

A.1 INTERCAMBIADORES DE CALOR

$C_M = C_{Eq} \cdot F_{CM}$
$F_{CM} = B_1 + B_2 \cdot F_M \cdot F_P$
$\text{Log}(F_P) = C_1 + C_2 \cdot \text{Log}(P) + C_3 \cdot (\text{Log}(P))^2$
$\text{Log}(C_{Eq}) = K_1 + K_2 \cdot \text{Log}(A_k) + K_3 \cdot (\text{Log}(A_k))^2$
$A_k = \text{área del intercambiador, A (m}^2\text{)}$

COEFICIENTES PARA INTERCAMBIADORES DE CALOR												
TIPO DE INTERCAMBIADOR	K ₁	K ₂	K ₃	C ₁	C ₂	C ₃	B ₁	B ₂	A _{min} (m ²)	A _{max} (m ²)	P _{max} (barg)	P _{min} (barg)
De doble tubo	3.0238	0.0603	0.00000	6.4945 ¹	-6.67860	1.74420	0.74	1.21	0	10	300	1
De tubos múltiples	2.1138	0.9658	0.00000	6.4945 ¹	-6.67860	1.74420	0.74	1.21	10	75	300	1
De placa fija o tubos en U	3.2138	0.2688	0.07961	-0.06499 ²	0.05025	0.01474	1.80	1.50	4	900	140	1
De cabeza flotante	3.4338	0.1445	0.10790	-0.06499 ²	0.05025	0.01474	1.80	1.50	10	900	140	1
Tipo Bayonet	3.5238	0.1916	0.09474	-0.06499 ²	0.05025	0.01474	1.80	1.50	10	900	140	1
Rehervidor tipo Kettle	3.5638	0.1906	0.11070	-0.06499 ²	0.05025	0.01474	1.80	1.50	10	100	140	1
Tipo scraped wall	3.7438	0.9270	0.00000	6.4945 ¹	-6.67860	1.74420	0.74	1.21	2	20	300	1
De tubos de tefón	3.5738	0.4548	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.80	1.50	7	75	15	1
Enfriador de aire	3.6418	0.4053	0.00000	-0.06154	0.04730	0.00000	1.53	1.27	4	20000	250	1
De tubos en espiral	3.4088	0.6000	0.09944	-0.4045 ³	0.18590	0.00000	0.74	1.21	0	45	400	1
De platos en espiral	3.6788	0.4412	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.53	1.27	2	200	19	1
De platos planos	3.8528	0.4242	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.53	1.27	15	1500	19	1

¹ Los factores de presión están dados para 100<P<300 barg, para 40<P<100 barg utilice C₁=0,6209, C₂=-0,9274, C₃=0,3369, para P<40 C₁=C₂=C₃=0

² Los factores de presión están dados para cuando la coraza o la coraza y los tubos están a P>10 barg, cuando solo los tubos se encuentran a P>10 barg utilice: C₁=-0,04139, C₂=0,04139, C₃=0. Cuando ambas presiones son <0 utilice: C₁=-0, C₂=0, C₃=0

³ Los factores de presión están dados para cuando la coraza o la coraza y los tubos están a P>150 barg, cuando solo los tubos se encuentran a P>150 barg utilice: C₁=-0,21150, C₂=0,09717, C₃=0

