

Planificación de la Asignatura: Investigación Operativa I

Fecha: 23/10/2024 13:02

Código: I1526

Carrera: Ingeniería en Transporte

Departamento Académico: Informática

Docente a cargo:

Correo del docente a cargo: jonathan.dorella@uner.edu.ar

Régimen de Dictado: Cuatrimestral doble oferta

Carga Horaria Semanal: 5 horas semanales

Carga Horaria Total: 70 horas

Contenidos Mínimos:

Modelización. Teoría de redes. Programación de proyectos. Programación matemática. Programación lineal.
Transporte. Asignación. Análisis de sensibilidad.

Competencias Genéricas:

- CT1: Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería. Nivel de Dominio: 2
- CT3: Gestión, planificación, ejecución y control de proyectos de ingeniería. Nivel de Dominio: 1
- CT4: Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería. Nivel de Dominio: 2
- CS1: Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo. Nivel de Dominio: 1
- CS2: Fundamentos para una comunicación efectiva. Nivel de Dominio: 1
- CS3: Fundamentos para una actuación profesional ética y responsable. Nivel de Dominio: 1
- CS4: Fundamentos para evaluar y actuar en relación con el impacto social de su actividad profesional en el contexto global y local. Nivel de Dominio: 1
- CS5: Fundamentos para el aprendizaje continuo y autónomo. Nivel de Dominio: 1

Competencias Específicas:

- CE1.1: Diseñar, proyectar, planificar y modelar operaciones y procesos requeridos para el funcionamiento de los sistemas de transporte de cargas y pasajeros en todos sus modos y jurisdicciones. Nivel de Dominio: 1
- CE1.2: Aplicar herramientas tecnológicas para lo anteriormente mencionado. Nivel de Dominio: 1
- CE1.3: Identificar, formular y resolver problemas relacionados a los sistemas de transporte de bienes y personas. Nivel de Dominio: 2
- CE1.5: Aplicar métodos estadísticos y de investigación operativa para la optimización de sistemas de transporte. Nivel de Dominio: 3
- CE2.2: Aplicar los conceptos económicos y financieros para optimizar la gestión de lo anteriormente mencionado. Nivel de Dominio: 1

Argumentación de aportes marcados en la matriz de competencias:

La asignatura de Investigación Operativa 1 en la carrera de Ingeniería en Transporte desempeña un papel crucial en el desarrollo de competencias clave. En primer lugar, capacita a los estudiantes en la identificación, formulación y resolución de problemas complejos relacionados con el transporte, mediante el uso de herramientas cuantitativas y modelización matemática. Esto contribuye a su habilidad para abordar desafíos específicos como la optimización de rutas y la gestión de recursos. Además, la asignatura fomenta el trabajo en equipo al involucrar a los estudiantes en proyectos colaborativos, lo que mejora sus habilidades de comunicación efectiva y les proporciona una experiencia valiosa en la presentación coherente de resultados y recomendaciones. En conjunto, la Investigación Operativa no solo fortalece el conocimiento técnico de los estudiantes, sino que también les equipa con habilidades transferibles esenciales para su

éxito profesional en el campo de la ingeniería en transporte.

Correlativas Regulares para cursar:

Álgebra Lineal y Geometría Analítica

Fundamentos de Programación

Correlativas Aprobadas para cursar:

No posee

Correlativas Aprobadas para promocionar o rendir el examen final:

Álgebra Lineal y Geometría Analítica

Fundamentos de Programación

Insercion de la Asignatura en el plan de Estudios:

Esta asignatura pertenece al grupo de Tecnologías Básicas en la carrera de Ingeniería en Transporte.

Se inserta en el 3er año de la carrera.

Se recomienda también tener aprobadas:

- Comprensión Lectora y Producción Escrita
- Álgebra Lineal y Geometría Analítica
- Fundamentos de Programación
- Introducción a la Ingeniería en Transporte

Objetivo General:

Dentro del Perfil específico del Ingeniero en Transporte esta asignatura aporta herramientas en el Área de la administración de recursos, o de comportamiento organizacional ya que el Ingeniero en Transporte debe saber utilizar los recursos productivos humanos, tecnológicos y materiales a su cargo, con buen criterio productivo y de eficiencia, debe saber como reducir costos de producción con todo lo que ello implica, evaluar proyectos de inversión en la producción de bienes y servicios industriales.

