

Optimización de Asignación de Aulas y Horarios Universitarios (MILP)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “GABRIEL RENÉ MORENO”

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
Y TELECOMUNICACIONES**



INGENIERIA EN SISTEMAS

Optimización de Asignación de Aulas y Horarios Universitarios (MILP)

PRESENTADO POR:	Sebastian Vedia Barrios	222010231
	Jair Esteban Torrico Justiniano	222010096
	Diego Juaquin Saavedra Alberto	221180702

FECHA DE PRESENTACIÓN: 21/06/2025

Optimización de Asignación de Aulas y Horarios Universitarios (MILP)

Optimización de Asignación de Aulas y Horarios Universitarios (MILP)

1. Análisis del Problema

El proyecto propone la creación de un sistema de asignación de aulas y horarios usando MILP (Mixed-Integer Linear Programming). Con el objetivo de maximizar el aprovechamiento del espacio disponibles de las aulas, penalizando la subutilización cuando este supere el umbral definido.

Para la elaboración de este sistema debe tomar datos de grupos de estudiantes, aulas y bloques de horarios disponibles, y generar una asignación única que evite conflictos y optimice los recursos.

Nuestro programa llamado "OptiAulas" fue diseñada para resolver el complejo de la asignación de recursos académicos utilizando un motor de optimización matemática para generar horarios ideales que maximizan el uso de las aulas y respetan una variedad de reglas y restricciones configurables.

Una de las restricciones bases del programa en la cual se basó el programa para que funcione de manera correcta fue la siguiente:

- Cada grupo debe ser asignado exactamente una sola vez
- Cada aula puede recibir como máximo un grupo en cada horario
- Un grupo solo puede ser asignado a un aula si la capacidad del aula es suficiente
- Si el espacio libre excede el umbral de tolerancia, se activa la penalización.

Alguna de las limitaciones del programa:

- Es que no permite la importación y exportación de datos desde/hacia archivos CSV o Excel.
- Solo se limita a las restricciones básicas ya mencionadas anteriormente.
- No integra alguna base de datos (SQLite, MySQL, PostgreSQL)

1.2 Definición de las variables de entrada

- Grupos: Numérico y texto (Cantidad de estudiantes, materia)
- Aulas: Numérico (Capacidad de cada aula)
- Horarios: Texto (Franja Horaria, p.ej. 07:00-09:15)
- δ (Delta): Umbral de subutilización, numérico (Porcentaje de capacidad Tolerable)
- λ (Lambda): Penalización, numérico

Optimización de Asignación de Aulas y Horarios Universitarios (MILP)

1.3 Definición de las Variables de Salida

- Matriz de asignación (Matricial)
- Penalización total (Numérico)
- Valor de la función objetivo (Numérico)

1.4 Restricciones del Programa

- Cada grupo solo se asigna una sola vez
 $\sum x_{ijt} = 1 \forall i$
- Cada aula en cada horario solo puede recibir un grupo
 $\sum x_{ijt} \leq 1 \forall j, t$
- Un grupo solo puede ir a un aula si esta tiene la capacidad suficiente
 $x_{ijt} \times S_i \leq C_j \forall i, j, t$
- La penalización se activa si se supera el umbral δ
 $U_{ijt} \geq x_{ijt} \times (C_j - S_i - \delta) \forall i, j, t$
- La penalización U_{ijt} debe ser ≥ 0

2.- Fundamentación Teórica y Revisión Bibliográfica

El sistema MILP (Mixed-Integer Linear Programming) combina programación Lineal con variables enteras para capturar decisiones “Si/No” o de conteo, usando variables de decisión que pueden ser Continuas o Enteras con las que buscara optimizar (Maximizar o Minimizar) una función lineal $Z = c^T x$ (o $d^T y$) sujeto a un sistema de restricciones lineales. $Ax + By \leq b$

Donde:

$x \in \mathbb{Z}^p$ (Variables enteras, a menudo binarias para decisiones on/off)

$y \in \mathbb{R}^q$ (Variables continuas)

A y B son matrices de coeficientes, b y c son vectores parámetros. (Nemhauser, 1988)

El método MILP se usa en puede usar cuando:

- Cuando hay simultáneamente variables continuas (cantidades) y discretas (elección si/no)
- Cuando se necesita tener una medida de cuan cerca estas de la verdadera optima (optimality gap)

Optimización de Asignación de Aulas y Horarios Universitarios (MILP)

Las principales técnicas de resolución son la:

- **Relajación Lineal (LP):** Quita la restricción entera, resolviendo el LP con Simplex o métodos de punto interior y proporciona cota superior (en maximización) o inferior (en minimización) para el MILP
- **Branch and Bound:** Se ramifica sobre las variables fraccionales de la solución LP.
 $x_i \leq \lfloor x_i^* \rfloor$ y $x_i \geq \lceil x_i^* \rceil$.
- **Branch and Cut:** Integra cortes dentro del proceso B&B (Branch and bound) para eliminar soluciones fraccionales sin descartar soluciones enteras.
- **Pre procesamiento y reformulación:** Fija variables que claramente tomar 0 o 1 por estructura de datos, también reduce dominios y elimina variables/redes no necesarias. (OPTIMIZATION, 2018)

3.- METODOLOGIA