

## Trabajo Práctico 1

# PROBLEMA 1

[71.14] Modelos y Optimización I

Primer cuatrimestre 2022

Grupo 5

Integrantes

Mombru	Melanie	103882
Leloutre	Daniela	96783
Guglielmone	Lionel	96963

## Índice

1. Enunciado	2
2. Análisis de la situación problemática	3
3. Objetivo	4
4. Hipótesis y supuestos	4
5. Definición de variables y constantes	5
6. Modelo de programación lineal	6
7. Resolución por software	7
8. Resolución gráfica	9
9. Informe de la solución óptima obtenida	11

## 1. Enunciado

Una empresa de desarrollo de software se encuentra planificando la ejecución de proyectos para el próximo semestre. Los proyectos son de dos clases diferentes: locales y regionales. Los requisitos de los mismos (en cientos de horas de desarrollo) se encuentran en la siguiente tabla, junto con la disponibilidad:

Recurso	Locales	Regionales	Disponibilidad
Líder de Proyectos	2	4	140
Diseñador UI	2	6	220
Desarrollador Full Stack	16	20	1.000
Tester	4	2	200

Se está planificando la realización de hasta 45 proyectos en total, de los cuales al menos 20 proyectos deben ser locales y al menos 10 deben ser regionales.

La rentabilidad de los proyectos locales y regionales es de \$1.000.000 y \$3.000.000 respectivamente. ¿Qué es lo mejor que puede hacer la empresa?

*NOTA: se debe modelizar utilizando dos variables reales continuas para poder realizar una resolución gráfica.*

## 2. Análisis de la situación problemática

Se trata de un problema de planificación a la producción en la que se deben distribuir grupos de recursos humanos, cada grupo con una especialidad diferente, para diferentes proyectos, tal como se muestra en el siguiente diagrama:

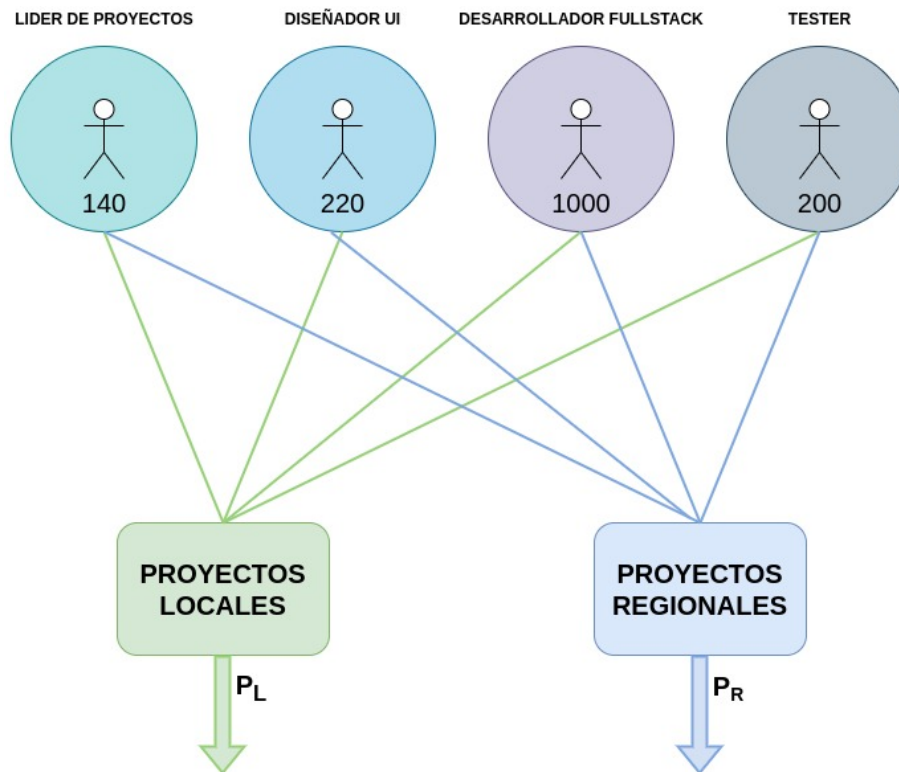


Figura 1: Recursos humanos disponibles para la empresa y asignación a proyectos de dos clases

### 3. Objetivo

DETERMINAR la cantidad de proyectos locales y de proyectos regionales que se deben ejecutar PARA maximizar la rentabilidad total DURANTE el proximo semestre.

