



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE INGENIERÍA

2DO CUATRIMESTRE DE 2021

[71.14 / 91.04] MODELOS Y OPTIMIZACIÓN I

CURSO 4

---

Trabajo Práctico 1

**Empresa de Desarrollo de Software**

---

Padrón	Alumno	Email
103442	Lovera, Daniel	dlovera@fi.uba.ar

## Índice

1. Análisis del problema	2
2. Objetivo	2
3. Hipótesis y supuestos	2
4. Definición de variables	3
5. Modelo de programación lineal	3
6. Resolución gráfica	3
7. Resolución por software (modelo y resultados)	4
8. Informe de la solución óptima obtenida	6

## 1. Análisis del problema

Este es un problema simple de distribución de recursos humanos, consiste en seleccionar grupos de desarrolladores e incluirlos en proyectos nacionales y exteriores cumpliendo restricciones de disponibilidad y demanda para optimizar sus asignaciones.

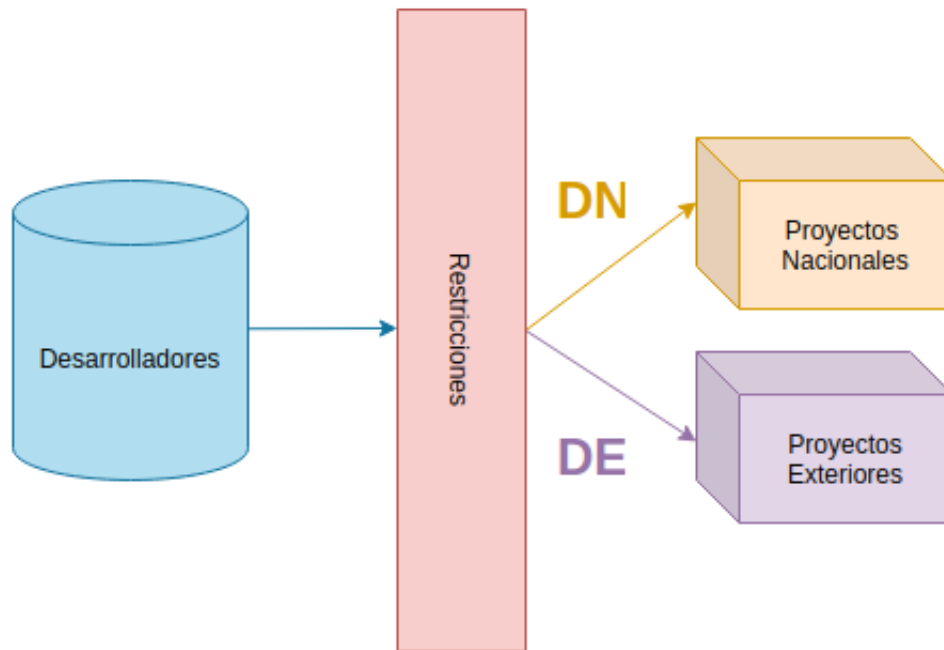


Figura 1: Representación gráfica del problema.

## 2. Objetivo

Determinar la cantidad de desarrolladores que se deben asignar a proyectos nacionales y exteriores para maximizar los beneficios del mes próximo.

## 3. Hipótesis y supuestos

- Tanto los desarrolladores como los recursos que consumirán por proyectos (conectividad, ancho de banda, memoria RAM, espacio de disco) son constantes conocidas del mes.
- Todos los desarrolladores son igual de eficientes no hay mejor o peor desarrollador.
- Los trabajadores son ideales, su eficiencia se mantiene durante todo el día y toda la semana en el mes.
- No hay inflación, la estimación de beneficio diario por desarrollador en cada proyecto es constante.
- La cantidad de proyectos para clientes nacionales y exteriores no son limitantes del modelo, por lo cual no se diferencian grupos de desarrolladores dentro de los proyectos.
- Los proyectos son ideales y no se presentan inconvenientes que hagan variar el beneficio recibido por cada desarrollador.

- Los beneficios obtenidos por la empresa son proporcionales a la cantidad de desarrolladores y recursos de hardware disponibles.
- Los meses tienen exactamente 30 días y el beneficio diario por trabajador se considera un promedio para evitar discriminar entre horas y días no trabajados.
- Los desarrolladores son modelados como variables continuas, pueden ser asignados a un proyecto de forma parcial, es decir un valor no entero de desarrolladores implica la existencia de un desarrollador trabajando un porcentaje del tiempo total necesario.

