

PROGRAMA DE CURSO

Segundo semestre 2023

Curso	Optimización
Sigla	ICS1113
Créditos	10
Prerrequisitos	Cálculo II y Álgebra Lineal
Profesor sección 1	Mathias Klapp (maklapp@ing.puc.cl)
Profesora sección 2	Margarita Castro (margarita.castro@ing.puc.cl)
Profesor sección 3	Gonzalo Pérez (gaperez2@uc.cl)
Profesor sección 4	Esteban Salgado (easalgado@uc.cl)
Coordinadora de ayudantes	Karina Alarcón (kalarconvl@uc.cl)
Web	CANVAS UC

I. DESCRIPCIÓN

Este curso capacita al alumno en la modelación matemática aplicada a la toma de decisiones en diversas áreas de la Ingeniería, específicamente en modelos de optimización. Durante el desarrollo del curso, el alumno aprenderá técnicas de caracterización y resolución de problemas de optimización y estudiará distintos algoritmos especializados en optimización lineal y no lineal, continua y entera. A su vez, se introduce al alumno en la formulación y resolución de modelos de optimización para problemas de flujo en redes como esquema alternativo para abordar ciertos tipos de problemas.

II. COMPETENCIAS

El curso está diseñado para que, al finalizarlo, el alumno sea capaz de:

- Formular modelos matemáticos de diversos problemas de toma de decisiones mediante programación lineal, no lineal, en variables continuas y discretas.
- Analizar las propiedades matemáticas de modelos de optimización.
- Aplicar el algoritmo simplex para programación lineal y otros algoritmos para enfrentar y resolver problemas no lineales o enteros.
- Aplicar herramientas computacionales (software) para resolver modelos de optimización.

III. CONTENIDO

Parte I: Motivación, modelación y conceptos básicos

- Motivación e Introducción
- Modelos de optimización
- Conceptos básicos, existencia de solución, convexidad y unicidad de solución
- Modelos equivalentes

Parte II: Programación lineal

- Introducción a problemas lineales
- Geometría de poliedros
- Algoritmo simplex
- Análisis de sensibilidad
- Teoría de dualidad

Parte III: Programación lineal entera

- Conceptos básicos
- Algoritmos: Branch & Bound, planos cortantes

Parte IV: Programación no lineal

- Optimización no lineal irrestricta: analítica y numérica
- Optimización con restricciones de igualdad y desigualdad, condiciones KKT

IV. METODOLOGÍA

- Clases expositivas dictadas por cada docente.
- Ayudantía: Reforzamiento de materia y resolución de ejercicios en ayudantía.
- Proyecto semestral en grupo: identificar, modelar y resolver un problema real utilizando herramientas y software de optimización.
- Tareas de ejercicios.
- Talleres computacionales.
- Lectura de textos guía y complementarios.

V. INFORMACIÓN RELEVANTE POR SECCIÓN

Sección	Horario Cátedra	Sala Cátedra	Horario Ayudantía	Sala Ayudantía	Ayudante de cátedra (contacto)
1	L-W:2	B12	V:2	A3	Diego Cánepa (dcanepa@uc.cl)
2	M-J:2	AM1	W:6	B11	Antonia Blanco (antonia.blanco@uc.cl)
3	M-J:3	K202	J:6	B11	Juan Enrique Hurtado (juanenriquehurtado@uc.cl)
4	M-J:1	K200	L:6	B12	Fernanda Carrasco (fernanda.carrasco@uc.cl)

Una solicitud de reunión al profesor debe ser agendada por correo.

Adicionalmente se programará en algunas ocasiones talleres computacionales, charlas asociadas al proyecto y otras potenciales ayudantías cuya fecha y sala serán comunicadas a cada estudiante de forma oportuna.

VI. SISTEMA DE EVALUACIÓN

Evaluaciones individuales:

El curso cuenta con tres evaluaciones presenciales fuera del horario de clases: dos interrogaciones (I_1, I_2) y un examen final (E). Sus fechas son las siguientes:

- I_1 : 28 de septiembre, 17:30
- I_2 : 14 de noviembre, 17:30
- E : 07 de diciembre, 14:50

Las Interrogaciones y el Examen podrían ser reprogramados en caso de contingencia grave.

La **nota de evaluaciones (NE)** será calculada con la siguiente formula redondeando al decimal más cercano:

$$NE = \frac{I_1 + I_2 + 2 \cdot E - \text{mínimo}(I_1, I_2, E)}{3}$$

Para aprobar el curso, NE debe ser mayor o igual a 3,8.

Tareas:

Durante el semestre se asignarán tres tareas (T_1, T_2, T_3) para ser desarrolladas de forma individual o en pareja y entregadas en la web de CANVAS en un buzón que se habilitará oportunamente. Las fechas de entrega son:

- T_1 : 15 de septiembre, 23:59
- T_2 : 03 de noviembre, 23:59
- T_3 : 01 de diciembre, 23:59

Estas fechas podrían sufrir de modificaciones, en cuyo caso se avisará de forma oportuna.

Se permite la colaboración entre parejas distintas, pero cada una debe diseñar su propia respuesta y escribir su propio documento el cual podría ser revisado por software de detección de plagio.

Adicionalmente, cada estudiante o pareja puede utilizar un cupón de atraso solo una vez durante el semestre que extiende el plazo de entrega de una sola tarea por 24 horas (por ejemplo, si un estudiante usa su cupón para la Tarea 1, su plazo de entrega se extiende hasta las 23:59 del 16 de septiembre). Si la tarea es realizada en pareja, ambos integrantes de la pareja deben tener su cupón vigente y ambos pierden el cupón luego de usarlo. Los cupones no son acumulativos, es decir, si ambos usan el cupón extienden la entrega de ambos por 24 horas (no 48 horas). Se habilitará un cuestionario antes de cada entrega para solicitar el uso de su cupón. Pueden solicitar su uso hasta la hora de entrega original.

Fuera del derecho al uso del cupón de atraso, no se aceptarán tareas fuera de plazo ni por otros medios de entrega distintos al oficial. No se harán excepciones.

Se dará 3 décimas adicionales por tarea al entregarla escrita en LaTeX. Para obtenerlas, deben entregar un archivo .zip en CANVAS que contenga el código fuente y el archivo pdf. Cada tarea tiene como nota máxima un 7,0, es decir, un estudiante es calificado con un 7,0 en una tarea que obtiene un 6,8 más las tres décimas.

El ayudante coordinador de tareas es Ignacio Monardes (iamonardes@uc.cl).

La nota de tareas (**NT**) será calculada con la siguiente fórmula redondeando al decimal más cercano:

$$NT = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}$$

Proyecto grupal:

Se realizará un proyecto grupal semestral, donde cada grupo deberá proponer un problema relacionado al tema semestral y resolverlo con herramientas de optimización. El grupo deberá elaborar informes y hacer una presentación final del proyecto (se darán instrucciones precisas de este proyecto en otro documento). **Para aprobar el curso, la nota de proyecto (NP) deberá ser mayor o igual que 4,0** (redondeada a un decimal). Quienes hayan aprobado el proyecto el semestre anterior con nota superior o igual a 5,0 y tengan excelente calificación de pares (mayor o igual a 1,0 promedio entre todas las entregas) podrán convalidar el proyecto. La ayudante coordinadora del proyecto será Javiera Gebhardt (javieragr@uc.cl).

Las fechas de entrega e instrucciones asociadas al proyecto semestral serán publicadas al momento de publicar el enunciado del proyecto.

Aprobación:

Si el alumno cumple los criterios de aprobación mencionados (**$NE \geq 3,8$ y $NP \geq 4,0$**), su nota final en el curso será:

$$N = 0,6 \cdot NE + 0,25 \cdot NP + 0,15 \cdot NT$$

Si alguno de los criterios de aprobación no es satisfecho, la nota final en el curso será el mínimo valor entre **N** y **3,9**.

Inasistencias:

- Cada inasistencia a interrogaciones será calificada con nota 1,0 (sin excepción e independiente del tipo de justificación presentada por cada estudiante). Sin embargo, el sistema de cálculo de **NE** le permite a cada estudiante borrar la nota de una interrogación sin justificarse. Por ejemplo, si por cualquier motivo alguien no asiste a la I_2 su nota de evaluaciones será $NE = (I_1 + 2 \cdot E)/3$.

- Asistir al examen es obligatorio y no hay eximición. En un caso de fuerza mayor que impida rendirlo, el o la estudiante podrá quedar con nota pendiente. Para ello deberá escribir al correo del profesor con su motivo (y ser aprobado por este) antes de iniciar el examen. Luego, debe validar oficialmente su justificación ante la Dirección de Pregrado de la Escuela de Ingeniería. En este caso el profesor o profesora definirá un examen recuperativo oral o escrito al comienzo del próximo semestre. Una inasistencia injustificada, mal justificada o fuera de plazo es motivo para evaluar el examen del alumno con nota 1,0.

Solicitudes de corrección:

Cada estudiante (o grupo) podrá ejecutar su derecho a corregir sus evaluaciones y tendrá por defecto una semana de plazo para solicitar corrección desde que la evaluación y pauta de corrección respectiva hayan sido puestas a su disposición. Después de dicha fecha, se asumirá que hay conformidad con la corrección inicial y no habrá derecho a modificación posterior.