Esta asignatura apunta específicamente al desarrollo de un juicio crítico y un enfoque racional en la administración de tecnologías de distinto origen y generación en continua evolución, al desarrollo de aptitudes y destrezas para interactuar con distintos roles en equipos heterogéneos e interdisciplinarios, con sentido común, supervisión y otras que deben caracterizar al dirigente (tomador de decisiones).

Objetivos Particulares:

Que el alumno:

1. Comprenda el proceso de análisis de problemas y diseño de soluciones usando el método científico, mediante modelos matemáticos que son parte de la Investigación Operativa.
2. Conozca y desarrolle conceptos y métodos para saber cómo aplicarlos en la teoría de optimización.
3. Analice y genere la habilidad para construir algoritmos (y estudiar su comportamiento) y utilizarlos para la resolución efectiva de problemas para encontrar los valores óptimos de las variables de decisión de los procesos de gestión.
4. Se capacite en la toma de decisiones atendiendo a mejorar la efectividad de los sistemas.

Programa Analítico:

UNIDAD 1.- Introducción a la asignatura. Antecedentes históricos de la Investigación de Operaciones. Alcance e impacto. Definición y Aplicación de la Investigación Operativa. Fases de un proyecto de Investigación de Operaciones. Modelos determinísticos y estocásticos.

UNIDAD 2.- Programación Lineal: Definición, terminología y simbología. Suposiciones de Programación Lineal. Puntos Extremos. Problemas estándares de maximización (forma canónica). Problemas de minimización, restricciones no estándares. Resolución gráfica. Algoritmos para la resolución de modelos de Programación Lineal.

UNIDAD 2 Complemento.- Manipulación de restricciones, Programación Lineal Entera, Programación Lineal Binaria. Manipulación con variables Binarias.

UNIDAD 3.- Método Simplex Tabular: Fundamentos geométricos del método. Resolución de Problemas estándares de maximización (forma canónica): introducción de variables de holgura. Resolución de problemas de minimización y restricciones no estándares: introducción de variables de superávit y artificiales. Métodos de Penalización, métodos de la "M" y de las Dos Fases. Introducción al Análisis Posóptimo, al Análisis de Sensibilidad, Precios Sombra y Costos Marginales.

UNIDAD 4.- Breve introducción al método del Punto Interior (Karmarkar). Método Simplex Matricial (revisado): Utilidad y utilización del método. Importancia de los coeficientes de las variables de holgura: Idea Fundamental. Expresión matricial y aplicaciones de la Idea Fundamental.

UNIDAD 5.- Problema Dual y Análisis de sensibilidad: Esencia y origen de la teoría de la Dualidad. Propiedades de Dualidad. Ejercicios y aplicaciones. Relaciones entre las soluciones Básicas complementarias. Esencia del Posóptimo y Análisis de Sensibilidad. Aplicación del Análisis de Sensibilidad.

UNIDAD 6.- Problemas de Modelos de Transporte y de Asignación. Elementos de la teoría de Grafos. Método Simplex para estos problemas. Análisis y Conclusiones.

UNIDAD 7.- Análisis de Redes: Optimización de flujos en redes. Problema de la ruta más corta. Problema del árbol de expansión mínima. Problema del flujo máximo. Problema del flujo de costo mínimo. Método Simplex de redes.

UNIDAD 8.- Programación de Proyectos: Repaso terminología de Redes. Representaciones.
Camino Crítico. CPM. PERT. Construcción del Diagrama de Tiempo y Nivelación de Recursos.
Consideraciones de Probabilidad y Costo en la Programación de Proyectos. Control del Proyecto.

Metodología Didáctica:

El trabajo se desarrollará a través de clases en las que se propicie, en todo momento, la interacción docente-alumno, alumno-alumno, alumno-software. Como estrategias didácticas se desarrollará el tema, estudio de casos, planteo de problemas, explicación de objetivos, se buscará generar debates dirigido/discusión guiada, la resolución de problemas, síntesis, conclusión y remarcación de aspectos relevantes del tema y otras estrategias utilizadas para generar hábitos de autoaprendizaje.

La exposición del profesor debe estar estrechamente ligada a la participación del alumno, motivando en éste la confianza y el deseo de responder a preguntas, de pasar al pizarrón a resolver problemas y utilizar la computadora de manera responsable. En cuanto a esto último es importante precisar que la computadora debe ser usada para obtener resultados que den respuesta a problemas y permitan evaluar el desempeño de los métodos vistos en clase.

La clase debería convertirse en un ámbito de reflexión y discusión de los temas presentados mediante la intervención colectiva.

