

## PROGRAMA DE CURSO GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS

### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Mecánica (DIMEC)					
Nombre del curso	Gestión de activos físicos	Código	ME4160	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Physical Asset Management</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	MA3701: Optimización/IN3701: Modelamiento y optimización/MA3403: Probabilidades y estadística					

### B. Propósito del curso:

El propósito general de este curso que los y las estudiantes sean capaces de gestionar integralmente el ciclo de vida de los equipos de producción en contextos industriales. Serán capaces de evaluar y optimizar el diseño, la operación, el mantenimiento el abastecimiento de repuestos y el reemplazo de equipos mineros con una visión sistemática y de negocio.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Concebir, formular y aplicar modelos físico-matemáticos para la resolución de problemas relacionados con el diseño de componentes, equipos y sistemas mecánicos.

CE2: Interpretar los resultados de la modelación y simulación de fenómenos relacionados con el diseño de componentes, equipos y sistemas mecánicos, estableciendo la pertinencia de las técnicas utilizadas para ello.

CE3: Concebir y crear sistemas innovadores que den respuesta a nuevas necesidades tanto en el ámbito nacional como internacional.

CE7: Gestionar procesos productivos, recursos, activos físicos y proyectos mecánicos.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés una variedad de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos y a las características de la audiencia.

**CG4: Trabajo en equipo**

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

**C. Resultados de aprendizaje:**

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Optimiza y aplica técnicas estadísticas en problemas de gestión de activos, considerando los objetivos de desarrollo sostenible como parte fundamental en la toma de decisiones.
CE1, CE3	RA2: Propone, con su equipo, soluciones de mejora a la productividad y/o sustentabilidad en las empresas u organización pública o privada, utilizando modelos matemáticos que consideren la optimización y ciencias de datos, a fin de resolver problemas de gestión de activos.
CE2, CE7	RA3: Resuelve, a través de un análisis crítico de estudios de caso, problemas operacionales de una organización, utilizando herramientas cuantitativas tales como modelos matemáticos basados en evidencia para crear valor en una organización pública o privada.  RA4: Evalúa distintas estrategias de carácter técnico referidas a la función de operaciones, a través del análisis de costo y beneficio, para proponer recomendaciones que favorezcan la toma de decisiones de la organización.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA5: Presenta, en forma oral y escrita, avances y resultados de un proyecto sobre el análisis crítico de un caso de gestión de activos, siguiendo el método IMRAD (Introducción, Métodos, Resultados, Análisis y Discusión), reportando, con coherencia, claridad, concisión y precisión los resultados de la propuesta y posibles mejoras a un proceso.
CG2	RA6: Lee de manera analítica, en inglés y español, textos y artículos sobre gestión de activos para extraer conceptos, herramientas, teorías aplicables a diversos problemas de la gestión de activos físicos.
CG4	RA7: Trabaja en equipo de manera colaborativa y responsable en un proyecto, considerando esta forma de trabajo como uno más de los elementos que afectan el correcto desempeño profesional respecto de la gestión de activos

