



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**ANALISIS DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR
EN EQUIPOS INDUSTRIALES EN OPERACION**

*SIN
AÑO DE ORIGEN*

**REYNALDO SANDOVAL GONZALEZ ✓
MARIANO NAVARRETE MARTINEZ ✓
MARCO ANTONIO C. MIRANDA RIVERA ✓**

2 parece en 1979



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA :

PRESIDENTE : ING. ALEJANDRO ANAYA DURAN.

VOCAL : ING. RUDI P. STIVALET CORRAL.

SECRETARIO : ING. ANTONIO VALIENTE BARDERAS.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA :

FACULTAD DE QUIMICA Y C.S.C.

SUSTENTANTES :

REYNALDO SANDOVAL GONZALEZ :



MARIANO NAVARRETE MARTINEZ :



MARCO ANTONIO C. MIRANDA RIVERA :



A nuestros Padres.

De quienes hemos recibido
el apoyo y el estímulo ne
cesarios para alcanzar es
ta meta.

A nuestros Hermanos.

AGRADECIMIENTOS.

Queremos hacer público nuestro agradecimiento al Ingeniero Rudi P. Stivalet por el gran interés mostrado, su ayuda y su constante estímulo durante el desarrollo del presente trabajo. Asimismo al Ingeniero Miguel González Campos por su valiosa colaboración en la obtención de los datos, y al Ingeniero José Luis Flores Luna por su ayuda para la evaluación de las propiedades.

INTRODUCCION.

Actualmente y desde hace muchos años, en la mayoría de los procesos ha surgido la necesidad de calentar o enfriar algún fluido para una finalidad determinada. Para efectuar esta --- transferencia de calor se han empleado cambiadores de calor - cuyo diseño desde el punto de vista teórico va a satisfacer - dicha necesidad.

El problema se presenta al tratar de determinar la geome-- tría y las dimensiones del equipo requerido para el intercambio de calor; para resolverlo han sido desarrollados un gran número de métodos de diseño, algunas de los cuales son de carácter totalmente empírico y otras empírico-teóricas; la elec-- ción del método depende básicamente del tiempo disponible, de la exactitud requerida, de los cálculos que se involucran y - de la información que se tiene.

Dentro del desarrollo de los métodos, tradicionalmente se ha incluido la evaluación de un coeficiente global de transfe-- rencia de calor que a su vez depende de los coeficientes inte-- rior y exterior de las tubas del cambiador. Para la evalua--- ción del coeficiente interior se tienen las suficientes datos experimentales que permiten obtener un valor rápido y con bas-- tante exactitud. En cambio, para la evaluación del coeficien-- te exterior, aunque se parte del mismo fundamento, cada méto-- do presenta diferencias específicas que dependen básicamente del análisis que se le da a la geometría exterior de las tu-- bas, como es tomar en cuenta el número de mamparas, número de pasas, filtraciones entre tubas y mamparas, filtraciones en-- tre mamparas y coraza, así como corrientes de recirculación - que provocan flujos muy irregulares complicando mucho el aná-- lisis teórico del coeficiente.

El presente trabajo es un análisis de los cuatro métodos - más usuales en el diseño de cambiadores de calor sin cambio - de fase. Para simplificar tiempo y trabajo en los cálculos se

se ha recurrido a los programas de computadora, los cuales, además, proporcionan una mayor exactitud.

Los métodos presentan la necesidad de manejar correlaciones lo suficientemente confiables para evaluar las propiedades termodinámicas de los fluidos, las cuales se han programado y comparado con datos experimentales, y que afectan en forma directa al coeficiente global de transferencia de calor. Debido a la información procedente de la industria los fluidos manejados son fracciones del petróleo y agua.

Normalmente los métodos se prueban en equipo de laboratorio, los cuales al ser llevadas a equipos industriales pierden exactitud, provocando en la mayoría de las casas un sobrediseño que garantice por lo menos el intercambio de calor especificado. Es por esta razón que se ha querido comparar con equipo industrial en operación.

En el presente estudio se han utilizado un número considerable de cambiadores que nos dé un criterio amplio para la elección de algún método y que a la vez nos proporcione cierta confiabilidad en un nuevo diseño.

INDICE.

I.- METODO DONOHUE.....	1
II.- METODO KERN.....	19
III.- METODO TINKER.....	33
IV.- METODO BELL.....	53
V.- EVALUACION DE PROPIEDADES.....	70
VI.- ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE COMPUTACION.....	75
VII.- ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	157
VIII.- BIBLIOGRAFIA.....	159

Este método (1) no es el más riguroso pero si uno de los más completos, ya que maneja en forma detallada al cambiador de calor con los dos flujos : dentro y fuera de las tubos.

Para describir el método es necesario ir escribiendo sus ecuaciones para comprender cada uno de los términos usadas y su importancia.

1.- Ecuación Básica.

Existe una ecuación básica para el diseño térmico, y es la relación que gobierna la transferencia de calor en los cambiadores :

$$q = U \cdot A \cdot \Delta t \quad (1.1)$$

Para relacionar la cantidad de fluido manejado, así como sus propiedades y temperaturas, tenemos la expresión :

$$q = W \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1) \quad (1.2)$$

2.- Diferencia de Temperaturas Efectiva.

Para conocer este valor, es necesario evaluar la diferencia de temperaturas media logarítmica :

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} \quad (1.3)$$

Δt_1 = diferencia de temperaturas de las fluidas en un extremo del cambiador (lado caliente).

Δt_2 = diferencia de temperaturas en el otro extremo del cambiador (lado frío).

En el caso de cambiadores con mamparas, que son los que ocupan el presente estudio, es necesario introducir un factor de corrección F que nos relacione el número de pasas por la

coraza y por los tubos, ya que el fluido en la coraza cambia constantemente de dirección.

a) un paso por la coraza y multipasas por los tubos:

$$F_{1,n} = \frac{\frac{\sqrt{R^2 + 1}}{R - 1} \ln \frac{1 - P}{1 - PR}}{\ln \frac{(2/P) - 1 - R + \sqrt{R^2 + 1}}{(2/P) - 1 - R - \sqrt{R^2 + 1}}} \quad (1.4)$$

b) dos pasos por la coraza y multipasas por los tubos:

$$F_{2,n} = \frac{\frac{\sqrt{R^2 + 1}}{2(R - 1)} \ln \frac{1 - P}{1 - PR}}{\ln \frac{(2/P) - 1 - R + (2/P) \sqrt{(1 - P) \cdot (1 - PR) + \sqrt{R^2 + 1}}}{(2/P) - 1 - R + (2/P) \sqrt{(1 - P) \cdot (1 - PR) - \sqrt{R^2 + 1}}}} \quad (1.5)$$

donde : $R = (T_1 - T_2) / (t_2 - t_1)$

$P = \text{eficiencia de temperaturas} = (t_2 - t_1) / (T_1 - t_1)$

$t_1 = \text{temperatura de entrada del fluido frío.}$

$t_2 = \text{temperatura de salida del fluido frío.}$

$T_1 = \text{temperatura de entrada del fluido caliente.}$

$T_2 = \text{temperatura de salida del fluido caliente.}$

Con el valor de F y Δt_m obtenemos la diferencia de temperaturas efectiva :

$$\Delta t = F \cdot \Delta t_m \quad (1.6)$$

3.- Area de Transferencia de Calor.-

El área de transferencia está dada por el área de todas las tubas que separan a las dos fluidas, y por convención, - ésta se toma como la superficie externa de las tubas. Se obtiene en la siguiente forma :

$$A = NTT \cdot LT \cdot DET \cdot \pi \quad (1.7)$$

NTT = No. TOTAL DE TUBOS.

4.- Coeficiente de Transferencia de Calor.

El calor que suministra el fluido caliente al frío tiene que tomar en cuenta cinco resistencias que son :

- a) R_O = resistencia del fluido que va por la coraza. ✓
- b) R_{DO} = resistencia por las incrustaciones en la parte externa del tubo.
- c) R_M = resistencia de la pared del tubo. ✓
- d) R_{DI} = resistencia por las incrustaciones en la parte interna del tubo.
- e) R_I = resistencia del fluido que va por las tubas. ✓

A partir de estas resistencias se obtiene la total :

$$R = R_O + R_{DO} + R_M \left(\frac{D}{D_M} \right) + R_{DI} \left(\frac{D}{D_I} \right) + R_I \left(\frac{D}{D_I} \right) \quad (1.8)$$

donde :

D = diámetro externo del tubo. (DET)

D_I = diámetro interno del tubo. (DIT)

D_M = diámetro medio logarítmico del tubo. $= (D - D_I) / \left(\ln \frac{D}{D_I} \right)$

De las cinco resistencias anteriores R_M no es de mucha importancia, ya que su contribución es mínima; los valores de R_{DO} y R_{DI} son importantes ya que afectan en forma fundamental la transferencia de calor, pero existe mucha incertidumbre en cuanto a su valor, ya que dependen del tipo de fluido, del pe

modo de tiempo razonable para su limpieza y de la diversa - naturaleza de las incrustaciones. Los mejores valores se han obtenido en forma experimental. Las otras dos resistencias - R_o y R_I dependen de las propiedades físicas del fluido y de su velocidad.

Conocido el valor de las resistencias podemos obtener el coeficiente global de transferencia de calor U de la siguiente manera :

$$U = 1 / R$$

y en función de las demás resistencias : (1.9)

$$1/U = 1/h_o + 1/h_{DO} + 1/h_M(D/D_M) + 1/h_{DI}(D/D_I) + 1/h_I(D/D_I)$$

donde :

h_o = coeficiente de transferencia de calor del fluido que -- circula por la coraza.

h_{DO} = coeficiente de transferencia de calor de la incrustación externa.

h_M = coeficiente de transferencia de calor de la pared del tubo.

h_{DI} = coeficiente para la incrustación interna.

h_I = coeficiente para el fluido que circula por dentro de -- las tubos.

5.- Resistencia de la pared del tubo.

Está dada por :

$$h_M = 1 / r_M = k_M / t \quad (1.10)$$

donde :

k_M = conductividad térmica del material del tubo.

t = espesor del tubo.

6.- Coeficiente de Transferencia de Calor. Lado de las Tubas.

La relación de Sieder y Tate, involucrando el coeficiente de transferencia, la masa velocidad, las propiedades físicas de los fluidos y el diámetro interno de las tubas se muestra en la fig. 1.1; en términos de grupos adimensionales. En esta gráfica se pueden apreciar las tres zonas de flujo: la primera para número de Reynolds hasta 2100. Las líneas paralelas están dadas por la ecuación:

$$\frac{hD_I}{k} = 1.86 \cdot \left[\left(\frac{D_I G_t}{\mu} \right) \left(\frac{C_p \mu}{k} \right) \left(\frac{D_I}{L} \right) \right]^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14} \quad (1.11)$$

Para aquellos casos en los que el número de Grashof es mayor de 25000, el valor del coeficiente se debe corregir debido al incremento en la transferencia de calor que se ocasiona por efectos de convección natural.

$$h_c = h \cdot (0.8) \cdot (1 + 0.015 Gr^{1/3}) \quad (1.12)$$

en la cual el número de Grashof está dado por :

$$Gr = \frac{(\beta \cdot \Delta t) \cdot (D_I^3 \rho^2 g)}{\mu^2}$$

Para valores del número de Reynolds mayores de 10000 se presenta el flujo turbulento, el cual está descrito -- por la ecuación :

$$\frac{hD_I}{k} = 0.027 \left(\frac{D_I G_t}{\mu} \right)^{0.8} \cdot \left(\frac{C_p \mu}{k} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14} \quad (1.13)$$

En la región de transición, donde el número de Reynolds va de 1200 a 10000, la relación no sigue una línea recta; para esta zona se propone la siguiente ecuación :

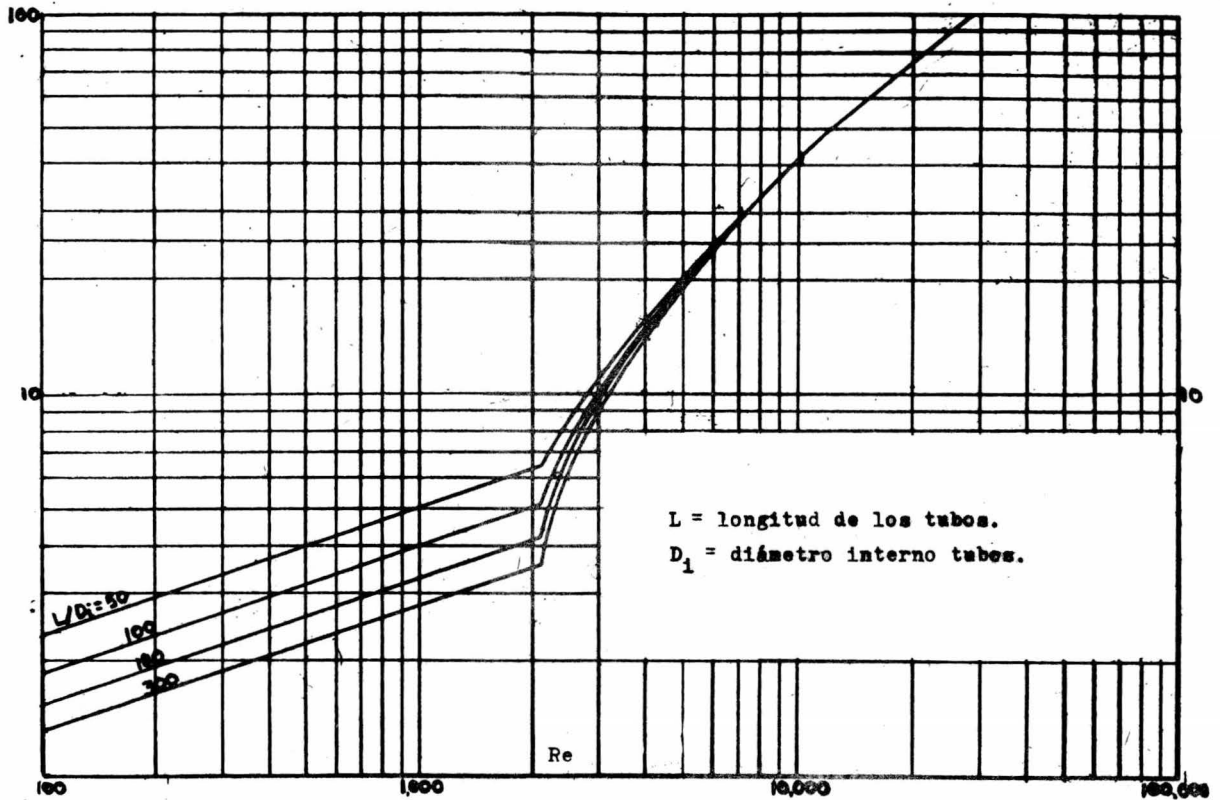


FIG.1.1 Coeficiente de transferencia de calor por dentro de los tubos.

(1.14)

$$\frac{h D_I}{k} = 0.027 \left(\frac{D_I G_t}{\mu} \right)^{0.8} \left(\frac{C_p \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14} \left(\frac{D_I}{L} \right)^{1/30}$$

donde :

h = coeficiente de transferencia de calor.

h_c = coeficiente corregido.

g = aceleración de la gravedad

G_t = masa velocidad dentro de las tubas

C_p = calor específico

L = longitud de las tubas

β = coeficiente de expansión térmica

ρ = densidad

μ = viscosidad a la temperatura promedio del fluido

μ_w = viscosidad a la temperatura de la pared

7.- Coeficiente de Transferencia de Calor. Lado de la Coraza.

Por el lado de la coraza se van a presentar fundamentalmente dos flujos : uno es el perpendicular al haz de tubas, ocasionado por la presencia alternada de las ventanas de las mamparas. El otro es el flujo paralelo a las tubas, a través del área abierta de la mampara.

En el primero de los flujos, es necesario conocer el área transversal que se basa en el concepto de área unitaria, definida como el área seccional perpendicular al haz de tubas, la cual encierra a un tubo dentro del patrón de espaciamiento. A continuación se muestran áreas unitarias para arreglos triangular y cuadrangular, en las figuras 1.2 y 1.3.

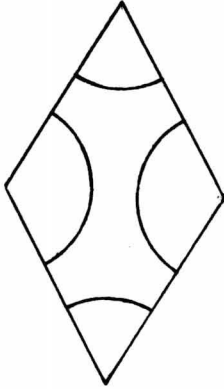


FIG.1.2 .- Area Unitaria,
arreglo triangular.

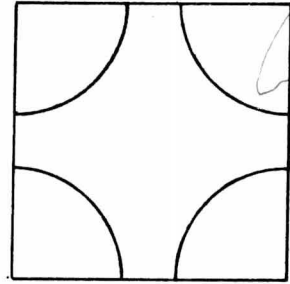


FIG.1.3 .- Area Unitaria,
arreglo cuadrangular.

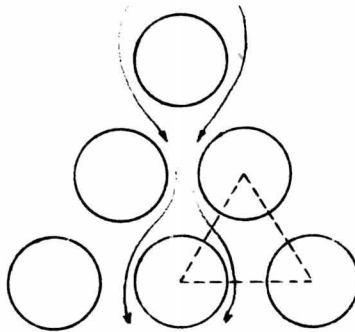


FIG.1.4 .- Arreglo triangular.

a) Arreglo triangular

$$\text{Area unitaria} = 0.866 P^2 = 1.35 D^2$$

$$\text{Superficie del tubo} = \pi D$$

$$\text{Superficie del tubo/Area unitaria} = 2.33/D$$

b) Arreglo Cuadrangular

$$\text{Area unitaria} = P^2 = 1.56 D^2$$

$$\text{Superficie del tubo} = \pi D$$

$$\text{Superficie del tubo/Area unitaria} = 2.02/D$$

donde:

P = pitch, distancia de centro a centro de tubos adyacentes.

También es necesario tomar en cuenta la dirección con respecto al arreglo de las tubas para poder conocer el área de flujo abierta mínima. Para el arreglo triangular existen -- dos posibilidades, en las figuras 1.4 y 1.5; en la primera de ellas el área de flujo abierta mínima está dada por $P-D$, y en la segunda por $2(P-D)$; para arreglo cuadrangular, - fig. 1.6, por $P-D$ y para arreglo cuadrangular rotado o diamante por $2(P-D)$, fig. 1.7.

En todas las casos se necesita conocer el número de hileras de tubas que son perpendiculares al flujo, ya que además de originar cambios en la trayectoria del fluido interviene en forma importante en la caída de presión.

Con las contribuciones anteriores se puede conocer el área perpendicular al flujo, pero primero se necesitan conocer otras variables tales como: número de espacios entre las tubas, la distancia ocupada por la hilera de tubas perpendiculares al flujo, el claro entre el haz de tubas y la coraza, el claro perpendicular al flujo, y el espaciamiento entre mamparas.

$$NET = (DOT - DET) / P \quad (1.15)$$

FIG. 1.5
arreglo triangular.

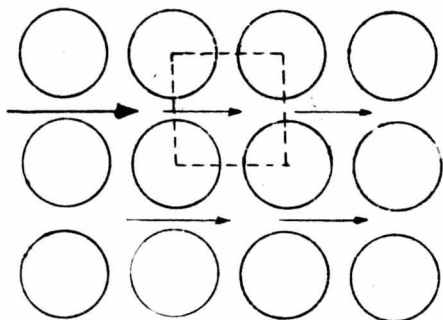
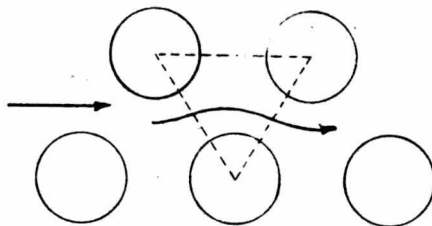
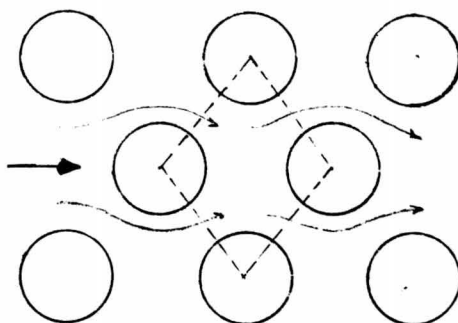


FIG. 1.6
arreglo cuadrangular.