En el desarrollo de cada uno de los temas se incluirá: problema motivador, teoría, resolución de problema motivador, resolución de ejercicios y problemas propuestos haciendo énfasis en el uso de software matemático de uso libre. Además, se proponen los siguientes bloques de unidades temáticas (UT) que se corresponden con tres trabajos prácticos integradores de complejidad creciente.

- Bloque 1: UT 1 a 3.
- Bloque 2: UT 4 a 5.
- Bloque 3: UT 6 a 8.

Formación Práctica:

Los encuentros aúlicos son del tipo teórico-práctico, luego de introducir, desarrollar, analizar, debatir, discutir y conversar los nuevos conceptos, se propone la ejercitación practica correspondiente.

Los ejercicios son desarrollados en papel y en la computadora a traves de software (Octave/Matlab, GAMS, Tora, etc) y aplicativos web.

Se propondrán los siguientes trabajos prácticos (TPs) integradores donde se muestra la distribución de contenidos y temáticas de ejemplo:

- TP N° 1 (1er Bloque): Fases de proyectos de IO. Programación Lineal. Método de punto interior. Método símplex tabular. Introducción al análisis posóptimo: precios sombra y sensibilidad. Aplicación de hoja de cálculo y bibliotecas específicas de software matemático. Temática: Ensamble y transporte de automóviles, análisis posóptimo básico y situaciones hipotéticas (huelga, suba de precios, aumento de ventas, entre otras).
- TP N° 2 (2do Bloque): Forma matricial del método símplex. Aplicación de la Idea Fundamental. Método símplex revisado (primal). Teoría de dualidad y análisis de sensibilidad. Parámetros sensibles. Intervalos permisibles y precios sombra. Cambio simultáneo de parámetros y regla del 100%. Reoptimización. Aplicación de hoja de cálculo y bibliotecas específicas de software matemático. Temática: Ensamble y transporte de automóviles, análisis de sensibilidad y posóptimo ante situaciones hipotéticas (parámetros optimistas y pesimistas, conflictos de intereses de estimadores durante el proceso de toma de datos, escepticismo saludable, valor real vs estimado). Toma de decisiones.
- TP N° 3 (3er Bloque): Problemas de transporte y asignación. Destino y origen ficticio. Solución BF inicial y método símplex simplificado. Modelos de optimización de redes. Método símplex de redes. Programación Entera. Aplicación de hoja de cálculo y bibliotecas específicas de software matemático. Temáticas: a) Red de distribución de mercaderías, fábricas, almacenes de distribución y venta, plan de establecimiento de embarques y costos de transporte. Asignación de maquinaria para embalaje automatizado. Ruta de costo mínimo por pedido especial (envío express). b) Planificación de red de abastecimiento de agua potable en barrio de Paraná: minimización de costo de inversión y mantenimiento. Temporadas pico en período estival y protección de capital mediante redes de flujo máximo con restricción de presión y caudal en tramos específicos entre las estaciones de bombeo. Programación de proyecto de instalación de indicadores automáticos de presión, caudal y calidad de agua con CPM. Análisis de decisiones críticas: ubicación de estaciones elevadoras y programa de cuadrillas de mantenimiento.

Los TPs, deberán ser acompañados por un informe con resultados, discusión y conclusiones. Además, los TPs N° 2 (dos) y 3 (tres) deberán ser expuestos a la clase y defendidos en forma oral por el grupo de estudiantes. Las temáticas propuestas en los TPs podrían variar a juicio de los docentes.

Además, se tendrán Guías de Ejercicios y Problemas las cuales serán entregadas conforme avance el cursado y abarcarán la mayor parte del trabajo práctico en el aula. Se tendrá una Guía por cada Unidad Temática. Las Guías podrán contener referencias a ejercicios y problemas seleccionados de la Bibliografía recomendada. El objetivo es mostrar al estudiante el tipo de problemas que pueden atacarse con los contenidos específicos de la Unidad integrando contenidos de unidades previas conforme se avanza en las Guías.

Los ejercicios se analizan y desarrollan entre estudiantes y docentes de forma tutorada con debate de por medio y utilizando software matemático cuando corresponda. Los problemas se analizan entre estudiantes y docentes, pero deben ser resueltos por los estudiantes y representan la mayor carga de trabajo durante las prácticas.

Los problemas de las Guías serán de resolución y entrega obligatoria debiendo estar aprobados al finalizar el cursado el dictado. Además, las guías tendrán problemas no obligatorios para aquellos estudiantes que deseen profundizar.