#### D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA7	Análisis de Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>1.1. Conceptos Básicos. La gestión de equipos dentro de una organización. Interrelaciones existentes entre la función de equipos y las demás, en un contexto organizacional minero. Toma de decisiones en entornos de incertidumbre.</p> <p>1.2. Análisis de prioridades en base a riesgos. Métodos de jerarquización multi-criterio.</p> <p>1.3. Diagrama Ishikawa, mapas de oportunidad y reporte A3.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identifica y prioriza problemas que son de alto impacto/riesgo para el desempeño del sistema analizado.</li> <li>2. Identifica oportunidades de mejora que sean de alto impacto y alta facilidad de implementación.</li> <li>3. Prioriza problemas y oportunidades organizacionales, usando métodos multicriterio.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Hastings, N. A. (2021). <i>Physical asset management</i>, 3<sup>rd</sup> ed.. London: Springer.</li> <li>(2) Gastel, B. and Day, R. A., (2016) How to write and publish a scientific paper. Cambridge University Press.</li> <li>(3) Bibliografía específica descrita al final del material docente de la unidad.</li> </ol>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA5, RA7	Gestión de mantenimiento y de repuestos	8 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1. Análisis de confiabilidad y degradación. Estrategias de mantenimiento. Programación y planificación de actividades de mantenimiento. Opciones reales para estimar estrategia flexible. Estrategias oportunistas en sistemas multi-componente.</p> <p>2.2. Gestión de repuestos reparables y consumibles.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modela confiabilidad a través de distribuciones estadísticas y optimiza estrategia de mantenimiento.</li> <li>2. Simula procesos estocásticos simples.</li> <li>3. Estima demanda de trabajos y repuestos vía modelo de confiabilidad y simulación.</li> <li>4. Modela procesos de degradación y estimar demanda de partes y acciones de mantenimiento.</li> <li>5. Reporta, por escrito, resultados del avance de proyecto, considerando una descripción clara del problema, definición de metodologías, cuyos resultados expone con concisión y claridad en presentaciones breves.</li> <li>6. Lee en inglés, artículos y textos en inglés sobre gestión de activos para analizar un problema y proponer mejoras.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		<p>(1) Jardine, A. K., Tsang, A. H., &amp; Maintenance, R. (2013). Reliability: Theory and Applications. Boca Raton, Florida.</p> <p>(2) Pascual, R., (2020), El Arte de Mantener, apuntes de cursos, U. de Chile.</p> <p>(3) Gastel, B. and Day, R. A., (2016) How to write and publish a scientific paper. Cambridge University Press.</p> <p>(4) Bibliografía específica descrita al final de cada unidad.</p>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2, RA4, RA5	Gestión de proveedores, reemplazo y diseño para la confiabilidad	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1. Selección de proveedores de equipos, servicios y repuestos en entornos con descuentos por volumen de negocios.</p> <p>3.2. Reemplazo de equipos. Estimación de intervalos óptimos para reemplazar equipos de capital.</p> <p>3.3. Mitigación de riesgos. Diseño de sistemas con redundancia, acopios intermedios y otros elementos mitigadores de riesgo.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evalúa riesgos y oportunidades en diferentes métricas y con enfoque multicriterio.</li> <li>2. Diagnostica causas raíz asociadas a riesgos mayores y prioriza acciones de mejoramiento.</li> <li>3. Expone, a una audiencia profesional y masiva, los resultados del proyecto, en cuya presentación demuestra claridad y efectividad en la entrega del mensaje considerando el desarrollo claro de una línea de exposición argumentación en donde plantea los puntos centrales de su análisis.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		<p>(1) Jardine, A. K., Tsang, A. H., &amp; Maintenance, R. (2013). <i>Reliability: Theory and Applications</i>. Boca Raton, Florida.</p> <p>(2) Pascual, R., (2022), <i>El Arte de Mantener</i>, apuntes de cursos, U. de Chile.</p> <p>(3) Gastel, B. and Day, R. A., (2016) <i>How to write and publish a scientific paper</i>. Cambridge University Press.</p> <p>(4) Bibliografía específica descrita al final de cada unidad.</p>	

## E. Estrategias de enseñanza – aprendizaje:

Se utilizan metodologías de aprendizaje activo con énfasis en aprendizaje basado en problemas y aprendizaje orientado a proyectos. Mediante el análisis de una serie de casos de estudio reales y un proyecto, los y las estudiantes interactúan entre sí y con apoyo del profesor, proponiendo soluciones a un caso estudiado, mediante el uso de aspectos conceptuales de la gestión de activos. Las cátedras requieren el trabajo colaborativo con apoyo de computador.

Los y las estudiantes trabajarán sobre la base de las siguientes estrategias:

- Clase expositiva. El docente actúa de mediador que guía la discusión y reflexión de los estudiantes en torno a conceptos, teorías necesarias para la gestión de activos. Cada actividad o propuesta de trabajo es una oportunidad para aplicar lo aprendido en otros contextos y situaciones, promoviendo con ello una mayor responsabilidad y autorregulación por parte del estudiante.
- Revisión de material previo a la clase en esquema 'clase invertida'. Quizzes sincrónicos y asincrónicos en plataforma kahoot, edpuzzle o similar, tanto en cátedra como en auxiliar.
- Clases tipo taller/laboratorio con resolución de estudios de caso en software ad hoc y apoyo de PC o notebook. Un estudiante o una estudiante guiará a sus compañeros en el desarrollo de cada caso. Se dispondrá de una lista para determinar quien será el alumno *champion*.
- La clase auxiliar será aprovechada para actividades grupales activas y sincrónicas, aprendizaje vicario asincrónico con videos de casos, sesiones sincrónicas de preparación para controles, contenidos de apoyo a desarrollo del proyecto y quizzes sumativos o formativos.
- Desarrollo de proyecto grupal con presentación final en un seminario público presencial u online, según disponibilidad.

