

**PROFESORES:** Andrés L. Medaglia, Camilo Gómez, Oscar Guaje, Jorge Huertas.

**ASISTENTES:** Diego Castellanos, María José Consuegra, David Corredor, Freddy Orozco, Alfaima Solano.

### Descripción

El curso presenta al estudiante las técnicas de modelado, técnicas de solución y diseño algorítmico propios de un curso introductorio en optimización. Adicionalmente, en el curso se busca familiarizar al estudiante con un paquete moderno de programación matemática (Xpress-MP).

### Objetivos generales

Al finalizar el curso, se espera que el estudiante esté en capacidad de:

1. Identificar situaciones problemáticas susceptibles de ser mejoradas a través de las técnicas de optimización aprendidas en el curso. (Tareas, Proyecto; ABET<sup>1</sup>:e)
2. Formular rigurosamente un problema de optimización a partir de una problemática real aplicando las herramientas matemáticas y de ingeniería aprendidas en el curso. (Evaluaciones, Tareas, Complementarias, Proyecto; ABET<sup>1</sup>: c,e,k)
3. Implementar y resolver un modelo de optimización utilizando herramientas computacionales. En particular, el estudiante estará en capacidad de utilizar el paquete de programación matemática Xpress-MP, así como otras herramientas a través de las cuales es posible resolver un modelo de optimización (Excel, entre otras). (Tareas, Complementarias, Proyecto; ABET<sup>1</sup>: c,e,k)
4. Analizar, interpretar y comunicar apropiadamente los resultados de un modelo de optimización a profesionales en ingeniería y otras disciplinas. (Tareas, Proyecto; ABET<sup>1</sup>: e)

### Evaluación

○ Parcial 1 (Viernes, 28 de febrero, 6:30 p.m.)	20 %
○ Parcial 2 (Lunes, 27 de abril, 6:30 p.m.)	20 %
○ Examen Final (Miércoles, 20 de mayo, 6:30 p.m.)	25 %
○ Proyecto	20 %
• Primera Entrega – Presentación	5 %
• Segunda Entrega	10 %
• Presentación final	5 %
○ Entrenamientos (× 3)	15 %
○ Trabajo complementaria	2 %
○ Quices	2 %

### Requisitos

PREREQUISITOS:

- Álgebra Lineal.
- Algorítmica y Programación orientada a Objetos II y/o Sistemas de Apoyo a la Decisión.

### Metodología

Clases magistrales con sesiones complementarias. El curso tiene un sitio oficial en Sicua Plus (<http://sicuaplus.uniandes.edu.co>) donde se publicará toda la información pertinente al curso. Es responsabilidad del estudiante consultar regularmente el sitio del curso.

### Información de contacto

PROFESORES/INSTRUCTORES

- Andrés Medaglia ([andres.medaglia@uniandes.edu.co](mailto:andres.medaglia@uniandes.edu.co)). Atención a estudiantes: Cita previa por correo electrónico.
- Camilo Gómez ([gomez.ch@uniandes.edu.co](mailto:gomez.ch@uniandes.edu.co)). Atención a estudiantes: Cita previa por correo electrónico.
- Oscar Guaje ([oo.guaje10@uniandes.edu.co](mailto:oo.guaje10@uniandes.edu.co)). Atención a estudiantes: Lunes, 8:30a.m. – 9:30a.m., ML 761.
- Jorge Huertas ([huertas.ja@uniandes.edu.co](mailto:huertas.ja@uniandes.edu.co)). Atención a estudiantes: Lunes, 2:30p.m. – 3:30p.m. ML 761.

ASISTENTES

- Diego Castellanos ([da.castellanos10@uniandes.edu.co](mailto:da.castellanos10@uniandes.edu.co)). Atención a estudiantes: Martes, 9:30a.m. – 10:50a.m., ML 117. Jueves, 9:30a.m. – 10:50a.m., ML 117.
- María José Consuegra ([mj.consuegra@uniandes.edu.co](mailto:mj.consuegra@uniandes.edu.co)). Atención a estudiantes: Martes, 11:00a.m. – 13:50p.m., ML 117.

