



## LA PROGRAMACION LINEAL EN LA OPERACIÓN DE BARCOS ARRASTREROS FACTORIA

Ing. Roberto Eyzaguirre Tejada

### RESUMEN

Se muestra la aplicación práctica de la programación lineal en la operación de barcos arrastreros factoría.

### ABSTRACT

It is shown the practical application of the linear programming in the operation of factory ships.

Una de las modalidades para la captura y procesamiento de la merluza, especie relativamente abundante en la zona norte del país, es mediante la operación con barcos arrastreros tipo factoría.

La merluza, que es consumida en varias partes del mundo, es una especie que una vez capturada se deteriora rápidamente, es por ello importante que el proceso de elaboración de los diferentes productos se realice en forma inmediata para lograr una calidad aceptable en el mercado.

Todo el proceso productivo se realiza a bordo del barco, así se tiene que los productos destinados al consumo humano directo, son procesados en la planta, luego sometidos a un proceso de congelado en túneles o en placas, y finalmente enviados a la bodega de productos congelados que tiene capacidad para almacenar productos elaborados durante varias semanas.

La merluza capturada es clasificada, por su longitud, en tres rangos. Las del primer rango son enviadas a las máquinas que procesan filetes; luego de obtenido el producto, este es enviado a la cámara de congelado y finalmente se almacena. Las del segundo rango se envían a las máquinas que procesan el Dresed (descabezado y eviscerado), luego al congelado y al almacenamiento; finalmente las del tercer rango, son enviadas directamente al

congelador o a la planta de producción de harina para su posterior almacenamiento.

Los residuos, así como el pescado deteriorado por la presión en el arrastre, o manipulación de la carga, etc. son procesados en la planta de harina, la que una vez obtenida es embolsada y depositada en el almacén especial para este producto.

Para el efecto de la aplicación de la programación lineal se ha concebido un modelo a partir de datos supuestos.

El enunciado del modelo es como sigue:

Un barco factoría captura y procesa, en promedio, 50 TM de merluza por día, en función a los requerimientos para la elaboración de los diferentes productos se ha encontrado lo siguiente:

Del total de materia prima, sólo el 40% es apta para la elaboración de FILETES, el 85% es apta para producir DRESED y el 100% para Congelado ENTERO o producción de HARINA. Conviene aclarar que el total de la materia prima apta para la producción de FILETES, también es apta para la producción de DRESED no así lo contrario, se ha supuesto que no exista pescado deteriorado. El rendimiento por TM de materia prima para la elaboración de los diferentes productos es como sigue:





## INDUSTRIAL DATA

PRODUCTO	RENDIMIENTO %
FILETE	25
DRESED	65
C. ENTERO	100
HARINA	20

Es importante anotar que la harina se produce en mayor porcentaje a partir de los residuos que provienen de la elaboración de los demás productos, así por ejemplo para la producción de FILETES se utiliza el 25% de la materia prima y el total del residuo es transformado en harina.

Los precios de venta y costo total de producción por TM de producto, la demanda mínima promedio por día en TM y la capacidad de producción diaria en función de TM de materia prima es como sigue:

PRODUCTO	DEMANDA (TM/día)	CAPACIDAD (TM/día)	PRECIO DE VENTA (\$/TM)	COSTO TOTAL DE PRODUCCION (\$/TM)
FILETE	3	25	600	400
DRESED	10	40	300	154
C. ENTERO	5	20	100	80
HARINA	2	30	320	180

El programa lineal que resulta de esta información es como sigue:

Sea XF, XD, XE, XHE y XHR, la cantidad de TM de producción de filetes, dressed, entero congelado y harina que puede elaborarse a partir de pescado entero (XHE) y harina a partir de residuos (XHR).

La función objetivo conduce a maximizar los beneficios: ingresos por ventas menos el costo total para cada producto.

$$\text{Max } 200XF + 146XD + 20XE + 140XH$$

Esta función objetivo depende de las siguientes condiciones:

De acuerdo a la demanda mínima promedio por día se tiene:

$$\begin{aligned} XF &\geq 3 \\ XD &\geq 10 \\ XE &\geq 5 \\ XH &\geq 2 \end{aligned}$$

Las condiciones para estructurar la cantidad máxima posible de producción de un determinado producto dependen de la capacidad de producción de la planta y de la materia prima disponible luego de haber descontado la demanda mínima de los otros productos previamente establecida.

