

PROGRAMA DEL CURSO

II-0906 GESTION DEL MANTENIMIENTO

I SEMESTRE DE 2020

Docentes:

Ing. Omar Zúñiga - Sede Rodrigo Facio y Sede Interuniversitaria de Alajuela. Coordinador.
M. Sc. Carlos Acosta Nassar – Sede Regional de Occidente

GENERALIDADES DEL CURSO

CRÉDITOS: 03

Sede Rodrigo Facio:

GRUPO: 01

HORARIO: Jueves de las 7:00 AM a las 9:50 AM.

AULA: 502

HORARIO DE CONSULTA: Jueves de las 10:00 AM a las 12:00 MD. Sala de Maestria II, 6 Piso Facultad de Ingeniería, Sede Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Previa Cita.

Sede Interuniversitaria de Alajuela:

GRUPO: 01

HORARIO: Viernes de las 13:00 PM a las 15:50 PM.

AULA: C 20

HORARIO DE CONSULTA: Viernes de las 8:00 AM a las 10:00 AM. Lab Termofluidos, previa cita.

Sede de Occidente:

GRUPO: 01

HORARIO: Viernes de las 13:00 a las 15:50

AULA: Pendiente

HORARIO DE CONSULTA: Jueves de 7:00 a 9:00 y Viernes de 8:00 a 10:00 previa cita.

DESCRIPCIÓN DEL CURSO

El curso Gestión de Mantenimiento es un curso del noveno semestre de la Licenciatura en Ingeniería Industrial, el cual busca que el estudiante estudie al respecto de los diferentes tipos de instalación y mantenimiento de maquinaria industrial, las estrategias y métodos utilizados actualmente, criterios de selección, y procedimientos de implementación y gestión.

Este curso forma parte del área de conocimiento de Fundamentos de Ingeniería, y está relacionado a su vez de manera principal con el área de Ingeniería de Operaciones.

Para el correcto aprendizaje de los conocimientos y habilidades esperados al finalizar este curso se requiere que el estudiante posea de previo, conocimientos en Potencia, Control y Seguridad



Eléctrica (Electrotecnia), Termodinámica, Mecánica de Fluidos y Transferencia de calor (Termofluidos), Neumática e Hidráulica (Sistemas Automatizados de Manufactura) y Gestión de Calidad.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Al finalizar el curso, el estudiante será capaz de seleccionar e implementar la estrategia de instalación y mantenimiento idónea para cada empresa industrial en función de diferentes variables como tipo de maquinaria y equipo, estándares de instalación, calidad, volumen de producción, nivel de confiabilidad esperado, normas de seguridad e inversión requerida entre otros, para asegurar la correcta gestión de las Instalaciones.

Objetivos específicos:

- Reconocer los diferentes tipos de maquinaria empleados en la industria, los principales motivos de fallo, los problemas más comunes de funcionamiento y las tareas relacionadas con su instalación y mantenimiento, para mejorar su productividad.
- Comprender la importancia que tiene la correcta instalación, el mantenimiento de maquinaria industrial y su repercusión en el volumen de producción, la calidad de los productos, la imagen y las finanzas de las empresas, con el fin de lograr la correcta operación en condiciones seguras de funcionamiento.
- Conocer las estrategias y procedimientos más actualizados para la instalación y la gestión del mantenimiento en la industria moderna, para alcanzar la vida útil de la instalación y lograr extenderla.

ATRIBUTOS DEL PERFIL DEL GRADUADO

La acreditación es un proceso de evaluación voluntario, que busca determinar si un programa formativo cumple los estándares de calidad establecidos. A nivel internacional existe el Acuerdo de Washington, el cual regula a las agencias de acreditación de programas de ingeniería, definiendo aspectos comunes a lograr en todos los programas de esta rama.

El acuerdo de Washington tiene adheridos más de 20 agencias de diferentes países, incluyendo la Canadian Accreditation Board (CEAB) y más recientemente de forma interina, la Agencia de Acreditación de Programas de Ingeniería (AAPIA) del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA).

