



# Planificación Anual Asignatura Gestión de Mantenimiento Año 2023



DOCENTE RESPONSABLE								
Nombre y Apellido		Mariano De Paula						
Categoría Docente		Profesor Adjunto						
MARCO DE REFERENCIA								
Asignatura		Gestión de Mantenimiento				Código:	A50.0	
Carrera		Ingeniería Industrial						
Plan de estudios		Ingeniería Industrial 2007 - Ord.C.S.Nº3207/06 (1)						
Ubicación en el Plan								
4º año - 1er. cuatrimestre (1)								
Duración	Cuatrimestral		Carácter	Obligatoria		Carga horaria total (h)	60 h	
Carga horaria destinada a la actividad (h)								
Experimental	5h	Problemas ingeniería	10h	Proyecto - diseño	10h	Práctica sup.	0h	
Asignaturas correlativas	Cursadas	Instalaciones termomecánicas y eléctricas (E53.0)						
	Aprobadas	Materiales Industriales (E30.1)						
Requisitos cumplidos		Seminario de Introducción a la Ingeniería Industrial (X5.3); Curso de comunicaciones técnicas (X2.2); Id						
Contenidos mínimos								
<p>Concepto general sobre operaciones industriales. Particularidades. Operaciones de producción, apoyo, desarrollo y generales. Mantenimiento. Tipos: Mantenimiento correctivo. Mantenimiento programado, Mantenimiento preventivo, Mantenimiento predictivo. Aplicación de técnicas modernas de mantenimiento, Planificación de las tareas de mantenimiento. Seguridad en las operaciones de mantenimiento. Herramientas de mano energizadas. Normas especiales de operación segura. Permiso de trabajo. Planificación del paro de planta: metodología y secuencias operativas. Riesgos críticos asociados al paro de planta. Presupuesto y control presupuestario, Sistemas Informatizados para la administración del mantenimiento.</p>								
Depto. al cual está adscripta la carrera		Ingeniería Industrial						
Área		Organización y Administración						
Nº estimado de alumnos		18						
OBJETIVOS								
<b>Objetivo General</b> Se espera que la persona estudiante al finalizar la asignatura sea capaz de comprender los métodos de análisis de confiabilidad y evaluación de riesgos de sistemas tecnológicos para diseñar, y/u optimizar las políticas de los sistemas de gestión de mantenimiento de plantas industriales respetando los estándares operativos de seguridad y ambientales requeridos por la normativa y legislación vigente.								
<b>Objetivos Particulares</b> Entre los objetivos particulares tendientes a cumplir con el objetivo general, se pretende que al final de la cursada la persona estudiante sea capaz de:								
<ul style="list-style-type: none"><li>• demostrar una visión sistémica para descomponer y analizar las partes interactuantes de diferentes sistemas tecnológicos mediante las relaciones causales entre sus ítems (o sub-sistemas);</li><li>• clasificar los modos de operación y fallos de equipos y máquinas (más comunes en la región de influencia de la Facultad de Ingeniería) para comprender y clasificar las consecuencias (de las fallas) sobre los sistemas productivos;</li><li>• estimar la confiabilidad de sistemas productivos para definir las políticas de mantenimiento mediante indicadores de</li></ul>								

un sistema de gestión de mantenimiento integral ;

- diseñar y/o mejorar un sistema tecnológico, desde el punto de vista de la confiabilidad y gestión sistémica del mantenimiento empujando herramientas de confiabilidad y análisis de sistemas;
- generar políticas de mantenimiento para la gestión de tareas en base a los métodos de análisis desarrollados en los puntos anteriores;
- planificar, presupuestar, gestionar, ejecutar y controlar las tareas surgidas de las políticas de mantenimiento definidas;
- profundizar sobre los temas desarrollados durante la cursada, o para abordar otros temas de la gestión de mantenimientos, en vistas a la generación de nuevos conocimientos y metodologías dentro del área de investigación de Operaciones e Ingeniería de Gestión de Activos y Confiabilidad (Reliability Engineering and Asset Management para la comunidad científica internacional).