### 4. Hipótesis y supuestos

- Los valores del tiempo son netos, i.e. no hay desperdicio de horas de trabajo
- Las personas que constituyen los recursos no se enferman ni sufren ningun otro tipo de indisposicion que antente contra su productividad ni contra su desempeño en las horas de trabajo
- Todos los especialistas dentro del recurso al que pertenecen son indistinguibles en cuanto a desempeño, *performance*, productividad y demás atributos
- Se puede utilizar o no el total de la disponibilidad de los recursos dentro del semestre
- No es posible conseguir recursos adicionales en ninguna de sus categorias ni antes, ni durante ni despues de haber sido definido los proyectos
- No existe la posibilidad de que se caigan los proyectos
- No hay secuencialidad en el uso de los recursos
- No hay inflación ni factores economicos o eventos en el mercado laboral que afecten la disponibilidad de los recursos ni la rentabilidad de las dos clases de proyectos
- No hay proyectos fallidos
- No se contemplan costos que no hayan sido mencionados tales como seguros de vida, costo de obra social, etcétera
- Cualquier otro recurso necesario para la conducción de los proyectos no es un factor limitante
- Se pueden vender fracciones de proyecto (divisibilidad)

## 5. Definición de variables y constantes

Variable	Descripción	Tipo	Unidad
$P_L$	cantidad de proyectos <b>locales</b> a ejecutar durante un semestre	continua	$\frac{\text{proyecto}}{\text{semestre}}$
$P_R$	cantidad de proyectos <b>regionales</b> a ejecutar durante un semestre	continua	$\frac{\text{proyecto}}{\text{semestre}}$

## 6. Modelo de programación lineal

- Función objetivo lineal

$$Z = \$1,000,000 * P_L + \$3,000,000 * P_R \rightarrow MAX \quad (1)$$

- Restricciones

- Disponibilidad de Líder de Proyectos

$$2 \frac{hs}{proyecto} * P_L + 4 \frac{hs}{proyecto} * P_R \leq 140 \frac{hs}{semestre} \quad (2)$$

- Disponibilidad de Diseñador UI

$$2 \frac{hs}{proyecto} * P_L + 6 \frac{hs}{proyecto} * P_R \leq 220 \frac{hs}{semestre} \quad (3)$$

- Disponibilidad de Desarrollador Full Stack

$$16 \frac{hs}{proyecto} * P_L + 20 \frac{hs}{proyecto} * P_R \leq 1000 \frac{hs}{semestre} \quad (4)$$

- Disponibilidad de Tester

$$4 \frac{hs}{proyecto} * P_L + 2 \frac{hs}{proyecto} * P_R \leq 200 \frac{hs}{semestre} \quad (5)$$

- Demanda máxima de proyectos totales

$$P_L + P_R \leq 45 \frac{proyecto}{semestre} \quad (6)$$

- Demanda mínima de proyectos locales

$$P_L \geq 20 \frac{proyecto}{semestre} \quad (7)$$

- Demanda mínima de proyectos regionales

$$P_R \geq 10 \frac{proyecto}{semestre} \quad (8)$$

## 7. Resolución por software

```
/* Declaracion de variables */  
var PL >= 0;  
var PR >= 0;  
  
/* Definicion del funcional */  
maximize z: 1000000*PL+3000000*PR;  
  
/* Restricciones */  
/* Procesamiento de cada equipo */  
s.t. dispLP: 2*PL + 4*PR <= 140;  
s.t. dispDUI: 2*PL + 6*PR <= 220;  
s.t. dispDFS: 16*PL + 20*PR <= 1000;  
s.t. dispT: 4*PL + 2*PR <= 200;  
  
/* Demandas maximas y minimas */  
s.t. maxP: PR + PL <= 45;  
s.t. minPL: PL >= 20;  
s.t. minPR: PR >= 10;  
  
end;
```

Resultado:

```
Problem:    tp1  
Rows:       8  
Columns:    2  
Non-zeros:  14  
Status:     OPTIMAL  
Objective:  z = 95000000 (MAXimum)
```

No.	Row name	St	Activity	Lower bound	Upper bound	Marginal
1	z	B	9.5e+07			
2	dispLP	NU	140		140	750000
3	dispDUI	B	190		220	
4	dispDFS	B	820		1000	
5	dispT	B	130		200	
6	maxP	B	45		45	
7	minPL	NL	20	20		-500000
8	minPR	B	25	10		



No.	Column name	St	Activity	Lower bound	Upper bound	Marginal
1	PL	B	20	0		
2	PR	B	25	0		