El programa de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica es reconocido como sustancialmente equivalente desde el año 2000 por la CEAB. Desde el año 2000 se cuenta con la acreditación del Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES) y a partir de 2017 por la AAPIA.

Entre los aspectos comunes definidos por el Acuerdo de Washington, se encuentra el enfoque de formación de atributos y por tanto la definición de los atributos que todo graduado de un programa de ingeniería debe cumplir.

Los atributos de los graduados se definen como: "(...) conjunto de resultados individuales evaluables, que son los componentes indicativos del potencial del graduado para adquirir la competencia para la práctica profesional" (WA, 2015).



Nuestro programa ha definido, a saber, 12 atributos; los cuales han sido desglosados cada uno, en un conjunto de indicadores medibles para demostrar que los estudiantes poseen este atributo.



Como parte del curso de Gestión del Mantenimiento, se aporta en la formación de los atributos anteriores; sin embargo, no se realiza la medición específica de ninguno.

ACTIVIDADES

Semana 1: Del 09 al 14 de Marzo 2020

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial
Equipos y maquinaria para generación de energía.

Lectura y aprobación de carta al estudiante y guía de tareas y proyectos de investigación, clase magistral y tarea de investigación en internet.

- Introducción y formación de grupos de trabajo
- Carta al estudiante y fundamentos.
- Historia y evolución del mantenimiento industrial.

Semana 2: Del 16 al 21 de Marzo 2020

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial
Equipos y maquinaria para generación de energía.

Clase magistral, discusión material fotocopiado y casos reales, tarea de investigación en internet y quiz.

- Instalaciones electromecánicas.
- Análisis de factura energética de empresa /industria.

-
- Cálculo de consumos energéticos en equipos y maquinaria.
 - Cálculo para ahorro energético.
 - Código Eléctrico Nacional.
 - Código Nacional de Instalaciones de Tanques de Combustible.
 - **Sistemas hidráulicos**
 - **Sistemas neumáticos**
 - **Maquinaria Rotativa**
 -

Semana 3: Del 23 al 28 de Marzo 2020

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial	Clase magistral, discusión material fotocopiado y casos reales, tarea de investigación en internet y quiz.
<ul style="list-style-type: none">- Cálculo e instalación de sistemas de refrigeración doméstica, comercial e Industrial.- Cálculo e instalación de aire acondicionado doméstico, comercial, industrial y precisión.- Cálculo para ahorro energético.- Normativa ASHARE, IRI, ACCA y otros.- Sistemas de refrigeración- Plantas de vapor: Calderas- Máquinas eléctricas- Sistemas eléctricos y electrónicos- Análisis de Vibraciones Mecánicas-Ondas en el Tiempo--	

Semana 4: Del 30 de Marzo al 04 de Abril del 2020

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial	Clase magistral, discusión material fotocopiado y casos reales, tarea de investigación en internet y quiz.
<ul style="list-style-type: none">- Cálculo e Instalación plantas de vapor (calderas, marmitas y otras)- Cálculo e Instalación máquinas automáticas (aire comprimido y sistemas hidráulicos)- Cálculo para ahorro energético.- Código Nacional de Instalaciones de Generadores de Vapor.- Código Nacional de Emisiones de Generadores de Vapor a la Atmosfera.- Sección VIII, Código ASME.- Sistemas de regulación y control- Equipos de medición- Representación gráfica de maquinaria- Análisis de Vibraciones Mecánicas-	



Espectros en la frecuencia-

- **Mantenimiento Predictivo: bases de datos, termografías infrarrojas, análisis de aceites**

