

## PROGRAMA DEL CURSO

### II-0906 GESTION DEL MANTENIMIENTO

#### I SEMESTRE DE 2019

Docente:

Ing. Omar Zúñiga - Sede Rodrigo Facio y Sede Interuniversitaria de Alajuela.  
Fis. Carlos Acosta - Sede de Occidente

### GENERALIDADES DEL CURSO

CRÉDITOS: 03

#### **Sede Rodrigo Facio:**

GRUPO: 01

HORARIO: Jueves de las 19:00 PM a las 21:50 PM.

AULA: 304

HORARIO DE CONSULTA: Jueves de las 17:00 PM a las 19:00 PM. Sala de Maestria II.

#### **Sede Interuniversitaria de Alajuela:**

GRUPO: 01

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

AULA: 07

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

#### **Sede de Occidente**

Grupo: 01

Horario: Viernes de las 13:00 a las 16:00

Horario de Consulta: Viernes de 7:00 a 10:00 y de 16:00 a 19:00

### 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 11 al 16 de Marzo 2019

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 18 al 23 de Marzo 2019

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.
- Calculo de consumos energéticos en equipos y maquinaria.
- Calculo para ahorro energético.
- Código Eléctrico Nacional.

- 
- Código Nacional de Instalaciones de Tanques de Combustible.

---

**Semana 3:** Del 25 al 30 de Marzo 2019

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"><li>- Cálculo e instalación de sistemas de refrigeración doméstica, comercial e Industrial.</li><li>- Cálculo e instalación de aire acondicionado doméstico, comercial, industrial y precisión.</li><li>- Cálculo para ahorro energético.</li><li>- Normativa ASHARE, IRI, ACCA y otros.</li></ul>	

---

**Semana 4:** Del 01 al 06 de Abril de 2019

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"><li>- Cálculo e Instalación plantas de vapor (calderas, marmitas y otras)</li><li>- Cálculo e Instalación máquinas automáticas (aire comprimido y sistemas hidráulicos)</li><li>- Cálculo para ahorro energético.</li><li>- Código Nacional de Instalaciones de Generadores de Vapor.</li><li>- Código Nacional de Emisiones de Generadores de Vapor a la Atmosfera.</li><li>- Sección VIII, Código ASME.</li></ul>	

---

**Semana 5:** Del 8 al 13 de Abril de 2019

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"><li>- Cálculo e Instalación sistemas eléctricos y electrónicos.</li><li>- Diseño de sistemas de regulación y control</li><li>- Cálculo de Iluminación.</li><li>- Cálculo para ahorro energético.</li></ul>	

---

**Semana 7:** Del 22 al 27 de Abril 2019

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"><li>- Selección maquinaria y equipo refrigeración.</li><li>- Selección maquinaria y equipo aire acondicionado.</li><li>- Selección maquinaria y equipo vapor (calderas y marmitas)</li><li>- Selección maquinaria y equipo manual y automático para inyección, termoformado, soplado, extracción, maquinado, troquelado, doblado,</li></ul>	



soldadura y otros para plásticos y metales.

- Código NFPA (Sistemas Contra Incendios)

---

**Semana 8:** Del 29 de Abril al 4 de Mayo 2019

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial	Clase magistral, discusión material fotocopiado y casos reales, tarea de investigación en internet y quiz.
- Planos Electromecánicos.	
- Simbología Electromecánica.	

---

**Semana 9:** Del 06 al 11 de Mayo 2019

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial	Presentación Primer Avance Proyecto y Exposición y discusión de tarea de investigación en instalaciones
-	

---

**Semana 10:** Del 13 al 18 de Mayo 2019

Tipos de instalaciones y maquinaria industrial	Presentación Primer Avance Proyecto y Exposición y discusión de tarea de investigación en instalaciones
-	

---

**Semana 11:** Del 20 al 25 de Mayo 2019

Clasificaciones del mantenimiento industrial	Clase magistral, discusión, presentación multimedia y casos reales, tarea y quiz.
Técnicas y estrategias de mantenimiento	
- Mantenimiento basado en 5 Eses. (5S)	
- Implementación Mantenimiento basado en 5 Eses. (5S)	
- Mantenimiento correctivo estadístico y correctivo programado.	
- Implementación MNM y MRM.	

---

**Semana 12:** Del 27 de mayo al 01 de Junio 2019

Clasificaciones del mantenimiento industrial	Clase magistral, discusión, presentación multimedia y casos reales, tarea y quiz.
Técnicas y estrategias de mantenimiento	
- Mantenimiento Preventivo. (PMP)	
- Implementación Mantenimiento Preventivo. (PMP)	
- Mantenimiento Asistido Por Computadora.	

---

**Semana 13:** Del 3 al 08 de Junio 2019

Clasificaciones del mantenimiento industrial	Clase magistral, discusión, presentación multimedia y casos reales, tarea y quiz.
Técnicas y estrategias de mantenimiento	
- Mantenimiento Productivo Total. (TPM)	
- Implementación Mantenimiento Productivo Total. (TPM)	

---

**Semana 14:** Del 10 al 15 de Noviembre 2018

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



---

Técnicas y estrategias de mantenimiento	multimedia y casos reales, tarea y quiz.
<ul style="list-style-type: none"><li>- Mantenimiento Predictivo.</li><li>- Mantenimiento Proactivo.</li><li>- Implementación de Mantenimiento Predictivo y Proactivo.</li></ul>	

---

**Semana 15:** Del 17 al 22 de Junio 2019

---

Clasificaciones del mantenimiento industrial	Clase magistral, discusión, presentación
Técnicas y estrategias de mantenimiento	multimedia y casos reales, tarea y quiz.
<ul style="list-style-type: none"><li>- Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. (RCM y RCM2)</li><li>- Implementación Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM2</li><li>- Ética en la gestión del mantenimiento.</li></ul>	

---

**Semana 16:** Del 24 al 30 de Junio 2019

---

Clasificaciones del mantenimiento industrial	Examen Final
Técnicas y estrategias de mantenimiento	

---

**Semana 17:** Del 0 al 06 de Julio 2019

---

Clasificaciones del mantenimiento industrial	Presentación de Proyectos
Técnicas y estrategias de mantenimiento	

---

**Semana 18:** Del 08 al 13 de Julio 2019

---

Clasificaciones del mantenimiento industrial	Examen de Ampliación
Técnicas y estrategias de mantenimiento	

---

## DOCENTES

### Sede Rodrigo Facio y Sede Interuniversitaria de Alajuela

**Nombre:** Omar Fco Zúñiga Mora

**Teléfono:** 83390101 / 86918355

**Correo electrónico:** [omar.zuniga@ucr.ac.cr](mailto: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

### Perfil profesional y académico del profesor.

- Bachiller en Física (Universidad de Costa Rica)
- Master of Science en Vibrations y Sound (University of Southampton, England)
- Experiencia de 35 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, mantenimiento y fabricación de maquinaria

## 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

I Examen Final	25%
Tareas y Exámenes Cortos	25% (10% tareas y 15% exámenes cortos)
Tarea de Investigación en Instalaciones	15%
Trabajo 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 la 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.
  - 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 burlistas, 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.
- 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 la 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](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](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). Termodinámica, 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.
- Löfsten, H. (2000). Measuring maintenance performance- in search for a maintenance productivity index. International Journal of Production Economics (Volume 63).
- Copias de Seminarios y Articulos.

### **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 Articulos

### **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

### **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 Articulos

### **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