FIG. 1.7
arreglo cuadrangular
rotado



$$DTP = (P \cdot NET) + DET \quad (1.16)$$

$$CD \approx DIS - DTP \quad (1.17)$$

Para el claro de flujo es necesario tomar en cuenta el tipo de arreglo; para las figuras 1.4 y 1.6

$$CLFL = DIS - (NET + 1) \cdot DET \quad (1.18)$$

y para las figuras 1.5 y 1.7.

$$CLFL = (NET \cdot A_{fm}) + CD \quad (1.19)$$

donde:

NET = espacias entre tubas.

DOT = diámetro de las tubas más externas.

DTP = distancia de la hilera de tubas perpendiculares al --
flujo.

CD = claro entre el haz de tubas y la coraza.

DIS = diámetro interno de la coraza.

CLFL = claro perpendicular al flujo.

Con todas estas variables se puede conocer el área perpendicular al flujo y la masa velocidad perpendicular.

$$AX = EB \cdot CLFL \quad (1.20)$$

$$G_c = W / AX \quad (1.21)$$

donde:

AX = área perpendicular al flujo.

EB = espaciamiento entre las mamparas.

W = gasto en masa del fluido por la coraza.

G_c = masa velocidad perpendicular.

Para el segundo tipo de flujo se necesita conocer el área abierta de la mampara dada por el corte segmental menos el \bar{a}

rea de las tubas dentro de él.

$$AFW = (\pi/4 \cdot DIS^2 - NTT \cdot \pi/4 \cdot DET^2) \cdot PCC \quad (1.22)$$

$$GB = W / AFW \quad (1.23)$$

donde:

AFW = área abierta de la mampara, ft²

PCC = por ciento de corte de la mampara.

GB = masa velocidad a través de la mampara.

Con todas las datos anteriores se puede calcular el coeficiente del lado de la coraza utilizando la ecuación de -- Sieder y Tate :

$$\frac{h D}{k} = 0.22 \left(\frac{D G_m}{\mu} \right)^{0.6} \left(\frac{C_p \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{u_{\infty}} \right)^{0.14} \quad (1.24)$$

donde:

$$G_m = \text{masa velocidad promedio} = (G_c G_B)^{1/2}$$

8.- Temperatura de la pared del tubo.

La temperatura de la pared está dada por:

$$T_w = \left[(R_{DI} + R_I) / R \right] \cdot \Delta T + T_t \quad (1.25)$$

También se puede conocer la caída de temperatura del fluido caliente al fluido frío mediante cada una de las resistencias al flujo de calor por medio de la siguiente expresión:

$$\Delta T_r = [r / R] \cdot (T_h - T_c) \quad (1.26)$$

donde:

- r = cualquier componente de la resistencia total.
 R = resistencia total.
 T_c = temperatura promedio del fluido frío.
 T_h = temperatura promedio del fluido caliente.
 T_t = temperatura promedio del fluido dentro de las tubas.
 T_w = temperatura de la pared del tubo.
 ΔT = diferencia de temperaturas efectiva.
 ΔT_r = caída de temperatura a través de r .

Para poder calcular R y R_I no se toma en cuenta la relación de viscosidades ya que lo que se pretende conocer es T_w y después obtener los valores de viscosidad en la pared.

9.- Caídas de Presión.

I.- Dentro de las Tubas.

Para poder evaluar la caída de presión, es necesario conocer el factor de fricción f que es función del número de Reynolds, fig. 1.8.

Para números de Reynolds de 2700 o menores, el factor de fricción se puede evaluar con la ecuación:

$$f_t = 16 \cdot \mu / (D_I \cdot G_t) \quad (1.27)$$

Para números de Reynolds de 4500 o mayores el factor de fricción está dado por:

$$f_t = 0.048 (\mu / D_I \cdot G_t)^{0.2} \quad (1.28)$$

Además del factor de fricción, es necesario conocer la longitud total que el fluido recorre dentro de las tubas, siendo la relación que nos la proporciona la siguiente:

$$LTCP = NP \cdot (LT + 72 D_I) \quad (1.29)$$

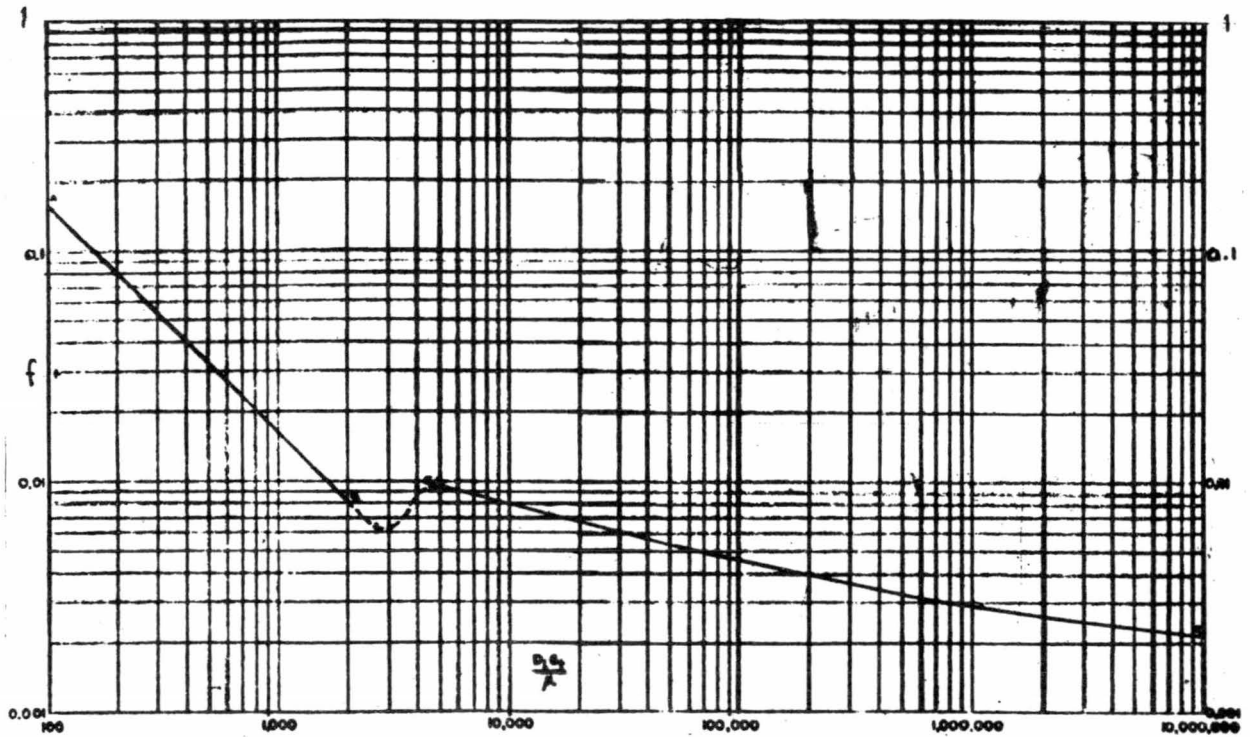


FIG.1.8 Factor de fricción para flujo dentro de los tubos.

donde:

LTCP = longitud total que el fluido recorre.

NP = número de pasas por las tubas.

LT = longitud total de las tubas.

Finalmente para la caída de presión tenemos la siguiente ecuación:

$$\Delta P_{\text{total}} = \frac{2 \cdot f_t \cdot \text{LTCP} \cdot G_t^2}{g \cdot D_T \cdot \rho \cdot 144} \quad (1.30)$$

donde:

ΔP_t = caída de presión por las tubas.

II .- Por la Caraza.

a) A través del corte de la mampara:

$$\Delta P_B = \frac{62.37 \cdot G_B^2 \cdot \text{NB} \cdot 3.76}{1.296 \cdot 10^{13} \cdot \rho} \quad (1.31)$$

donde:

NB = número de mamparas.

ΔP_B = caída de presión a través del corte de la mampara.

b) A través del banco de tubas:

Para esta contribución el factor de fricción también está en función del número de Reynolds, para la región viscosa aplica la siguiente expresión; fig. 1.9:

$$f_c = \frac{15}{\left(\frac{P-D}{D}\right) \left(\frac{D G_c}{\mu}\right)} \quad (1.32)$$

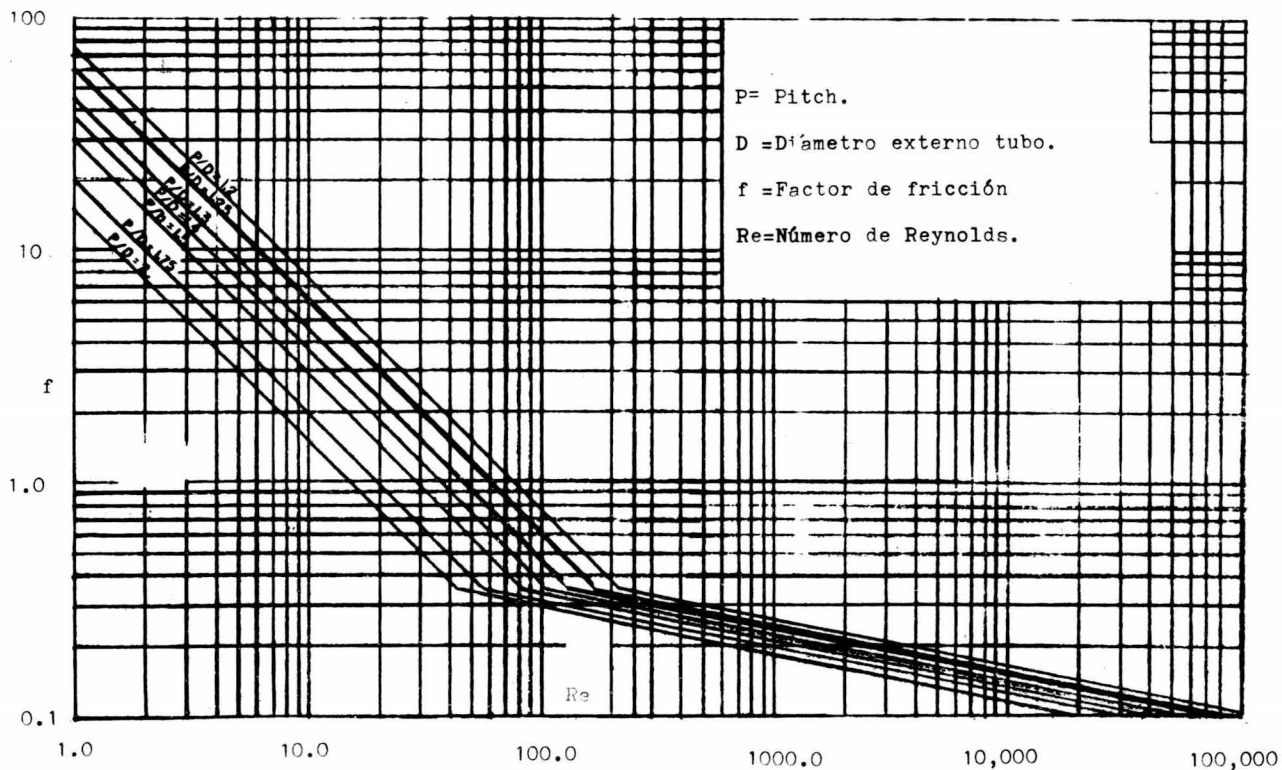


FIG.1.9 Factor de fricción para flujo por la coraza.

donde:

D = diámetro externo de las tubas.
 μ = viscosidad del fluido por la coraza.

Para la región de flujo turbulento se tiene la ecuación:

$$f_c = \frac{0.75}{\left(\frac{P-D}{D}\right)^{0.2} \left(\frac{D \cdot G_c}{\mu}\right)^{0.2}} \quad (1.33)$$

También es necesario conocer el número de hileras de tubas perpendiculares al flujo que se obtiene con la relación:

$$NHTC = \left[(DOT - D) / S_T \right] \cdot (1 - PCC) \quad (1.34)$$

donde:

$NHTC$ = número de hileras de tubas perpendiculares al flujo.
 S_T = espaciamiento entre hileras de tubas sobre la línea de flujo.

El valor de S_T depende del arreglo; para triangular vertical, fig. 1.4, es de $0.866P$, para cuadrangular, fig. 1.5, es de P , para triangular horizontal, fig. 1.6, es de $0.5P$ y para cuadrangular rotado o diamante, fig. 1.7 es de $0.7071P$.

Finalmente para la caída de presión tenemos la siguiente ecuación:

$$\Delta P_c = \frac{2 \cdot f_c \cdot NHTC \cdot G_c^2 \cdot NB}{g \cdot \rho \cdot 144} \quad (1.35)$$

donde:

ΔP_c = caída de presión a través del haz de tubos.

Para el caso de flujo turbulento es necesario considerar un factor del 20% de exceso en los valores de ΔP .

La caída de presión total por el lado de la coraza será la suma de las dos contribuciones :

$$\Delta P_{\text{total}} = \Delta P_c + \Delta P_B \quad (1.36)$$

II.- METODO KERN.

Este método (2,3) es el que se ha empleado con mayor frecuencia, debido a que presenta poco número de variables, sobre todo para el fluido que va por la coraza.

Una de las innovaciones que presenta el método es el hecho de evaluar las propiedades de los fluidos a una temperatura diferente a la media; a esta temperatura se le conoce con el nombre de Calórica. Se calcula de la siguiente manera:

$$T_c = T_2 + F_c \Delta T_h \quad (2.1)$$

$$t_c = t_1 + F_c \Delta T_c \quad (2.2)$$

donde:

- T_c = temperatura calórica del fluido caliente.
- t_c = temperatura calórica del fluido frío.
- T_2 = temperatura más baja del fluido caliente.
- t_1 = temperatura más alta del fluido frío.
- ΔT_h = diferencia de temperaturas del fluido caliente.
- ΔT_c = diferencia de temperaturas del fluido frío.
- F_c = factor calórico de corrección.

El valor de F_c se puede conocer a partir de la fig. 2.1, con los parámetros K_c y $\Delta T_c / \Delta T_h$. El parámetro K_c se evalúa con las propiedades de los fluidos ($^{\circ}$ API) y el rango de temperaturas; esto se indica en la fig. 2.2, tomándose el valor mayor de K_c porque va a ser el del fluido que controle la transferencia.

Evaluado F_c , se pueden conocer las temperaturas calóricas y las propiedades de los fluidos para evaluar la cantidad de calor total que se está transfiriendo en el equipo.

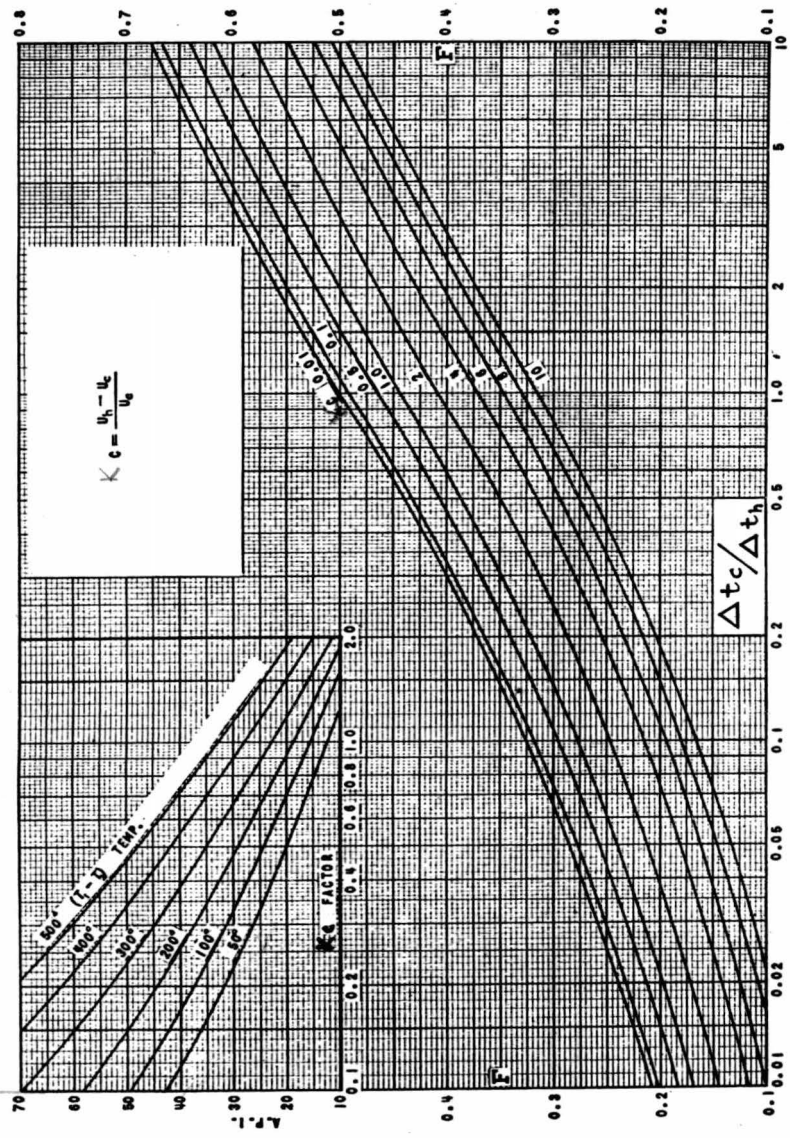


FIG. 2.1 .- Factor calórico de temperaturas F_c

La diferencia de temperaturas efectiva y el área de transferencia de calor se calculan de manera similar al método empleado por Donohue.

Para evaluar la resistencia total a la transferencia de calor, hay que tomar en cuenta los mismos factores que Donohue, solo que las relaciones de los diámetros que las afectan no son las mismas, y se tiene la siguiente expresión:

$$R = R_o + R_{DO} + R_M(D/D_I) + R_{DI} + R_I(D/D_I) \quad (2.3)$$

donde:

D = diámetro externo del tubo.

D_I = diámetro interno del tubo.

Conociendo el valor de R podemos conocer el coeficiente global de transferencia de calor U :

$$1/U = 1/h_o + 1/h_m(D/D_I) + 1/h_i(D/D_I) + R_{DI} + R_{DO} \quad (2.4)$$

donde:

h_o = coeficiente de transferencia del fluido que va por la coraza.

h_i = coeficiente para el fluido dentro de las tubas.

h_m = coeficiente de transferencia del material del tubo.

