

ANEXO II: ESTIMACIÓN DE COSTES

1- ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LA COLUMNA DE DESTILACIÓN.

El coste de la columna de destilación diseñada en el presente trabajo se estima mediante la gráfica de la figura que se muestra a continuación.

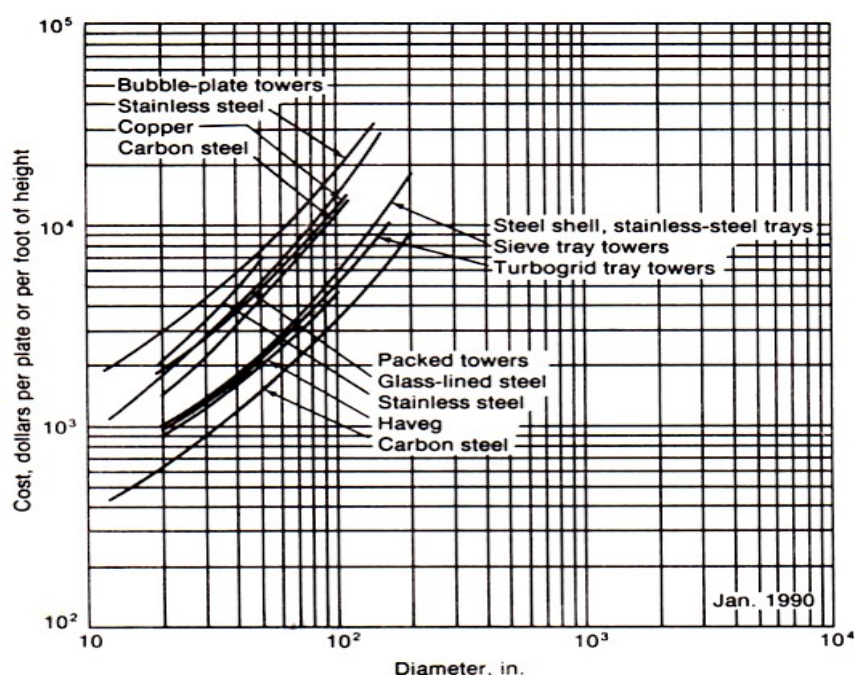


Figura 1. Estimación de costes para columnas de destilación incluyendo aditamentos internos e instalación, precio 1990. (Fuente Peters 1991)

La evolución que ha experimentado la tecnología en operaciones de separación en los últimos años, especialmente en lo concerniente a aditamentos internos y empaques, hace que el precio estimativo extraído de la figura 1 sea considerablemente menor a lo que correspondería utilizando técnicas actuales. Por esta razón se opta por incrementar en un 25 % el coste obtenido de la *figura 1*, con el fin de compensar el incremento de precios debido a avances tecnológicos.

Asimismo se actualizan los costes obtenidos para el año 1990 mediante un cambio de base teniendo en cuenta la variación de los *Índices de precios Industriales* para este sector hasta el presente año. España es una nación netamente importadora de este tipo de tecnología, por este motivo se considera que toda variación en los mercados de este sector en Estados Unidos se refleja ineludiblemente en el índice de precios industriales de nuestro país. De este modo se actualizan los valores en moneda estadounidense, realizando en última instancia un cambio de moneda teniendo en cuenta el presente valor de ambas monedas, *dólar* y *euro*.

Hechas estas aclaraciones se estima el precio de la columna como sigue,

Haciendo uso de la gráfica de la *figura 1* obtenemos que el precio por pie de instalación es de unos 2500 dólares. La altura de la columna de destilación tratada en el presente capítulo es de 8.27 *ft* (2.52 m), de este modo el precio del equipo es de 20675 dólares. Aplicando el 25 % que compensa la evolución tecnológica se obtiene que la columna, en precio de 1990 tendría un valor estimativo de 25843.75 dólares americanos.

Realizamos el cambio de base teniendo en cuenta las estimaciones realizadas anteriormente a partir de datos tomados del *Instituto Nacional de Estadística*³. Los datos son los siguientes:

Índice de precios industriales para el sector de construcción de maquinaria y equipo mecánico:

- Año 1990(Base 1990) : 100.7
- Año 2002(Base 1990): 132.3
- Año 2003(Base 2000): 104.2
- Presente año(Base 2000): 107.5

Con los datos anteriores se cambia de base en primera instancia aplicando la base de datos 1990 para realizar posteriormente un segundo cambio con respecto a la base de datos 2000.

Finalmente se realiza el cambio de moneda aplicando datos actuales (1 dólar→1.224 €), obteniendo el coste estimado de la columna de destilación.

$$\text{Coste columna de destilación} = 42875 \text{ €}$$

2- ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR.