## 4. Definición de variables

El modelo utiliza las siguientes variables continuas:

- DN: Cantidad de desarrolladores asignados a proyectos nacionales por mes [desarrollador/-mes].
- DE: Cantidad de desarrolladores asignados a proyectos exteriores por mes [desarrollador/-mes].

## 5. Modelo de programación lineal

Funcion objetivo:

$$750000 \text{ DN} + 2250000 \text{ DE} = \text{MAX } Z \text{ [$/mes]}$$

Restricciones:

- \* Disponibilidad de desarrolladores [desarrollador/mes].
  1.  $\text{DN} + \text{DE} \leq 48$
- \* Disponibilidad de conectividad [conexion/mes].
  2.  $\text{DN} + 2 \text{ DE} \leq 75$
- \* Disponibilidad de ancho de banda [ancho banda/(seg \* mes)].
  3.  $\text{DN} + 3 \text{ DE} \leq 100$
- \* Disponibilidad de memoria RAM [GB/mes].
  4.  $8 \text{ DN} + 10 \text{ DE} \leq 500$
- \* Disponibilidad de espacio en disco [TB/mes].
  5.  $2 \text{ DN} + \text{DE} \leq 200$
- \* Demanda de desarrolladores [desarrollador/mes].
  6.  $\text{DN} \geq 22$
  7.  $\text{DE} \geq 15$

## 6. Resolución gráfica

En la Figura 2 se observa el poliedro formado por 3 vértices y las restricciones del modelo que los forman son limitantes, restringen el análisis.

- En particular se observa que el punto A es un punto degenerado con la intersección de 3 restricciones del modelo (1, 3, 6), esto quiere decir que no habrán recursos sin utilizar porque se encuentran saturados.
- La solución según la traza del funcional es en el punto A, necesitando utilizar 22 desarrolladores en proyectos nacionales y 26 en proyectos exteriores al mes.
- Se podría maximizar aun más el beneficio si se relajamos la restricción 3 ya que es la que esta evitando que el funcional crezca. La restricción 1 y 6 a pesar de estar saturadas no impactarían sobre la solución si las relajamos porque el techo del problema lo da el ancho de banda mensual disponible.

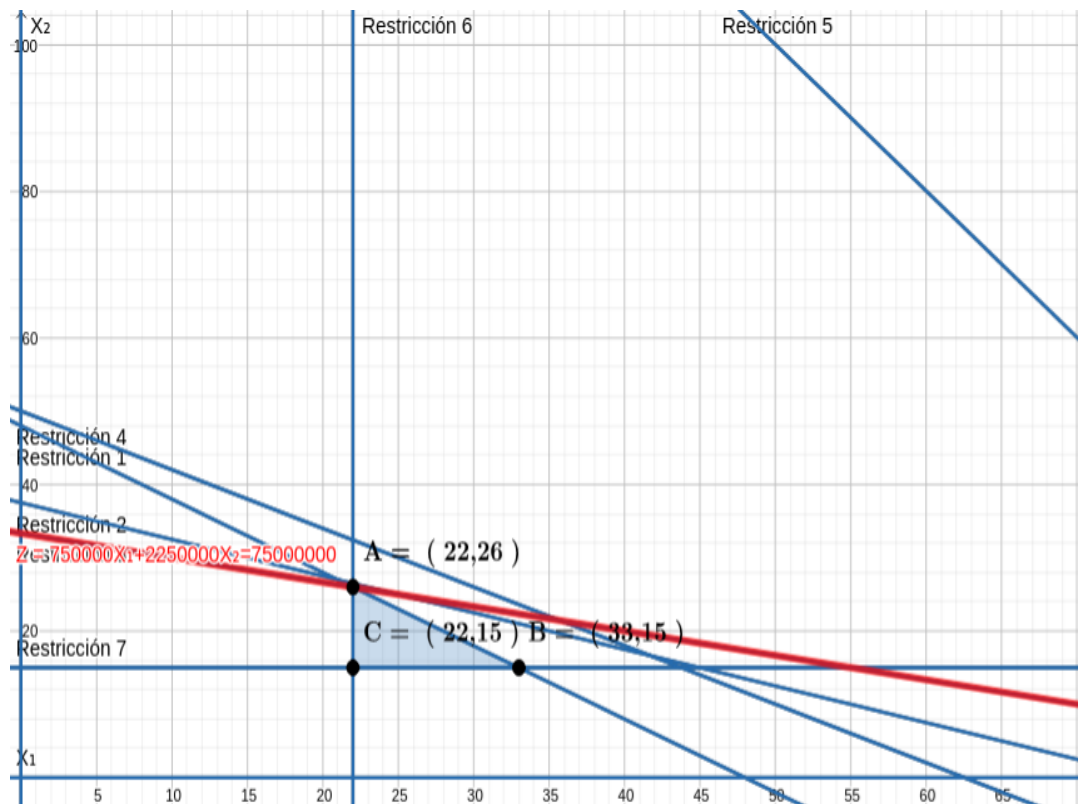


Figura 2: Solución al problema de máximo beneficio.