Para evaluar el coeficiente de transferencia de calor para el fluido que va por dentro de las tubas se utilizan las ecuaciones de Sieder y Tate introduciendo un nuevo parámetro llamado factor de Colburn J_{Ht} , fig. 2.3, que está en función del número de Reynolds y de la relación de longitud del tubo al diámetro L/D , con este factor se puede evaluar el coefi-

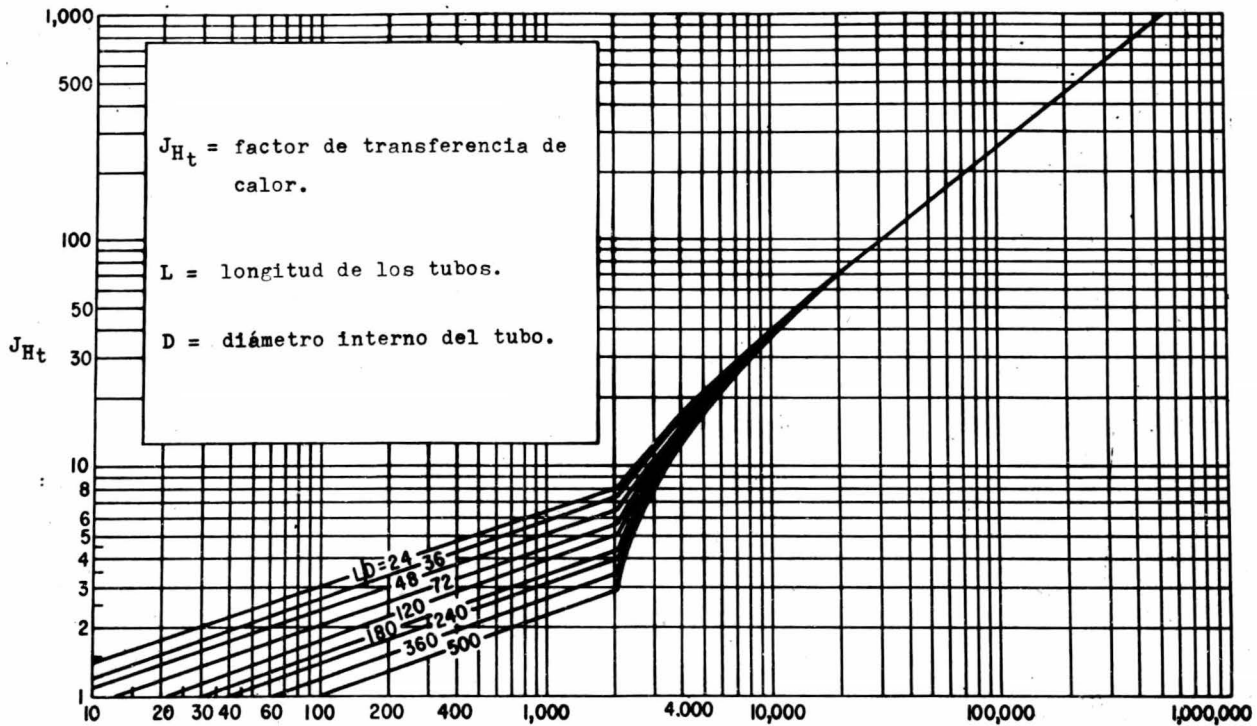


FIG.2.3.- Curva del factor de transferencia de calor por el lado de los tubos.

ciente de la siguiente manera:

$$\frac{h_{10}}{\Phi_1} = \left[J_{Ht} \cdot \frac{k}{D_I} \cdot \left(\frac{C_p \mu}{k} \right)^{1/3} \right] \left(\frac{D_I}{D} \right) \quad (2.5)$$

donde:

$$\Phi_1 = (\mu/\mu_w)^{0.14} = \text{factor de corrección para viscosidad por flujo no isotérmico.}$$

Para evaluar el coeficiente de transferencia para el fluido que circula por la coraza es necesario evaluar dos parámetros: el área de flujo y el diámetro equivalente, el cual depende del tipo de arreglo, fig. 2.4.

$$AFS = DIS \cdot CL \cdot EB / 144 \cdot P \quad (2.6)$$

donde:

- AFS = área de flujo por la coraza.
- DIS = diámetro interno de la coraza.
- CL = claro entre las tubas = P - D
- EB = espaciamiento entre las mamparas.

Kern recomienda para el espaciamiento entre mamparas que no exceda en distancia al valor del diámetro interno de la coraza como máximo, ni ser la quinta parte de su valor como mínimo.

Para el diámetro equivalente tenemos las siguientes expresiones:

a) Arreglo triangular:

$$DES = \left[4 \cdot (P/2 \cdot 0.866 P - \pi/8 \cdot D^2) \right] / \pi D/2 \quad (2.7)$$

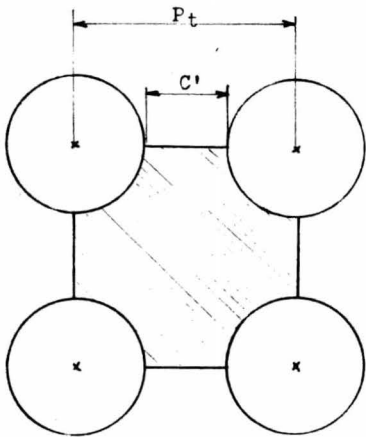


Fig. 2.4 diámetro equivalente
arreglo cuadrangular

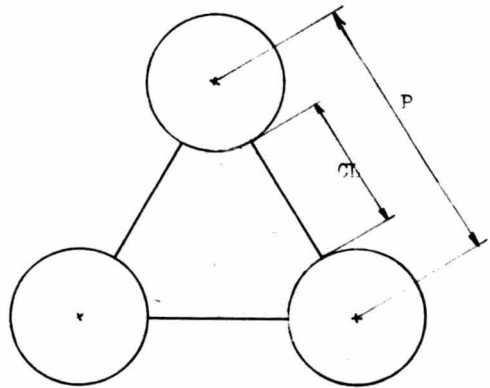


Fig. 2.4. Diámetro equivalente
arreglo triangular

b) Arreglo cuadrangular:

$$DES = \left[4 \cdot (P^2 - \pi/4 \cdot D^2) \right] / \pi D \quad (2.8)$$

donde:

DES = diámetro equivalente.

P = pitch.

Con estas dos parámetros se pueden evaluar la masa velocidad y el número de Reynolds por la coraza mediante las ecuaciones:

$$G_S = W / AFS \quad (2.9)$$

$$RES = DES \cdot G_S / \mu \quad (2.10)$$

donde:

G_S = masa velocidad por la coraza.

RES = número de Reynolds por la coraza.

Evaluado el número de Reynolds se puede encontrar el factor de Colburn J_{H_S} , fig. 2.5, siendo necesario conocer el porcentaje de corte de la mampara y el tipo de arreglo de las tubas.

Kern evalúa una ecuación para cambiadores de calor con mamparas de tipo segmentado del 25% (el valor más común):

$$J_{H_S} = 0.36 (RES)^{0.55} \quad (2.11)$$

Esta ecuación aplica en forma satisfactoria a equipos que manejan hidrocarburos, compuestos orgánicos, agua y soluciones acuosas, cuyo número de Reynolds se encuentra entre 2000 y 1,000,000.

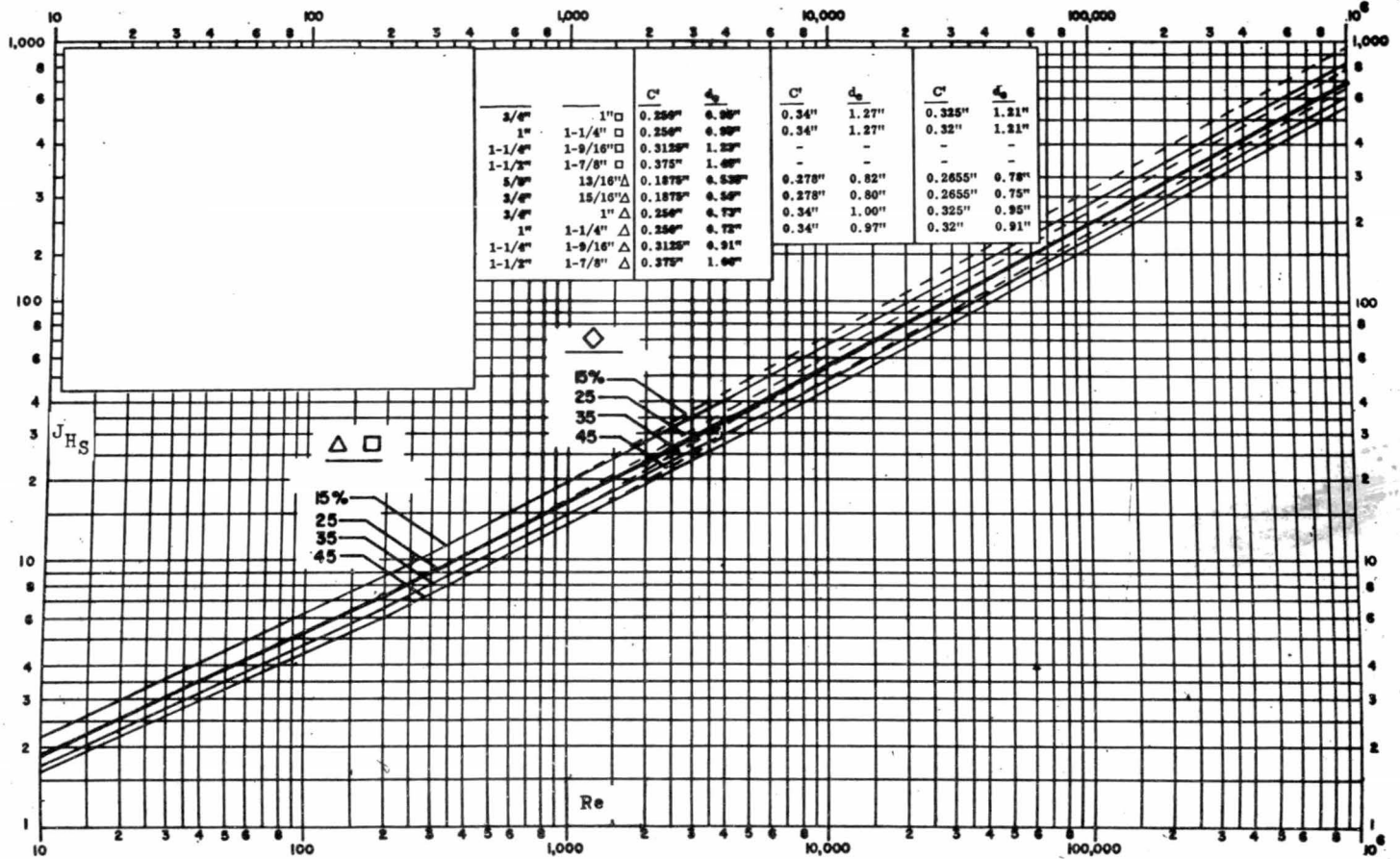


FIG.2.5.- Curva del factor de transferencia de calor por el lado de la coraza.

Con el factor de Colburn se puede conocer el coeficiente del lado de la coraza por medio de la expresión:

$$\frac{h_o}{\phi_o} = J_{HS} \left(\frac{C_p u}{k} \right)^{1/3} \cdot \frac{k}{DES} \quad (2.12)$$

donde:

$$\phi_o = (u'/u)_{0.14} \quad (2.13)$$

Con las dos relaciones anteriores para los coeficientes, se puede evaluar la temperatura a la pared:

$$t_w = t_c + \frac{h_o/\phi_o}{h_o/\phi_o + h_{i0}/\phi_i} (T_c - t_c) \quad (2.14)$$

donde:

t_w = temperatura a la pared.

Conocida la temperatura de la pared, se puede calcular la viscosidad en la pared de cada uno de los fluidos, y evaluar los factores ϕ_i y ϕ_o para hacer la corrección de los coeficientes.

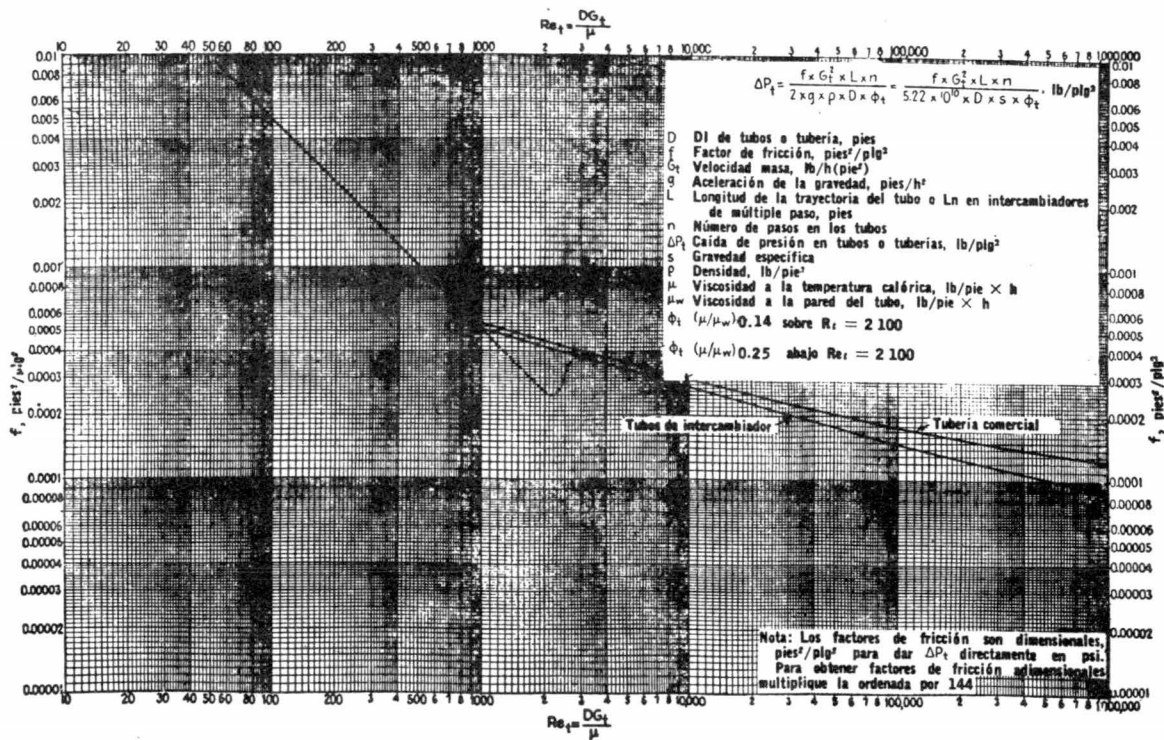
$$h_{i0} = (h_{io}/\phi_i) \cdot \phi_i \quad (2.15)$$

$$h_o = (h_o/\phi_o) \cdot \phi_o \quad (2.16)$$

CAIDAS DE PRESION.

a) Por el lado de las tubas.

Sieder y Tate hicieron una serie de correlaciones para obtener el factor de fricción f_t como una función del número de Reynolds, fig. 2.6, a partir del cual se puede conocer la caída de presión.



Factores de fricción, para lado de tubo. (Standards Exchanger Manufacturers Association, 2a. ed., New York, 1949)

FIG. 2.6

$$\Delta P_t = \frac{f_t \cdot G_t^2 \cdot L_T \cdot NP}{5.22 \cdot 10^{10} \cdot D_I \cdot \Phi_i \cdot S_g} \quad (2.17)$$

donde:

S_g = densidad relativa del fluido.

NP = número de pasas.

G_t = masa velocidad por las tubas.

ΔP_t = caída de presión por las tubas.

Existe una caída de presión adicional debida a los cambios de dirección o retornas, se encontró que está en función de la cabeza dinámica del fluido ($v^2/2g$), la cual a su vez es función de la masa velocidad, fig. 2.7 :

$$\Delta P_r = \left[4 \cdot NP / S_g \right] \cdot (v^2/2g) \quad (2.18)$$

donde:

v = velocidad del fluido por las tubas.

g = aceleración de la gravedad.

ΔP_r = caída de presión en las retornas.

La caída de presión total por las tubas está dada por la suma de las dos contribuciones:

$$\Delta P_{\text{total tubos}} = \Delta P_t + \Delta P_r \quad (2.19)$$

b) Por el lado de la coraza.

Por el lado de la coraza, el factor de fricción es función del número de Reynolds, del tipo de arreglo y del porcentaje de

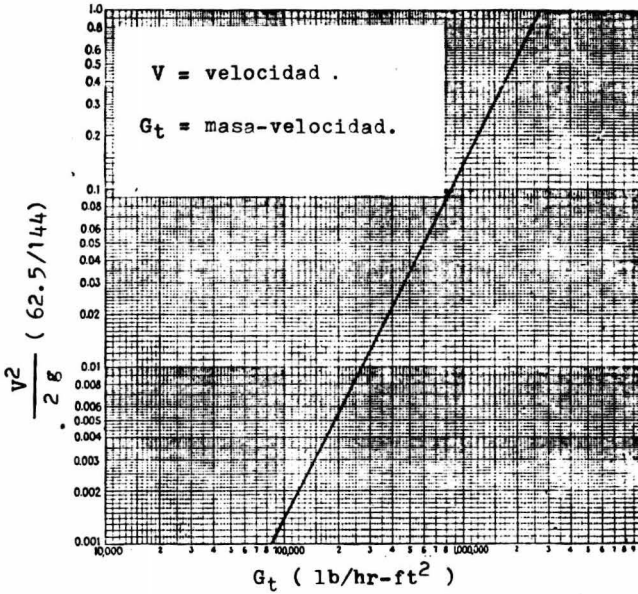


FIG. 2.7.- Caidas de presión por los retornos
 del lado de los tubos.

parte, fig. 2.8; mediante este factor, las propiedades del fluido y la geometría de la coraza podemos evaluar la caída de presión con la siguiente ecuación :

$$\Delta P_c = \frac{f_t \cdot G_s^2 \cdot DIS \cdot (N + 1)}{5.22 \cdot 10^{10} \cdot S_g \cdot DES \cdot \Phi_o} \quad (2.20)$$

donde:

$(N + 1)$ = número de cruces

ΔP_c = caída de presión por la coraza.

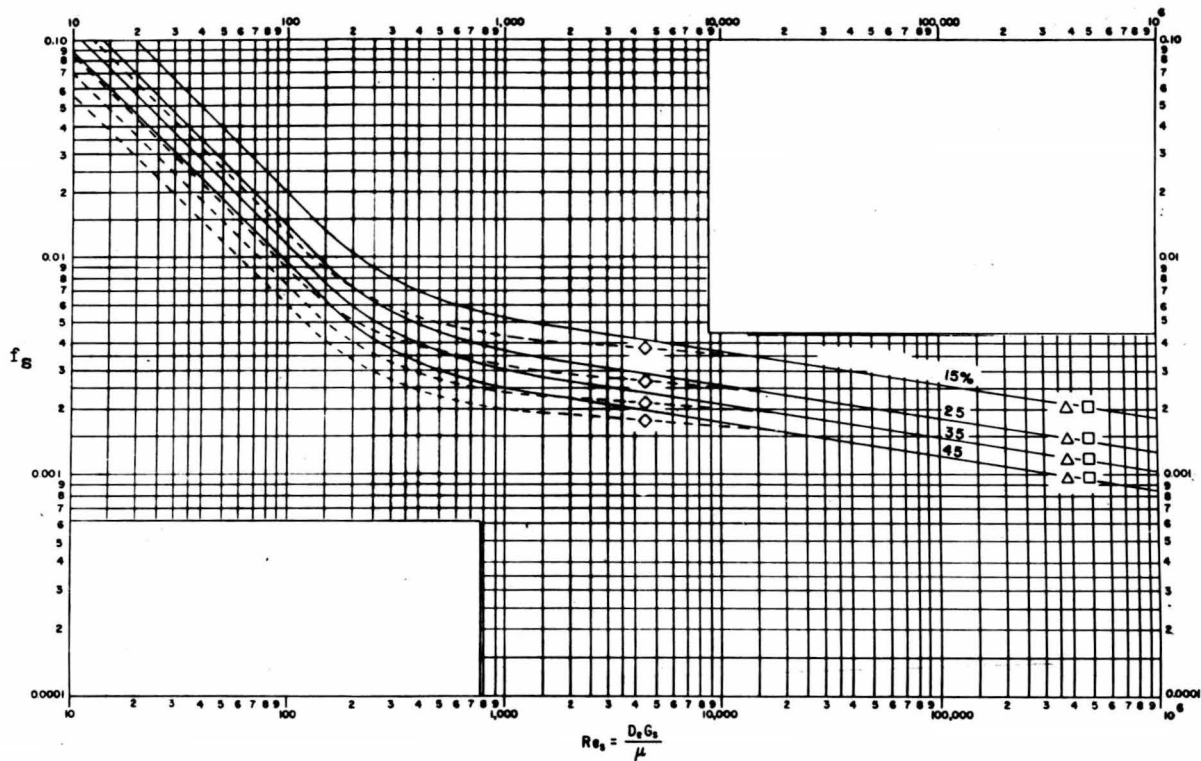


FIG.2.8.- Factor de fricción para el lado de la coraza.

