

INTERNATIONAL MATHEMATICAL MODELING CHALLENGE

---

# LA GARANTÍA EXTENDIDA

---

4 de diciembre de 2018

# Índice

Interpretación del problema . . . . .	2
Supuestos . . . . .	2
El modelo . . . . .	3
Las variables . . . . .	3
Los parámetros . . . . .	3
Desventajas del modelo . . . . .	4
Ejemplificación . . . . .	4
Variables y parámetros . . . . .	4
Resolución . . . . .	4
Apéndice A . . . . .	5
Ejemplificación de la demanda . . . . .	5
Apéndice B . . . . .	5
Cálculo de los productos a encargar . . . . .	5
Apéndice C . . . . .	6
Cálculo del costo de fuerza de venta . . . . .	6
Apéndice D . . . . .	6
Cálculo costo de almacenamiento . . . . .	6
Apéndice E . . . . .	6
Cálculo costo total de transporte . . . . .	6
Apéndice F . . . . .	7
Cálculo costo total de marketing . . . . .	7
Apéndice G . . . . .	7
Cálculo del precio inicial . . . . .	7
Referencias . . . . .	7

## INTERPRETACIÓN DEL PROBLEMA

El problema consiste en que trabajamos para una empresa retail denominada Casa Matriz, empresa que por un lado está buscando optimizar la cantidad de productos que tiene que encargar y por el otro establecer el precio que se debe emplear para satisfacer la demanda, y llegar a su meta de utilidad, sin comprar productos de sobra. La dificultad de el problema se encuentra en que todo esto debe ser satisfecho sabiendo que hay una ventana de garantía.

De la forma en la cual el problema está planteado, se abre un espacio a pensar de qué manera resolver el problema: utilizar la utilidad como variable, o utilizar la utilidad como parámetro. Para hacer la utilidad variable tendríamos que tomar los costos como restricciones y además tomar en cuenta la elasticidad de la demanda en relación al precio. Sin embargo, nuestro equipo entiende que el problema ha de ser resuelto de la segunda manera, en otras palabras, utilizaremos la utilidad como parámetro, simplificando el problema y al mismo tiempo logrando mayor eficiencia.

## SUPUESTOS

1. La ventana de tiempo en el que estaremos trabajando será de un año, en otras palabras, se puede encargar una vez al año y la demanda es anual.
2. Si uno de los calefactores falla antes de los 3 meses, la reposición de este no será incluida en el pedido de la compañía.
3. Suponemos que la demanda de este será igual a la del año anterior y se cumplirá exactamente, no más, ni menos.
4. Los costos de transporte solo tomarán en cuenta los costos asociados al vehículo (mantención, bencina, compra/arriendo, etc).
5. Los trabajadores, por más que tengan distintos salarios, serán todos tomados en cuenta en el mismo parámetro  $W$ .
6. Todos los productos llegarán el día en el que su llegada está programada y en un buen estado.
7. Los meses de garantía comenzarán a ser contados desde que el cliente lo compre, no desde que son comprados por la empresa retail.
8. La compañía se dedica únicamente a vender calefactores eléctricos.
9. Se cumple la probabilidad de garantía en un 100 %
10. Los valores de  $W$  y  $C_t$  son independientes de  $E$
11. El precio de un almacén de cierto tamaño es igual, independiente de la región en la que se encuentra.

## EL MODELO

### Las variables

Los valores que nosotros determinaremos (variables) son solamente dos, y están descritos a continuación:

1. El precio final por unidad que se debe establecer para llegar a la meta de utilidad:

$$P_f = \frac{C_t + C_a + C_m + (P_i \times E) + W + (\frac{U_n}{(1-I_r)})}{D \times (1 - I_v)}$$

2. La cantidad de calefactores que la empresa debe pedir para poder satisfacer la demanda y no pedir calefactores de sobra.

$$E = D + F_{12}$$

### Los parámetros

Los parámetros que fueron deducidos y nos entregó el problema son los siguientes:

1.  $P_i$  = Precio a pagar por el producto, tomando en cuenta el *CIF* y  $A_i$
2.  $D$  = Demanda
3.  $F_3$  = Número de fallas antes de los 3 expresado en porcentaje
4.  $F_{12}$  = Número de fallas entre el 3<sup>er</sup> y el 12<sup>vo</sup> mes en unidades =  $(D - D \times F_3) \times 0,05$
5.  $U_n$  = Utilidad neta =  $(P_f \times (1 - I_v) \times D - (C_t + C_a + C_m + W + (P_i \times E))) \times (1 - I_v)$
6.  $C_a$  = Costo de almacenamiento total
7.  $C_t$  = Costo de transporte total
8.  $C_m$  = Costos totales de marketing
9.  $W$  = Costo de fuerza de venta
10. *CIF* = Costo de la mercancía + prima del seguro + valor del flete del traslado
11.  $A_i$  = Aranceles de importación
12.  $I_v$  = Impuestos de valor agregado = 0,19
13.  $I_r$  = Impuesto a la renta = 0,27

## DESVENTAJAS DEL MODELO

Dado que decidimos resolver el problema propuesto empleando el segundo método, en otras palabras utilizando la utilidad como parámetro y no como variable, en el modelo evitamos varios costos colaterales y menores que de todas formas suman. Adicionalmente, otra desventaja podría ser el mantenimiento de valores constantes y no variables en función del pedido, siendo estos el costo de mano de obra, almacenamiento, transporte y marketing. Esto se debe a que hacerlos variables complicaría mucho los cálculos y creemos que el propósito o intención del ejercicio no va por ese lado.

## EJEMPLIFICACIÓN

### Variables y parámetros

1. Demanda ( $D$ ): 150,000
2. Número de productos a encargar ( $E$ ): 157,275
3. Cantidad de fallas entre el 3<sup>er</sup> y 12<sup>vo</sup> mes ( $E$ ): 7,275
4. Costo de fuerza de venta ( $W$ ): \$10,528,000
5. Costo de almacenamiento total ( $C_a$ ): \$261,833,000
6. Costo de transporte total ( $C_t$ ): \$25,085,000
7. Costos totales de marketing ( $C_m$ ): \$52,356,000
8. Precio inicial del producto ( $P_i$ ): \$660,555,000
9. Utilidad sin  $I_r$  ( $U_i$ ): \$1,981,665,000
10. Utilidad con  $I_r$  ( $U_i$ ): \$2,714,609,589

### Resolución

$$P_f = \frac{25,085,000 + 261,833,000 + 52,356,000 + (684,146,250) + 10,528,000 + (1,033,948,250)}{121,500}$$

$$P_f = \$20167$$

$$E = 150,000 + 7,275$$

$$E = 157,275$$

## APÉNDICE A

### Ejemplificación de la demanda

Según el Censo del 2017 (referencia 1), en Chile hay 6.356.073 viviendas. De estas sólo estamos tomando en cuenta, para poder sacar la demanda de calefactores, las viviendas ubicadas en las regiones de Valparaíso, Metropolitana, Coquimbo y O'Higgins, ya que estamos asumiendo que las regiones ubicadas más al norte no usan calefacción (debido al cálido clima) y las ubicadas más al sur usan tipos de calefacción alternativas a la eléctrica (la leña por ejemplo). La cantidad de viviendas ubicadas en las cuatro regiones más centrales va a ser 3.739.975 (Valparaíso = 774,782, Metropolitana = 2,310,167, Coquimbo = 303,983, O'Higgins = 351,043). En nuestro ejemplo se asume que las viviendas que se encuentran en estas regiones tienen los métodos de calefacción: Eléctrica, gas licuado, parafina, gas natural y split calefactor, y la distribución de clientes por método de calefacción es igual por cada método, es decir un 20 % de las viviendas en estas regiones ocupa calefacción eléctrica, por lo tanto 747.995 hogares usarían calefacción por calefactores eléctricos. Además de esto, estamos asumiendo que nosotros cubrimos un 20 % del mercado de los calefactores eléctricos, implicando que nuestra demanda sería de 149.599 calefactores al año, este último valor lo aproximamos a 150.000 unidades.

