

# OPTIMIZACIÓN DE LA CALENDARIZACIÓN DE IMPRENTA PARA UNA CASA EDITORIAL

## Uso de programación lineal para resolver un problema de scheduling



### AUTORES

Juan Angel Lucio  
Axel Quiroga  
Avril Ruiz  
Luis Navarro  
Juan Pablo Sada



Las **empresas** se ven en la **necesidad de mejorar sus sistemas de producción** para lograr un mejor **aprovechamiento** de sus **recursos** y generar mayor **beneficio económico**. El presente trabajo plantea un **modelo de programación lineal** para resolver un problema de **scheduling** en una **editorial**, con el objetivo de **maximizar la utilidad del proceso de imprenta**. Se consideran proveedores, tiempos de producción, fechas de entrega, la demanda de los libros y sus costos. Se usa la **metodología JIT** para **reducir costos** de inventario y el software GAMS para su solución. El modelo obtenido es **flexible** a cambios en el plan de imprenta, de bajo costo computacional, capaz de crear un **plan de producción** por periodo de demanda, así como un listado de los gastos generados, junto a la utilidad máxima. El proyecto genera un impacto positivo en el ámbito **económico** y **reputación** de la empresa, agilizando la creación de un plan de producción **óptimo** que aumente la **satisfacción del cliente**, mejorando la toma de **decisiones**.

### Introducción



Se busca mejorar el **sistema de producción** e **inventariado** de una empresa editorial, por lo que se plantea la **pregunta**: ¿Es posible crear un **modelo matemático** para mejorar el plan de producción de una imprenta, que **disminuya costos** de inventario y tomando en cuenta penalizaciones por entregas tardías?



El **objetivo** es que este modelo sea capaz de crear un **calendario de impresión** para cada proveedor, que **maximice las utilidades** mientras **minimiza costos**. Así se crea una metodología **flexible**, **aplicable a múltiples empresas** y que posibilite el **desarrollo económico**, así como una base para futuras investigaciones.

### Metodología

**Modelo de programación lineal**, basado en la **metodología JIT**, que **minimiza los costos de producción e inventariado**:

#### Variables

$x_{ijk}$  Cantidad de libros  $i$  a producir en el periodo  $j$  por el proveedor  $k$

$I_{ij}$  Cantidad de libros  $i$  a inventariar en el periodo  $j$

#### Parámetros

$c_{ij}$  Costo de producir el libro  $i$

$h$  Costo de inventario por libro por periodo

$D_{ij}$  Demanda del libro  $i$  en el periodo  $j$

$M$  Capacidad de producción de los proveedores

$$\min z = \sum_i \sum_j \sum_k x_{ijk} c_{ij} + \sum_i \sum_j h I_{ij}$$

Sujeto a 2 **restricciones**:

- Cumplir con la **demanda** establecida una vez llegada la fecha de entrega.

$$\sum_k x_{ijk} + I_{ij-1} = D_{ij} + I_{ij}$$

- Cumplir con la **capacidad de producción** máxima de cada proveedor.

$$\sum_i x_{ijk} \leq M$$

### Conclusiones

- Los **resultados** obtenidos fueron buenos a pesar de que las **capacidades de producción** eran justas para la producción solicitada.
- Se **redujo la dimensión del problema**, pasando de tener 60 mil variables a menos de 2 mil, por lo que es **eficaz**, con un tiempo de ejecución menor a 1 segundo.
- El modelo es **flexible**, capaz de **adaptarse a otras empresas** dedicadas a la producción de bienes.
- Capaz de agregar otras áreas como la **logística**, ya sea dentro del mismo modelo o en uno a parte.
- Áreas de mejora**: API que **automatice** el envío de pedidos.