III.- METODO TINKER.

Dentro del análisis de la transferencia de calor a nivel de equipos industriales nos encontramos con muchas dificultades para predecir la cantidad de calor que se puede intercambiar en un equipo dado, así como encontrar la geometría y las arreglos adecuados para obtener una mejor transferencia. Una de las principales causas de esta complejidad es la distribución de flujo que se presenta en cualquier equipo, principalmente cuando se emplean mamparas, las cuales tienden a mejorar la cantidad de calor que se transfiere. Esto provoca que el número de variables que intervienen sea bastante grande, y por consiguiente hace que el análisis puramente teórico sea imposible; o sea que es necesario basarse en una serie de datos experimentales sobre equipos que se encuentran en operación y obtener correlaciones que combinadas con el análisis teórico de los patrones de flujo den un resultado más exacto.

El método (4,5) se aboca al estudio de la cantidad de calor que se intercambia, tomando en cuenta las características y los patrones de flujo por el lado de la coraza cuando hay mamparas; analiza rigurosamente los efectos de las filtraciones que existen entre tubos y mamparas, entre mamparas y coraza, así como los efectos de las corrientes de recirculación.

Tinker, al igual que Bell, propone un acercamiento teórico-empírico como se mencionó anteriormente. En la parte teórica estudia la transferencia en bancas de tubos donde el flujo es totalmente transversal, como lo muestra la fig. 3.1.

El objeto de este tipo de análisis es conocer la cantidad de calor que se puede transferir con un área determinada y con una sección de flujo conocida.

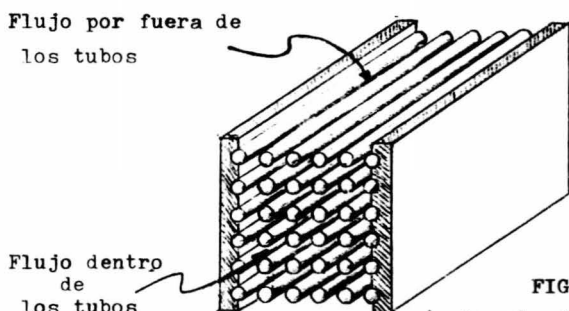


FIG.3.1 .- Flujo ideal a través de un banco de tubos.

De esta manera se puede conocer la cantidad de calor que se puede transferir en un equipo con flujo ideal, ya que no hay filtraciones ni recirculaciones.

A continuación se propone el análisis de los patrones de flujo, en el que se toman en cuenta las filtraciones y recirculaciones, y de esta manera obtener la fracción de la corriente que se mueve en flujo transversal, asociada con esta fracción de corriente tenemos un área transversal efectiva, misma que nos proporciona un número de Reynolds efectivo.

La parte empírica consiste en correlacionar éste número de Reynolds efectivo con el factor de transferencia J_H que predice un resultado congruente con la realidad.

El método está basado en una serie de premisas que representan en forma bastante exacta el comportamiento de los equipos sin necesidad de usar un modelo demasiado complejo. - Estas premisas son:

1) Las cantidades relativas de fluido que circulan por todas las caminas posibles, longitudinal y perpendicularmente al haz de tubos, en recirculación y por filtración, etc., están gobernadas por la geometría y claros del equipo, así como por el comportamiento hidráulico.

- 2) La fracción de fluido que pasa por el área de flujo transversal F_h se puede conocer con las dimensiones y arreglo del equipo.
- 3) La distancia que se recorre en flujo transversal entre -- centros de mamparas contiguas está dada por $(D_1 - H)$ diámetro interno de la coraza menos la altura de la ventana.
- 4) El gasto que pasa por la ventana es el mismo que el de - flujo transversal.
- 5) El efecto del flujo en la ventana sobre el coeficiente - de transferencia de calor se explica basando el valor del - coeficiente en la media geométrica de las velocidades en el área de la ventana y en el área de flujo transversal.

Una vez que hemos analizado el método en forma general, - profundizaremos en el cálculo del área efectiva y del coeficiente.

DISTRIBUCION DE FLUJO.

Como ya se mencionó anteriormente, las patrones de flujo que se presentan son bastante complejas. En este método Tinker propone cinco tipos de flujos:

- 1) Flujo transversal.- Es la parte de fluido que cruza en forma perpendicular al haz de tubos. Es el más importante ya que su magnitud determina la cantidad de calor transferida. Representado en el diagrama por la letra (B).
- 2) Flujo de orificio.- A este flujo contribuye el fluido que pasa por las espacias libres entre el hoyo de la mampara y el tubo. (A).
- 3) Flujo axial.- A este flujo contribuye la parte del fluido que se mueve en forma paralela al eje del cambiador, cruzando la ventana de la mampara. (W). Está formado en parte por el - flujo (B) y en parte por el flujo (A).

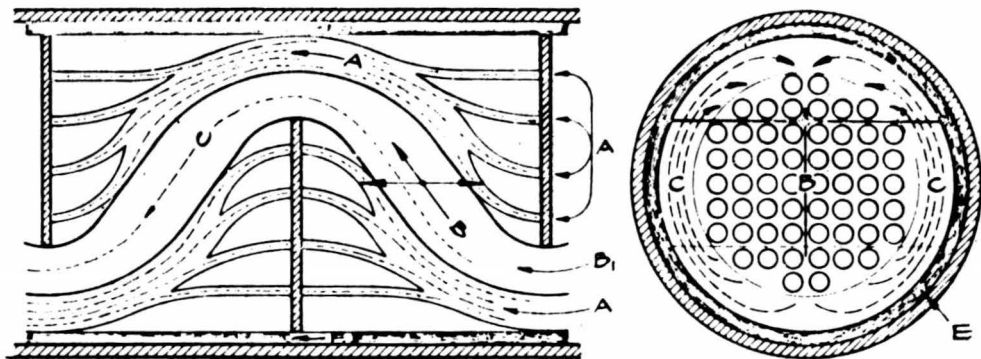


FIG. 3.2 .- Patrón de flujo , por el lado de la coraza .

4) *Corrientes de recirculación.*- Estas corrientes ocurren en el espacio que hay entre las tubas más externas del haz y la coraza. (C).

5) *Corrientes de filtración.*- Esta corriente la forma el fluido que pasa por el espacio libre entre la mampara y la coraza. (E).

Cálculo de la fracción de fluido en Flujo Transversal.

La fracción en flujo transversal está dada por:

$$F_h = \frac{Q_B}{Q_T} = \frac{Q_B}{Q_B + Q_C + Q_A + Q_E} \quad (3.1)$$

Para encontrar los valores de cada uno de estos gastos es necesario tomar en cuenta tanto la geometría del equipo (magnitud de las áreas de filtración y zonas de recirculación) - como el comportamiento hidráulico del fluido, es decir, que las magnitudes relativas de cada corriente deben ser tales que las caídas de presión sean las mismas entre dos puntos cualesquiera del equipo.

$$F_h = \frac{1}{1 + \frac{Q_C}{Q_B} + \frac{Q_A}{Q_B} + \frac{Q_E}{Q_B}} \quad (3.2)$$

$$F_h = \frac{1}{1 + \left(\frac{D_1}{P}\right)^{1/2} \left[\frac{Q_C P^{1/2}}{Q_B D_1^{1/2}} + \frac{Q_A P^{1/2}}{Q_B D_1^{1/2}} + \frac{Q_E P^{1/2}}{Q_B D_1^{1/2}} \right]} \quad (3.3)$$

definiendo el número de Rating: $N_h = \left[\frac{Q_C P^{1/2}}{Q_B D_1^{1/2}} + \frac{Q_A P^{1/2}}{Q_B D_1^{1/2}} + \frac{Q_E P^{1/2}}{Q_B D_1^{1/2}} \right]$

$$F_h = \frac{1}{1 + |N_h| \sqrt{s}} \quad \text{donde: } s = \frac{D_1}{P}$$

después de efectuar el análisis hidráulico, se determina el valor de N_h como sigue:

$$N_h = \frac{\Psi_1 (c_{14} - 1)^{3/2}}{c_{14}^{1/2}} + \frac{\Psi_2 c_{15}}{c_{14}^{3/2}} + \Psi_3 c_{16} c_{14}^{1/2} \quad (3.4)$$

donde:

$$c_{14} = D_1 / D_3$$

$$c_{15} = (d_1 - d_2) / d_2$$

$$c_{16} = (D_1 - D_2) / D_1$$

Los parámetros son grupos que dependen únicamente de la geometría del cambiador.

$$\Psi_1 = 1.26 \left[\frac{P}{P - d_2} \right]^{3/2} \quad (3.5)$$

$$\Psi_2 = \frac{0.82 c_3 D_1}{(P/d_2)^2 l_3} \left[\frac{P}{(P - d_2)} \right] \quad (3.6)$$

$$\Psi_3 = 1.48 \frac{D_1}{l_3} \left[1 - \frac{H}{D_1} \right] \left[\frac{P}{P - d_2} \right] \quad (3.7)$$

Para el caso en el que el arreglo es diferente del triangular, los valores de Ψ_1 , Ψ_2 y Ψ_3 se corrigen de acuerdo a la siguiente tabla:

	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_3
□	1.0	0.805	0.930
◇	0.707	0.687	0.800

conocida la fracción en flujo transversal, el área efectiva se puede calcular como :

$$A_{ef} = M A_x / F_h \quad (3.8)$$

donde el área A_x representa el flujo transversal promedio comprendida entre dos ventanas sucesivas.

$$A_x = C_A D_1 l_3 \quad (3.9)$$

$$C_A = \frac{C_4 P}{144 (P - d_2)} \quad (3.10)$$

C_4 es la fracción del DOT (diámetro que forman las tubas más externas del haz) que representa la anchura promedio del haz de tubas comprendido entre las ventanas de mamparas sucesivas.

M es un factor correctivo para obtener el área aprovechable - del flujo transversal. Para evaluarla, Tinker supone que el coeficiente de transferencia en la zona de la ventana varía - de acuerdo a la media geométrica de las velocidades en el área de flujo transversal, elevadas a la 0.6.

$$M = \left[\frac{1}{1 + \frac{0.704}{D_1} \left(\frac{1}{M_w^{0.6}} - 1 \right)} \right]^{1.67} \quad (3.11)$$

aquí M_w es el coeficiente para obtener la media geométrica - del área en la ventana y el área en flujo transversal:

$$A_w = \sqrt{(A_v A_s)} = \left[\sqrt{\left(\frac{A_v}{A_s} \right)} \right] A_s = M_w A_s \quad (3.12)$$

El área de flujo en la ventana está dada por:

$$A_w = 0.786 D_1^2 l_3 - 0.786 D_1^2 C_1 C_2 \frac{0.786 d_2^2}{C_{20} P^2} \quad (3.13)$$

el segundo término $\frac{0.786 d_2^2}{C_{20} P^2}$ representa la fracción del área unitaria en la que hay tubas.

C_{20} es una constante que depende del arreglo:

$$C_{20} = \begin{array}{ll} 1.0 & \text{cuadrangular} \\ 0.866 & \text{triangular} \end{array}$$

$$A_w = 0.786 D_1^2 l_3 \left(1 - \frac{C_1}{C_{20}} 0.786 d_2^2 / P^2 \right) \quad (3.14)$$

si definimos α :

$$\alpha = 1 - \left[\frac{C_1}{C_{20}} \frac{0.786 d_2^2}{P^2} \right] \quad (3.15)$$

representa la fracción del área unitaria en la que no hay tubos.

$$M_w = \left(\frac{A_w}{A_s} \right)^{1/4} = \left\{ \frac{0.786 C_2 D_1^3 \left[1 - \frac{0.786}{P} \left(\frac{d_2}{P} \right)^2 \right]}{144 C_2 D_1} \right\}^{1/4} \quad (3.16)$$

$$M_w = (C_2)^{1/4} \left[\frac{0.786 C_2 D_1^3 \alpha}{144 C_2 l_3} \right]^{1/4} \quad m = \left[\frac{0.786 C_2 D_1^3}{144 C_2 l_3} \right]^{1/4} \quad (3.17)$$

$$M_w = C_{14}^{0.5} m \quad (3.18)$$

conocidas todas las parámetros, el área efectiva es

$$A_{ef} = \frac{M A_x}{F_h} \quad (3.19)$$

con el área efectiva se calcula la masa velocidad efectiva:

$$G_e = W / A_{ef} \quad (3.20)$$

y el número de Reynolds será:

$$Re = 0.0344 d_2 G_e / \mu \quad (3.21)$$

Con el Reynolds efectivo se obtiene el factor de transferencia propuesto por Tinker en las gráficas respectivas, obteniéndose el coeficiente mediante la relación:

$$h_{0B} = 16.1 / d_2 (J P^1 \phi) \quad (3.22)$$

donde P' es el número de Prandtl modificado que propone Tinker :

$$P' = k (C_p \mu / k)^{1/3} \quad (3.23)$$

siendo ϕ el factor de corrección = $(\mu / \mu_w)^{0.14}$. (3.24)

Finalmente Tinker propone un factor de corrección por efecto de las zonas terminales, ya que cuando la longitud de esta zona es mayor que el espaciamiento entre mamparas, la turbulencia disminuye, siendo esta zona menos efectiva para la transferencia de calor. Supone que la masa velocidad es inversamente proporcional a la longitud de la zona y que -- el coeficiente de transferencia es proporcional a la masa - velocidad elevada a la 0.6.

$$E_B = \frac{k + (k - k_0) \left(\frac{h_0}{k - k_0} \right)^{0.6}}{k} \quad (3.25)$$

entonces :
$$h_0 = E_B h_{OB} \quad (3.26)$$

CAIDA DE PRESION

Tinker propone para la caída de presión por fricciones - debido al flujo transversal una ecuación del tipo de la de Fanning modificada:

$$\Delta P_f = 0.335 \frac{\rho}{P} \frac{N_f}{\phi} \frac{L}{D} \left(\frac{F_p h_0}{10^4} \right)^2 \quad (3.27)$$

donde F_p es la fracción del flujo total en flujo transversal para caída de presión. Analicemos como se obtiene esta fracción.

Para este desarrollo Tinker sigue los patrones de flujo

adoptadas para el coeficiente de transferencia de calor; sin embargo, en base a su experiencia, sugiere una modificación que toma en cuenta las incrustaciones y taponaciones que se presentan en todo cambiador, lo cual disminuye el área de flujo a un 80% del valor que tendría en condiciones estrictamente limpias, de manera que para efectos de caída de presión, el equipo se comporta como si el flujo transversal se incrementará $1/0.8 = 1.25$ veces. También supone que el efecto de taponación es tal que reduce casi en su totalidad el flujo de orificio (entre tubo y mampara) con lo cual la expresión para F_p será:

$$F_p = \frac{1}{0.80 + N_p \sqrt{S}} \quad (3.28)$$

ó bien

donde N_p es el número de Rating para caída de presión y está dado por la siguiente expresión:

$$N_p = 0.8 \Psi_1 \frac{(C_{14} - 1)^{0.5}}{C_{14}^{0.5}} + 0.8 \Psi_2 C_{16} C_{14}^{0.5} \quad (3.29)$$

De forma análoga para la caída de presión en la ventana de la mampara basándose en las "cabezas dinámicas" propone:

$$\Delta P_w = \frac{0.084 C_{12} N_p}{\rho \phi} \left(\frac{\text{lb/hr } F_w}{10^6 A_w} \right)^2 \quad (3.30)$$

La caída de presión dentro del equipo será la suma de ambas:

$$\Delta P = 0.335 C_{12} \frac{N_p}{\rho} \frac{f_2}{\phi} \left(\frac{F_w \text{ lb/hr}}{10^6 A_w} \right)^2 \left[1 + \frac{1}{32} \frac{f_2}{f_1} \left(\frac{A_2}{A_1} \right) \right]^2 \quad (3.31)$$

Para simplificar esta ecuación Tinker supone que las correcciones al factor de fricción en la zona de la ventana varían de acuerdo al número de Reynolds elevado a la 0.3.

$$f_0 = \frac{c_8}{4} \sigma \left(\frac{d_0(h_0/hr)F_0}{Z A_0} \right)^{-0.1} \quad (3.32)$$

$$f_1 = \frac{c_9}{4} \sigma \left(\frac{d_0(h_0/hr)F_1}{Z A_1} \right)^{-0.1} \quad (3.33)$$

$$\frac{f_1}{f_0} = \frac{c_{11}}{c_8} \left(\frac{A_0}{A_1} \right)^{-0.1} \quad (3.34)$$

sustituyendo tenemos :

$$\left[\frac{1}{Sc_1} \frac{f_1}{f_0} \left(\frac{A_1}{A_0} \right)^{0.1} \right] = \frac{c_{11}}{c_8} \frac{1}{Sc_1} \left(\frac{A_1}{A_0} \right)^{1.1} \quad (3.35)$$

además supone que la caída de presión en la zona de la ventana varía con la media geométrica de las velocidades en el área de flujo en la ventana y en el área de flujo transversal. Sustituyendo el área de la ventana por la media geométrica $\sqrt{A_X A_W}$ - tenemos:

$$\left[\right] = \frac{c_{12}}{c_8} \frac{1}{Sc_1} \left(\frac{A_1}{A_1^{1/2} A_0^{1/2}} \right)^{1.1} \quad (3.36)$$

$$= \frac{c_{12}}{c_8} \frac{1}{Sc_1} \left(\frac{A_1}{A_0} \right)^{0.65} \quad (3.37)$$

sustituyendo los valores de A_X y A_W en las ecuaciones tenemos:

$$\left[\right] = \frac{c_{12}}{c_8} \frac{1}{Sc_1} \left[\frac{144 c_p D_0 h}{0.788 c_p D_1^2 \left[1 - \frac{0.788}{c} \left(\frac{d_0}{F} \right)^2 \right]^2} \right]^{0.65} \quad (3.38)$$

donde c_{12} representa "las cabezas dinámicas" perdidas a través de la ventana. Basándose en las mediciones experimentales sobre varias tipos de mamparas, Tinker sugiere un valor de 2.0 para c_{12} . De igual forma para la constante c_8 que repre-

sentan las cabezas perdidas por flujo a través de las hileras de tubos, sugiere un valor de 0.6.