FACTORES DE MATERIAL PARA INTERCAMBIADORES DE CALOR										
		F _M								
TIPO DE INTERCAMBIADOR	Material de la Coraza	C.S.	C.S.	Cu	C.S.	S.S.	C.S.	Ni	C.S.	Ti
	Material de los Tubos	C.S.	Cu	Cu	S.S.	S.S.	Ni	Ni	Ti	Ti
De doble tubo		1.00	1.25	1.60	1.70	3.00	2.80	3.80	7.20	12.00
De tubos múltiples		1.00	1.25	1.60	1.70	3.00	2.80	3.80	7.20	12.00
De placa fija o tubos en U		1.00	1.25	1.60	1.70	3.00	2.80	3.80	7.20	12.00
De cabeza flotante		1.00	1.25	1.60	1.70	3.00	2.80	3.80	7.20	12.00
Tipo Bayonet		1.00	1.25	1.60	1.70	3.00	2.80	3.80	7.20	12.00
Rehervidor tipo Kettle		1.00	1.25	1.60	1.70	3.00	2.80	3.80	7.20	12.00
Tipo scraped wall		1.00	1.25	1.60	1.70	3.00	2.80	3.80	7.20	12.00
De tubos en espiral		1.00	1.25	1.60	2.30	3.00	2.80	3.80	7.20	12.00
Nota: C.S.= Acero al Carón, S.S.= Acero inoxidable, Ti= Titanio, Cu= Cobre, Ni= Niquel										
Intercambiador de tubos de teflón		Intercambiador de platos planos y en espiral			Enfriador de Aire					
Material de la Coraza	F _M	Material en contacto con el fluido de proceso		F _M	Material de los tubos	F _M				
C.S.	1.00	C.S.		1.00	C.S.	1.00				
Cu	1.20	Cu		1.20	S.S.	1.50				
S.S.	1.30	S.S.		2.30	S.S.	3.00				
Ni	1.40	Ni		2.80						
Ti	3.30	Ti		7.20						
Nota: C.S.= Acero al Carón, S.S.= Acero inoxidable, Ti= Titanio, Cu= Cobre, Ni= Niquel										

COSTO MODULAR BÁSICO $C_M^\circ = C_{Eq}^\circ F_{CM}^\circ$		
TIPO DE INTERCAMBIADOR	Presión base (barg)	Material base
De doble tubo	$P < 40$	C.S
De tubos múltiples	$P < 40$	C.S
De placa fija o tubos en U	$P < 10$	C.S
De cabeza flotante	$P < 10$	C.S
Tipo Bayonet	$P < 10$	C.S
Rehervidor tipo Kettle	$P < 10$	C.S
Tipo scraped wall	$P < 40$	C.S
De tubos de tefón	Cualquiera	C.S
Enfriador de aire	$P < 10$	C.S
De tubos en espiral	$P < 150$	C.S
De platos en espiral	Cualquiera	C.S
De platos planos	Cualquiera	C.S

A.2 RECIPIENTES DE PROCESOS

$C_M = C_{Eq}^\circ \cdot F_{CM}$
$F_{CM} = B_1 + B_2 \cdot F_M \cdot F_P$
$F_P = 0,5146 + 0,6838 \cdot \text{Log}(P) + 0,2970 \cdot (\text{Log}(P))^2 + 0,0235 \cdot (\text{Log}(P))^6 + 0,0020 \cdot (\text{Log}(P))^8$
$F_P = 1,00 \quad -0,5 < P < 3,7 \text{ barg}$
$F_P = 1,25 \quad P < -0,5 \text{ barg}$
$\text{Log}(C_{Eq}^\circ) = K_1 + K_2 \cdot \text{Log}(A_k) + K_3 \cdot (\text{Log}(A_k))^2$
$A_k = \text{Longitud o altura del tanque, } L \text{ (m)}$

COEFICIENTES PARA RECIPIENTES DE PROCESO											
Recipientes Verticales						Recipientes Horizontales					Recipientes horizontales y verticales
D (m)	K ₁	K ₂	K ₃	L _{min} (m)	L _{max} (m)	K ₁	K ₂	K ₃	L _{min} (m)	L _{max} (m)	P _{max} (barg)
0.30	3.3392	0.5538	0.2851	1	16	2.9202	0.5056	0.1261	1	20	400
0.50	3.4746	0.5893	0.2053	2	20	3.1032	0.5782	0.0632	2	25	400
1.00	3.6237	0.5262	0.2146	3	30	3.3592	0.5905	0.1106	2	30	400
1.50	3.7559	0.6361	0.1069	3	41	3.4204	0.8141	-0.0046	4	36	400
2.00	3.9484	0.4623	0.1717	4	45	3.7599	0.3683	0.1954	5	40	400
2.50	4.0547	0.4620	0.1558	5	50	3.6780	0.7120	0.0430	6	42	400
3.00	4.1110	0.6094	0.0490	6	50	3.7718	0.7159	0.0470	7	50	400
4.00	4.3919	0.2859	0.1842	7	50	4.1551	0.2238	0.2499	8	52	400