Se propone desarrollar actividades tanto practicas como teóricas en vinculación con otras cátedras afines siendo Algoritmos y Estructuras de Datos de Ing. en Transporte una de ellas. La vinculación en la instancia práctica, inicialmente, se dará a través de las Guías de Ejercicios y Problemas donde algunos problemas relacionados a Teoría de Grafos se retomarán aumentando su complejidad y mostrando cómo la aplicación de restricciones exige una estrategia de resolución algorítmica diferente de la estudiada en la asignatura previa.

Listado de Actividades de Formación Práctica:

Se propone desarrollar actividades tanto practicas como teóricas en vinculación con otras cátedras afines.

Listado de TPs y Guías de Ejercicios y Problemas (Guías) para cada Unidad Temática (UT):

- Guía UT 1: Fases de un proyecto de IO.
- Guía UT 2.1: Modelado y Programación Lineal. Comparación de método de punto interior vs método símplex.
- Guía UT 2.2: Método Gráfico.

- Guía UT 3.1: Método símplex tabular. Restricciones estándares.
- Guía UT 3.2: Método símplex tabular. Restricciones no estándares. Métodos de penalización (método de la M y método de las dos fases).
- Guía UT 4: Método símplex revisado (primal). Idea Fundamental y su aplicación. Introducción al análisis posóptimo.
- Guía UT 5: Dualidad y análisis de sensibilidad. Aplicación del análisis.
- Guía UT 6: Transporte y asignación.
- Guía UT 7: Optimización de redes.
- Guía UT 8: Programación de proyectos.
- Trabajo Práctico N° 1 en equipo: resolución y entrega de informe.
- Trabajo Práctico N° 2 en equipo: resolución, entrega de informe, exposición y defensa.
- Trabajo Práctico N° 3 en equipo: resolución, entrega de informe, exposición y defensa.

Intensidad de la formación práctica

Detalle de la carga horaria total prevista para cada una de las siguientes actividades:

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 1: 10 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 2: 11 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 3: 14 horas

Horas totales de actividades de formación práctica: 35 horas

Metodología de Evaluación Durante el cursado:

Se busca realizar un proceso de evaluación continua de los alumnos.

Régimen de aprobación: El alumno se encontrará al finalizar el cursado de esta asignatura dentro de una de las siguientes condiciones:

- Promoción.
- Regular.
- Libre.

Promoción: las condiciones necesarias son:

- Cumplir con los pre-requisitos de inscripción a la materia Investigación Operativa I, correspondiente al 3er año de la carrera Ingeniería en Transporte.
- Cumplir con al menos el 75% de asistencia a clase.
- Cumplir con las actividades de formación práctica.
- Aprobar 2 (dos) evaluaciones de producción escrita individual (PEI) teórico-prácticas, correspondientes a los dos primeros módulos en que está estructurada la materia. Además, presentar en forma escrita los trabajos práctico (TPs) solicitados, con su respectiva defensa y exposición oral cuando corresponda. El alumno deberá obtener un promedio mayor o igual a 75% y ninguna evaluación, incluyendo los TPs, con nota inferior a 70%.
 - Esta condición se mantiene durante 2 (dos) ciclos lectivos.
 - Para el alumno que no haya obtenido los porcentajes requeridos, se prevee la realización de una instancia recuperadora (correspondiente a una de las dos primeras instancias de evaluación).
 - Los TPs se corregirán en dos instancias (siendo la segunda una instancia de recuperatorio): 1) posterior a la primera defensa. 2) posterior a la segunda entrega la cual deberá realizarse como máximo en la semana 15 para los TPs N° 1 y 2, y como máximo en la semana 16 para el TP N° 3.

Regular: Será considerado como tal a todo alumno que cumpla con los siguientes requisitos:

- Estar inscripto en la asignatura Investigación Operativa I, correspondiente al 3er año de la especialidad Ingeniería en Transporte.
- Cumplimentar el 75% de asistencia a clase.
- Aprobar 2 (dos) evaluaciones de producción escrita individual (PEI) teórico-prácticas, correspondientes a los dos primeros módulos en que está estructurada la materia. Además, presentar en forma escrita los trabajos práctico (TPs) solicitados, con su respectiva defensa y exposición oral cuando corresponda. El alumno deberá obtener un promedio mayor o igual a 55% y ninguna de las evaluaciones con nota menor a

45%. En este caso, los TPs deberán ser aprobado con nota mayor a 70%.