- En rojo se destaca la traza del funcional.
- En azul se destacan las restricciones del problema.

## 7. Resolución por software (modelo y resultados)

```
data;

set recursos := CO AB MR ED;
set desarrolladores := DN DE;

param disponibilidad_recursos := CO 75
                                AB 100
                                MR 500
                                ED 200;

param consumo_recursos :      DN DE :=
                                CO 1  2
                                AB 1  3
                                MR 8 10
                                ED 2  1;

param demanda_desarrolladores := DN 22
                                DE 15;

param beneficio_desarrolladores := DN 750000
                                DE 2250000;

param disponibilidad_desarrolladores := 48;

end;
```

Figura 3: Parametros del modelo de programación lineal para el software GLPK.

```

/* Declaracion de conjuntos de datos */
set recursos;
set desarrolladores;

/* Declaracion de variables */
var D{i in desarrolladores} >= 0;

/* Valores de datos */
param disponibilidad_recursos{i in recursos};
param consumo_recursos{i in recursos, j in desarrolladores};
param demanda_desarrolladores{i in desarrolladores};
param beneficio_desarrolladores{i in desarrolladores};
param disponibilidad_desarrolladores;

/* Funcional */
maximize z: sum{i in desarrolladores} beneficio_desarrolladores[i] * D[i];

/* Restricciones */
# Disponibilidad de desarrolladores
s.t. disp_des: sum{i in desarrolladores} D[i] <= disponibilidad_desarrolladores;

# Disponibilidad de recursos
s.t. disp_recu{i in recursos}: sum{j in desarrolladores}
consumo_recursos[i,j] * D[j] <= disponibilidad_recursos[i];

# Demanda de desarrolladores
s.t. dem_des{i in desarrolladores}: D[i] >= demanda_desarrolladores[i];

end;

```

Figura 4: Modelo de programación lineal usando el software GLPK.

Problem:	tp1					
Rows:	8					
Columns:	2					
Non-zeros:	14					
Status:	OPTIMAL					
Objective:	z = 75000000 (MAXimum)					
No.	Row name	St	Activity	Lower bound	Upper bound	Marginal
1	z	B	7.5e+07			
2	disp_des	B	48		48	
3	disp_recu[CO]	B	74		75	
4	disp_recu[AB]	NU	100		100	750000
5	disp_recu[MR]	B	436		500	
6	disp_recu[ED]	B	70		200	
7	dem_des[DN]	NL	22	22		< eps
8	dem_des[DE]	B	26	15		
No.	Column name	St	Activity	Lower bound	Upper bound	Marginal
1	D[DN]	B	22	0		
2	D[DE]	B	26	0		

Figura 5: Solución al problema de beneficio máximo usando el software GLPK.

Por software se obtuvo la solución esperada gráficamente. Es óptima siendo 22 el número de desarrolladores que habrá que asignar a proyectos nacionales y 26 a proyectos externos. Según los valores marginales obtenidos, de las tres restricciones que están saturadas si se aumenta en una unidad el ancho de banda, es decir a 101 [gb/(seg.mes)] tendrá un impacto sobre el beneficio percibido por mes, incrementándolo en 750000\$.

## 8. Informe de la solución óptima obtenida

De acuerdo a los resultados obtenidos gráficamente y por software, la empresa de desarrollo deberá destinar 22 desarrolladores de proyectos nacionales y 26 a proyectos exteriores para maximizar el beneficio percibido mensualmente bajo las condiciones, supuestos e hipótesis planteadas, particularmente los resultados obtenidos son enteros por lo que todos los trabajadores estarán a tiempo completo en su correspondiente proyecto. Si la empresa quisiera incrementar el beneficio mensual deberá aumentar la disponibilidad de ancho de banda permitida en una unidad, obteniendo 750000\$ extras por mes, siempre y cuando el costo de incrementar este recurso en una unidad sea menor a el extra percibido.