FACTORES DE MATERIAL PARA RECIPIENTES VERTICALES Y HORIZONTALES	
Material de Construcción	F _M
C.S.	1.00
Recubrimiento de S.S.	2.50
S.S.	4.00
Recubrimiento de Ni	4.50
Ni	9.80
Recubrimiento Ti	4.90
Ti	10.60
C.S.= Acero al Carón, S.S.= Acero inoxidable, Ti= Titanio, Cu= Cobre, Ni= Níquel	

COEFICIENTES PARA F _{CM}		
	B ₁	B ₂
Recipiente Horizontal	1.62	1.47
Recipiente Vertical	2.50	1.72

COSTO MODULAR BÁSICO C _M ^o =C _{Eq} ^o .F _{CM} ^o		
	Presión base (barg)	Material base
Recipiente Horizontal	-0,5<P<3,7	C.S.
Recipiente Vertical	-0,5<P<3,7	C.S.

A.3 ELEMENTOS INTERNOS

Platos perforados y Nebulizadores	Empaques para Torres
$C_M = C_{Eq} \cdot F_{CM}$	$C_M = C_{Eq} \cdot F_{CM}$
$F_{CM} = B_1 + B_2 \cdot F_M \cdot F_P$	$F_{CM} = B_1 + B_2 \cdot F_M \cdot F_P$
$C_{Eq} = (K_1 + K_2 \cdot (A_k) + K_3 \cdot (A_k)^2) \cdot N \cdot F_q$	$\text{Log}(C_{Eq}) = K_1 + K_2 \cdot \text{Log}(A_k) + K_3 \cdot (\text{Log}(A_k))^2$
$A_k = \text{Diámetro del recipiente, D (m)}$	$A_k = \text{altura del empaque, L (m)}$
$N = \text{número de platos}$	
$F_q = \text{Factor de corrección por cantidad}$	

COEFICIENTES PARA ELEMENTOS INTERNOS DE TANQUES DE PROCESO							
	DIAMETRO (m)	K ₁	K ₂	K ₃	F _P	L _{min} (m ²)	L _{max} (m ²)
Platos perforados y desnebulizadores		235.0000	19.8000	75.0700	1.00		
Empaques para Torres	0.30	2.1630	0.9656	0.0000	1.00	1	16
	0.50	2.5210	0.9764	0.0000	1.00	2	20
	1.00	3.0169	1.0000	0.0000	1.00	3	30
	1.50	3.2160	0.9847	0.0000	1.00	3	41
	2.00	3.3848	0.9808	0.0000	1.00	4	45
	2.50	3.6023	0.9682	0.0000	1.00	5	50
	3.00	3.7921	0.9697	0.0000	1.00	6	50
	4.00	3.9986	0.9833	0.0000	1.00	7	50

FACTORES DE MATERIAL PARA ELEMENTOS INTERNOS DE TANQUES DE PROCESO			
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	F_M		
	Platos perforados	Desnebulizadores	Empaques para Torres
C.S.	1.00	-	1.20
S.S.	1.67	1.00	-
Fluorocarbón		1.667	-
Aleación de Ni	4.17	3.50	-
Polietileno	-	-	1.00
Porcelana	-	-	1.00
S.S. 304	-	-	2.20
S.S. 316	-	-	4.20
Nota: C.S.= Acero al Carón, S.S.= Acero inoxidable, Ni= Niquel			

COEFICIENTES PARA F_{CM}		
	B_1	B_2
Platos perforados y Nebulizadores	0.00	1.20
Empaques para Torres	0.00	1.00