- Para el alumno que no haya obtenido los porcentajes requeridos, se prevee la realización de dos instancias recuperadoras (correspondiente a las dos evaluaciones de producción escrita individual (PEI) teórico-prácticas.

- Los TPs se corregirán en dos instancias (siendo la segunda una instancia de recuperatorio): 1) posterior a la primera defensa. 2) posterior a la segunda entrega la cual deberá realizarse como máximo en la semana 15 para los TPs N° 1 y 2, y como máximo en la semana 16 para el TP N° 3.

Libre: Se considera como tal aquel alumno que no alcanza a cumplir con las condiciones mínimas exigidas para lograr alguna de las condiciones anteriores.

Observaciones:

- La Cátedra se reserva la potestad de revisar en detalle casos particulares de aquellos estudiantes que hubiesen obtenido una sumatoria puntos cercana a las cotas inferiores de las categorías Promoción y Regular. Para acceder a dicha revisión, el alumno deberá acreditar un rendimiento académico que amerite tal revisión, contemplándose como factor más relevante su participación tanto en los encuentros áulicos como no áulicos.

El Bloque 1 será evaluado mediante parcial 1 y entrega de informe de TP N° 1.

El Bloque 2 será evaluado mediante parcial 2 y entrega de informe y defensa oral de TP N° 2.

El Bloque 3 será evaluado mediante entrega de informe y defensa oral de TP N° 3.

Metodología de Evaluación en Exámenes Finales:

El examen final tendrá carácter integrador y se evaluarán las competencias desarrolladas por el estudiante. Se tendrán en cuenta correcto uso del vocabulario técnico en particular y, de la expresión oral y escrita en general, asociado a un alumno del 4to año de la carrera.

La evaluación se realizará con la producción escrita individual (PEI) teórico-prácticas y una presentación oral a modo de coloquio de los contenidos generales de la materia.

El alumno Libre deberá presentar y aprobar los informes de todos los TPs del cursado inmediato anterior y defender en forma oral uno de ellos seleccionado en el momento por los docentes para lo cual deberá tener preparada una presentación con iguales exigencias que durante el cursado.

Condiciones de Regularidad :

Ver sección “Regular:” en Metodología de Evaluación.

Cronograma de parciales durante el primer Cuatrimestre:

Primer Examen Parcial: 08 de Abril de 2024

Segundo Examen Parcial: 13 de Mayo de 2024

Tercer Examen Parcial: 03 de Junio de 2024

Recuperatorio 01: 10 de Junio de 2024

Cronograma de parciales durante el segundo Cuatrimestre:

Primer Examen Parcial: 02 de Septiembre de 2024

Segundo Examen Parcial: 07 de Octubre de 2024

Tercer Examen Parcial: 04 de Noviembre de 2024

Recuperatorio 01: 11 de Noviembre de 2024

Bibliografía Principal:

- "Introducción a la Investigación de Operaciones". 9na Edición - Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman - McGraw-Hill.
- "Investigación de Operaciones". 9na Edición - Hamdy A. Taha - Pearson.

Bibliografía Complementaria:

- "Investigación de Operaciones, Aplicaciones y Algoritmos". 4ta Edición Winston Wayne L.
- "Linear Programming and Network Flows" 4th Edition - Mokhtar S. Bazaraa, John J. Jarvis, Hanif D. Sherali - WILEY.

Equipo de Cátedra:

Prof. Titular:

Ingeniero Electromecánico Dorella, Jonathan Jesús - PhD Student, CIMEC, FICH-UNL/CONICET

Correo electrónico: jonathan.dorella@uner.edu.ar

Jefe de Trabajos Prácticos:

MS.c Rafael David Díaz Arias. PhD Student, IBB-FIUNER

Correo electrónico: rafael.diaz@uner.edu.ar

Actividades de Investigación Gestión y Extensión:

Se participará de la Jornadas Regionales de Tránsito, Transporte y Seguridad Vial y otras que se consideren oportunas.

Requisitos de admisión para alumnos oyentes:

Tener conocimientos básicos sobre resolución de sistemas de ecuaciones algebraicos, métodos iterativos

Se recomienda también tener aprobadas:

- Comprensión Lectora y Producción Escrita
 - Álgebra Lineal y Geometría Analítica
 - Fundamentos de Programación
 - Introducción a la Ingeniería en Transporte
-

Infraestructura, equipamiento y recursos necesarios:

En lo posible, computadora personal, software de calculo científico (Octave/MATLAB), software de modelado para optimización (Gams, otro). Librerías de Python y Python-APIs.

Otros: