https://www.erbessd-instruments.com/es/articulos/</a>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	

Trout, Jonathan	23 de abril de 2024	Análisis de vibraciones explicado	<a href="https://cmc-latam.com/2020/02/19/analisis-de-vibraciones-explicado/">https://cmc-latam.com/2020/02/19/analisis-de-vibraciones-explicado/</a>
Preditec	23 de abril de 2024	Análisis de vibraciones	<a href="http://www.preditec.com/mantenimiento-predictivo/analisis-de-vibraciones/">http://www.preditec.com/mantenimiento-predictivo/analisis-de-vibraciones/</a>
Fernández Berlanga, Marcos D.	23 de abril de 2024	Muestreo y evaluación de la exposición a vibraciones mecánicas en el sector de la construcción	<a href="https://documentacion.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/en/media/group/1077026.do">https://documentacion.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/en/media/group/1077026.do</a>
Predictiva21	23 de abril de 2024	Vibraciones Mecánicas: Herramienta de análisis del comportamiento dinámico de equipos	<a href="https://predictiva21.com/vibraciones-mecanicas-herramienta-analisis/">https://predictiva21.com/vibraciones-mecanicas-herramienta-analisis/</a>
Tractian	23 de abril de 2024	¿Cómo funciona el análisis de vibraciones?	<a href="https://tractian.com/es/blog/analisis-de-vibraciones-e-interpretacion-de-datos">https://tractian.com/es/blog/analisis-de-vibraciones-e-interpretacion-de-datos</a>
Revista 0 grados	23 de abril de 2024	Análisis de vibración	<a href="https://0grados.com/analisis-de-vibracion/">https://0grados.com/analisis-de-vibracion/</a>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-1.1
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE DE 2024	