<sup>1</sup>Metas de aprendizaje ABET: **a**) an ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering; **c**) an ability to design a system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability; **e**) an ability to identify, formulate, and solve engineering problems; **g**) an ability to communicate effectively; **k**) an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice. Fuente: <http://www.abet.org> (01/16/2009)

- Freddy Orozco ([f.orozco@uniandes.edu.co](mailto:f.orozco@uniandes.edu.co)). Atención a estudiantes: Martes, 8:00a.m. – 9:20a.m., ML 117. Viernes, 8:00a.m. – 9:20a.m., AU 210.
- Alfaima Solano ([al.solano@uniandes.edu.co](mailto:al.solano@uniandes.edu.co)). Atención a estudiantes: Miércoles, 8:00a.m. – 9:20a.m., ML 651.

## DOBLE MONITOR

- David Corredor ([d.corredor@uniandes.edu.co](mailto:d.corredor@uniandes.edu.co)). Atención a estudiantes: Martes, 11:00a.m. – 12:00p.m., ML 321.

**Contenido**


---

Semana	Tema	Descripción	Lecturas	Cronograma de Actividades						
				Entrenamientos			Proyecto			
				E1	E2	E3	PR1	PR2	PT	
1. 20/01-24/01	Introducción y motivación	Presentación del curso, historia de la optimización, ejemplos de aplicaciones reales.	Thomas (2007), Ackoff (1956), Dantzig (2002), Rardin §1.1.							
2. 27/01 – 31/01	Formulación	Conceptos básicos: variable, parámetro, restricción, función objetivo. Clasificación de los problemas de optimización.	Rardin §1.2.	E1: 31/01 (lanzamiento) – 24/02 (entrega)			PR1: 31/01 (lanzamiento proyecto) – 03/03 (Entrega Fase 1)			
		Método gráfico de solución.	Bazaraa §1.3. Rardin §2.2.							
3. 03/02 – 07/02		Formulaciones con indexación. Forma canónica y estándar.	Rardin §2.3.							
4. 10/02 - 14/02		Estructuras comunes en formulación (Parte I).	Bazaraa §1.1. Guéret §2.1-2.4, §3.3.4.							
		Estructuras comunes en formulación (Parte II).	Guéret §2.5-2.9, §3.3.4.							
5. 17/02 - 21/02		Tipos de variable de decisión. Tipos de funciones objetivo.	Guéret §2.10. Rardin §4.6. Sarker §4.3.5.							
	Modelamiento con variables binarias: asignación, prender/apagar variables y restricciones, linealizaciones.									
	Práctica de formulación.									
6. 24/02 - 28/02	Búsqueda de una mejor solución	Búsqueda exhaustiva, búsqueda local, conceptos: óptimo local, óptimo global. Paradigma de búsqueda (Caso lineal): solución inicial, dirección de movimiento, longitud de movimiento.	Rardin §3.1. Rardin §3.2.	Parcial 1 (28/02) viernes, 18:30			Parcial 1 (28/02) viernes, 18:30			
7. 02/03 - 06/03	Proyectos	Presentaciones proyecto primera fase								
8. 09/03 - 13/03 (*30% - 13/03)	Optimización lineal	Optimización lineal: supuestos, conceptos básicos: variable de holgura, restricción activa, poliedro, punto extremo.	Rardin §5.1-5.2. Bertsimas §1.4.	E2: 04/03 (lanzamiento) – 20/04 (entrega)				PR2: 03/03 - 05/05 (Entrega Fase 2)		
		Optimización lineal: conceptos básicos: base, solución básica, variables básicas y no básicas, movimiento entre puntos extremos.	Rardin §5.2.							
9. 16/03 – 20/03		Semana de trabajo individual								
10. 23/03 – 27/03		Optimización lineal: conjunto convexo, combinación lineal convexa, dirección.	Bazaraa §2.1, 2.4, 2.5.							