FACTOR DE CORRECCIÓN POR CANTIDAD	
NÚMERO DE PLATOS	F_q
1	3.00
4	2.50
7	2.00
10	1.50
>20	1.00

COSTO MODULAR BÁSICO $C_M^{\circ} = C_{Eq}^{\circ} \cdot F_{CM}^{\circ}$		
	Presión base (barg)	Material base
Platos perforados	Cualquiera	C.S.
Nebulizadores	Cualquiera	S.S.
Empaques para Torres	Cualquiera	Polietileno o Porcelana

A.4 BOMBAS CON MOTORES ELÉCTRICOS

$C_M = C_{Eq} \cdot F_{CM}$
$F_{CM} = B_1 + B_2 \cdot F_M \cdot F_P$
$F_P = C_1 + C_2 \cdot \text{Log}(P) + C_3 \cdot (\text{Log}(P))^2$
$\text{Log}(C_{Eq}) = K_1 + K_2 \cdot \text{Log}(A_k) + K_3 \cdot (\text{Log}(A_k))^2$
$A_k = \text{Potencia en el eje, } W_s \text{ (kW)}$

COEFICIENTES PARA BOMBAS CON MOTORES ELÉCTRICOS											
TIPO DE BOMBA	K ₁	K ₂	K ₃	C ₁	C ₂	C ₃	B ₁	B ₂	W _{s min} (kW)	W _{s max} (kW)	P _{max} (barg)
Reciprocante	3.9412	0.4170	0.09141	0.3120	0.6320	0.0560	1.80	1.51	0.01	280	1200
Rotatoria	3.6949	0.3590	0.05577	0.0231	0.7154	0.2615	1.80	1.51	0.01	140	350
Centrifuga	3.5793	0.3208	0.02850	0.1682	0.3477	0.4841	1.80	1.51	0.01	250	350

FACTORES DE MATERIAL PARA BOMBAS CON MOTORES ELÉCTRICOS						
TIPO DE BOMBA	F _M					
	Hierro Fundido	Acero Fundido	Aleación de Cu	S.S	Aleación de Ni	Ti
Reciprocante	1.00	1.40	1.30	1.90	3.50	5.70
Rotatoria	1.00	1.40	1.30	2.00	4.00	9.00
Centrifuga	1.00	1.80		2.40	5.00	

COSTO MODULAR BÁSICO $C_M^{\circ} = C_{Eq}^{\circ} \cdot F_{CM}^{\circ}$		
TIPO DE BOMBA	Presión base (barg)	Material base
Reciprocante	10.00	Hierro fundido
Rotatoria	10.00	Hierro fundido
Centrífuga	10.00	Hierro fundido

A.5 VENTILADORES CON MOTORES ELÉCTRICOS

$C_M = C_{Eq}^{\circ} \cdot F_{CM}$
$F_{CM} = B_1 + B_2 \cdot F_M \cdot F_P$
$F_P = C_1 + C_2 \cdot \ln(\Delta P) + C_3 \cdot (\ln(\Delta P))^2$ (BASADO EN EL ΔP (kPa) DEL VENTILADOR)
$\log(C_{Eq}^{\circ}) = K_1 + K_2 \cdot \log(A_k) + K_3 \cdot (\log(A_k))^2$
$A_k = \text{Flujo volumétrico estándar del gas, } F \text{ (std m}^3/\text{s)}$

COEFICIENTES PARA VENTILADORES CON MOTORES ELÉCTRICOS											
TIPO DE VENTILADOR	K_1	K_2	K_3	C_1	C_2	C_3	B_1	B_2	F_{min} (std m ³ /s)	F_{max} (std m ³ /s)	P_{max} (barg)
Ventilador centrífugo radial	3.3391	0.2140	0.2297	1.00	0.2174	0.00	0.00	2.20	1.0	250	1.0
Ventilador centrífugo curvo	3.1948	0.2280	0.2040	1.00	0.2164	0.00	0.00	2.20	1.0	450	1.0
Ventilador de tubo axial	2.6806	0.4837	0.1333	1.00	-	-	0.00	2.20	1.0	250	1.0
Ventilador de vena axial	2.9471	0.3302	0.1969	1.00	0.2164	0.00	0.00	2.20	1.0	150	1.0

