

# Ayudantía Proyecto de Optimización

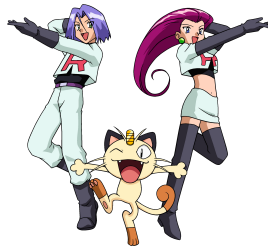
## Python + Gurobi

**Profesores:** Raimundo Cuadrado, Alejandro Cataldo, Jaime González, Pablo Guajardo y Mathias Klapp.

**Ayudante:** Mariana Ortega [mvortega2@uc.cl](mailto:mvortega2@uc.cl)

## 1. Planificación de la empresa Equipo Rocket

**Alerta:** El equipo Rocket necesita tu ayuda!



Como bien sabrás, el equipo Rocket se ha dedicado a ganar dinero robando y vendiendo Pokemones. Sin embargo, como una gran cantidad de jóvenes ingenieros se pusieron a cazar pokemones, el mercado se ha vuelto muy competitivo y ha llevado a la quiebra al equipo Rocket. Por esto han decidido cambiar de rubro y te piden su ayuda para salir de la crisis. Te apiadas de ellos porque al final no le deseas el mal a nadie. Manos a la obra!

La empresa Equipo Rocket hace siete productos (Prod 1 a Prod 7) usando las siguientes máquinas:

- 4 máquinas de molino (grinders)
- 2 taladros verticales (vertical drills)
- 3 taladros horizontales (horizontal drills)
- 1 perforadora (borer)
- 1 cepilladora (planer)

Cada producto tiene una ganancia específica por unidad vendida (definida como el precio de venta menos los costos de producirlo). Además, manufacturar cada producto requiere una cierta cantidad de tiempo (en horas) en cada máquina. La ganancia y tiempo de manufactura por producto se muestran a continuación. Un guión significa que el producto no requiere utilizar dicha máquina.

	PROD1	PROD2	PROD3	PROD4	PROD5	PROD6	PROD7
Contribution to profit	10	6	8	4	11	9	3
Grinding	0.5	0.7	-	-	0.3	0.2	0.5
Vertical drilling	0.1	0.2	-	0.3	-	0.6	-
Horizontal drilling	0.2	-	0.8	-	-	-	0.6
Boring	0.05	0.03	-	0.07	0.1	-	0.08
Planing	-	-	0.01	-	0.05	-	0.05

En cada uno de los seis meses cubiertos por el modelo, una o más máquinas están programadas para dejar de funcionar debido a mantenimiento y por tanto no se podrán utilizar en dicho mes. El calendario de mantenimiento es el siguiente:

Month	Machine
January	One grinder
February	Two horizontal drills
March	One borer
April	One vertical drill
May	One grinder and one vertical drill
June	One horizontal drill

También, hay limitaciones sobre la cantidad de cada producto que se puede vender en cada mes. Estas limitaciones son las siguientes:

Month	PROD1	PROD2	PROD3	PROD4	PROD5	PROD6	PROD7
January	500	1000	300	300	800	200	100
February	600	500	200	0	400	300	150
March	300	600	0	0	500	400	100
April	200	300	400	500	200	0	100
May	0	100	500	100	1000	300	0
June	500	500	100	300	1100	500	60

Se pueden guardar hasta 100 unidades de cada producto en inventario con un costo de 0.5 dólares por unidad por mes. Sin embargo, se requiere que para el final de junio deban haber 50 unidades de cada producto en inventario. La empresa produce seis días a la semana usando dos turnos de 8 horas al día. Se puede asumir que cada mes consiste en 24 días laborales. También, para los propósitos de este modelo, no hay problemas de secuencia de producción que deban ser considerados.

## 2. Formulación del modelo

### Conjuntos

- $T$ : Conjunto de periodos de tiempo (en meses) donde  $t_0 \in T$  es el primer mes y  $t_5 \in T$  es el último mes.
- $P$ : Conjunto de producto
- $M$ : Conjunto de máquinas

## Parámetros

- Para cada producto  $p \in P$  y cada tipo de máquina  $m \in M$  se nos da el tiempo  $f_{p,m}$  (en horas) que el producto  $p \in P$  necesita para ser manufacturado en la máquina  $m \in M$
- Para cada mes  $t \in T$  y cada producto  $p \in P$  es conocido el límite superior de ventas  $l_{t,p}$  para ese producto en ese mes
- Para cada producto se conoce su ganancia  $k_p$
- Para cada mes  $t \in T$  y cada máquina  $m \in M$  es conocido el número de máquinas disponibles  $q_{t,m}$
- Cada máquina puede trabajar  $g$  horas al mes
- Pueden haber máximo  $z$  productos de cada tipo guardados en cada mes y el costo de almacenarlo es  $r$  por producto por mes.
- El último mes deben haber  $w$  productos de cada tipo almacenados

## Variables

- $b_{t,p}$  describe la cantidad que se produce de cada producto  $p$  en el mes  $t \in T$
  - $u_{t,p}$  describe la cantidad que se vende de cada producto  $p \in P$  en el mes  $t \in T$
  - $s_{t,p}$  describe la cantidad que se almacena del producto  $p \in P$  en el mes  $t \in T$
- $$b_{t,p}, u_{t,p}, s_{t,p} \geq 0 \quad \forall t \in T, \forall p \in P$$

## Función objetivo

$$\max \sum_{t \in T} \sum_{p \in P} (k_p \cdot u_{t,p} - r \cdot s_{t,p})$$

## Restricciones

- Restricción de inventario

$$s_{t-1,p} + b_{t,p} = u_{t,p} + s_{t,p} \quad \forall t \in T \setminus t_o \quad \forall p \in P$$

$$b_{t,p} = u_{t,p} + s_{t,p} \quad \forall p \in P$$

- Al final del último mes debe haber cierta cantidad almacenada de cada producto

$$s_{t_5,p} = w \quad \forall p \in P$$

- Capacidad de almacenaje

$$s_{t,p} \leq z \quad \forall p \in P, \forall t \in T$$

- El tiempo total en cada máquina por mes debe ser menor o igual que la cantidad de horas disponibles para esa máquina en ese mes.

$$\sum_{p \in P} f_{p,m} \cdot b_{t,p} \leq g \cdot q_{t,m} \quad \forall t \in T, \forall m \in M$$

- Cantidad máxima que se puede vender de cada producto en cada mes

$$u_{t,p} \leq l_{t,p} \quad \forall p \in P \quad \forall t \in T$$