Semana 5: Del 13 al 18 de Abril del 2020

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial	Clase magistral, discusión material fotocopiado y casos reales, tarea de investigación en internet y quiz.
<ul style="list-style-type: none">- Cálculo e Instalación sistemas eléctricos y electrónicos.- Diseño de sistemas de regulación y control- Cálculo de Iluminación.- Cálculo para ahorro energético.	
Mantenimiento Basado en la Confiabilidad^R (MBC)	
<ul style="list-style-type: none">- Mantenimiento Correctivo- Mantenimiento Preventivo- Interrelación entre el Mantenimiento Predictivo, Preventivo y Correctivo en MBC- Implementación de un programa de MBC	

Semana 6: Del 20 al 25 de Abril del 2020

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial	Clase magistral, discusión material fotocopiado y casos reales, tarea de investigación en internet.
<ul style="list-style-type: none">- Selección maquinaria y equipo refrigeración.- Selección maquinaria y equipo aire acondicionado.- Selección maquinaria y equipo vapor (calderas y marmitas)- Selección maquinaria y equipo manual y automático para inyección, termoformado, soplado, extracción, maquinado, troquelado, doblado, soldadura y otros para plásticos y metales.- Código NFPA (Sistemas Contra Incendios)	
Técnicas y estrategias de mantenimiento	
<ul style="list-style-type: none">- Mantenimiento Predictivo. Análisis de Vibraciones Mecánicas. Análisis de Termografías Infrarrojas. Análisis de Aceites. Análisis Ultrasónicos. Análisis no Intrusivos.- Mantenimiento Proactivo-	



Semana 7: Del 27 de Abril al 02 de Mayo del 2020

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial	Presentación de Proyecto.
<ul style="list-style-type: none">- Planos Electromecánicos.- Simbología Electromecánica.- Mantenimiento Preventivo-	

Semana 8: Del 04 al 09 de Mayo 2020

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial	Presentación de Proyecto y Exposición y discusión de tarea de investigación en instalaciones
Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad 1 y 2 (MCC)	
-	

Semana 9: Del 11 al 16 de Mayo del 2020

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial	Presentación Proyecto
Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad 1 y 2 (MCC)	
-	

Semana 10: Del 18 al 23 de mayo del 2020

Clasificaciones del mantenimiento industrial	Presentación Proyectos.
Técnicas y estrategias de mantenimiento	
<ul style="list-style-type: none">- Mantenimiento basado en 5 Eses. (5S)- Implementación Mantenimiento basado en 5 Eses. (5S)- Mantenimiento correctivo estadístico y correctivo programado.- Implementación MNM y MRM.- Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad 1 y 2 (RCM)-	

Semana 11: Del 25 al 30 de Mayo del 2020

Clasificaciones del mantenimiento industrial	Presentación Proyectos.
Técnicas y estrategias de mantenimiento	
<ul style="list-style-type: none">- Mantenimiento Preventivo. (PMP)- Implementación Mantenimiento Preventivo. (PMP)- Mantenimiento Asistido Por Computadora.- Indices en el Mantenimiento. Generación y aplicación de índices en Mantenimiento.-	

Semana 12: Del 01 al 06 de Junio del 2020

Clasificaciones del mantenimiento industrial	Clase magistral, discusión, presentación
--	--



<p>Técnicas y estrategias de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento Productivo Total. (TPM) - Implementación Mantenimiento Productivo Total. (TPM) - Gestión del mantenimiento asistido por computadora (Computerized Maintenance Management System CMMS). - 	<p>Presentación Proyectos.</p>
<p>Semana 13: Del 08 al 13 de Junio del 2020</p>	
<p>Clasificaciones del mantenimiento industrial</p> <p>Técnicas y estrategias de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento Predictivo. - Mantenimiento Proactivo. - Implementación de Mantenimiento Predictivo y Proactivo. - Cálculo de costos de mantenimiento: Presupuesto y control - Repuestos - Pedidos - - 	<p>Presentación de Proyectos</p>
<p>Semana 14: Del 15 al 20 de Junio del 2020</p>	
<p>Clasificaciones del mantenimiento industrial</p> <p>Técnicas y estrategias de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. (RCM y RCM2) - Implementación Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM2 - Ética en la gestión del mantenimiento. - Mantenimiento Productivo Total TPM y 5 Eses - 	<p>Presentación de Proyectos</p>
<p>Semana 15: Del 22 al 27 Junio del 2020</p>	
<p>Ética en la gestión del mantenimiento</p>	<p>Presentación de Proyectos</p>
<p>Semana 16: Del 29 de Junio al 04 de Julio del 2020</p>	
<p>Examen Final</p>	<p>Examen Final</p>
<p>Semana 17: Del 06 al 11 de Julio 2020</p>	
<p>Examen de Ampliación</p>	<p>Examen de Ampliación</p>