(*Retiros - 27/03) (Lunes Festivo)		Método Simplex: solución básica inicial factible, revisión de optimalidad.	Fang §3.1-3.2.						
11. 30/03 – 03/04		Método Simplex: dirección de movimiento, longitud de movimiento, iteraciones, criterio de parada.	Fang §3.1-3.2.						
12. 06/04 – 10/04		Método simplex: ejemplos							
		Semana Santa							
13. 13/04 – 17/04		Métodos de inicialización: dos fases, ponderador (gran M).	Fang §3.4 Rardin 5.5 Bazaraa 4.1-4.4.						
		Formato Tableau.	Dantzig (2002).						
14. 20/04 – 24/04		Práctica de formulación	Fang §3.4. Rardin §5.5. Bazaraa §4.1-4.4.						
		Dualidad: motivación, interpretación económica, relación primal-dual.	Bazaraa §3.8. Rardin §5.4.						
15. 27/04 – 01/05 (Viernes festivo)		Dualidad: teorema de dualidad débil, teorema de dualidad fuerte.		Parcial 2 (27/04) lunes, 6:30 p.m. Parcial 2					Parcial 2
		Dualidad: holgura complementaria, condiciones de Karush-Kuhn-Tucker (KKT).	Fang §4.1-4.2. Rardin §7.3-7.5. Bazaraa §6.1-6.3.						
16. 05/05 – 08/05		Análisis de sensibilidad: cambio en el vector del lado derecho (aproximación analítica, aproximación computacional).	Fang §4.7. Rardin §7.1-7.2.						
		Análisis de sensibilidad: cambio en vector de costos, adición y eliminación de variables, adición y eliminación de restricciones.	Bazaraa §6.7.						
17. 11/05 – 15/05	Programación entera	Introducción a programación entera: motivación, formulaciones enteras, estrategias de solución.	Wolsey §1.2, §1.4, §7.3. Rardin §10.1-10.5.						
	Introducción a cursos avanzados	Presentación corporativa del área de investigación de operaciones.							
18. 18/05 – 22/05	Repaso parcial	Repaso y práctica de formulación.							
	Trabajo en clase proyecto	Trabajo grupal.		Examen final (20/05) miércoles, 6:30 p.m.					
26/05 - 04/06		Exámenes Finales.							PT: registro

## Ejercicios Recomendados

Semana	Descripción	Ejercicios recomendados
1. 20/01-24/01	Conceptos básicos: variable, parámetro, restricción, función objetivo. Clasificación de los problemas de optimización	[Rardin] Sample Exercises 1.1 [Rardin] Exercises 1.4
2. 27/01 – 31/01	Método gráfico de solución	[Bazaraa] Example 1.2 [Rardin] Sample Exercises 2.2, 2.3 2.5, 2.6, 2.7 [Rardin] Exercises 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5
2. 27/01 – 31/01	Formulaciones con indexación. Forma canónica y estándar.	[Rardin] Sample Exercises 2.8, 2.9, 2.10, 2.11 [Rardin] Example 2.2 [Rardin] Exercises 2.11, 2.12, 2.14
3. 03/02 – 07/02	Estructuras comunes en formulación (Parte II)	[Bazaraa] Exercises 1.6, 1.7, 1.12 [Rardin] Exercises 5.3
4. 10/02 - 14/02	Tipos de variable de decisión. Tipos de funciones objetivo.	[Bazaraa] Exercises 1.25, 1.30 [Rardin] Sample Exercises 4.9 [Rardin] Example 4.7, 4.8
6. 24/02 - 28/02	Paradigma de búsqueda (Caso lineal): solución inicial, dirección de movimiento, longitud de movimiento.	[Rardin] Sample Exercises 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.9, 3.10
8. 09/03 - 13/03 (*30% - 13/03)	Optimización lineal: conceptos básicos: base, solución básica, variables básicas y no básicas, movimiento entre puntos extremos.	[Bazaraa] Examples 3.1, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6 [Rardin] Examples 5.1 [Rardin] Sample Exercises 5.7, 5.8, 5.10 [Rardin] Exercises 5.1
10. 23/03 – 27/03 (*Retiros - 27/03) (Lunes Festivo)	Optimización lineal: conjunto convexo, combinación lineal convexa, dirección.	[Bazaraa] Examples 2.6 [Bazaraa] Exercises 2.28, 2.41, 2.50, 3.1
	Método Simplex: solución básica inicial factible, revisión de optimalidad.	[Fang] Examples 3.1 [Rardin] Exercises 5.9
11. 30/03 – 03/04	Método Simplex: dirección de movimiento, longitud de movimiento, iteraciones, criterio de parada.	[Bazaraa] Exercises 3.20, 3.3, 3.25, 3.26 [Rardin] Sample Exercises 5.13, 5.14, 5.26 [Rardin] Exercises 5.11
13. 13/04 – 17/04	Métodos de inicialización: dos fases, ponderador ( <i>gran M</i> ).	[Bazaraa] Examples 4.1, 4.2, 4.4 [Bazaraa] Exercises 4.4, 4.6, 4.9, 4.10 [Rardin] Sample Exercises 5.17 [Rardin] Exercises 5.18
	Formato Tableau	[Bazaraa] Examples 4.3, 4.6
14. 20/04 – 24/04	Dualidad: motivación, interpretación económica, relación primal-dual.	[Bazaraa] Examples 6.1, 6.3, 6.5 [Rardin] Sample Exercises 7.9, 7.10, 7.11, 7.13, 7.17, 7.18, 7.19
	Dualidad: teorema de dualidad débil, teorema de dualidad fuerte, teorema fundamental de dualidad.	[Bazaraa] Exercises 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7, 6.18, 6.36 [Rardin] Sample Exercises 7.20, 7.21 [Rardin] Exercises 7.12
15. 27/04 – 01/05 (Viernes festivo)	Dualidad: holgura complementaria, condiciones de Karush-Kuhn-Tucker (KKT).	[Rardin] Sample Exercises 7.23 [Rardin] Exercises 7.13, 7.16
16. 05/05 – 08/05	Análisis de sensibilidad: cambio en el vector del lado derecho (aproximación analítica, aproximación computacional).	[Rardin] Sample Exercises 7.2, 7.5
	Análisis de sensibilidad: cambio en vector de costos, adición y eliminación de variables, adición y eliminación de restricciones.	[Rardin] Sample Exercises 7.6, 7.7, 7.8 [Rardin] Exercises 7.20, 7.21
17. 11/05 – 15/05	Introducción a programación entera: motivación, formulaciones enteras, estrategias de solución.	[Ahuja] Exercises 1.10 [Bazaraa] Exercises 1.16
18. 18/05 – 22/05	Repaso y práctica de formulación.	[Bazaraa] Exercises 1.12, 3.12, 3.7, 6.7