Tomando estos valores y reagrupando :

$$\left[\right] = \frac{1}{S C_{14}^{0.85}} \left[\frac{4.08}{C_x} \left(\frac{144 C_A 13}{C_2 D_1} \right)^{0.85} \right] \quad (3.39)$$

definiendo

$$y = \frac{4.08}{C_x} \left(\frac{144 C_A 13}{C_2 D_1} \right)^{0.85} \quad (3.40)$$

$$\text{si } Y = \frac{y}{C_{14}^{0.85}}$$

$$\left[\frac{1}{S C_x} \frac{f_w}{f_x} \left(\frac{A_x}{A_w} \right)^2 \right] = \frac{Y}{S} \quad (3.41)$$

sustituyendo en la ecuación de la caída de presión dentro del equipo tenemos :

$$\Delta P = 0.204 S \frac{N_p L}{\rho \phi} \left(\frac{V_p L_p}{N_p A_p} \right)^2 \left[1 + \frac{Y}{S} \right] \quad (3.42)$$

Finalmente la caída de presión en todo el equipo será la caída interior más las caídas en las boquillas :

$$\Delta P_{\text{total}} = \Delta P + \Delta P_{\text{boquillas}} \quad (3.43)$$

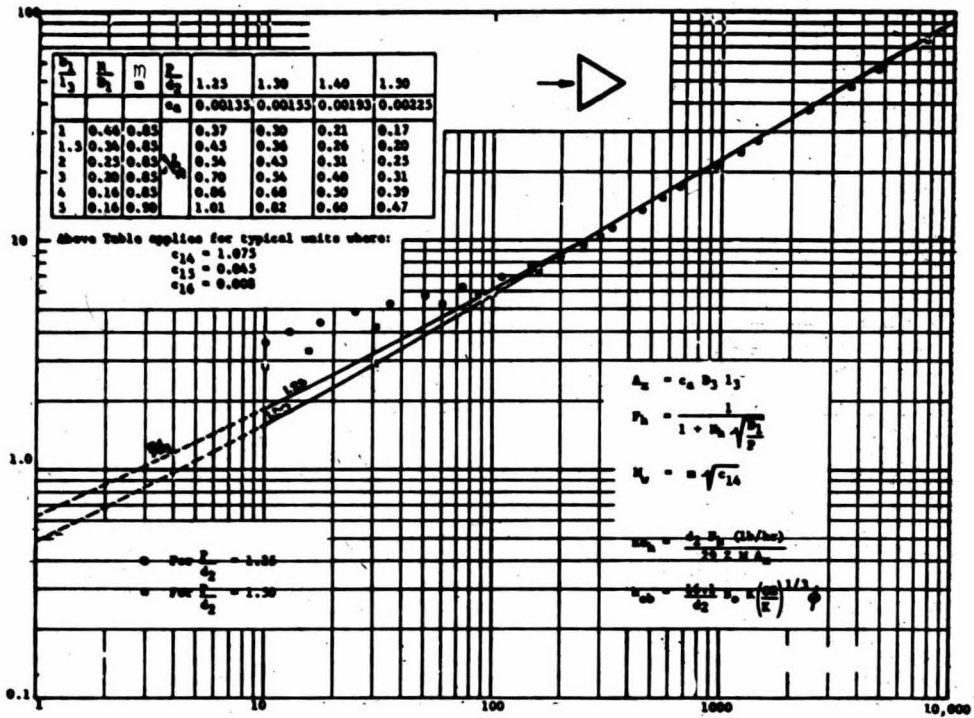


FIG. 3.3 .- Factor de transferencia de calor J_H

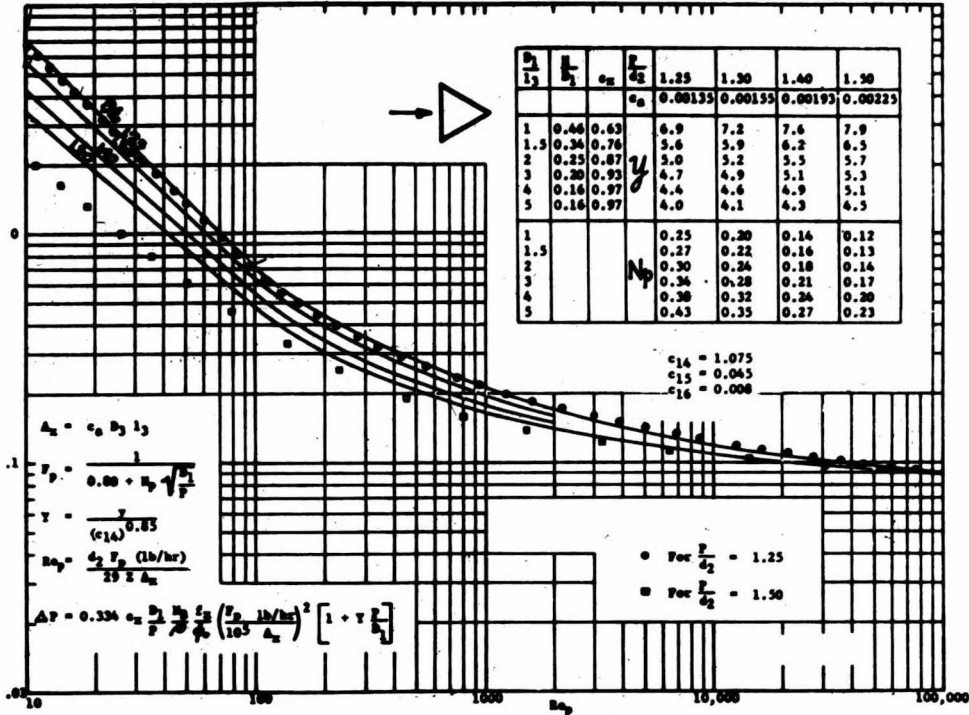


FIG. 3.4 .- Factor de fricción f_x

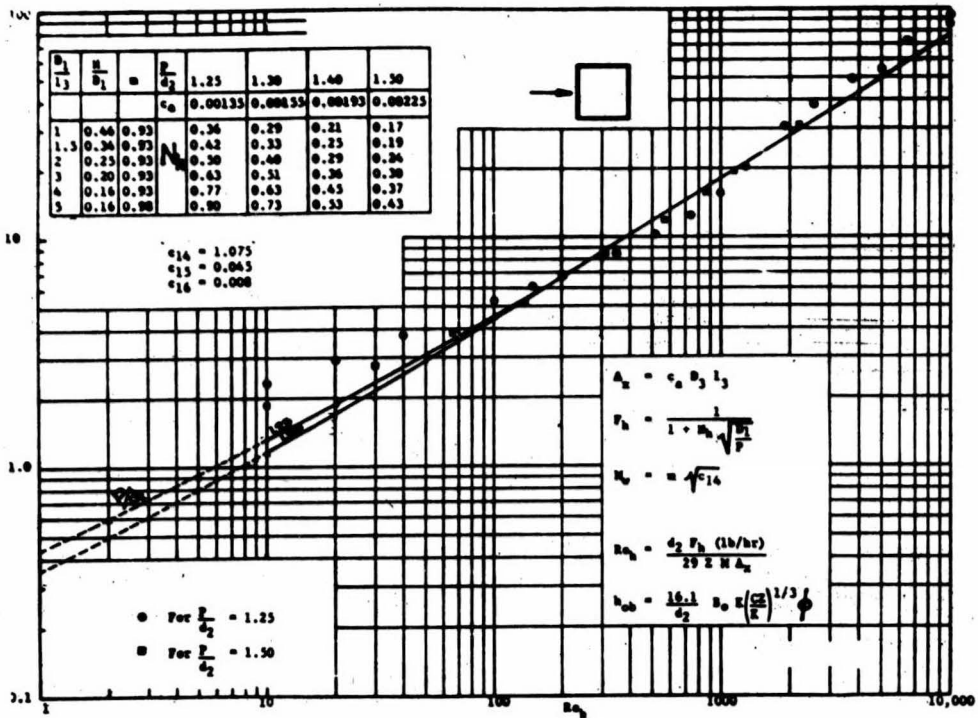


FIG. 3.5 .- Factor de transferencia de calor J_H

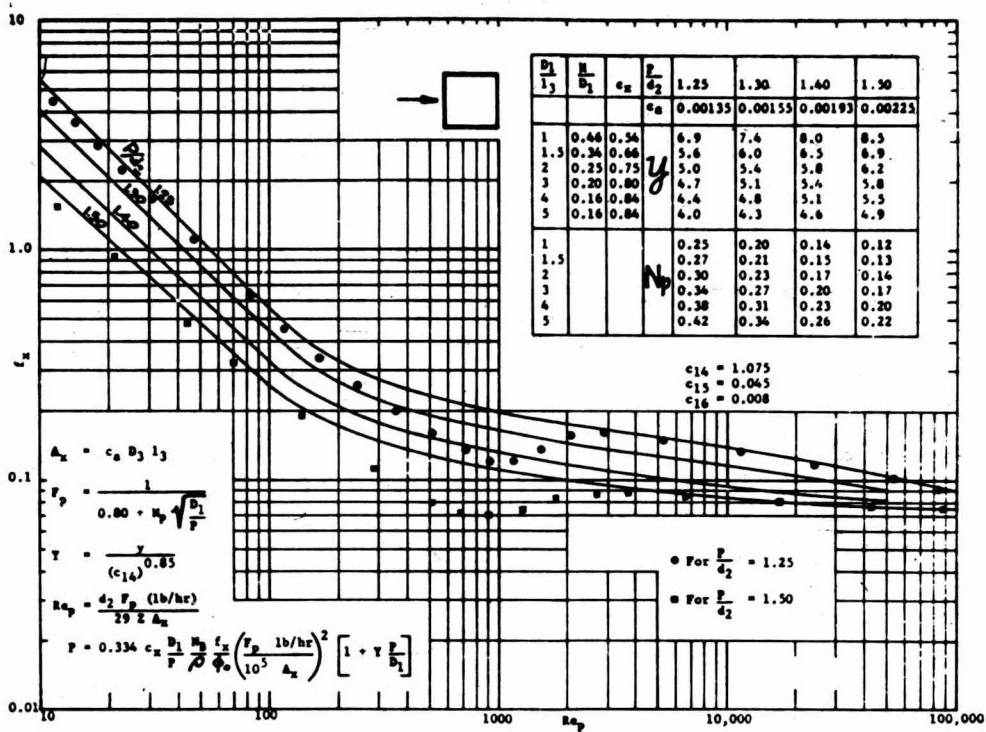


FIG. 3.6 .- Factor de fricción f_x

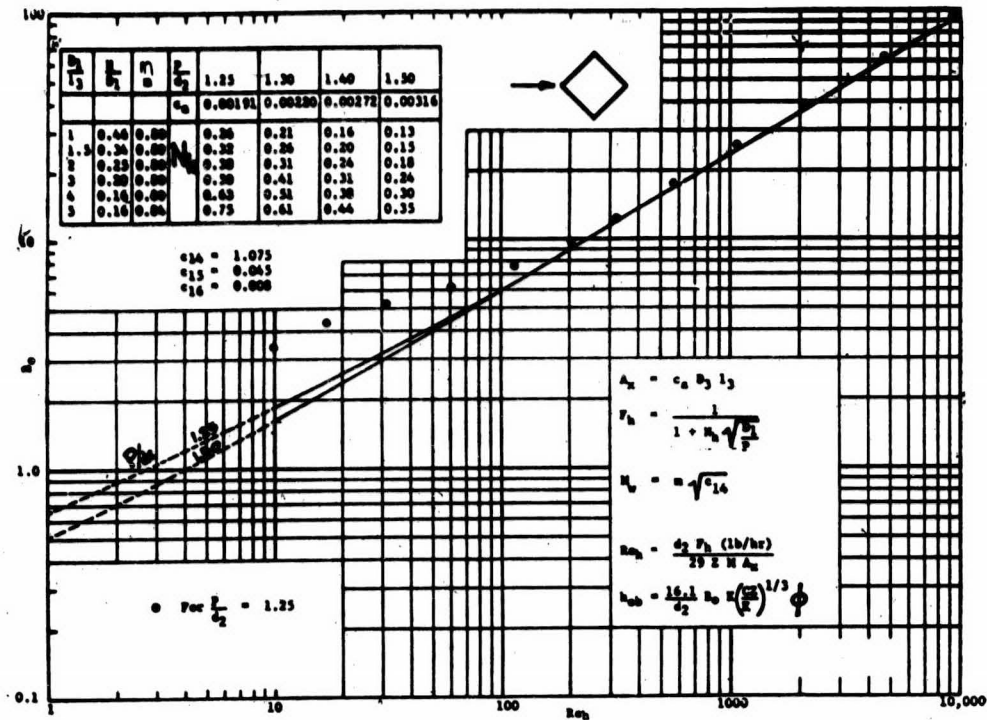


FIG. 3.7 .- Factor de transferencia de calor J_H

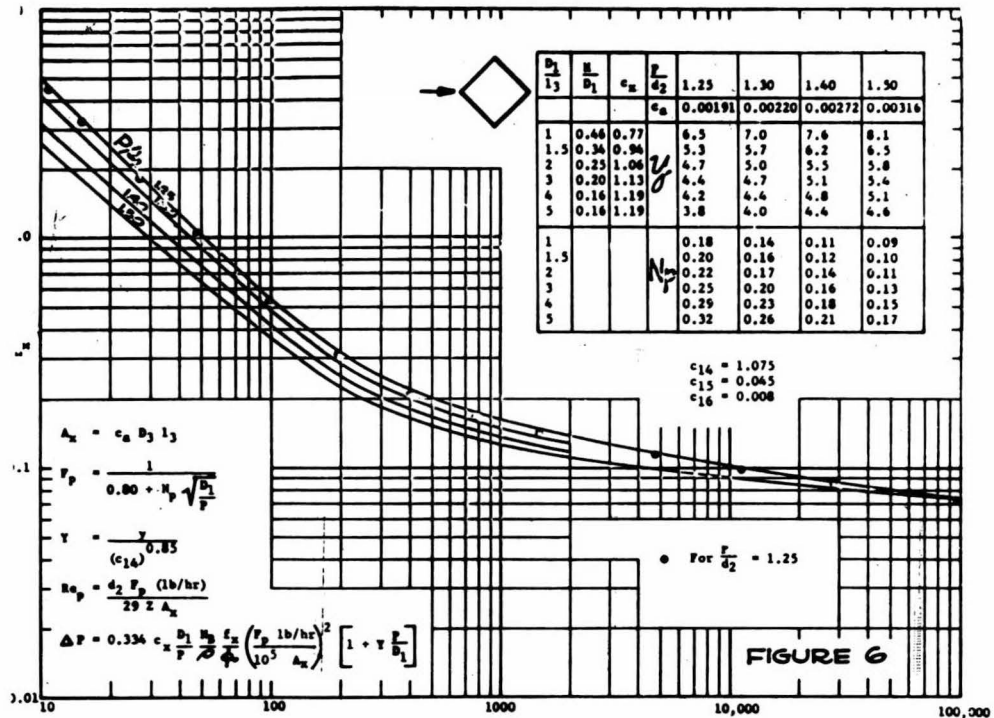


FIG. 3.8 .- Factor de fricción f_x

- C = constante definida por C_{20} / C_1 .
 C_1 = fracción aproximada de los tubos teóricos dentro del arreglo.
 C_2 = fracción de la mampara que forma la ventana.
 C_3 = fracción de la mampara que constituye el obstáculo.
 C_x = constante para hileras en flujo transversal.
 d_1 = diámetro del hoyo del bafle.
 d_2 = diámetro externo tubos.
 D_1 = diámetro interno de la coraza.
 D_2 = diámetro de la mampara.
 D_3 = diámetro del haz de tubos.
 E_B = factor de eficiencia por zonas terminales.
 f_x = factor de fricción para flujo transversal.
 f_w = factor de fricción en la zona de la ventana.
 H = altura de la ventana.
 J_H = factor de transferencia de calor.
 k = conductividad térmica.
 l_1 = longitud total de los tubos.
 l_2 = longitud total de tubos entre mamparas.
 l_3 = espaciamiento entre mamparas.
 N_B = número de mamparas.
 P = pitch.
 Q = flujo volumétrico.

w = flujo en masa.

ρ = densidad del fluido.

μ = viscosidad a la temperatura media.

μ_w = viscosidad a la temperatura de la pared.

IV.- METODO BELL.

Este método es considerado actualmente como uno de los más rigurosas, y está basado en la interpretación y análisis de una gran cantidad de datos experimentales. (6,7).

Como es sabido, los patrones de flujo y los perfiles de temperatura en la coraza son bastante complejas. La presencia de corrientes alternadas y de recirculación afectan las velocidades locales en el cambiador, decreciendo los coeficientes de transferencia de calor locales. Algunas de las corrientes que más se presentan son :

- a) flujo transversal o perpendicular al haz de tubos.
- b) filtraciones a través del claro entre los tubos y la mampara.
- c) filtraciones a través del claro entre la mampara y la coraza.
- d) corrientes de recirculación entre los tubos más externos y la coraza.

Un buen diseño requiere del conocimiento de las resistencias de estas corrientes.

Hay dos formas de atacar el manejo práctico del diseño :

- 1.- Por medio del análisis dimensional.- La velocidad de transferencia de calor y la caída de presión se relacionan empíricamente por medio de grupos adimensionales que involucran las características del fluido y la geometría de la coraza, como el arreglo, diámetro del tubo, espaciamiento entre mamparas, etc., y un análisis completo requeriría gran cantidad de datos que sería difícil manejar.

- 2.- La segunda forma intenta establecer la naturaleza de los mecanismos físicos que existen en el cambiador para evaluar su efecto sobre los coeficientes de transferencia de calor y de caída de presión.

Esta última forma tiene dos ventajas sobre la primera : requiere menos datos y hay mayor confiabilidad para nuevos diseños. Por otra parte nos da un criterio amplio acerca de los procesos que controlan y cómo combinarlos.

En el presente estudio se trabajan ambos métodos, es decir, combinando los mecanismos que se presentan para sugerir la correlación de los grupos adimensionales.

FLUJO A TRAVES DE HACES DE TUBOS.

Primero se examinó el flujo normal a haces de tubos rectangulares, encontrándose que para flujo a régimen turbulento había gran cantidad de datos reportados y varias correlaciones propuestas. Eran bastante satisfactorias las datos publicadas por Pierson, Hoge y Grimison para números de Reynolds de 4,000 a 40,000. En la región de transición y laminar había pocas datos publicadas. Usando siete modelos diferentes de haces de tubos se estudiaron los factores de fricción f y los factores j para números de Reynolds de 1 a 10,000. En la figura 4-1 se tienen las datos obtenidos. El número de Reynolds está definido en base al diámetro del tubo y la velocidad a través del área de flujo transversal mínima en el banco de tubos. Es interesante hacer notar lo siguiente. A números de Reynolds bajo, la pendiente de la curva de factor de fricción es -1 y la del factor j es $-2/3$, esto nos permite hacer extrapolaciones a números de Reynolds más bajos. En la región de transición, las bancas de tubos con rotación presentan curvas continuas decrecientes al aumentar el número de Reynolds, mientras que las bancas de tubos en línea presentan un mínimo en ambas curvas. Los experimentos mostraron que para las bancas de tubos giradas la turbulencia comienza desde las primeras hileras de tubos al aumentar el Reynolds, incrementándose a lo largo del banco de tubos, hasta encontrarse totalmente a régimen turbulento. Los bancos de tubos en línea exhiben otro comportamiento, parecido al de tubos de pared rugosa, definiendo más la transición de régimen laminar a turbulento. Esto corresponde a la región de pendiente positiva para las dos curvas.