DOCENTES

Sede Rodrigo Facio y Sede Interuniversitaria de Alajuela

Nombre: Omar Fco Zúñiga Mora

Teléfono: 8691-8355

Correo electrónico: omar.zuniga@ucr.ac.cr

Consulta: Sede Rodrigo Facio, Sala Maestría Ingeniería Industrial, sexto piso, Torre Ingeniería, Sede Interuniversitaria Alajuela, Lab Termofluidos.

Perfil profesional y académico del profesor: Ingeniería Mecánica, Universidad de Costa Rica; MSc. En Gerencia de Proyectos, Universidad Estatal a Distancia; Profesor de la carrera de Ingeniería Industrial desde el año 2011. Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad de Costa Rica. Gerente de Mantenimiento, Operaciones y Proyectos de HZM. Asesor, Capacitador y Consultor de La Cámara de Industrias de Costa Rica en Evaluación, Diseño, Proyectos, Mantenimiento y Manufactura Industrial. Experiencia de 28 años como Profesional y 16 como Docente Universitario.

Sede de Occidente

Nombre: Carlos Acosta Nassar

Teléfono: 8381-0840

Consulta: Oficina de la carrera de Ingeniería Industrial.

Perfil profesional y académico del profesor:

- Bachiller en Física (Universidad de Costa Rica)
- Master of Science en Vibraciones y Sonido (University of Southampton, England)
- Experiencia de 25 años como docente universitario.
- Fundador de la primera compañía especialista en balanceo dinámico y Mantenimiento Predictivo.
- Director General de la empresa Corporación SkyTwister S. A.
- Consultoría, diseño, fabricación y mantenimiento de maquinaria industrial y turbinas eólicas.

METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA/APRENDIZAJE

El curso se impartirá por el sistema "bimodal", que consiste en una mezcla de clases magistrales, búsqueda en web o clases virtuales dirigidas por el profesor en el campus virtual de la Universidad de Costa Rica <http://mediacionvirtual.ucr.ac.cr>.

Se asignarán tareas. La entrega de las tareas será digital. Los temas de tarea podrán ser evaluados el día de su entrega, en clases por medio de exposiciones, exámenes cortos y en exámenes parciales.



Se realizará un trabajo final en grupos. Los detalles sobre la elaboración y presentación de este trabajo están contenidos en documento para la realización de proyectos.

EVALUACIÓN

Examen Final	25%
Tareas	25%
Tarea de Investigación en Instalaciones	15%
Proyecto de Investigación	35%

OTRA INFORMACIÓN IMPORTANTE

Los exámenes cortos se realizan sin aviso previo, cumpliendo con las disposiciones del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil (Artículo 15), cubriendo la materia de forma acumulativa sobre los temas vistos y las tareas asignadas.

Como parte de los criterios de evaluación, se tomará en cuenta que aquel estudiante o grupo de trabajo que incurra en alguna falta grave tal como, copia, plagio, utilización de material no autorizado o comunicación o actuación ilícita en cualquiera de las pruebas o parte de ellas, **perderá automáticamente el curso, con las consecuencias posteriores que establece la Universidad de Costa Rica.**

La no entrega del proyecto también representa la pérdida del curso automáticamente.