Karush-Kuhn-Tucker optimality conditions:

KKT.PE: max.abs.err = 0.00e+00 on row 0

max.rel.err = 0.00e+00 on row 0

High quality

KKT.PB: max.abs.err = 0.00e+00 on row 0

max.rel.err = 0.00e+00 on row 0

High quality

KKT.DE: max.abs.err = 0.00e+00 on column 0

max.rel.err = 0.00e+00 on column 0

High quality

KKT.DB: max.abs.err = 0.00e+00 on row 0

max.rel.err = 0.00e+00 on row 0

High quality

End of output

## 8. Resolución gráfica

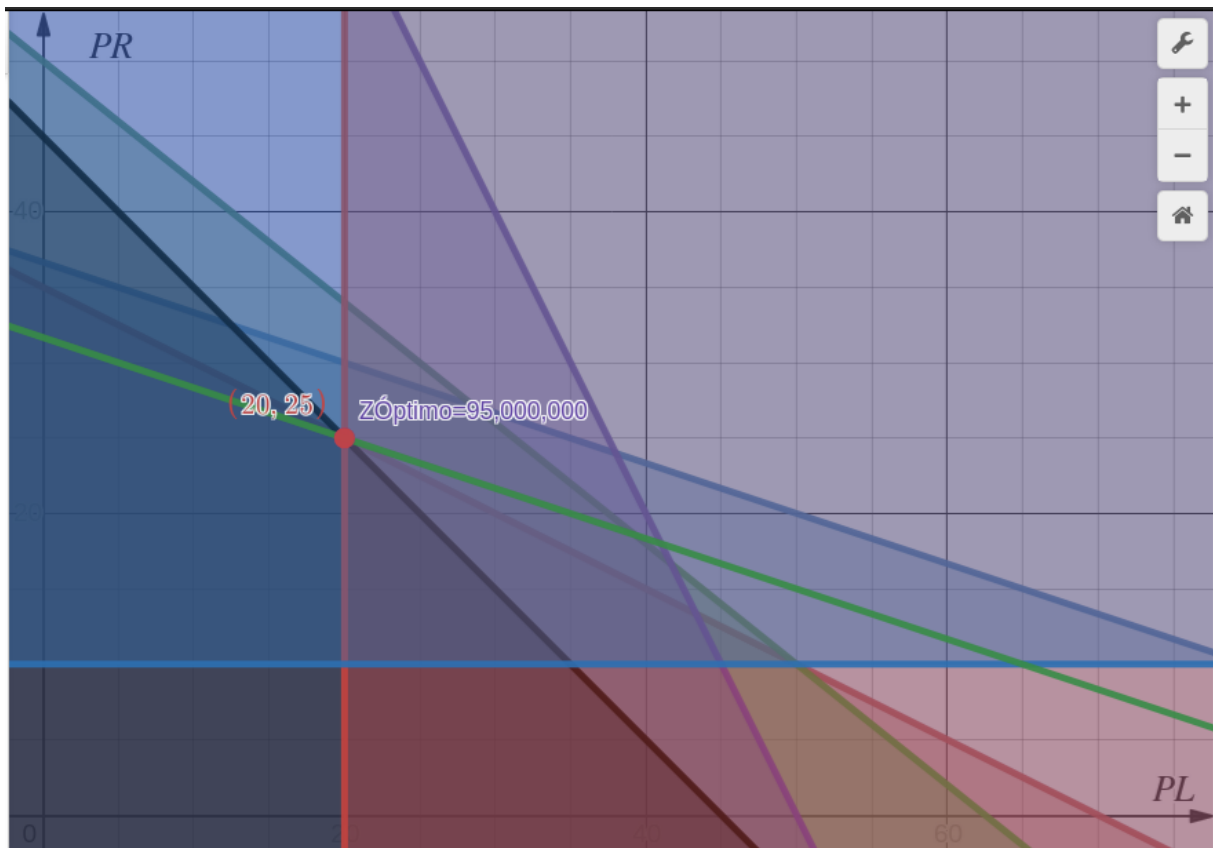


Figura 2: Resolución gráfica. El punto óptimo se encuentra en la posición (20,25) - todas las restricciones visibles

1		$2x + 4y \leq 140$
2		$2x + 6y \leq 220$
3		$16x + 20y \leq 1000$
4		$4x + 2y \leq 200$
5		$x + y \leq 45$
6		$x \geq 20$
7		$y \geq 10$
8		$1000000x + 3000000y = z$