## APORTE DE LA ASIGNATURA A LA FORMACION BASICA Y/O PROFESIONAL

El perfil del profesional egresado que se espera, como Ingeniero Industrial graduado en la Facultad de Ingeniería de la UNICEN, contempla, entre otras cosas, capacitar al ingeniero para que sea capaz de optimizar los sistemas para obtener economía, eficacia y eficiencia en la producción de bienes y servicios, con una visión integral de las soluciones. En este sentido, y de acuerdo al plan de estudio vigente (2000m2007 - RES. CAFI 274/6), es incumbencia del Ingeniero Industrial "Proyectar las instalaciones necesarias para el desarrollo de procesos productivos destinados a la producción de bienes industrializados y dirigir su ejecución y mantenimiento". Cabe aclarar que la corriente planificación, involucra aspectos de una transición a un cambio de plan de estudios de la carrera. En este sentido la asignatura **Gestión de Mantenimiento** pretende dotar al egresado con capacidades para revisar los principios fundamentales, las estructuras, equipos, las normas, las relaciones, etc., entre todos los actores relevantes del mantenimiento industrial, bajo una concepción sistémica e integral, que permita su control mediante la medición de los principales parámetros universales tales como la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, bajo estándares internacionales y con base en las mejores prácticas mundiales, con el fin de alcanzar el éxito estratégico. Asimismo, se deben proporcionar saberes para manejar los diferentes modelos de parametrización, diferenciando las distintas opciones internacionales de distribuciones, susceptibles de utilizar, con el fin de lograr las mejores mediciones cuantitativas bajo modelos sencillos y de fácil utilización. Además, desde la asignatura se tiene el desafío de otorgar herramientas a los egresados para diferenciar los elementos e instrumentos fundamentales del mantenimiento sistémico para poder implementar total, o parcialmente, en el nivel operativo y/o táctico y/o estratégico en todos los campos y tareas del mantenimiento industrial. Es importante que el egresado logre manejar los elementos relevantes en los niveles de mantenimiento operacional, táctico y estratégico; de tal manera que integrados a los conceptos adquiridos permitan alcanzar el grado de éxito en el mantenimiento.

## DESARROLLO DE LA ASIGNATURA

### Actividades y estrategias didácticas

#### Estrategia de Enseñanza:

Se plantea dividir el dictado de la materia en cuatro tipos de clases: de teoría, de ejercitación relacionada con problemas ingenieriles, de trabajos prácticos y de consultas. Se plantea la clase teórica con una exposición abierta en la que se desarrollarán los temas desde una perspectiva teórica, complementándolos con análisis de casos típicos y resolución y/o asistencia en la resolución de ejemplos típicos y problemas seleccionados de una guía de trabajos prácticos que generen la discusión y ayuden a la comprensión del mismo. Además, cuando sea pertinente, se le brindará al alumno las herramientas de software para la resolución de muchos de estos problemas. Las clases de ejercitación relacionadas con problemas ingenieriles se acompañan con una guía que posee una selección de problemas y casos de estudio extraídos de la literatura. Cada eje temático posee al menos una guía. Se plantea que los alumnos presenten esta guía con los problemas discutidos y resueltos. Esto generará la habilidad de comprender, abstraer y analizar la realidad. Además, esto les permitirá a los alumnos palpar los alcances y limitaciones de las diferentes metodologías, dejándolos en la frontera del conocimiento, fomentando su creatividad hacia la generación de innovaciones ingenieriles de vanguardia que den respuesta a las limitaciones existentes.

#### Trabajos Prácticos:

TP#1: Introducción a las operaciones y procesos industriales. Tipos y técnicas de mantenimiento. (Incluye los temas del eje temático primero del programa de la asignatura).

TP#2: Componentes de fallas y modelos de tiempos de vida de los equipos. (Incluye los temas del eje temático segundo del programa de la asignatura).