NORMAS DE TRABAJO PARA EL CURSO (para ser aplicado a todos los trabajos)

- Todos los trabajos deben de llevar el nombre completo del (los) autor(es) del mismo. Así como la fecha de entrega.
 - Cada uno de los participantes es responsable de verificar que su nombre aparezca en el trabajo, luego no se aceptan reclamos porque no aparecían en la lista.
 - EL NOMBRE DEBE APARECER EN FORMA EXPLICITA Y CLARA. Aquellos trabajos donde aparezcan solo iniciales, alias, apodos, etc. y no el nombre completo, no serán calificados.
- Todos los trabajos deben ser entregados en forma digital a menos que se indique lo contrario. Se deben entregar, en los casos que aplique 3 archivos:
 - **Documento escrito en Word.**
 - **Documento de presentación PowerPoint o formato equivalente.**
 - **Archivo de Excel donde corra lo programado para cada proyecto. Este archivo de Excel representará la estrategia respectiva implementada en una compañía virtual que será diseñada por el grupo. Por ejemplo: fábrica de llantas Los Patitos, fábrica de cable San Ramón, etc. El asunto es que tienen que aplicar cada estrategia al conjunto de máquinas que seleccionaron para cada empresa.**
 - **Deben venir con la numeración en cada página (no incluye portadas, tablas de contenido, índices).**
- ***Los trabajos se entregarán en la página digital en cualquier momento a partir de la fecha en que se programen, con fecha y hora límite, el día programado para su entrega, 5 minutos antes de iniciar la clase*** (el límite puede variar si así lo dispone el profesor). Los trabajos fuera de este límite queda a criterio del profesor si son aceptados o



no. [El profesor no tiene la obligación de pedir los trabajos, deben ser entregados por los estudiantes en el plazo de tiempo establecido].

- Los trabajos donde participe más de un estudiante, deben llevar un desglose de participación en el trabajo [ver sección referente a este punto más adelante].
- En los trabajos grupales, el profesor tiene la potestad de escoger la(s) persona(s) que va(n) a explicar o exponer una parte o la totalidad del trabajo. El desempeño de la(s) persona(s) en la exposición afecta directamente la nota grupal, hasta en un 75% del total del valor del trabajo.
- Cualquier trabajo sin referencias, o mal realizados según los estándares del formato APA (ver referencia de como realizar las Normas APA, también en la sección Información de Referencia Importante sobre Plagios en los links se muestra como realizar correctamente las referencias), serán calificados en forma automática con un CERO (0).
 - Si no toman partes textuales, sino solo las ideas, igual tienen que identificarlas explícitamente en el documento.
- Si se usa material textual dentro del documento, este debe ser claramente identificado y referenciado, no se permite que los trabajos sean más de un 10% de material textual o parafraseado.
 - Para mayor detalle ver la sección "Información de Referencia Importante sobre Plagios"
- Si durante las presentaciones de los trabajos, algún compañero realiza actos de falta de respecto como interrumpir, silbar, hacer comentarios burlescos, hacer trabajos, leer material, chatear, navegar durante el acto, entre otros, podrá ser sancionado con puntos en su trabajo, hasta por un valor de un 50%.
 - Si durante la presentación de trabajos (papers, proyectos, investigaciones, etc.) se dura más de una sesión, y los que ya expusieron faltan a la otra sesión, se considerará como falta de respeto e intereses hacia los compañeros.
 - **Las presentaciones de los trabajos tienen que durar un mínimo de 3 horas. O sea, cada grupo será encargado de impartir la materia de su proyecto el día que les toque.**
- Los tareas, reportes de giras y trabajos de investigación serán entregados en la página de Mediación Virtual a más tardar en la fecha y hora límite que se defina en la misma, si se envían a otro correo no serán considerados, sin reclamos.
 - Los estudiantes son responsables de guardar una copia de los trabajos enviados, estos van a ser utilizados como prueba que los enviaron y sin ellos no se admiten reclamos.

Criterios sobre la copia, plagio o la ayuda no permitida en evaluaciones

Cualquier alumno que incurra en actos de copia, plagio o ayudas no permitidas a otros en cualquier evaluación o trabajo, automáticamente perderá el curso y se expone a las sanciones reglamentarias que exige la Universidad. Igualmente, la no entrega del proyecto implica la pérdida automática del curso.