FIG. 4.1

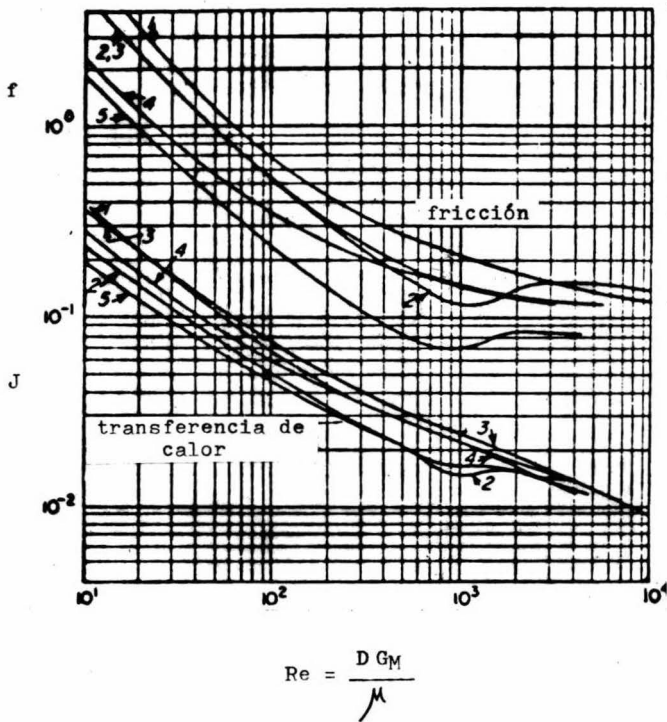


Fig. 4.1 .- Factor de transferencia de calor J y factor de fricción f para siete haces de tubos ideales, a régimen laminar, de transición y turbulento.

Existen datos de varias fuentes que indican que f (a régimen de transición y turbulento) y j (a todo régimen) son dependientes del número de hileras de tubos en la dirección del flujo. A régimen laminar j es proporcional a N_e^{-n} , -- donde $n=0.18$ para datos limitados. Esto se atribuye a la presencia de un gradiente de temperatura adverso que no es completamente disipado por efectos de expansión-contracción de mezclado inducido. Este efecto es importante en el diseño de unidades con mamparas. A régimen turbulento f y j varían marcadamente con N_e para pocas hileras de tubos y se hacen idénticas a valores asintóticos para N_e aproximadamente igual a 6; el valor medio de f y j para bancas de 7 ó -- más hileras están dentro del 10 % del valor asintótico. Una explicación a este efecto es que se requieren pocas hileras de tubos para que se desarrolle la turbulencia completa. Esta es una característica de operación de cambiadores con -- mamparas. El número de hileras de tubos tiene mayor efecto sobre j a régimen laminar y es de bastante consideración a régimen turbulento.

Si hay algún espaciamiento entre las tubos más externas y la pared, una fracción de flujo considerable estará recirculando, reduciéndose la transferencia de calor y la caída de presión. Esta recirculación afecta grandemente a régimen laminar. Se tienen algunas datos experimentales, para los cuales una relación simple que los representa es :

$$\left. \begin{aligned} \Psi_{\Delta P} &= \frac{\Delta P_{PP}}{\Delta P_P} \\ \Psi_h &= \frac{h_{PP}}{h_P} \end{aligned} \right\} = e^{-\alpha F_{PP}} \quad (4.1)$$

ΔP_{PP} = caída de presión para flujo transversal y corrección por recirculación, sin filtración.

ΔP_P = caída de presión para la sección de flujo transversal sin recirculación o filtración.

h_P = coeficiente de transferencia de calor para flujo -- transversal, sin recirculación o filtración.

h_{PP} = coeficiente de transferencia de calor global con co--

recirculación por recirculación, sin filtración.

α = constante dada por la siguiente tabla :

	laminar	turbulento
$\alpha_{\Delta P}$	4.5	3.8
α_h	1.25	1.25

fracción del área mínima de flujo transversal que está en recirculación.

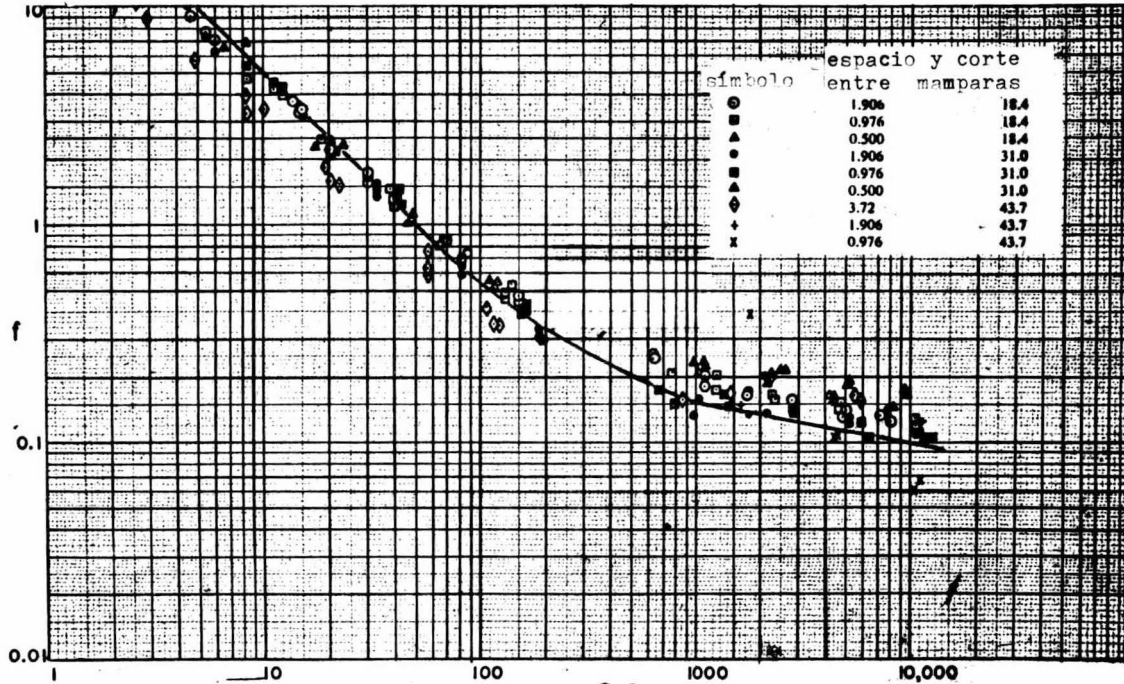
CAMBIADORES SIN FILTRACION EN LAS MAMPARAS.

Se estudiaron cambiadores cilíndricos con mamparas en las que las filtraciones fueron eliminadas por técnica experimental y de diseño. Las corrientes de recirculación se minimizaron. Los espaciadores de mamparas se colocaron en las áreas de recirculación más abiertas. Datos posteriores sugirieron que esta área fraccional F_{BP} , de un valor aproximado de 0.05, introducen errores que deben ser tomados en cuenta al analizar e interpretar los datos.

En el mecanismo que se propone se considera al cambiador como una serie de haces de tubos ideal, cuyo comportamiento es bastante conocido. La influencia de las áreas abiertas que se le presentan al flujo se estudió como una función de el espaciamiento entre mamparas y el corte de las mismas.

Brown empleó el modelo 9 cuyas características se dan en la tabla 4-1, con diferentes espaciamientos entre mamparas y diversos cortes, con números de Reynolds de 600 a 14,000 para determinar la caída de presión. En la figura 4-2 se dan los datos experimentales. La línea continua es la del haz de tubos ideal rectangular y tiene el mismo arreglo que el cambiador cilíndrico. Se examinaron los resultados antes de graficarlos para tomar en cuenta los efectos de recirculación. Empleando la ecuación 4.1 con $F = 0.05$ se encuentra que para régimen laminar :

FIG. 4.2



Correlación de $f = \frac{2\Delta P_B \cdot g_c \rho}{4\Psi \Delta P_m G_m^2 N_e} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.14}$ contra el número de Reynolds

para el modelo 9 empleado por Brown.

$$\Psi_{\Delta P, 1} = \Delta P_{BP} / \Delta P_{NRP} = 0.798 \quad (4.2)$$

y para régimen turbulento :

$$\Psi_{\Delta P, t} = \Delta P_{BP} / \Delta P_{NRP} = 0.839 \quad (4.3)$$

Comparándolo con el comportamiento ideal, el flujo turbulento resultó variar de -10 a 70 % y el laminar de -50 a -30 %.

Un estudio posterior con un cambiador del doble de hileras de tubas en el corte de la mampara que el modelo 9, dió una variación de $\pm 10\%$. Esto sugirió que el concepto de haces de tubas ideal se aplica mejor cuando se tiene un número grande de hileras de tubas en la sección de flujo transversal.

La caída de presión a través de la ventana se midió para una gran variedad de cortes y espaciamientos entre mamparas a régimen laminar y turbulento. Si se grafica la velocidad en la ventana contra la caída de presión, ésta varía por un factor de 1 a 10 ó más. La mayor caída de presión se encontró para espaciamiento pequeño y gran corte de mampara, indicando que una velocidad alta de flujo transversal conduce a una caída de presión alta en la ventana. Cuando esta caída es graficada con la media geométrica de la velocidad en la ventana y la velocidad a través del área de flujo transversal $v_z = \sqrt{v_m v_w}$, los resultados dan una línea recta con $\pm 50\%$ de aproximación. Esto sugirió el uso de la media geométrica como variable de correlación.

Colburn sugirió que la caída de presión podría ser considerada como dos contribuciones : una debido al cambio en la dirección del flujo de una sección a otra, y la contribución debida al flujo a través de un número característico de hileras de tubas en la ventana. La primera contribución se toma como $2(\rho \cdot v_z / 2g_c)$ a régimen laminar y turbulento.

Como una medida de las pérdidas por fricción a régimen laminar, él definió la unidad de velocidad-viscosa v_M / ν_g la cual es análoga a la cabeza dinámica que se emplea en cálculo

los a régimen turbulento.

Como se sabe, el esfuerzo cortante a régimen laminar es $\frac{\mu}{g_c} \left(\frac{dv}{dy} \right)$. En geometrías irregulares, tal como un haz de tubos $(dv/dy)_{0.85}$ es del mismo orden de magnitud que la velocidad máxima dividida por el espaciamiento mínimo de tubo a tubo: v_m/s . Para la geometría del modelo 9, la caída de presión por cada restricción (tomando cada hilera de tubos como una restricción), es proporcional a $23 \frac{\mu}{g_c} v_m/s$.

Aplicando esto al caso de la ventana de la mampara, la velocidad usada como velocidad viscosa es la media geométrica v_z , y el número de restricción N_w es tomada como el número promedio de restricciones a través de la ventana. N_w es aproximadamente el número de hileras de tubos entre el corte de la mampara y la caraza. No se toma en cuenta la hilera de tubos que contenga menos de la mitad de tubos de la hilera central.

Colburn también aplica el término de la velocidad viscosa para el caso de flujo paralelo a los tubos empleando la media geométrica v_z , pero usa como dimensión característica el diámetro equivalente volumétrico D_v en la ventana. Como una medida de la longitud del camino de flujo paralelo, utiliza la relación de espaciamiento entre mamparas y diámetro equivalente L_P/D_v . Algunos datos para régimen laminar sugieren 26 unidades de velocidad viscosa por unidad de la misma relación L_P/D_v . La caída de presión a régimen laminar está dada por la siguiente expresión:

$$\Delta P_{w,1} = 23 \Psi_{AP,1} \left(\frac{\mu v_z}{g_c s} \right) N_w + 26 \left(\frac{\mu v_z}{g_c D_v} \right) \left(\frac{L_P}{D_v} \right) + 2 \left(\frac{\rho v_z^2}{2 g_c} \right) \quad (4.4)$$

Colburn sugirió para la caída de presión en la ventana a régimen laminar, que sólo el 60 % de la cabeza dinámica se pierde por cada restricción que el flujo atraviesa en la ventana. El uso de 0.6 corresponde a un factor de fricción de 0.15, el cual es el más grande que se encontró para números de Reynolds arriba de 10,000. Se puede estimar la caída de presión total en la ventana a régimen turbulento por la expresión

$$\Delta P_{w,t} = (2 + 0.6 \frac{v_w}{v_z}) \int \frac{v_z^2}{2gC} \quad (4.5)$$

Este método nos da una caída de presión con $\pm 20\%$ de variación a régimen laminar y -30 a $+20\%$ a régimen turbulento.

Al suponer caídas de presión individuales, se considera un comportamiento semejante en todas las secciones de flujo transversal y en la ventana. Las desviaciones más grandes - se tuvieron para grandes espaciamentos entre mamparas y -- corte grande, lo cual conduce a una baja resistencia a la transferencia de calor, lo cual hace suponer que hay algunas efectos que no pueden ser del todo calculados.

Se concluye que el método de sumar las caídas de presión individuales es bastante satisfactorio para cambiadores sin filtraciones.

Brown ha sugerido un buen método para correlacionar algunas datos experimentales. Para un cambiador con más de 4 ó 3 mamparas tenemos:

$$h_{NT} A = h_D A_D + h_w A_w$$

definiendo: $r = A_w/A$ tenemos

$$h_{NT} = h_D(1-r) + h_w r \quad (4.6)$$

para haz de tubos ideal a régimen turbulento se encontró:

$$h_D = b v_{m,z}^{0.6} \quad (4.7)$$

donde b es una constante función de la geometría del cambiador y tipo de fluido.

Si suponemos que h_w está relacionado en la misma forma - con la velocidad media geométrica v_z , entonces:

$$h_w = \beta \cdot v_z^{0.6} \quad (4.8)$$

$$h_{NT} = h_m^{0.6} (1-r) + r \beta v_z^{0.6} \quad (4.9)$$

ahora haciendo las sustituciones correspondientes :

$$v_z^{0.6} = v_w^{0.2} v_m^{0.4} \quad \text{y} \quad v_w^{0.2} = v_m^{0.2} (s_m/s_w)^{0.2}$$

de aquí se tiene que :

$$v_z^{0.6} = v_m^{0.6} (s_m/s_w)^{0.2}$$

y de la ecuación 4-8

$$h_{NT} = h v_m^{0.6} \left[(1-r) + r \beta / h (s_m/s_w)^{0.2} \right] \quad (4.10)$$

igualmente :

$$h_{NT} = \phi h v_m^{0.6} = \phi h_B \quad (4.11)$$

donde
$$\phi = (1-r) + r \beta / h (s_m/s_w)^{0.2} \quad (4.12)$$

A régimen turbulento caen dentro de grupos que dependen del corte de la mampara. Para una velocidad de flujo transversal dada, a menor corte mayor transferencia de calor. El valor de la constante β se calcula de la siguiente forma: dado un valor de h_{NL} , cuando $v_m = 1$ pie/seg para cada una de las 9 configuraciones de mampara estudiada por Brown. Sea este valor, entonces :

$$\beta = \frac{I-h(1-r)}{r(c_m/c_w)^{0.3}} \quad (4.13)$$

Para cada configuración se conocen r y la relación s_m/s_w , entonces I puede ser leída a partir de datos experimentales y Brown encontró el valor para la constante :

$$\beta = 109 (s_m/c_w)^{-0.27} r^{-0.69} \quad (4.14)$$

también encontró que $h=205$. Sustituyendo estos valores en la ecuación 4.10 :

$$h_{n1} = 205 V_w^{0.7} \left[1 - r + 0.524 r^{0.722} (c_p / c_m)^{0.03} \right]$$

ó sea que $h_{n1} / \phi = h_w$ donde :

$$\phi = 1 - r + 0.524 r^{0.722} (c_p / c_m)^{0.03} \quad (4.16)$$

dada la forma de la función se considera a r sólo función de r , es decir, $(c_p / c_m)^{0.03} \sim 1$

Antes de correlacionar los datos experimentales se considera el problema de la recirculación y las hileras de tubos en la siguiente forma.

Estimando Ψ_h de la ecuación 4-1 para un $F_{BP}=0.05$ se encontró que el coeficiente disminuye en un 6 % comparado con el caso en el que no hay recirculación. Por otra parte, si las pruebas fueron a régimen turbulento, el coeficiente debería ser incrementado en un 5 ó 6 % comparado con el modelo experimental de 14 hileras. Con esto se esperaba que los efectos se cancelaran para las pruebas de Brown, pero deberían ser consideradas y evaluadas en cada caso.

Por lo tanto, el grupo que correlaciona y que va a ser empleado para comparar cambiadores con manparas, con recirculación y sin filtración con los haces de tubos ideales es :

$$h_{NT} \cdot X_t / \phi \cdot \Psi$$

Los datos de Brown correlacionados en base al factor de Colburn para la transferencia de calor son :

$$J_H = (h_{NT} \cdot X_t / c_p \cdot G_m \cdot \phi \cdot \Psi) (c_p \cdot \rho / k)^{2/3} (\frac{\mu}{\mu_s})^{0.14}$$

que caen dentro de -10 a 20 % del modelo ideal.

Ahora se define el número efectivo de hileras de tubos en flujo transversal :

$$N_t = (N_b + 1) N_w + (N_b + 2) N_w \quad (4.17)$$

N_w = número efectivo de restricciones para el flujo en la ventana. Es aproximadamente el número de hileras de tubos en la ventana

N_b = número de manparas.

Para haz de tubos ideal, el factor de Colburn es aproximadamente igual a $Re^{0.13}$ y supondremos que esta relación es válida para unidades con mamparas. Para comparar resultados con el modelo empleado, el factor J lo multiplicamos por

$$\chi_1 = (Re/13)^{-0.13} \quad (4.17)$$

para el efecto de 13 hileras de tubos y dividido por el factor de corrección para efectos de recirculación.

Los datos fueron correlacionados en base a :

$$J_{HT} = (Re)^{-0.13} \chi_1 (C_p / G_m \phi \Psi) (C_p / W_{HT})^{2/3} (\mu_s / \mu) ^{0.14} \quad (4.18)$$

Para $Re \leq 15$ los resultados caen dentro de un $\pm 15\%$ de error. A números de Reynolds más elevadas, los puntos caen arriba de la curva ideal.

EFFECTO DE LA FILTRACIÓN EN LAS MAMPARAS.

Se estudió el efecto de los claros entre la mampara y la coraza, y entre la coraza y los tubos. Hay una caída de presión entre estos claros y, consecuentemente, hay un flujo de una sección de la mampara a otra. Parte de este flujo en la coraza está en "corto-circuito", disminuyendo las velocidades locales y, en consecuencia, la caída de presión y el coeficiente de transferencia de calor en comparación al cambiador sin filtraciones.

Estas corrientes de filtración tienen una temperatura correspondiente a la corriente de la mampara a través de la cual se filtran, distorsionando los perfiles de temperatura. Examinemos los dos efectos. La corriente filtrada entre tubo y mampara fluye a lo largo del tubo en la inmediata proximidad de la mampara a alta velocidad, produciendo efectos considerables sobre los procesos de transferencia de calor en la parte externa del tubo.

Por otra parte, las filtraciones mampara-coraza, no tienen contacto con la superficie de transferencia de calor en su camino, pero representan una disminución en la eficiencia de la transferencia de calor.

Se concluye que estas filtraciones afectan más al coeficiente de fricción que al de calor. Igualmente, el área de filtración mampara-coraza tiene un efecto más grande sobre los coeficientes de fricción y de calor que el correspondiente al área de filtración tubo-mampara.

Se llegó a tener un 25 % en la reducción en la caída de presión y un 50 % en el coeficiente de transferencia de calor en comparación con cambiadores en los que no había filtración.

Sullivan obtuvo una expresión para el efecto de la filtración sobre la caída de presión. La variable para la correlación es :

$$S_T C_T / S_m (N_e)^{1/2} (\delta P / \Delta P_T)^{1/2} \quad (4.19)$$

donde :

S_T = área de filtración por mampara

C_T = coeficiente de orificio promedio para el camino de la filtración.

δP = diferencia de presión media a través de una mampara.

f = coeficiente de fricción ,

ΔP_T = caída de presión para la sección de flujo transversal, sin filtración o recirculación.