En el caso de las interrogaciones y examen, una vez corregidas serán enviadas digitalmente a cada estudiante. Las solicitudes de corrección deberán ser ingresadas electrónicamente en un formulario habilitado para este propósito en CANVAS. Toda corrección debe estar bien fundamentada, debe indicar la(s) pregunta(s) a ser reconsiderada(s) y debe limitarse a argumentos relacionados exclusivamente al problema en cuestión, su solución, y conteo de puntuación. Una apelación sin justificación o que apela a otros criterios (diseño de la prueba, motivos personales, nota requerida, etc.) será automáticamente rechazada. El corrector o correctora se reserva el derecho a revisar la prueba completa si lo estima conveniente, por lo que eventualmente también podría variar los puntajes de partes no reclamadas, subiendo o bajando la nota.

Si un estudiante queda insatisfecho con el resultado de su corrección, puede levantar el caso por escrito a su profesor hasta una semana después de entregada la corrección. El profesor o profesora no revisará casos que no hayan sido previamente corregidos.

El mecanismo de corrección de tareas y proyecto grupal será análogo al de las interrogaciones. Se dará instrucciones más precisas en el enunciado específico de cada trabajo.

En el caso de la corrección del examen, el equipo docente entregará instrucciones precisas de corrección de manera oportuna.

VII. ASPECTOS ADICIONALES

- **Ética.** Es indispensable que cada alumno tenga un comportamiento ético intachable. Por ello, este curso adscribe el Código de Honor establecido por la Universidad (<http://www.uc.cl/codigodehonor>) el que es vinculante. Si el equipo docente sorprende o descubre evidencia que uno o más alumnos realizan actitudes deshonestas y/o faltas al Código de Honor, entonces el profesor calificará a los involucrados con nota 1,1 en el curso además de ejecutar todas las medidas disciplinarias pertinentes. Algunos ejemplos de conductas deshonestas son: falsificación de documentos, suplantación de identidad, uso de equipos prohibidos en evaluaciones, plagio y/o copia de trabajos y en evaluaciones online.
- **Plagio.** Todo trabajo evaluado en este curso debe ser propio. Se entiende por plagio “apropiarse de las ideas o palabras de otros y utilizarlas como propias sin dar crédito al autor original”. En caso de que exista colaboración permitida con otros estudiantes, el trabajo deberá referenciar y atribuir correctamente dicha contribución a quien corresponda. El profesor se reserva el derecho a revisar cualquier documento con software de detección de plagio. Se recomienda revisar el siguiente recurso en Siding > Pregrado > Reglamentos > Manual sobre Plagio.
- **Necesidades Especiales.** El profesor se compromete a buscar una forma de adaptar el curso a alumnos que posean alguna necesidad especial debidamente justificada (por ejemplo, una dificultad visual o motora). Se ruega a los alumnos involucrados acercarse a conversar con el profesor al comienzo del semestre.

VIII. Referencias Bibliográficas

- **[FM]** Ferrer, J.C. y Muñoz, J.C. “*Apuntes de Optimización.*” Marzo 2006. (en CANVAS)
- **[FGM]** Ferrer, J.C.; Gazmuri, P. y Muñoz, J.C. “*Modelación de Problemas de Optimización.*” Agosto 2017. (en CANVAS)
- **[HL]** Hillier, F.; G. Lieberman. (2010) “*Introducción a la Investigación de Operaciones.*” Novena edición. McGraw-Hill.
- **[OVV]** Ortiz, C.; Varas, S.; Vera, J. (2000) “*Optimización y Modelos para la Gestión.*” Dolmen ediciones. (en SIBUC)
- **[SC]** Ramteen S., and Conejo A. J. “*Optimization in Engineering.*” Springer (2017). (digital gratis en red UC)
- Bertsimas, Dimitris, and John N. Tsitsiklis. (1997) “*Introduction to linear optimization.*” Vol. 6. Belmont, MA: Athena Scientific.
- Eiselt, H.; C. Sandblom. (2007) “*Linear Programming and its Applications.*”, Springer (digital gratis en red UC).
- Gorbena, M., V. Jornet, R. Puente, (2004) “*Optimización Lineal: Teoría Métodos y Modelos.*”, McGraw-Hill
- Nemirovski, Arkadi. (2018) “*INTRODUCTION TO LINEAR OPTIMIZATION.*”, apuntes de clase disponibles online en <https://www2.isye.gatech.edu/~nemirovs/OPTILN2018.pdf>
- Vanderbei, R. (2014) “*Linear Programming: Foundations and Extensions.*”, Springer (digital gratis en red UC).