FACTORES DE MATERIAL PARA VENTILADORES CON MOTORES ELÉCTRICOS				
TIPO DE VENTILADOR	F_M			
	Acero al carbón	Fibra de vidrio	Al	Aleación de Ni
Ventilador centrífugo radial	1.00	1.82	2.50	5.00
Ventilador centrífugo curvo	1.00	1.82	2.50	5.00
Ventilador de tubo axial	1.00	1.82	2.50	5.00
Ventilador de vena axial	1.00	1.82	2.50	5.00

COSTO MODULAR BÁSICO $C_M = C_{Eq} \cdot F_{CM}$		
TIPO DE VENTILADOR	Presión base ΔP (kPa)	Material base
Ventilador centrífugo radial	1.0	C.S
Ventilador centrífugo curvo	1.0	C.S
Ventilador de tubo axial	1.0	C.S
Ventilador de vena axial	1.0	C.S

A.6 COMPRESORES Y TURBINAS SIN MOTOR

$C_M = C_{Eq} \cdot F_{CM}$
$F_{CM} = B_1 + B_2 \cdot F_M \cdot F_P$
$\text{Log}(C_{Eq}) = K_1 + K_2 \cdot \text{Log}(A_k) + K_3 \cdot (\text{Log}(A_k))^2$
$A_k = \text{Potencia hidráulica, } W_f \text{ (kW)}$

COEFICIENTES PARA COMPRESORES Y TURBINAS SIN MOTOR								
TIPO DE COMPRESOR	K_1	K_2	K_3	B_1	B_2	F_P	$W_f \text{ min (kW)}$	$W_f \text{ max (kW)}$
Centrífugo	2.9945	0.9542	0.0000	0.00	2.50	1.0	50	8000
Axial	2.9945	0.9542	0.0000	0.00	3.50	1.0	50	8000
Rotatorio	3.5116	0.6009	0.0000	0.00	2.20	1.0	50	1100
Reciprocante	3.9945	0.9542	0.0000	0.00	2.90	1.0	50	8000

FACTORES DE MATERIAL PARA COMPRESORES Y TURBINAS SIN MOTOR			
TIPO DE COMPRESOR	F_M		
	C.S.	S.S.	Aleación de Ni
Centrifugo	1.00	2.52	5.20
Axial	1.00	2.51	5.14
Rotatorio	1.00	2.50	5.00
Reciprocante	1.00	2.52	5.17

COSTO MODULAR BÁSICO $C_M^\circ = C_{Eq}^\circ \cdot F_{CM}^\circ$		
TIPO DE COMPRESOR	Presión base	Material base
Centrifugo	Cualquiera	C.S.
Axial	Cualquiera	C.S.
Rotatorio	Cualquiera	C.S.
Reciprocante	Cualquiera	C.S.

A.7 MOTORES PARA COMPRESORES Y TURBINAS

$C_M = C_{Eq}^\circ \cdot F_{CM}$
$F_{CM} = B_1 + B_2 \cdot F_M \cdot F_P$
$\text{Log } C_{Eq}^\circ = K_1 + K_2 \cdot \text{Log}(A_k) + K_3 \cdot (\text{Log}(A_k))^2$
$A_k = \text{Potencia en el eje, } W_s \text{ (kW)}$