El producto $S_T C_T \delta P^{1/2}$ es la medida de flujo a través de el área de filtración. El grupo $S_m \delta P_T^{1/2} / (f N_e)^{1/2}$ es una medida del flujo a través del haz de tubos entre mamparas.

Se hicieron algunas estudios sobre el efecto de las filtraciones sobre la transferencia de calor y la caída de presión. Como se indicó, la filtración tubo-mampara afecta menos a h y a f que la filtración mampara-coraza para una misma área de filtración, y h es menos afectada que f . Dado que para un valor de S_T/S_m ; $(1-f_T/f_T) = (1-\Delta P_T/\Delta P_T)$ para la filtración tubo mampara es aproximadamente las valo-

res de la filtración coraza-mampara entre dos; se obtiene una curva de $(1-h_L/\Delta P)$ contra S_T/τ si duplicamos el valor de $(1-h_L/\Delta P)$ para la filtración tubo-mampara. Para equipos que tienen ambos tipos de filtración suponemos que el efecto es aditivo, si cada filtración es promediada con su correspondiente área, es decir:

$$(1-h_L/\Delta P)_{\text{combinado}} = (1-h_L/\Delta P)_0 \left[\frac{(S_{SM} + 2S_{SB})}{S_T} \right] \quad (4.20)$$

donde: $S_T = S_{SM} + S_{SB}$

El mismo resultado se ha encontrado para la caída de presión:

$$(1-\Delta P_T/\Delta P)_{\text{combinado}} = (1-\Delta P_T/\Delta P)_0 \left[\frac{(S_{TB} + 2S_{SB})}{S_T} \right] \quad (4.21)$$

Todos estos resultados están graficados en las figuras 4-3 y 4-4, y en base a ellos se ha establecido el método de diseño que en este trabajo denominamos Método Bell.

REGLAS GENERALES DE DISEÑO.

Para efectuar los cálculos se supone que se tiene la información necesaria acerca de la geometría del cambiador, condiciones de operación y propiedades del fluido del lado de la coraza.

1.- Sobre la base de potencia consumida por unidad de área de transferencia de calor para un coeficiente dado u obtenido, las arreglos de tubos con rotación son en general ligeramente más eficientes que los de arreglo en línea con mayor pitch. Estos últimos son ineficientes a régimen transicional.

2.- Sobre la misma base, se encontró que para toda configuración de mamparas y condiciones de recirculación y de filtración, el coeficiente obtenido es inferior al correspon--

FIG. 4.3

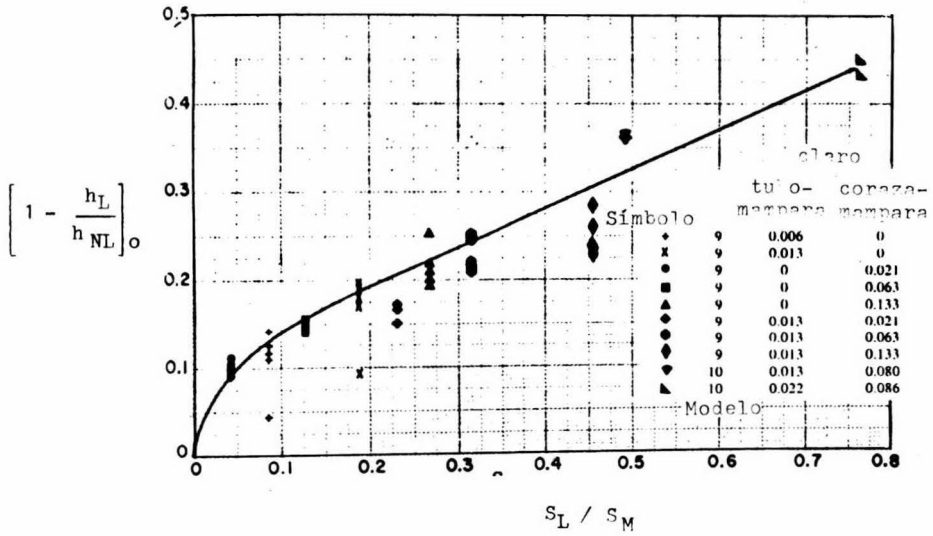


Fig. 4.3 .- Efecto de la filtración a través de las mamparas sobre el coeficiente global de transferencia de calor.

FIG. 4.4

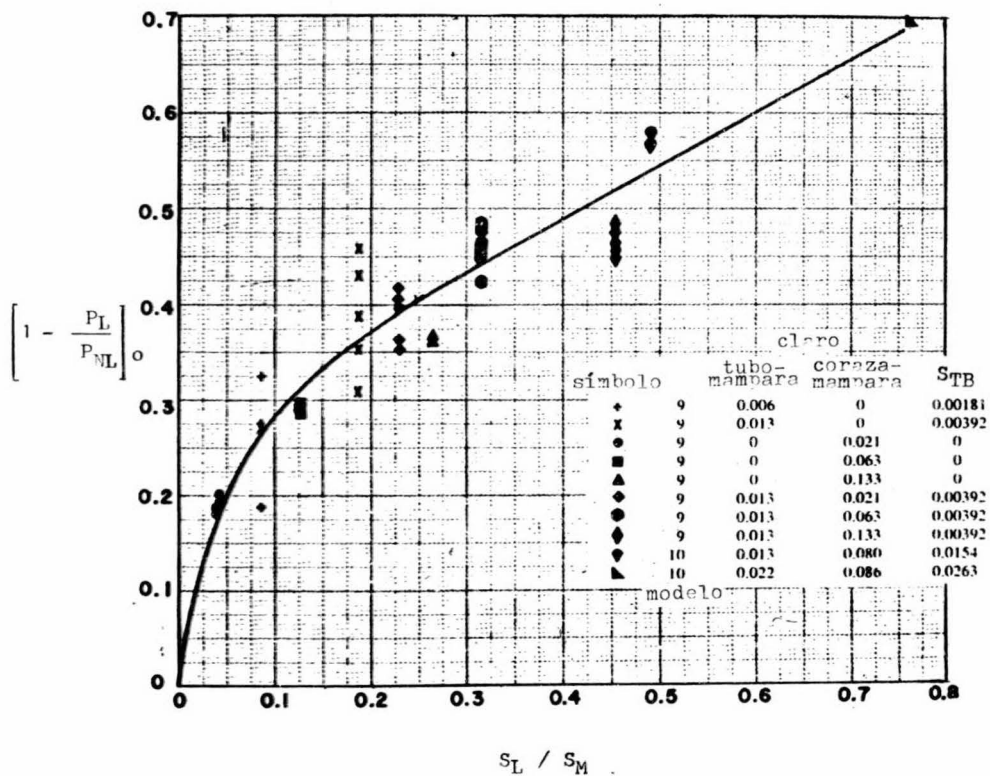


Fig. 4.4.- Efecto de las filtraciones a través de la mampara sobre la caída de presión en la coraza.

diente del haz de tubos ideal. De esto se sigue que tanto - la recirculación como la filtración deberían ser minimizadas. La rigurosa aplicación de este principio nos conduciría a una excesiva pérdida de potencia por las flujos giratorias en las mamparas. El caso óptimo parece ser aquel en el que la velocidad a través de la ventana es aproximadamente igual a la velocidad máxima a través del haz de tubos.

3.- Las eficiencias más bajas se tienen cuando hay recirculación alrededor del haz de tubos, cerca de la coraza. En cualquier caso, esta corriente se elimina al diseñar este -- claro entre haz de tubos y coraza lo más pequeño posible.

4.- La siguiente baja en la eficiencia es debida a la filtración coraza-mampara. Este diseño debe ser cuidadoso para mantener el claro en un mínimo y facilitar las operaciones de montaje y desmontaje para la limpieza.

5.- Las filtraciones y corrientes de recirculación entre - tubos y mamparas es la menasseria, pero también debe ser minimizada.

6.- Por último las secciones extremas deberían tener un espaciamiento entre mamparas ligeramente mayor que las secciones intermedias, debido a que el flujo pasa a través del - haz de tubos totalmente.

V.- EVALUACION DE PROPIEDADES.

En la evaluación de coeficientes de transferencia de calor uno de los aspectos más importantes es la exactitud con la que es posible predecir las propiedades de los fluidos, ya que son éstas las que determinan su valor. De esta manera lo podemos comprobar en el empleo de las grupas adimensionales como el Reynolds, Nusselt y Prandtl.

Dadas las características de los fluidos con los que vamos a trabajar (derivadas del petróleo), no es posible tener -- una expresión teórica para evaluar alguna propiedad como la capacidad calorífica o la conductividad térmica. Por esta razón recurrimos a los datos experimentales publicados en la literatura. Se hizo una selección para las correlaciones en las que había una mayor exactitud con respecto a los datos experimentales reportados en diferentes fuentes.

A continuación se da una descripción de cómo se programaron las correlaciones para cada propiedad y la fuente de -- donde se obtuvieron.

Se hicieron programas para cada una de las propiedades, para comparar con una gran cantidad de datos experimentales y tener un criterio de elección.

CONDUCTIVIDAD TERMICA.

De las ecuaciones que se reportan en la literatura, la -- que mejores resultados da para las derivadas del petróleo e hidrocarburos es la de Cragoe (8), cuyos valores comparados con los experimentales dieron un error promedio de $\pm 5\%$. Para agua (9) los resultados fueron muy cercanas a las reales, dando un error promedio de $\pm 3\%$.

La ecuación de Cragoe es :

$$k = (0.0667/Sgr) \cdot [1 - 0.0003(t - 32)] \quad (5.1)$$

donde :

k = conductividad térmica, BTU/hr ft^{°F}

Sgr = densidad relativa a 60° F.

t = temperatura, en °F.

Para el agua la expresión es la siguiente :

$$k = 0.339237 \cdot (1 + 0.00281 (t - 20)) \quad (5.2)$$

donde :

k = conductividad térmica, BTU/hr ft °F.

t = temperatura en °C .

CAPACIDAD CALORIFICA.

Esta correlación fue obtenida del manual del API . Da un error de $\pm 4\%$. Toma en cuenta la densidad relativa y el factor de caracterización. La ecuación trabaja para una presión de una atmósfera y para presiones más altas es necesario corregirla. Por operar los cambiadores a presiones bajas no se empleó esa corrección. La ecuación (10) es :

$$C_p = 0.6811 - 0.308 \cdot Sg + (0.000815 - 0.000306 \cdot Sgr \cdot t \\ (0.055 Kuop + 0.35)) \quad (5.3)$$

donde :

C_p = capacidad calorífica, en BTU/lb^{°F}.

Sg = densidad del fluido a la temperatura considerada.

t = temperatura en °F.

K_{uop} = factor de caracterización.

La capacidad calorífica del agua (11) se tomó como la unidad.

DENSIDAD RELATIVA.

También se obtuvo del manual de API . Esta ecuación sólo corrige la densidad relativa a 60° por efectos de temperatura tomando en cuenta los grados API y el TBP; se emplean las propiedades pseudocríticas de la mezcla, que se evalúan con las siguientes expresiones :

$$\begin{aligned} TPC = & 760.07121 + 1.7133693 \cdot TBP - 0.0010834 \cdot TBP^2 - \\ & 0.0089212579 \cdot API \cdot TBP + 3.8890584 \cdot 10^{-6} \cdot TBP^3 + \\ & 5.30949 \cdot 10^{-6} \cdot API \cdot TBP^2 + 3.27116 \cdot 10^{-8} \cdot API \cdot TBP^2 \quad (5.4) \end{aligned}$$

donde :

TBP = temperatura verdadera de ebullición de la fracción de petróleo, dada por la ecuación :

$$TBP = (K_{uop}/Sg)^3$$

TPC = temperatura pseudocrítica de la mezcla.

Con la temperatura pseudocrítica así obtenida se calculan las temperaturas reducidas, una a 60° F y la otra a la temperatura a la que se desea conocer la densidad :

$$TR1 = (459.696) / TPC$$

$$TR2 = (459.696 + t) / TPC$$

finalmente la densidad está dada por :

$$SG = Sgr(1.4817 - 1.3055 \cdot TR2 + 1.7159 \cdot TR2^2 - 1.316 TR1^3) \quad (5.5)$$

Para agua (12) se tomó un valor promedio de 0.99 .

VISCOSIDAD.

Esta es la propiedad más importante (13), dado que es la más afectada por el cambio de temperatura en todos los puntos del cambiador.

Como podemos observar de los datos para calentamiento y enfriamiento en un mismo equipo, los valores experimentales al ser correlacionados con la ecuación de Sieder y Tate, -- dan coeficientes de transferencia de aproximadamente 80 % -- más altas para calentamiento que para enfriamiento. Esta diferencia se corrige al introducir el factor de corrección -- para flujo no isotérmico $(\mu/\mu_w)^{0.14}$.

De esto vemos la necesidad de la exactitud con que se -- pueda predecir la viscosidad.

El método empleado es uno de interpolación. El rango de temperaturas es de -100°F en adelante. El límite superior de temperatura lo da el límite inferior de la temperatura -- que es de 0.21°Cst y el límite superior es de $20 \cdot 10^6 \text{Cst}$.

El fundamento del método es tener los datos de viscosidad dentro de una línea recta para poder interpolar y extra polar en todo el rango de temperaturas. Esto se consigue -- graficando el doble logaritmo de la viscosidad cinemática -- contra el logaritmo de la temperatura :

$$\log \log Z = A - B \log T \quad (5.6)$$

donde :

- A = ordenada al origen.
- B = pendiente.
- Z = viscosidad cinemática,

Se ha encontrado experimentalmente que la constante en -- la ecuación 5-7 es en realidad una función de la viscosi--

dad cinemática dada por la expresión : $Z = VIC + \text{Constante}$

$$Z = VIC + (0.7 + C - D + E - F + G - H) \quad (5.8)$$

donde :

$$C = \exp(-1.14883 + 2.6585 \cdot VIC)$$

$$D = \exp(-0.00381308 + 12.5645 \cdot VIC)$$

$$E = \exp(+5.46492 - 37.6289 \cdot VIC)$$

$$F = \exp(+13.0458 - 74.6851 \cdot VIC)$$

$$G = \exp(+37.4619 - 192.643 \cdot VIC)$$

$$H = \exp(+80.4945 - 400.468 \cdot VIC)$$

A medida que la viscosidad va disminuyendo, se hace necesaria la adición de las exponenciales para predecir correctamente la viscosidad.

Conocidas dos datos de viscosidad a dos temperaturas, entre más alejados mejor, se evalúa la pendiente y la ordenada al origen, con lo cual se tiene la ecuación de la recta que permite el cálculo de la viscosidad a cualquier temperatura. La confiabilidad del valor que se predice depende de la exactitud con que se reporten los dos datos a las dos temperaturas. No es aconsejable extrapolar a bajas temperaturas, ya que dadas las características de la función un pequeño error en los datos se multiplicaría bastante.

Para la viscosidad del agua se encontró la ecuación:

$$\mu = 100 / (2.1482 \left[(T - 8.435) + \sqrt{80.784 + (T - 8.435)^2} \right] - 120) \quad (5.9)$$

la cual da un error de 0.2 a 0.5 %.

Ante la necesidad de efectuar un análisis riguroso para cada uno de los métodos, es conveniente estudiar un número considerable de equipos. Esto hizo necesaria la elaboración de un programa de computadora, que como ya se indicó es de gran ayuda.

El programa está escrito en lenguaje FORTRAN y consta de ocho subrutinas y cinco funciones.

De las subrutinas hay cinco principales que son :

SUBROUTINE COINDO .- Esta subrutina calcula el coeficiente de transferencia de calor del lado de -- los tubos para los métodos de Bell, Dono hue y Tinker.

SUBROUTINE BELL .- Esta subrutina calcula el coeficiente del lado de la coraza en el método Bell.

SUBROUTINE DONO .- Calcula el coeficiente del lado de - la coraza en el método Donohue.

SUBROUTINE KERN .- Calcula el coeficiente interno y ex-- terno en el método de Kern.

SUBROUTINE TINK .- Calcula el coeficiente del lado de la coraza en el método Tinker.

Las tres subrutinas auxiliares son las siguientes :

SUBROUTINE COLIKE .- Esta es auxiliar en el método Kern y evalúa el coeficiente global limpio.

SUBROUTINE PROP .- Es auxiliar a todas las métodos y permite evaluar en una sola instrucción la capacidad calorífica, la conductividad - térmica y la viscosidad, tanto para el - lado de la coraza como para el lado de - los tubos.

SUBROUTINE TIPO .- Esta subrutina tiene la información -- propia de cada uno de los fluidos como lo es las gradas API., factor de caracterización y dos viscosidades a dos temperaturas. Es auxiliar a todas las funciones -- que evalúan las propiedades.

De las funciones que contiene el programa hay cuatro para propiedades y una auxiliar. Las de las propiedades son :

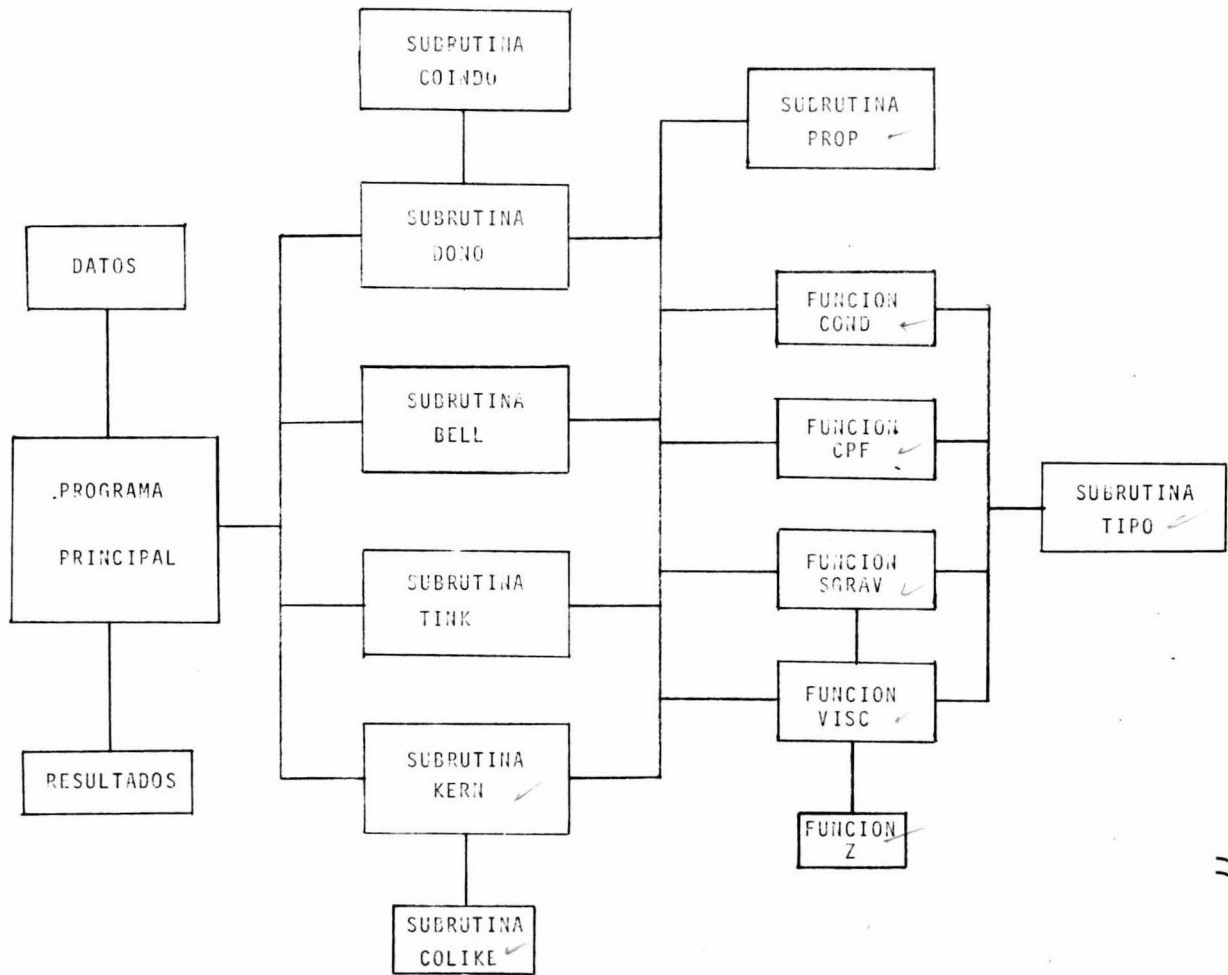
FUNCTION VISC .- Esta función calcula la viscosidad
 FUNCTION CPF .- Calcula la capacidad calorífica.
 FUNCTION COND .- Calcula la conductividad térmica.
 FUNCTION SGRAV .- Calcula la densidad relativa.