## F. Estrategias de evaluación:

El curso considera las siguientes instancias de evaluación:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 controles presenciales (60% de la nota final <b>antes de examen</b> (NF1), C1:40%, C2:60%). En caso de fuerza mayor, los controles serán sincrónicos y con rondas de preguntas desde un pool. Se ofrecerá una pregunta optativa que podrá sustituir a alguna de las otras.</li> </ul>	Con esta actividad se evalúan los RA1, RA2, RA3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyecto(P) (25% de NF1, P1:30%, P2:45%, P3:25%). Informe y presentación ponderan igual en notas del proyecto. El proyecto será defendido en un seminario público masivo (P3).</li> </ul>	Con esta actividad se evalúan los RA3, RA5, RA6, RA7
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quizzes (15% de NF1). Los quizzes serán presenciales. Para el cálculo del promedio simple Q se considerarán 90% de los quizzes sumativos.</li> </ul>	Con esta actividad se evalúan los RA1, RA2, RA3, RA4, RA6.

Al principio de cada semestre, el cuerpo académico informará sobre el tipo de evaluaciones, cantidad y ponderaciones correspondientes. No obstante, es posible señalar:

Observaciones:

- Si faltan a un control con justificación válida, examen regular sustituye.
- Examen recuperativo en caso de no aprobar con el examen regular y respetando las condiciones que impone el reglamento de la Escuela.
- Se ofrecerá bono de 0.2 puntos en nota de cada control por asistencia al menos a 85% de las clases desde el inicio del semestre para el control 1 (desde el primer control para el control 2). La asistencia se medirá por la cantidad de quizzes formativos y sumativos tomados desde el inicio de semestre o el primer control, hasta la fecha del control.
- Se ofrecerá bono de 0.2 puntos en nota de control por subir, vía u-cursos, video y fuente Excel resolviendo en forma original caso propuesto en guía de ejercicios de preparación para el control o pauta de problema de control, en acuerdo con el equipo docente.

Criterio de eximición de examen:

- Promedio simple controles(C)  $\geq 5.5$

**Procedimiento de evaluación:**

La nota final **antes de examen regular** NF1 se determina según:

$$NF1 = 0.6*(0.4C1 + 0.6C2) + 0.25*(0.3P1 + 0.45P2 + 0.25P3) + 0.15Q$$

El examen regular (E) y el examen de recuperación (ER) serán sincrónicos y comprenderán toda la materia. Se realizarán quizzes (Q) formativos y sumativos tanto en módulos de cátedra como en auxiliar. Ambos exámenes se realizarán en fechas estipuladas por la Escuela de Ingeniería. La nota final se determina según:

Si se exime del examen,

$$NF = NF1$$

Si no,

$$NF = 0.75NF1 + 0.25E$$

o

$$NF = 0.75NF1 + 0.25ER$$

Según corresponda.

Para aprobar,

$$NF \geq 4.0 \text{ Y } (C1 + C2 + E^*)/3 \geq 4.0 \text{ Y } P \geq 4.0.$$

## G. Recursos bibliográficos:

### Bibliografía obligatoria:

- (1) Jardine, A. K., Tsang, A. H. (2013). Reliability: Theory and Applications. Boca Raton, Florida.
- (2) Hastings, N. A. (2021). *Physical asset management*, 3<sup>rd</sup> ed.. London: Springer.

(3) Pascual, R., (2022), *El Arte de Mantener*, apuntes de cursos, U. de Chile.

**H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:**

Vigencia desde:	Primavera 2022
Elaborado por:	Rodrigo Pascual y Área de Gestión Curricular
Validado por:	CTD DIMEC
Revisado por:	Área de Gestión Curricular