COEFICIENTES PARA MOTORES PARA COMPRESORES Y TURBINAS									
TIPO DE MOTOR	K ₁	K ₂	K ₃	F _P	F _M	B ₁	B ₂	W _{s min} (kW)	W _{s max} (kW)
Eléctrico-a prueba de explosión	2.3006	1.0947	-0.1016	1.0	1.0	0	1.5	3	6000
Eléctrico-totalmente cerrado	2.1774	1.0351	-0.0844	1.0	1.0	0	1.5	3	6000
Eléctrico-abierto/a prueba de goteo	2.1206	0.9545	-0.0661	1.0	1.0	0	1.5	3	6000
Turbina de gas	3.4171	0.6112	0.0000	1.0	1.0	0	3.5	10	15000
Turbina de vapor	3.7222	0.4401	0.0000	1.0	1.0	0	3.5	100	15000
Motor de combustión interna	2.6693	0.8074	0.0000	1.0	1.0	0	2	7	15000

COSTO MODULAR BÁSICO $C_M^{\circ} = C_{Eq}^{\circ} \cdot F_{CM}^{\circ}$		
TIPO DE MOTOR	Presión base	Material base
Eléctrico-a prueba de explosión	Cualquiera	Cualquiera
Eléctrico-totalmente cerrado	Cualquiera	Cualquiera
Eléctrico-abierto/a prueba de goteo	Cualquiera	Cualquiera
Turbina de gas	Cualquiera	Cualquiera
Turbina de vapor	Cualquiera	Cualquiera
Motor de combustión interna	Cualquiera	Cualquiera

A.8 EQUIPOS PARA LA RECUPERACIÓN DE ENERGÍA

$C_M = C_{Eq} \cdot F_{CM}$
$F_{CM} = B_1 + B_2 \cdot F_M \cdot F_P$
$\text{Log}(C_{Eq}) = K_1 + K_2 \cdot \text{Log}(A_k) + K_3 \cdot (\text{Log}(A_k))^2$
$A_k = \text{Potencia en el eje, } W_s \text{ (kW)}$

COEFICIENTES PARA MOTORES PARA EQUIPOS PARA LA RECUPERACIÓN DE ENERGÍA								
TIPO DE MAQUINARIA	K_1	K_2	K_3	F_P	B_1	B_2	$W_{S \min} \text{ (kW)}$	$W_{S \max} \text{ (kW)}$
Turbina axial de gas	3.5137	0.5888	0.0000	1.00	0.00	3.50	100	4000
Expansor radial de gas o líquido	3.1143	0.6923	0.0000	1.00	0.00	3.00	100	1500

FACTORES DE MATERIAL PARA EQUIPOS PARA LA RECUPERACIÓN DE ENERGÍA			
TIPO DE MAQUINARIA	F_M		
	C.S.	S.S.	Aleación de Ni
Turbina axial de gas	1.00	1.71	2.29
Expansor radial de gas o líquido	1.00	1.67	2.00

COSTO MODULAR BÁSICO $C_M^* = C_{Eq} \cdot F_{CM}^*$		
TIPO DE MAQUINARIA	Presión base	Material base
Turbina axial de gas	Cualquiera	C.S.
Expansor radial de gas o líquido	Cualquiera	C.S.

A.9 HORNOS Y CALENTADORES

$C_M = C_{Eq} \cdot F_{CM}$
$F_{CM} = B_1 + B_2 \cdot F_M \cdot F_P$
$F_P = C_1 + C_2 \cdot P + C_3 \cdot (P)^2$
$\text{Log}(C_{Eq}) = K_1 + K_2 \cdot \text{Log}(A_k) + K_3 \cdot (\text{Log}(A_k))^2$
$A_k = \text{Flujo de calor, Q (kW)}$