### Horarios de clase

CRN	SECC	CLASE	H. INI.	H. FIN	SALÓN	L	M	I	J	V	PROFESOR/ASISTENTE GRADUADO
10725	1	MAGISTRAL	6:30	7:50	Y 101		M		J		CAMILO GOMEZ
33364	13	MAGISTRAL	15:30	16:50	ML 606			I		V	ANDRES MEDAGLIA
10727	5	MAGISTRAL	9:30	10:50	O 105			I		V	OSCAR GUAJE
10728	9	MAGISTRAL	17:00	18:20	ML 606		M		J		JORGE HUERTAS
39973	1	COMPLEMENTARIA	8:00	9:20	ML 107				J		ALFAIMA SOLANO
39974	2	COMPLEMENTARIA	8:00	9:20	Q 508				J		FREDDY OROZCO
39975	3	COMPLEMENTARIA	11:00	12:20	ML 107				J		DIEGO CASTELLANOS
39976	4	COMPLEMENTARIA	12:30	13:50	ML 108B				J		DAVID CORREDOR
39977	5	COMPLEMENTARIA	12:30	13:50	ML 107				J		MARÍA JOSÉ CONSUEGRA
39978	6	COMPLEMENTARIA	14:00	15:20	ML 108A				J		FREDDY OROZCO
39979	7	COMPLEMENTARIA	15:30	16:50	ML 108A				J		MARÍA JOSÉ CONSUEGRA
39980	8	COMPLEMENTARIA	17:00	18:20	ML 108A				J		DIEGO CASTELLANOS

### Salas con Xpress-MP

- IGUAQUE (ML-109)
- KATÍOS (ML-207)
- QUIMBAYA (W-601)
- TUPARRO (ML-208)
- TAYRONA (ML-505)
- MILLENIUM (W-301)
- FLAMENCOS (ML-501)
- FARALLONES (ML-108)
- KOGUI (B-401)

### Software Xpress-MP Versión Estudiantil

1. Ir a: <http://subscribe.fico.com/xpress-optimization-community-license>
2. Iniciar sesión

### Reglas del Curso

- Para aprobar el curso la nota ponderada total debe ser superior o igual a **3.0**.
- La nota definitiva del curso se aproximará a 2 decimales dentro de la escala numérica entre 1.50 y 5.00. En caso de no cumplir la regla anterior, la nota definitiva será el mínimo entre 2.99 y la nota aproximada a dos decimales.
- El contenido de los parciales será **acumulativo**, es decir que en todos los exámenes podrán incluirse preguntas de todos los temas.
- Los parciales se realizarán en Sicua Plus, en conjunto para todas las magistrales en las fechas y horas definidas previamente.
- Las clases magistrales y complementarias son fundamentales para el desarrollo del curso.
- Las entregas de las tareas se presentarán en grupos de máximo dos (2) personas. Los grupos pueden conformarse por estudiantes de distintas secciones magistrales.
- El proyecto se entregará en grupos de máximo cuatro (4) personas. **Los grupos deben conformarse por estudiantes de la misma sección.**
- Las tareas y el proyecto deben ser entregadas siguiendo el formato de entrega (en Sicua Plus). El documento físico de las tareas y el proyecto deben ir impresos por ambos lados de la hoja, de lo contrario la nota se verá penalizada.
- Las solicitudes de revisión de nota se deben hacer por escrito, respetando el máximo plazo establecido (8 días hábiles) por el reglamento general de estudiantes de pregrado (Art. 62).
- Cualquier sospecha de fraude será manejada de acuerdo al reglamento de la Universidad.
- No se recibirán actividades (tareas y proyecto) por fuera de la fecha establecida.
- En Sicua Plus se publicarán todos los cambios al programa, siendo responsabilidad del estudiante revisar el programa vigente regularmente.