TP#3: Análisis cualitativo y cuantitativo de la confiabilidad en el mantenimiento. (Incluye los temas de los ejes temático tercero y cuarto del programa de la asignatura).

TP#4: Técnicas modernas de mantenimiento y planificación de las tareas de mantenimiento. Ensayos no destructivos.

Seguridad. Paro de planta. (Incluye los temas del eje temático quinto y sexto del programa de la asignatura).  
TP#5: Políticas de mantenimiento. Optimización del mantenimiento. (Incluye los temas del eje temático sexto séptimo del programa de la asignatura).  
TP#6: Índices y documentos en la gestión del mantenimiento. Presupuestos y control. (Incluye los temas del eje temático octavo del programa de la asignatura).

**Trabajo de Campo:** Desde la asignatura se propone que los alumnos realicen un trabajo de campo integrador en alguna empresa de la región con el fin de que puedan relevar, analizar e interpretar la gestión de mantenimiento llevada a cabo en un ámbito real. De esta forma se espera que el alumno pueda valorar y comprender la utilidad de las metodologías, técnicas y herramientas adquiridas en la cursada para la gestión del mantenimiento.

**Tareas ad hoc:** Durante el desarrollo de la cursada, desde la asignatura se propondrán tareas adicionales que deberán realizarse y discutirse en el ámbito del aula como un intercambio de conocimiento. Estas tareas pueden consistir en realizar el análisis y discusión de un artículo de difusión, artículo científico, informe de un caso real u otro oportunamente asignado por los docentes sobre alguna temática particular vinculada con los contenidos de la asignatura.

En las clases de trabajos prácticos se prevé el apoyo para la resolución de las guías de trabajos prácticos. La revisión de las guías está a cargo del ayudante. Además, se destinan ciertas clases para plantear algunos de los problemas más representativos de las guías y se fomenta la resolución grupal de estas en clase. Las clases de consulta son el ámbito donde se pretende conjugar las capacidades adquiridas en los tres procesos precedentes. Se plantean clases del tipo personales, en lo posible, para detectar falencias y recomendar posibles soluciones. Estas clases también sirven para que las dudas existentes sean aclaradas.

#### **Trabajos experimentales**

Laboratorio de Ensayos No destructivos.

#### **Trabajo/s de Proyecto-Diseño**

El trabajo de campo integrador, plantea una etapa de análisis de un caso real, culminado en el diseño de una propuesta a las necesidades y problemáticas encontradas en los sistemas de gestión de mantenimiento oportunamente relevados.

#### **Recursos didácticos**

La teoría de los distintos estadios se desarrollará por exposición y con auxilio de filmas y soporte informático. Se orientará al alumnado para que, con el material didáctico complementario que le será entregado por la asignatura prepare y proponga soluciones aplicables al mejoramiento de la Gestión de Mantenimiento. Los Trabajos Prácticos serán expuestos y resueltos en clase para la socialización del conocimiento en todo el grupo.

#### **Estrategia de evaluación de los alumnos**

##### **Regularización de la asignatura**

Para el régimen de cursada de la asignatura se propone un esquema de evaluación continuo con entregas parciales y consignas planteadas oportunamente. También habrá un examen parcial. Además, los alumnos deberán realiza un trabajo de campo integrador y defenderlo en una presentación pública. Aquellos que aprueban todas las instancias de evaluación (parcial, trabajos, consignas y el trabajo de campo integrador) con puntaje mayor o igual a 6/10, habrán CURSADO la asignatura. Asimismo, existe una instancia final de recuperación o RECUPERATORIO GENERAL, donde los alumnos pueden presentar nuevamente el informe del trabajo de campo integrador desaprobado o rendir un parcial desaprobado.

##### **Promoción de la asignatura**

Aquellos que aprueban todas las instancias de evaluación con puntaje mayor o igual a 7/10, tendrán la posibilidad de acceder a la promoción de la asignatura, para lo cual deberán rendir una instancia de coloquio y aprobarlo con una calificación mayor o igual a 7/10. En caso de resolverlo exitosamente, habrán promocionado la asignatura.