COEFICIENTES PARA HORNOS Y CALENTADORES POR COMBUSTIÓN											
TIPO DE CALENTADOR	K ₁	K ₂	K ₃	C ₁	C ₂	C ₃	B ₁	B ₂	Q _{min} (kW)	Q _{max} (kW)	P _{max} (barg)
Calentador de proceso reactivo - horno reformador	2.6379	0.8179	0.0000	0.9802	0.0016	0.0000	0	2.10	3000	150000	200
Calentador de proceso reactivo - horno de pirólisis	2.5689	0.8067	0.0000	0.9802	0.0016	0.0000	0	2.10	3000	150000	200
Calentador de proceso no-reactivo	2.5526	0.7962	0.0000	0.9601	0.0034	-6e-6	0	2.10	3000	150000	200
Calentador de fluido térmico-agua caliente	3.7038	0.1830	0.07876	1.00	0.00	0.00	0	2.20	100	20000	-
Calentador de fluido térmico-sales fundidas y aceite mineral	3.8391	0.2201	0.06490	1.00	0.00	0.00	0	2.20	100	20000	-
Calentador de fluido térmico-aceites a base de difenil	3.4549	0.5185	0.02081	1.00	0.00	0.00	0	2.20	100	20000	-
Caldera de vapor	2.1903	0.7644	0.0000	1.10	-0.025	0.001	0	1.80	120	20000	70

FACTORES DE MATERIAL PARA CALENTADORES POR COMBUSTIÓN Y HORNOS					
TIPO DE CALENTADOR	F _M			TIPO DE CALENTADOR	F _M
	Material de los tubos				
	C.S.	Aleación de Acero	S.S.		
Calentador de proceso reactivo-horno reformador	1.00	1.19	1.29	Calentador de fluido térmico-agua caliente	1.00
Calentador de proceso reactivo-horno de pirólisis	1.00	1.19	1.29	Calentador de fluido térmico-sales fundidas y aceite mineral	1.00
Calentador de proceso no-reactivo	1.00	1.19	1.29	Calentador de fluido térmico-aceites a base de difenil	1.00
TIPO DE CALENTADOR	F _M	FACTOR DE SOBRECALENTAMIENTO DEL VAPOR, FSH			
		T (°C)			
		0 (saturado)	50	100	150
Caldera de vapor	1.00	1.00	1.10	1.15	1.20
C _M =C _{Eq} * F _{CM} .F _{SH}					

COSTO MODULAR BÁSICO C _M °=C _{Eq} °·F _{CM} °		
TIPO DE CALENTADOR	Presión base (barg)	Material base
Calentador de proceso reactivo-horno reformador	10	C.S.
Calentador de proceso reactivo-horno de pirólisis	10	C.S.
Calentador de proceso no-reactivo	10	C.S.
Calentador de fluido térmico-agua caliente	Cualquiera	Cualquiera
Calentador de fluido térmico-sales fundidas y aceite mineral	Cualquiera	Cualquiera
Calentador de fluido térmico-aceites a base de difenil	Cualquiera	Cualquiera
Caldera de vapor	20	Cualquiera

A.10 VAPORIZADORES Y EVAPORADORES

$C_M = C_{Eq}^\circ \cdot F_{CM}$
$F_{CM} = B_1 + B_2 F_M F_P$
$\text{Log}(C_{Eq}^\circ) = K_1 + K_2 \text{Log}(A_k) + K_3 (\text{Log}(A_k))^2$
$A_k = \text{Volumen total del tanque, } V \text{ (m}^3\text{), para Vaporizadores}$
$A_k = \text{Area de transferencia de calor, } A \text{ (m}^2\text{), para Evaporadores}$

COEFICIENTES PARA VAPORIZADORES Y EVAPORADORES										
TIPO DE EQUIPO	K ₁	K ₂	K ₃	B ₁	B ₂	A _{min} (m ²)	A _{max} (m ²)	V _{min} (m ³)	V _{max} (m ³)	P _{max} (barg)
Evaporador de circulación forzada	5.0775	0.6990	0.0000	0	2.90	20	2000	-	-	150
Evaporador de película descendente	4.5429	0.5544	0.0000	0	2.30	30	300	-	-	150
Evaporador agitado (Tipo Scraped wall)	4.5429	0.5544	0.0000	0	2.30	2	20	-	-	150
Evaporador de tubos cortos	4.2470	0.5809	0.0000	0	2.90	30	300	-	-	150
Evaporador de tubos largos	4.3416	0.5161	0.0000	0	2.90	100	10000	-	-	150
Vaporizador-lanque con chaqueta	3.8620	0.2078	0.1901	0	2.70	-	-	1.0	100	320
Vaporizador-serpentin interno	4.0380	0.0914	0.2766	0	2.80	-	-	1.0	100	320
Vaporizador-lanque con chaqueta con serpentín interno	4.0380	0.0914	0.2766	0	2.90	-	-	1.0	100	320