La estimación de costes se realiza mediante el uso de la correlación que se detalla a continuación ²:

$$C_T = A_0 \cdot N_s \cdot b \cdot \left(1 + \sum C_i\right)$$

donde:

A_0 es el área del intercambiador en ft^2

N_s es el número de celdas

$\sum C_i$ es la suma de los factores de corrección.

b es el coste unitario, dado por:

$$b = \frac{k \cdot p \cdot f \cdot r}{1 - e^{\frac{7-d_{si}}{27}}}$$

donde:

k es el valor unitario. El valor de este coste unitario está dado en dólares de 1982. Para actualizar este valor seguimos las premisas detalladas en el apartado 1 de este mismo anexo, obteniendo finalmente un valor de 19.2 €.

p es el multiplicador por configurador de tubos

$$p=0.75p_i^2/d_0 \quad \text{para configuración cuadrada}$$

$$p=0.675p_i^2/d_0 \quad \text{para configuración triangular}$$

f es el multiplicador por cabezal fijo

r es el multiplicador por cabezal posterior

d_{si} es diámetro del casco (in)

p_i es el paso de tubos (in)

Tomando el valor de los factores y, g

$$y=0.129+0.0016(d_{si}-12)/p$$

$$g=1+0.95(BWG-14)$$

Los valores de los factores de corrección son:

Longitud (ft)	C_L	$=1.5(1-L/20)$
Espesor	C_g	$=y(g-1)$
Material canal	C_{CM}	$=0.06(M2-1)$
Material casco	C_{MS}	$=0.1(M2-1)$
Material tubo	C_{MT}	$=y/M11)$
Material placa tubos	C_{MTS}	$=0.04(M2-1)$
Nº pasos tubo	C_{NTP}	$=(NTP-1)/100$ (vale 0 si $NTP \leq 2$)
Presión del casco(psi)	C_{PS}	$=(P_{DS}/150-1)(0.07+0.0016(d_{si}-12)$
Presión del tubo(psi)	C_{PT}	$=(P_{DT}/150-1)(0.035+0.00056(d_{si}-12)$
Tipo de casco	C_S	

La siguiente tabla muestra los valores para cada uno de los factores.

Tabla 1: Valores para los factores

Factores por tipo de intercambiador						Factores por coste de materiales			
C. fijo(f)		Casco(C _s)		C. post(r)			Tubos		Casco
A	1.03	E	0.00	L	0.83		M1	M1	M2
B	1.00	F	0.18	M	0.80		soldado	Sin soldar	
C	1.06	G	0.08	N	0.85	Ac carbono	1.0	2.5	1.0
D	1.05	H	0.13	P	1.04	SS-304	2.8	6.5	3.7
N	1.60	J	0.00	S	1.00	SS-316	4.7	10.1	6.2
		K	0.30	T	1.05	Admiralty	N/A	3.6	3.6
				U	0.90	Aluminio	N/A	1.6	1.6

Operando con la correlación detallada se obtienen los siguientes costes estimativos;

$$\text{Coste HE-1} = 173226 \text{ €}$$

$$\text{Coste HE-2} = 51101 \text{ €}$$

$$\text{Coste HE-3} = 38289 \text{ €}$$

3- COSTE DE TUBERÍAS

Los precios de las tuberías requeridas para el ensamblaje del equipo se obtienen mediante consulta a catálogos normalizados en establecimientos comerciales.

Se estima que serán necesarios quince metros de tubería de dimensiones 108x2 mm. El precio que se encuentra para estas características en material acero inoxidable SS-316 es de 40.80€/m. El coste es:

$$\text{Coste de tuberías} = 612 \text{ €}$$

4- PRESUPUESTO

Se detalla a continuación el presupuesto obtenido con los valores estimados.

<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Importe</i>
<i>Columna de destilación</i>	<i>1 Unid.</i>	<i>42.875 €</i>
<i>Intercambiador HE-1</i>	<i>1 Unid.</i>	<i>173.226 €</i>
<i>Intercambiador HE-1</i>	<i>1 Unid.</i>	<i>51.101 €</i>
<i>Intercambiador HE-1</i>	<i>1 Unid.</i>	<i>38.289 €</i>
<i>Tuberías</i>	<i>15 m</i>	<i>612 €</i>
<i>Imprevistos (10 % sobre total)</i>		<i>30.610 €</i>
<i>TOTAL</i>		<i>336.713 €</i>
<i>Nombre</i>	<i>David Sánchez Fraile</i>	<i>Firma</i>

Referencias:

[1] Max S. Peters. Plant Design and Economics for Chemical Engineers.

[2] Diseño de equipos e instalaciones. Temario Ingeniería química.

[3] www.ine.es Página oficial del *Instituto Nacional de Estadística*.