**Examen Final**

Sí. Se evaluarán todos los temas vistos durante la cursada. La modalidad, dependerá de las disposiciones de la FIO-UNICEN al momento del examen.

**Estrategias de seguimiento del proceso de desarrollo de la asignatura**

La asignatura se desarrolla en 2 clases semanales de 2 hs reloj cada una. Durante el desarrollo de las clases, se guía a los alumnos para la resolución de los trabajos prácticos. Además, los alumnos tienen como requisito realizar un trabajo de campo integrador que involucra cada uno de los temas vistos en clase. Esto requiere un seguimiento periódico para orientar a los alumnos en el desarrollo de dicho trabajo.

**Cronograma**

Semana	Unidad Temática	Tema de la clase	Actividades
1	I	Objetivos. Introducción al pensamiento sistémico. Definición de operaciones, procesos y sistemas industriales.	TP#1.
2	I	Modelado de Sistemas Industriales. Modelos Causales	TP#1.
3	I - II	Enfoque Sistémico del mantenimiento. Organización funcional del mantenimiento. Tipos y técnicas. Métricas para la gestión de mantenimiento. Introducción a Confiabilidad. Confiabilidad de un ítem. Definición de falla. Modelos de fallas. Componentes de fallas en equipos. Definición de los conceptos de tiempo de vida, fallas, variables de estado, función de confiabilidad, función de tasa de falla.	TP#1. TP#2. TCI_II.
4	II	Distribuciones de tiempo de falla. Estimación de los tiempos medio de falla, disponibilidad y vida media residual de un componente y de un sistema tecnológico.	TP#2. TCI_I. TCI_II.
5	I-II	Clase Práctica y Consultas.	Consultas generales
6	III	Herramientas de análisis cualitativo de fallas. Confección de árboles de fallas, árboles de eventos y diagramas de bloques de confiabilidad. Definición de función de estructura. Confiabilidad de un sistema. Funciones de confiabilidad para las estructuras simples y combinadas.	TP#3. TCI_III. Artículos Científicos (A1a, A1b).
7	IV	Herramientas de análisis cuantitativo de fallas. Evaluación de la confiabilidad de sistemas, definición de los límites de confiabilidad. Análisis cuantitativos de árboles de fallas y diagramas de bloques. Medidas de importancia de los componentes. Estimación de la importancia de los componentes en un sistema tecnológico.	TP#3. TCI_III.
8	III-IV	Clases Prácticas y Consultas.	Consultas generales
9	I-IV	Consultas y Entregas TCI.	Consultas generales
10	V	Ensayos no destructivos. Laboratorio de ensayos no destructivos. TP#4. TCI_IV.	TP#4. TCI_IV. Laboratorio
11	VI-VII	Sistema de Gestión de Mantenimiento. Presupuesto y Control. Documentos. Planificación de tareas. Herramientas de Software. Seguridad en las operaciones de mantenimiento. Normas. Herramientas de mano energizadas. Permisos de trabajo. Paro de	TP#5. TCI_V. Artículo científico (A2)