Figura 3: Código de restricciones por color

Como se puede ver en la Figura 2, hay un conjunto de restricciones que no acotan al polígono más allá de las siguientes tres ecuaciones:

- $P_L + P_R \leq 45 \frac{\text{proyecto}}{\text{semestre}}$
- $P_L \geq 20 \frac{\text{proyecto}}{\text{semestre}}$
- $P_R \geq 10 \frac{\text{proyecto}}{\text{semestre}}$

Por lo tanto, dejando de lado el resto de las restricciones, se genera un nuevo gráfico con mayor legibilidad:

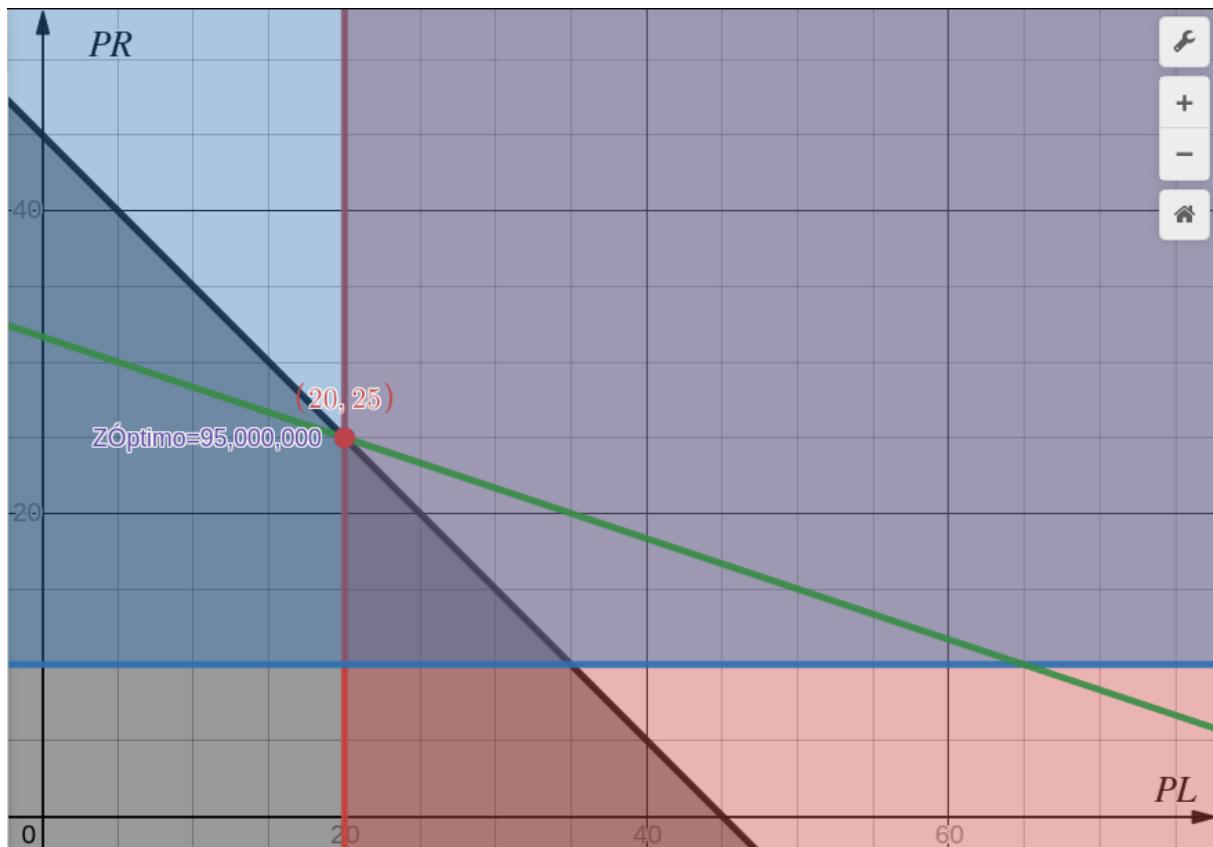


Figura 4: Resolución gráfica. El punto óptimo se encuentra en la posición (20,25) - simplificación de restricciones

## 9. Informe de la solución óptima obtenida

De acuerdo a los resultados obtenidos tanto por la solución gráfica como por la solución del software GLPK, se le recomienda al tomador de decisiones de la empresa que realicen **20** proyectos locales y **25** proyectos regionales durante el semestre. Siendo así, se logra alcanzar una rentabilidad máxima de **\$95,000,000**.