## APÉNDICE B

### Cálculo de los productos a encargar

Para poder deducir la cantidad de productos que debemos encargar para cumplir con todos los requisitos que el problema nos pide a pesar de que haya una garantía, debemos ocupar la formula para calcular  $F_{12}$  y por lo tanto ocupar  $F_3$  y a partir de eso sacar  $E$ . Por efectos de demostración nuestro  $F_3$  valdrá 3 %.

$$F_{12} = D - D \times F_3 \times 0,05$$

$$F_{12} = (150,000 - (150,000 \times 0,03)) \times 0,05$$

$$F_{12} = 7275$$

$$E = D + F_{12}$$

$$E = 150,000 + 7,275$$

$$E = 157,275$$

## APÉNDICE C

### Cálculo del costo de fuerza de venta

Para poder obtener el valor que tendrá nuestro parámetro en el ejemplo, decidimos que la empresa que estamos ejemplificando tendrá un total de 14 empleados, con sueldos que están descritos en la tabla a continuación.

Trabajo	Salario
Conductor (x6)	\$1,728,000
Contador (x1)	\$1,050,000
Ingeniero en Finanzas (x1)	\$1,750,000
Administrador de Negocios Internacionales (x1)	\$1,050,000
Publicista (x1)	\$1,050,000
Ingeniero en Marketing (x1)	\$950,000
Asistente Ejecutivo (x1)	\$550,000
Ingeniero de Ejecución en Administración de Empresas (x1)	\$1,050,000
Ingeniero en Transporte (x1)	\$1,350,000

Basándonos en la tabla anterior (referencia 2) podemos establecer el valor de  $W$  como:

$$W = \text{suma de los salarios de todos los trabajadores}$$

$$W = \$10,528,000$$

## APÉNDICE D

### Cálculo del costo de almacenamiento

Para desarrollar nuestra ejemplificación y poner en acción nuestras ecuaciones decidimos ocupar como referencia de precio una bodega que tiene las capacidades que estamos buscando (referencia 4). Esta bodega tiene un área de  $466m^2$  y una altura de  $8m$ , lo que implica que tiene un volumen de aproximadamente  $3600m^3$ . Para cubrir el espacio de nuestra mercadería (cajas de  $29 \times 14 \times 48,5cm$ ) precisamos de sólo  $3145.5m^3$  ya que son 157.275 cajas de  $0.02m^3$  cada una. Nos sobrarían  $56.8m^2$  que usaríamos para facilitar la movilidad dentro de la bodega. El arriendo de esta bodega cuesta \$261,833,000.

## APÉNDICE E

### Cálculo del costo total de transporte

Nuestra ejemplificación obtendrá los datos de costos de transportes a partir de lo que cuesta arrendar un camión con capacidades de transporte que satisface nuestras

necesidades, sin contar los costos de combustible ya que complejizaría mucho los cálculos y creemos que es incidental en el precio final. El cálculo que utilizamos para lograr obtener este valor es el siguiente: Haremos 4 viajes diarios, por los primeros 29 días hábiles del año, en 2 camiones con capacidad de 27 metros cúbicos cada uno, y para lograr movilizar toda la mercadería haremos 116 viajes hacia las bodegas.

## APÉNDICE F

### Cálculo del costo total de marketing

Para revisar los costos de marketing nos inspiramos en el costo que cobra una empresa de marketing por un servicio digital (costo que puede ser observado en la quinta referencia), estamos evitando los costos del resto de tipos de marketing debido a que complejizarían mucho los cálculos y creemos que no son necesarios para lograr una buena venta en el ámbito de los calefactores. El precio que ofrece la empresa por su servicio es 4.363.000 al mes, o, sea, 52,356,000 al año.

## APÉNDICE G

### Cálculo del precio inicial

El precio de compra que ocuparemos para los calefactores fue extraído de la tercera referencia.

$$P_i = 4,350 \times E$$

$$P_i = 4,350 \times 157,275$$

$$P_i = \$684,146,250$$

## REFERENCIAS

1. <https://www.censo2017.cl>
2. <http://www.mifuturo.cl/index.php/futuro-laboral/buscador-por-carrera-d-institucion>
3. <https://m.alibaba.com/product/60799543024/akira-halogen-beam-heater-calefactores-calentadores.html?s=pspm=a2706.7843299.1998817009.1.5fa319b28DBQd6>
4. <http://www.urbac.cl/fichaPropiedad.aspx?i=6208pa=1or=1d=op=1re=13co=0tp=17tl=2>
5. <https://www.delosdigital.com/es/blog/cuanto-cuesta-una-campana-de-marketing-digital>