		planta.					
12	VIII-IX	Mantenimiento Productivo Total (TPM). Mantenimiento basado en Confiabilidad (RCM). TPM y RCM: comparativa. TP#6. Mantenimiento 4.0. Mantenimiento predictivo. Tecnologías informáticas. Open Hardware / Open Software. Tendencias.	TP#6. TCI_VI. Artículo científico (A3).				
13	I-IX	Presentación y defensa final en clase abierta de TCI, Artículos Científicos y Consignas Especiales. (Primera Comisión)	Examen				
14	I-IX	Presentación y defensa final en clase abierta de TCI, Artículos Científicos y Consignas Especiales. (Segunda comisión)	Examen				
<b>Recursos</b>							
<b>Docentes de la asignatura</b>							
<b>Nombre y apellido</b>		<b>Función docente</b>					
Mariano De Paula		Profesor Adjunto					
Melisa Soledad Garmendia		Profesora de Trabajos Prácticos					
<b>Recursos materiales</b>							
<b>Software, sitios interesantes de Internet</b>							
Los recursos necesarios para desarrollar la asignatura están plenamente cubiertos con la infraestructura del departamento de Ingeniería Industrial y la Facultad de Ingeniería. Vale destacar que los principales elementos que se requieren para los alumnos y el dictado de las clases son: aulas, cañón proyector, gabinete de computación, acceso a internet y acceso a la biblioteca.							
<b>Principales equipos o instrumentos</b>							
PC, Internet, Bibliotecas Virtuales							
<b>Espacio en el que se desarrollan las actividades</b>							
Aula	No	Laboratorio	Si	Gabinete de computación	No	Campo	No
<b>Otros</b>							
-							
<b>ADEMAS DEL DESARROLLO REGULAR, SE ADOPTA PARA LA ASIGNATURA :</b>							
<b>Cursada intensiva</b>		No		<b>Cursada cuatrimestre contrapuesto</b>		No	
<b>Examen Libre</b>		No					
<b>Estrategia de evaluación de los alumnos para Examen Libre</b>							
-							



## Programa Analítico Asignatura Gestión de Mantenimiento (código: A50.0)



Departamento responsable	Ingeniería Industrial	Área	Organización y Administración
Plan de estudios	Ingeniería Industrial 2007 - Ord.C.S.Nº3207/06 (1)		

### Programa Analítico de la Asignatura – Año 2022

Los contenidos para el desarrollo de la asignatura pueden organizarse en nueve ejes temáticos, como se presentan a continuación.

En el eje temático primero se introduce al alumno en concepto general sobre operaciones industriales y sus particularidades. Además se brinda una introducción a las operaciones de producción, apoyo, desarrollo y generales. Además se introduce el tema mantenimiento y se desarrollan los tipos de mantenimiento: mantenimiento correctivo, mantenimiento programado, mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo.

En el eje temático segundo se refiere a los componentes de fallas y modelos de tiempos de vida de los elementos de un equipo o sistema.

Se introducen los conceptos de tiempo de vida, fallas, variables de estado, función de confiabilidad, función de tasa de fallo, tiempo medio de falla, para la estimación de los tiempos medio de falla, disponibilidad y vida media residual de un componente y de un sistema.

El eje temático tercero da al alumno las herramientas para análisis cualitativo de la confiabilidad y mantenimiento de los sistemas.

Particularmente, se introducen los conceptos de fallas y su clasificación, se le da al alumno las herramientas de árboles de eventos, árboles de fallas, diagramas de bloque de confiabilidad y definición de la función de estructura de los sistemas. Con las herramientas adquiridas es posible identificar los componentes críticos de equipos y sistemas.

El eje temático cuarto complementa el eje temático anterior introduciendo herramientas de análisis tipo cuantitativo para confiabilidad y mantenimiento. Se introducen herramientas para evaluación de confiabilidad, definición de los límites de confiabilidad, análisis cuantitativo

de árboles de falla, definición de la importancia de los componentes de un equipo (índice de Birnbaum, Importancia Crítica, indicadores RAW, RRW y Fussel-Vesely).

El eje temático quinto se refiere a la aplicación de técnicas modernas de mantenimiento, y planificación de las tareas de mantenimiento.

Además se tratan técnicas de ensayos no destructivos que, junto a las herramientas vistas en los ejes temáticos tercero y cuarto, permite complementar de manera sólida el alcance de este eje temático.

El eje temático sexto trata sobre la seguridad en las operaciones de mantenimiento, herramientas de mano energizadas, normas especiales de operación segura, permiso de trabajo. Además, en este eje temático, se trata la planificación del paro de planta: metodología, secuencias operativas y riesgos críticos asociados al paro de planta.