### Reglamento sobre el fraude académico

Es responsabilidad del estudiante conocer y acatar los lineamientos con respecto al fraude académico trazados por el reglamento general de estudiantes de pregrado de la Universidad a la hora de realizar, presentar y entregar cualquiera de las evaluaciones propuestas en el curso. Cualquier sospecha de fraude, por leve que fuese, será manejada de acuerdo con lo estipulado en dicho reglamento. Es importante que el estudiante lea y comprenda cuales son las posibles conductas en las que puede incurrir al realizar las diferentes actividades académicas presentes en el curso. De acuerdo con el artículo 109 del reglamento general de estudiantes de pregrado, las siguientes conductas son consideradas como fraude académico:

“Artículo 109: Fraude académico. Configuran fraude académico, entre otras, las siguientes conductas:

- a. Copiar total o parcialmente en exámenes, tareas y demás actividades académicas.
- b. Usar ayudas no autorizadas durante los exámenes o pruebas académicas.
- c. Usar citas o referencias falsas, o falta de coincidencia entre la cita y la referencia.

- d. Presentar como de su propia autoría la totalidad o parte de una obra, trabajo, documento o invención realizado por otra persona; incorporar un trabajo ajeno en el propio, de tal forma que induzca a error al observador o lector en cuanto a la autoría del mismo.
- e. Presentar datos falsos o alterados en una actividad académica.
- f. Alterar total o parcialmente la respuesta o el resultado de una evaluación ya corregida, para obtener una recalificación.
- g. Responder un examen diferente al que le fue asignado.
- h. Sustraer, obtener, acceder o conocer, total o parcialmente, los cuestionarios o temarios de una prueba académica sin el consentimiento del profesor.
- i. Firmar por otro la lista de control de asistencia, solicitar a otro estudiante que la firme en su nombre o alterar la veracidad de la lista.
- j. Incluir o permitir que se incluya su nombre en un trabajo en el que no participó, o facilitar o incurrir en una conducta de suplantación en la actividad académica.
- k. Entregar a título individual un trabajo realizado en grupo. Se presume que los trabajos deben desarrollarse en forma individual, a menos que expresamente se indique lo contrario.**
- l. Presentar informes de visitas o de actividades académicas sin haber participado en ellas.
- m. Mentir acerca de la fecha de entrega de un trabajo.
- n. Cualquier comportamiento orientado a inducir o a mantener en error a un profesor, evaluador o autoridad académica de la Universidad, en relación con el desarrollo de una actividad académica, en la atribución de su autoría o en las circunstancias de su realización."

### Bibliografía

---

- [Rardin] R. Rardin. Optimization in operations research. Prentice Hall. 1998.
- [Bazaraa] M. Bazaraa, J. Jarvis & H. Sherali. Linear programming and network flows. John Wiley & Sons. 2010.
- [Bertsimas] D. Bertsimas, J.N. Tsitsiklis. Introduction to Linear Programming. Athena Scientific. 1997.
- [Fang] C. Fang & S. Puthenpura. Linear optimization and extensions: theory and algorithms. Prentice Hall. 1993.
- [Guéret] C. Guéret, C. Prins & M. Sevaux. Applications of optimization with Xpress-MP. Dash Optimization. 2002.
- [Wolsey] L. Wolsey. (1998). Integer Programming. John Wiley & Sons.
- Thomas W. (2007). The heuristics of war: scientific method and the founders of operations research. British Journal for the History of Science; 40(2):251-274.
- Ackoff RL. (1956). The development of operations research as a science. Operations Research; 4(3):265-295.
- Dantzig GB. (2002). Linear Programming. Operations Research; 50(1):42-47.
- Bixby, R. E. (2012). A Brief History of Linear and Mixed-Integer Programming Computation (pp. 107-121).