Información de Referencia Importante sobre Plagios

Como parte de los criterios de evaluación, se tomará en cuenta que aquel estudiante o grupo de trabajo que incurra en alguna falta grave tal como, copia, plagio, utilización de material no autorizado o comunicación ilícita en cualquiera de las pruebas o parte de ellas, **perderá automáticamente el curso. La no entrega del proyecto también representa la pérdida del curso automáticamente.**



Se presentan una serie de links que son importantes que lean para evitar problemas por plagio. [sobre las cosas explicadas ahí, se puede consultar al profesor en clases antes y durante la realización de los trabajos]

- ¿Por qué ocurre el plagio en las Universidades y cómo evitarlo?
<http://prof.usb.ve/eklein/plagio/>
- El Plagio: Qué es y Como se evita <http://www.eduteka.org/PlagioIndiana.php3>
- ¿Cómo evitar el plagio?
http://librisql.us.es/ximdex/guias/plagio/La%20Biblioteca%20de%20la%20Universidad%20de%20Sevilla_05.htm
- Plagio: Qué es y cómo evitar caer en la trampa
- Formato APA (http://www.cimm.ucr.ac.cr/cuadernos/documentos/Normas_APA.pdf)

BIBLIOGRAFÍA

Material de lectura recomendado para evaluación

- Del Toro, V. (2005). Fundamento de Ingeniería Eléctrica. México. Prentice-Hall-Hispanoamérica.
- Golden, F.M (2000). Termodinámicos, Turbomaquinaria y Maquinas Térmicas. México. CECSA.
- Groover, M.P (1997). Fundamentos de Manufactura Moderna. México. Prentice-Hall-Hispanoamérica.

Material de Apoyo

Principios de mantenimiento

- Clifton, R. (1974). Principles of Planned Maintenance. Londres: Edward Arnold Ltd.
- Mobley, R. K. (2004). Maintenance Fundamentals (Vol. Segunda Edición). United States of America: Elsevier Butterworth Heinemann.

Mantenimiento Preventivo y mantenimiento predictivo

- Gertsbakh, I. (1977). Models of Preventive Maintenance. Amsterdam, Holanda: North-Holland Publishing Company.
- Gross, J. M. (2002). Fundamentals of Preventive Maintenance. New York: AMACON.
- Levitt, J. (2003). Complete Guide to Preventive and Predictive Maintenance. New York: Industrial Press.
- Löffsten, H. (2000). Measuring maintenance performance- in search for a maintenance productivity index. International Journal of Production Economics (Volume 63).
- Copias de Seminarios y Artículos.

TPM



- Nakajima, S., & Shirose, K. (1991). Programa de desarrollo del TPM. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción S.A.
- Cuatrecasas Luis. TPM: Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción. Gestión 2000 Primera Edición. Año 2000.
- Copias de Seminarios y Artículos

Gestión del Mantenimiento

- Prando, R. R. (1996). Manual de la Gestión del Mantenimiento a la Medida. Guatemala: Piedra Santa S.A. de C.V.
- Tavares Lourival. Administración Moderna del Mantenimiento. Data stream 1era Edición. 2003.
- Copias de Seminarios y Artículos.

Cinco Eses

- Tsuchiya, K. (1997). SEMINARIO 5S, Un Centro de Capacitación para el Mejoramiento de la Productividad. (CEFOF, Ed.) Alajuela, Costa Rica.
- Hirano, H. (1996). 5S for Operators 5 Pillars of the visual workplace. Portland, Oregon, United States of America: SHOPFLOOR SERIES.
- Copias de Seminarios y Artículos

Gestión de mantenimiento asistido por computadoras (CMMS)

- Kishan Bagadia. Computerized Maintenance Management Systems Made Easy. How to Evaluate, Select and Manage CMMS. McGraw-Hill 2006