El eje temático séptimo desarrolla diferentes modelos de políticas de mantenimiento preventivo: reemplazo por edad, reemplazo en bloque, políticas de inspección, mantenimiento basado en condiciones, mantenimiento basado en la confiabilidad. Además se da una introducción a la optimización del mantenimiento.

El eje temático octavo brinda herramientas de gestión del mantenimiento (índices de gestión, pedidos de trabajos, órdenes de trabajo) y para la realización de presupuestos y control presupuestario de las políticas de mantenimiento. Además, se presentan los sistemas informatizados más comúnmente usados en la industria para la administración del mantenimiento.

El eje temático noveno, finalmente presenta de las principales nociones de mantenimiento predictivo como medición de las vibraciones y termografía de equipos. Además se trata la filosofía TPM (mantenimiento productivo total o "Total Productive Maintenance"). Este eje temático también le proporciona al alumno herramientas básicas para programas de auditorías de mantenimiento. Además, brinda un pantallazo sobre mantenimiento correctivo.

### Bibliografía Básica

- E. Dounce Villanueva. Un enfoque analítico del mantenimiento industrial. 1ra Edición. CECSA, 2006.
- E. Hartmann. Mantenimiento Productivo Total (TPM). 1ra Edición. TPM press, 1993.
- J. Acuña Acuña. Ingeniería de Confiabilidad. 1ra Edición. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2003.
- J. E. Mac Loughlin. Administración de la seguridad industrial en la empresa: fundamentos prácticos de consulta. Buenos Aires: Ediciones Macchi, 1981.
- L. A. Mora Gutierrez. Mantenimiento. Planeación, Ejecución y Control. 1ra Edición. Alfaomega, 2009.

L. N. Elola, A. C. Pastor Tejedor. Gestión Integral de Mantenimiento Tejedor. 1era Edición. Marcombo S.A, 1997.  
 S. García Garrido. Ingeniería de Mantenimiento - Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento. Renovetec, 2012.  
 M. Rausand, A. Barros, A. Hoyland. System Reliability Theory - Models, Statistical Methods and Applications. 3ra Edición - Wiley, 2021.  
 S. García Garrido. Organización y gestión integral de mantenimiento. Editorial Díaz de Santos, 2003.  
 Y. M. Castillo Tzec, M. S. Montero. Confiabilidad de Sistemas: Fundamentos y Aplicaciones. Editorial Académica Española, 2012

**Bibliografía de Consulta**

E. Hartmann. Successfully installing TPM in a non-japanese plant. TPM press, 1992.  
 R.E. Barlow. Engineering Reliability. Society for Industrial and Applied Mathematics - SIAM, 1998.  
 J. C. Calloni. Mantenimiento Eléctrico Y Mecánico Para Pequeñas y Medianas Empresas. 1era Edición, 2004.  
 E. Hartmann. Successfully installing TPM in a non-japanese plant. TPM press, 1992.  
 M. Rausand, A. Hoyland. System Reliability Theory - Models, Statistical Methods and Applications. 2da Edición - Wiley, 2004.  
 R.E. Barlow. Engineering Reliability. Society for Industrial and Applied Mathematics - SIAM, 1998.  
 J. C. Calloni. Mantenimiento Eléctrico Y Mecánico Para Pequeñas y Medianas Empresas. 1era Edición, 2004.  
 R.E. Barlow, F. Proschan. Mathematical Theory of Reliability - Classics in Applied Probability Series. Society for Industrial and Applied Mathematics - SIAM, 1996

**Docente Responsable**

Nombre y Apellido **Mariano De Paula**

Firma	
-------	---

**Coordinador/es de Carrera**

Carrera **Ingeniería Industrial**

Firma	 <b>Claudia Rohvein</b>
-------	--

**Director de Departamento**

Departamento **Ingeniería Industrial**

Firma	 <b>Ing. Franco Chiodi</b>
-------	---

**Secretaria Académica**

Firma	 <i>Ing. Isabel C. Riccobene</i> <small>SECRETARIA ACADÉMICA      Facultad de Ingeniería - UNCPBA</small>
-------	--