FACTORES DE PRESIÓN PARA VAPORIZADORES Y EVAPORADORES											
TIPO DE EQUIPO	FP										
P (barg)	≤5	10	15	20	40	50	80	100	150	160	320
Evaporador de circulación forzada	1.00	1.00	1.05	1.10	1.17	1.20	1.26	1.30	1.50	-	-
Evaporador de película descendente	1.00	1.00	1.05	1.10	1.17	1.20	1.26	1.30	1.50	-	-
Evaporador agitado (Tipo Scraped wall)	1.00	1.00	1.05	1.10	1.17	1.20	1.26	1.30	1.50	-	-
Evaporador de tubos cortos	1.00	1.00	1.05	1.10	1.17	1.20	1.26	1.30	1.50	-	-
Evaporador de tubos largos	1.00	1.00	1.05	1.10	1.17	1.20	1.26	1.30	1.50	-	-
Vaporizador-lanque con chaqueta	1.00	1.40	1.60	2.00	3.00	-	4.30	-	-	6.50	13.00
Vaporizador-serpentin interno	1.00	1.40	1.60	2.00	3.00	-	4.30	-	-	6.50	13.00
Vaporizador-lanque con chaqueta con serpentín interno	1.00	1.40	1.60	2.00	3.00	-	4.30	-	-	6.50	13.00

FACTORES DE MATERIAL PARA VAPORIZADORES Y EVAPORADORES					
TIPO DE EQUIPO	F _M				
Material	C.S.	Aleación de Cu	S.S.	Aleación de Ni	Ti
Evaporador de circulación forzada	1.00	1.28	2.14	2.59	6.03
Evaporador de película descendente	1.00	1.30	2.43	3.00	7.39
Evaporador agitado (Tipo Scraped wall)	1.00	1.30	2.43	3.00	7.39
Evaporador de tubos cortos	1.00	1.28	2.14	2.59	6.03
Evaporador de tubos largos	1.00	1.28	2.14	2.59	6.03

TIPO DE EQUIPO	F _M									
Material	C.S.	Cu	Serpentines de S.S. recubiertos con vidrio	Serpentines de Ni recubiertos con vidrio	S.S.	Recubierto de S.S.	Aleación de Ni	Recubierto de Ni	Ti	Recubierto de Ti
Vaporizador-tanque con chaqueta	1.00	1.67	1.85	1.85	1.85	1.48	3.70	2.22	4.07	2.22
Vaporizador-serpentin interno	1.00	1.50	1.61	1.96	1.61	1.25	2.86	1.96	3.21	2.14
Vaporizador-tanque con chaqueta con serpentín interno	1.00	1.52	1.72	2.07	1.72	1.38	2.93	2.00	3.31	2.21

COSTO MODULAR BÁSICO $C_M^{\circ} = C_{Eq}^{\circ} \cdot F_{CM}^{\circ}$		
TIPO DE EQUIPO	Presión base (barg)	Material base
Evaporador de circulación forzada	≤ 10	C.S.
Evaporador de película descendente	≤ 10	C.S.
Evaporador agitado (Tipo Scraped wall)	≤ 10	C.S.
Evaporador de tubos cortos	≤ 10	C.S.
Evaporador de tubos largos	≤ 10	C.S.
Vaporizador-tanque con chaqueta	≤ 5	C.S.
Vaporizador-serpentin interno	≤ 5	C.S.
Vaporizador-tanque con chaqueta con serpentín interno	≤ 5	C.S.

Extraído del capítulo 5 del libro “Simulación y evaluación de procesos químicos. Herramientas básicas para la síntesis de procesos.” Carlos A. Henao, Universidad Pontificia Bolivariana, año 2005.