Así se tiene:



- Cantidad máxima de producción de FILETES

$$XF \leq \min.(25, 50 \cdot 0.4) \cdot 0.25$$

$$XF \leq 5$$

- Cantidad máxima de DRESED

$$XD \leq \min.(40, 50 \cdot 0.85 - 3 / 0.25) \cdot 0.65$$

$$XD \leq \min.(40, 30.5) \cdot 0.65$$

$$XD \leq 19.825$$

- Cantidad máxima de ENTERO

$$XE \leq \min.(20, 50 - 3 / 0.25 - 10 / 0.65)$$

$$XE \leq 20$$

- Cantidad máxima de HARINA

$$XH \leq \min.(30, 50 - 3 - 10 - 5) \cdot 0.2$$

$$XH \leq 6$$

- La cantidad mínima para la producción de entero congelado y harina a partir de pescado entero es 7.5TM,  $(50 \cdot 0.15)$  la relación es:

$$XE + XHE / 0.2 \geq 7.5$$

- Es importante determinar la cantidad de harina que proviene del pescado entero y de los residuos, por consiguiente se establece la siguiente restricción:

$$XHE + XHR = XH$$

- Cantidad de materia prima disponible: Las 50TM se distribuyen en la producción de los diferentes productos a partir de la merluza entera.

$$\frac{XH}{0.25} + \frac{XD}{0.65} + XE + \frac{XHE}{0.2} = 50$$

La solución de este programa es como sigue:

$$\text{MAX } 200XF + 146XD + 20XE + 140XH$$

SA

$$XF > 3$$

$$XD > 10$$

$$XE > 5$$

$$XH > 2$$

$$XF < 5$$

$$XD < 19.825$$

$$XE < 20$$

$$XH < 6$$

$$XE + 5XHE > 7.5$$

$$XH - XHE - XHR = 0$$

$$4XF + 1.5434XD + XE + 5XHE = 50$$

#### VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO

$$1) \quad 4475.188$$

VARIABLE	VALOR	COSTO REDUCIDO
XF	3.000000	0.000000
XD	19.761564	0.000000
XE	7.500000	0.000000
XH	6.000000	0.000000
XHE	0.000000	100.000000
XHR	6.000000	0.000000

RENGLON	HOLGURA O EXCEDENTE	PRECIOS DUALES
2)	0.000000	-178.385376
3)	9.761565	0.000000
4)	2.500000	0.000000
5)	4.000000	0.000000
6)	2.000000	0.000000
7)	0.063436	0.000000
8)	12.500000	0.000000
9)	0.000000	140.000000
10)	0.000000	-74.596344
11)	0.000000	0.000000
12)	0.000000	94.596340

#### ANALISIS DE SENSIBILIDAD

##### RANGOS DEL COEFICIENTE DE LAS VARIABLES DE LA F.O.

VARIABLE	COEF. ACTUAL	AUMENTO ADMISIBLE	DISMINUCION ADMISIBLE
XF	200.00000	178.385376	INFINITO
XD	146.00000	INFINITO	68.830002
XE	20.00000	74.596344	20.000000
XH	140.00000	INFINITO	140.000000
XHE	0.00000	100.00000	INFINITO
XHR	0.00000	INFINITO	100.000000

##### RANGOS DE VECTOR RECURSOS

RENGLON	LADO DERECHO	AUMENTO ADMISIBLE	DISMINUCION ADMISIBLE
2	3.000000	2.000000	0.024477
3	10.000000	9.761565	INFINITO
4	5.000000	2.500000	INFINITO
5	2.000000	4.000000	INFINITO
6	5.000000	INFINITO	2.000000
7	19.825001	INFINITO	0.063436
8	20.000000	INFINITO	12.500000
9	6.000000	INFINITO	4.000000
10	7.500000	12.500000	0.097907
11	0.000000	6.000000	INFINITO
12	50.000000	0.097907	15.066001





### Conclusiones del reporte

- El máximo beneficio alcanza la suma de 4475.19.
- La producción de DRESED es la más rentable; como se observa en el reporte, el valor obtenido es el máximo permisible, que de acuerdo al programa es 19.825, pero por efecto de las iteraciones alcanza el valor de 19.762 TM en la relación del programa.
- La producción de filetes es sólo de 3TM que es el requerimiento mínimo del programa; esta cantidad permanecerá, aún cuando la utilidad aumente en \$178.385 por TM.
- La producción de entero congelado es  $XE=7.5TM$  que es igual a la cantidad de merluza del tercer rango, siendo además que la producción de harina a partir del pescado entero es nula ( $XHE=0$ ).
- El reporte señala en el COSTO REDUCIDO que no se producirá harina a partir del pescado entero aún cuando la utilidad se incremente en 100 dólares más por tonelada.
- Toda la producción de harina procede del residuo.