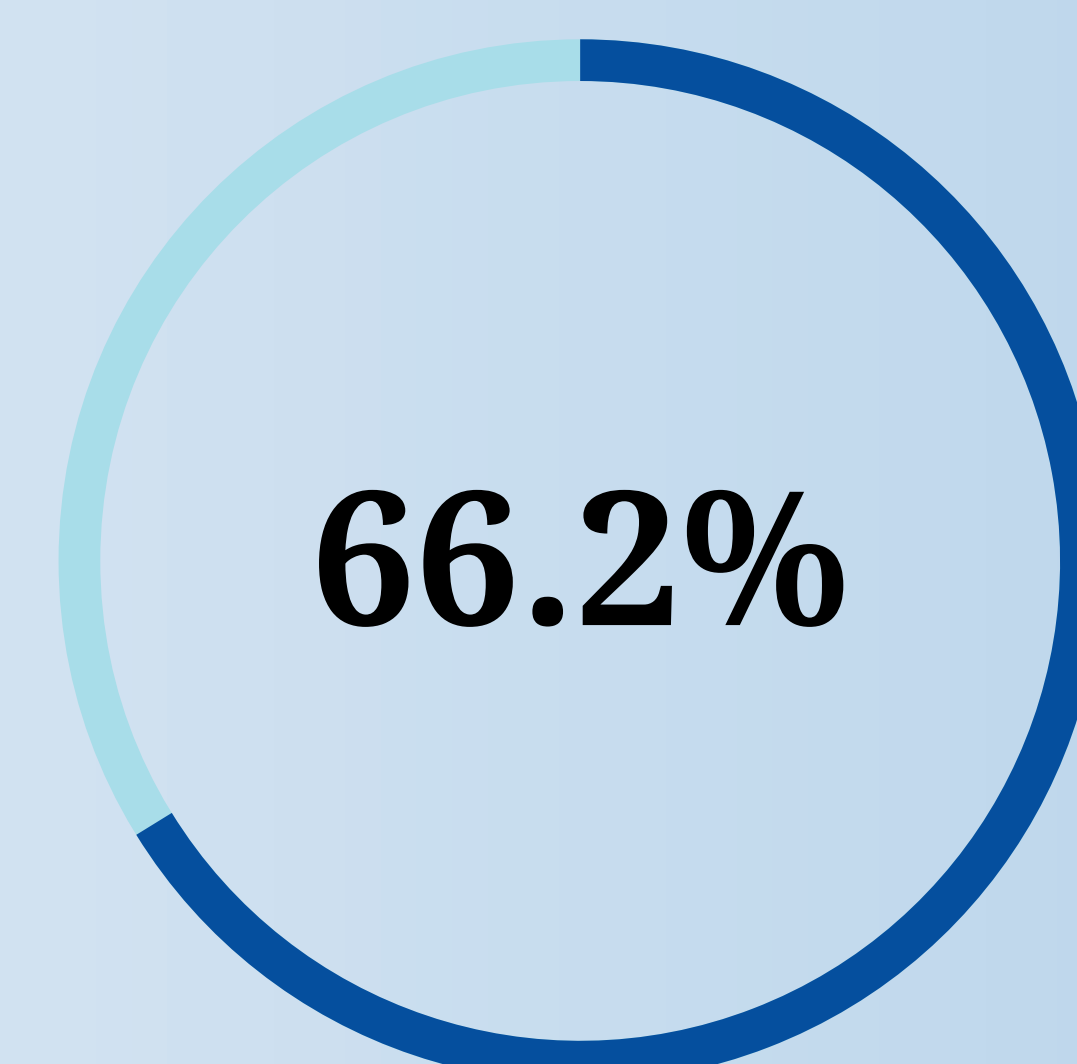
### Resultados del modelo

Se obtuvo un **calendario** de imprenta para cada proveedor con las **cantidades a imprimir** de cada libro.

Los **costos** entre la producción e inventario, calculados por el modelo son de **\$1,041,018.43**. Al agregarlos a los costos de desarrollo editorial y las **ganancias** estimadas (ambos dados por la empresa) obtenemos:

<b>Producción/Imprenta</b>	-	715,375.37
<b>Inventario</b>	-	325,643.05
<b>Desarrollo Editorial</b>	-	202,000.00
<b>Ganancias estimadas</b>	+	3,675,100.00
<b>Utilidad estimada</b>		2,432,018.57

Las **utilidades** hasta el momento son de un **66.2%**, a lo cual se le tienen que agregar otros costos como la **logística**.



Un ejemplo de cómo se divide la **producción** se muestra a continuación:

#### PROVEEDOR 1

PERIODO 5 | 17/08/23 - 19/09/23

Libro 1 ..... 3338  
Libro 4 ..... 1026  
Libro 7 ..... 2313  
Libro 25 ..... 1025

PERIODO 6 | 20/09/23 - 24/10/23

Libro 12 ..... 7825  
Libro 17 ..... 175

PERIODO 7 | 25/10/23 - 28/11/23

Libro 3 ..... 8000

PERIODO 8 | 29/11/23 - 02/01/24

Libro 18 ..... 8000

PERIODO 9 | 03/01/24 - 06/02/24

Libro 20 ..... 6300  
Libro 21 ..... 1700

PERIODO 10 | 07/02/24 - 12/03/24

Libro 26 ..... 8000

PERIODO 11 | 13/03/24 - 17/04/24

Libro 8 ..... 8000

PERIODO 12 | 18/04/24 - 22/05/24

Libro 15 ..... 8000

PERIODO 13 | 23/05/24 - 27/06/24

Libro 2 ..... 8000

PERIODO 14 | 28/06/24 - 01/08/24

Libro 5 ..... 8000

PERIODO 15 | 02/08/24 - 05/09/24

Libro 8 ..... 8000

PERIODO 16 | 06/09/24 - 10/10/24

Libro 13 ..... 8000



**Contacto:**  
Juan Angel Lucio

**Correo:**  
angeluciomty83@gmail.com

**Teléfono:**  
81 1003 9864

Video de explicación:  
<https://youtu.be/yCJ8wyA5aIk>

#### Referencias

- Badillo, K., & Cetre-Novilos, K. (2018). Uso de la metodología «justo a tiempo» en las empresas de servicios. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana. <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/09/metodologia-justoatiempo-empresas.html>
- Maiseyenka, K. (2017). JIT and resources. KYAMK. University of Applied Sciences. <https://www.theseus.fi/handle/10024/106853>
- Rodríguez, D. (2017). El método de producción just in time. Facultad Ciencias Sociales y Jurídicas de Elche. <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/7227/1/TFGR-RODR%C3%8DGUEZ%20CREMADES%2C%20DIEGO.pdf>
- Shankar, R., & Bajpai, V. (2020). Optimization in Manufacturing Systems Using Evolutionary Techniques. Springer Series in Advanced Manufacturing, 201-229. [https://www.researchgate.net/publication/334042834\\_Optimization\\_in\\_Manufacturing\\_Systems\\_Using\\_Evolutionary\\_Techniques](https://www.researchgate.net/publication/334042834_Optimization_in_Manufacturing_Systems_Using_Evolutionary_Techniques)