Estas funciones trabajan teniendo como datos la temperatura y el tipo de fluido.

La función auxiliar es :

FUNCTION Z .- Es empleada por la función de la viscosidad.

A continuación se da un diagrama de bloques simplificado de la forma en la que están integradas las subrutinas y las funciones al programa principal. El programa trabaja al suministrarsele los datos de geometría del cambiador y condiciones de operación. Estas datos están indicados en el capítulo de Análisis de los Resultados.



LISTADO DE LAS FUNCIONES
Y SUBROUTINAS.

C **** SUBROUTINA PARA CALCULAR COEFICIENTE INTERIOR METODO DONOHUE ****

SUBROUTINE COINDO(DFT,DIT,ITIPT,LT,NP,NTT,P,RODI,TES,TET,TSS,TST,
&WT,
&CPT,KT,MUT,TMT,
&Q,RET,DPT,DPTC,LTCP,
IMPLICIT REAL (J,K,L,M,N)
KMT=26.
TMT=(TET+TST)/2.0
KT=COND(ITIPT,TMT)
CPT=CPF(ITIPT,TMT)
MUT=VISC(ITIPT,TMT)
IF(MUT.EQ.0.0) GO TO 99
AFT=0.7854*DIT**2./144.
GT=WT*NP/(AFT*NTT)
RET=(DIT*GT/MUT)/29.
PRT=(CPT*MUT*2.42/KT)**(1./3.)
KO=24.*KMT/(DET=DIT)
IF(RET.LE.2100.) GO TO 2
GO TO 3

BETA,DTE,FCT,GR,GT,HIO,HION,KO,
)



QUIMIO

2 HION=KT/DIT*1.86*(2.42*RET*CPT*MUT*DIT/(KT*LT))**(1./3.)*12.
SGET=SGRAV(ITIPT,TET)
ROET=SGET*62.37
SGST=SGRAV(ITIPT,TST)
ROST=SGST*62.37
SGT=SGRAV(ITIPT,TMT)
ROT=SGT*62.37
BETA=(ROET-ROST)/(ROT*(TST-TET))
GR=ABS(BETA*(TST-TET)*(DIT/12.0)**3.0*ROT**2.*4.17E8/(2.42*MUT)**
&2.0)

IF(GR.GE.25000.) GO TO 4

GO TO 5

4 HIO=HION*0.8*(1.+0.015*GR**(1./3.))

GO TO 6

5 HIO=HION

GO TO 6

3 IF(RET.GT.4000) GO TO 8

HIO=0.0135*KT/DIT*RET**0.8*(2.42*CPT*MUT/KT)**(1./3.) *
&(DIT/LT)**(1.0/30.0)*12.0

GO TO 6

8 HIO=0.324*KT/DIT*RET**0.8*(2.42*CPT*MUT/KT)**(1./3.)

6 HION=HIO

C*****CALCULO DE LA CAIDA DE PRESION POR LOS TUBOS *****

IF(RET.LE.3000.) GO TO 9

GO TO 20

9 FFT=16.*MUT*2.42*12.0/(DIT*GT)

GO TO 24

20 IF(RET.GT.4000.0.OR.RET.LT.10000.) GO TO 21

GO TO 22

21 FFT=0.048/(DIT*GT/(MUT*12.*2.42))**0.2

GO TO 24

22 FFT=0.0014+0.125/(DIT*GT/(MUT*12.*2.42))**0.32

GO TO 24

24 LTCP=NP*(LT+(72.*DIT))*(1./12.)

SGT=SGRAV(ITIPT,TMT)

ROT=SGT*62.37

DPT=2.*FFT*LTCP*GT**2./(4.17E8*DIT*ROT*144.)*12.

IF(RET.LT.10000.) GO TO 25

GO TO 26

25 DPTC=1.2*DPT

```
GO TO 99  
26 DPTC=DPT  
99 RETURN  
END
```


C **** SUBROUTINA PARA COEFICIENTE EXTERIOR METODO DONOHUE ****

```

SUBROUTINE DONO(DB,DET,DHB,DIS,DIT,DOT,EB,H,IARR,LT,NB,NP,NTT,P,
&ITIPS,ITIPT,RDI,RDO, TES,TET,TSS,TST,WT,KMT,
&TMS,TMT,
&AFW,ATC,AX,CLFL,DPSB,DP_SBR,DPSC,DPSCR,DPST,DTE,FCT,FFS,FIS,GB,GC,
&GES,HO,LTCP,NET,NHT,PCC,Q,QT,RES,TW,UC,UDR,UDT,HIO,HION,FIT )
IMPLICIT REAL (J,K,L,M,N)
TMS=(TES+TSS)/2.0
K=COND(ITIPS,TMS)
CP=CPF(ITIPS,TMS)
MU=VISC(ITIPS,TMS)
IF(MU.EQ.0.0) GO TO 99
CALL COINDO(DET,DIT,ITIPT,LT,NP,NTT,P,RDI,TES,TET,TSS,TST,
&NT,
&CPT,KT,MUT,TMT,      BETA,DTE,FCT,GR,GT,HIO,HION,KO,Q,RET,DPT,
&DPTC,LTCP
)
6  ANG=3.1416-2.*(ARSIN((DIS-2.*H)/DIS))
   ACB=DIS**2./8.*(ANG-SIN(ANG))*(1./144.)
   PCC=ACB/(0.7854*DIS**2.)*144.
   AFW=((0.7854*DIS**2.)*NTT*0.7854*DET**2.)*PCC*(1./144.)
   GB=W/AFW
   IF(IARR=4)43,43,42
43  NET=(DOT-DET)/P
   GO TO 44
42  NET=(DOT-DET)/(1.414*P)
   GO TO 45
44  CLFL=(DIS-(NET+1.)*NET)*(1./12.)
   GO TO 46
45  MFA=2.*(P-DET)
   CLFL=(NET*MFA)+(DIS/((P*NET)+DET))*(1./12.)
46  AX=EB*CLFL/12.
   GC=W/AX
   GES=SQRT(GB+GC)
   RES=GES*DET/(MU*12.*2.42)
   HON=0.22*K/DET*(DET*GES/(12.*2.42*MU))**0.6*(CP*MU*2.42/K)**
&(1./3.)*12.
   TW=(TET+TST)/2.0-1.0/(HION*(1.0/HION+1.0/HON))*(TET+TST)/2.0-(TES
& +TSS)/2.0)
   MUW=VISC(ITIPS,TW)
   MUTW=VISC(ITIPT,TW)
   IF(MUW.EQ.0.0.OR.MUTW.EQ.0.0) GO TO 99
   FIS=(MU/MUW)**0.14
   FIT=(MUT/MUTW)**0.14
   HIO=HIO-FIT
   HO=HON*FIS
   DML=(DET-DIT)/ALOG(DET/DIT)
   UC=1./((DET/(HIO*DIT))+DET/(KO*DML))+1./HO)
   UDT=1./((DET/(HIO*DIT))+DET/(KO*DML))+1./HO+RDI*DET/DIT+RDO )
   CALL AREA(CPT,TES,TET,TSS,TST,WT,DET,LT,NTT,ATC,DTE,FCT,LMTD,Q,QT,
&UDR
)
   QT=UDT*ATC*DTE
C  CALCULO DE LA CAIDA DE PRESION POR LA CORAZA
C  A TRAVES DEL CORTE DE BAFFLES
   SGS=SGRAV(ITIPS,TMS)
   ROS=SGS*62.37
38  DPSB=62.37*3.76*GB**2.*NB/(ROS*1.296E13)
   DPSBR=1.2*DPSB
C  A TRAVES DEL BANCO DE TUBOS

```

```

IF(RSLE.2100.) GO TO 27
GO TO 28
27 FFS=15.*MU /((P=DIT))*1./GC*(12.*2.42)
GO TO 29
28 FFS=0.75/(((P=DIT)/NIT))*0.2*(DIT*GC/MU)**0.2*(12.*2.42)**0.2
29 IF(IARR=4) 52,51,50
52 NHTC=(DOT-DET)*(1.-PCC)/(0.366*P)
GO TO 55
51 NHTC=(DOT-DET)*(1.-PCC)/P
GO TO 55
50 NHTC=(DOT-DET)*(1.-PCC)/(0.7071*P)
55 DPSC=2.*FFS*NHTC*GC**2.*NB/(4.17E8*RDS*144.)
DPSCR=1.2*DPSC
DPST=DPSBR+DPSCR
99 RETURN
END

```

C **** SUBROUTINA PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE E TERIOR METODO DE KERN ****

61
SUBROUTINE KERN(DB,DET,DHB,DIS,DIT,DOT,EB,H,IARR,LT,NB,NP,NTT,P,
&ITIPS,ITIPT,RDI,RDD, TES,TET,TSS,TST,W,HT,
&CP,CPT,K,KT,MU,MUT,MUM,MUTH,TCS,TCT,
&AFS,ATC,DES,DPS,DTE,FCP,FCT,FIS,FFS,GS,HO,NC,PCC,Q,QT,RES,TW,UC,
&UCC,UCH,UDR,UDT)

C IMPLICIT REAL (J,K,L,M,N)
CALCULO DE LA TEMPERATURA CALORICA
IF (TES.GT.TSS) GO TO 23
CALL COLIKE (DB,DET,DHB,DIS,DIT,DOT,EB,H,IARR,LT,NB,NP,NTT,P,
&ITIPS,ITIPT,RDI,RDD, TES,TET,TSS,TST,W,HT,
&CP,CPT,K,KT,MU,MUT,MUM,MUTH,TSS,TET, AFS,DES,FIS,FIT,GS,GT,
&HIO,HION,HO,HON,KD,PCC,RES,RET,TW,UCH,UL)
CALL COLIKE (DB,DET,DHB,DIS,DIT,DOT,EB,H,IARR,LT,NB,NP,NTT,P,
&ITIPS,ITIPT,RDI,RDD, TES,TET,TSS,TST,W,HT,
&CP,CPT,K,KT,MU,MUT,MUM,MUTH, TES,TST, AFS,DES,FIS,FIT,GS,GT,
&HIO,HION,HO,HON,KD,PCC,RES,RET,TW,UCC,UL)
IF (UCC.EQ.0.0) GO TO 99
KC=(UCH-UCC)/UCC
R=(TSS-TES)/(TET-TST)
FC=(1./KC+(R/(R-1.)))/(1.+ALOG(KC+1.)/ALOG(R))-1./KC
TCS=TES+FC*(TSS-TES)
TCT=TST+FC*(TET-TST)
GO TO 2
23 R=(TST-TET)/(TES-TSS)
CALL COLIKE (DB,DET,DHB,DIS,DIT,DOT,EB,H,IARR,LT,NB,NP,NTT,P,
&ITIPS,ITIPT,RDI,RDD, TES,TET,TSS,TST,W,HT,
&CP,CPT,K,KT,MU,MUT,MUM,MUTH, TES,TST, AFS,DES,FIS,FIT,GS,GT,
&HIO,HION,HO,HON,KD,PCC,RES,RET,TW,UCH,UL)
CALL COLIKE (DB,DET,DHB,DIS,DIT,DOT,EB,H,IARR,LT,NB,NP,NTT,P,
&ITIPS,ITIPT,RDI,RDD, TES,TET,TSS,TST,W,HT,
&CP,CPT,K,KT,MU,MUT,MUM,MUTH, TES,TST, AFS,DES,FIS,FIT,GS,GT,
&HIO,HION,HO,HON,KD,PCC,RES,RET,TW,UCC,UL)
IF (UCC.EQ.0.0) GO TO 99
KC=(UCH-UCC)/UCC
FC=(1./KC+(R/(R-1.)))/(1.+ALOG(KC+1.)/ALOG(R))-1./KC
TCS=TSS+FC*(TES-TSS)
TCT=TET+FC*(TST-TET)
2 CALL COLIKE (DB,DET,DHB,DIS,DIT,DOT,EB,H,IARR,LT,NB,NP,NTT,P,
&ITIPS,ITIPT,RDI,RDD, TES,TET,TSS,TST,W,HT,
&CP,CPT,K,KT,MU,MUT,MUM,MUTH,TCS,TCT, AFS,DES,FIS,FIT,GS,GT,HIO,
&HION,HO,HON,KD,PCC,RES,RET,TW,UC,UL)
IF (UC.EQ.0.0) GO TO 99
UDT=1./(1./UC+RDI+RDI)
CALL AREA(CPT, TES, TET, TSS, TST, WT, DET, LT, NTT, ATC, DTE, FCT, LMTD, Q, QT,
&UDR)
QT=UDT*ATC*DTE
C *** CALCULO DE LA CAIDA DE PRESION DEL LADO DE LOS TUBOS ***
SGR = SGRAV(ITIPT,TCT)
IF (RET.GE.1000.0.OR.RET.LT.10000.0) GO TO 50
IF (RET.GE.10000.0.OR.RET.LT.100000.0) GO TO 51
GO TO 52
50 FFT=0.0031*RET**(-0.264)
GO TO 55
51 FFT=0.00314*RET**(-0.265)
GO TO 55
52 FFT=0.00214*RET**(-0.232)
55 DPT=FFT*GT**2.*LT*NP/(5.22E10*DIT*SGR*FIT)

C *** SUBROUTINA PARA CALCULAR U LIMPIA ***

SUBROUTINE COLIKE (NB,DET,DHB,DIS,DIT,DOT,EB,H,IARR,LT,NB,NP,NTT,
&P,ITIPS,ITIPT,ROI,RNO,TES,TET,TSS,TST,W,WT,
&CP,CPT,KKT,MU,MUT,MUH,MUTH,TCS,TCT,AFS,DES,FIS,FIT,GS,GT,
&HIO,HION,HO,HON,KO,PCC,RES,RET,TW,UC,UL)

IMPLICIT REAL (J,K,L,M,N)

C CALCULO DEL COEFICIENTE DEL LADO DE LA CORAZA

KMT=26.0

CALL PROP(ITIPS,ITIPT,TCS,TCT,CP,CPT,KKT,MU,MUT)

IF(MU.EQ.0.0.OR.MUT.EQ.0.0) GO TO 99

AFS=DIS*EB*(P=DET)/(144.0*P)

GS=N/AFS

IF(IARR.EQ. 3.0) GO TO 2

GO TO 3

2 DES=8.0*(0.43*P**2.0-3.1416*DET**2.0/8.0)/(3.1416*DET)

GO TO 4

3 DES=4.0*(P**2.0-3.1416*DET**2.0/4.0)/(3.1416*DET)

4 RES=GS*DES/(29.0*MU)

ANG=3.1416-2.0*(ARSTN((DIS=2.0*H)/DIS))

ACB=DIS**2.0/8.0*(ANG=SIN(ANG))

PCC=ACB/(0.7854*DIS**2.0)

IF(RES.LE. 200.) GO TO 5

GO TO 6

5 A=0.692 ; B=0.44

GO TO 30

6 IF(IARR = 4) 7,7,8

7 IF(PCC.LT. 0.20) GO TO 9

IF(PCC.GE.0.20.OR.PCC.LT.0.30) GO TO 10

IF(PCC.GE.0.30.OR.PCC.LT.0.40) GO TO 11

GO TO 12

9 IF(RES.LT.7000.) GO TO 13

GO TO 14

13 A=0.553 ; B=0.517

GO TO 30

14 A=0.461 ; B=0.541

GO TO 30

10 IF(RES.LT.7000.) GO TO 15

GO TO 16

15 A=0.486 ; B=0.511

GO TO 30

16 A=0.361 ; B=0.548

GO TO 30

11 IF(RES.LT.7000.) GO TO 17

GO TO 18

17 A=0.435 ; B=0.510

GO TO 30

18 A=0.309 ; B=0.548

GO TO 30

12 IF(RES.LT.7000.) GO TO 19

GO TO 20

19 A=0.416 ; B=0.506

GO TO 30

20 A=0.280 ; B=0.549

GO TO 30

8 IF(PCC.LT.0.20) GO TO 21

IF(PCC.GE.0.20.OR.PCC.LT.0.30) GO TO 22

IF(PCC.GE.0.30.OR.PCC.LT.0.40) GO TO 23

GO TO 24

21 A=0.425 ; B=0.560

```
FCP=1.38E-13*GT**2.004
DPR=FCP*4.*NP/SGR
DPTT=DPT+DPR
C LADD DE LA CORAZA.
FFS=0.012*RES**(-0.19)
NC=LT/EB
SGR = SGRAV(TTIPS,TCS)
99 DPS=FFS*GS**2.*DIS*NC/(5.22E10*DES*SGR*FIS)
RETURN
END
```

```

GO TO 30
22 A=0.345 ; B=0.560
GO TO 30
23 IF(RES.LT. 20000.) GO TO 25
GO TO 26
25 A=0.333 ; B=0.55
GO TO 30
26 A=0.361 ; B=0.548
GO TO 30
24 A=0.210 ; B=0.584
30 JH=A*RES**B
HON=JH*K/DES*(CP*2.42*MU/K)**(1./3.)*12.
CALCULO DEL COEFICIENTE DEL LADO DE LOS TUBOS
AFT=C.7854*DIT**2.0*HTT/144.0/HP
GT=HT/AFT
RET=GT*DIT/(29.0*HHT)
IF(RET.LT.2100.) GO TO 27
IF(RET.GT.4000.)GO TO 28
GO TO 29
27 JHT=1.86*(RET*DIT/LT)**(1./3.)
GO TO 31
28 JHT=0.027*RET**0.8
GO TO 31
29 JHT=0.0135*RET**0.8*(DIT/LT)**(1./30.)
31 HION=JHT*KT/DIT*12.0*(CPT*2.42*MUT/KT)**(1./3.)*DIT/DET
KO=6.0*KMT*(DET+DIT)/(DET *(DET-DIT))*12.0
CALCULO DE LA TEMPERATURA DE LA PARED
TW=TCT+(HON/(HON+HION))*(TCS-TCT)
MUW=VISC(ITIPS,TW)
MUTW=VISC(ITIPT,TW)
IF(MUW.EQ.0.0.OR.MUTW.EQ.0.0) GO TO 99
FIS=(MU/MUW)**0.14
FIT=(MUT/MUTW)**0.14
HO=HON*FIS
HIO=HION*FIT
UL=(HIO*HO)/(HIO+HO)
UC=1.0/(1.0/HIO+1.0/HO+1.0/KO)
99 RETURN
END

```

C***** SUBRRUTINA PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE EXTERIOR METODO TINKER *****

```

SUBROUTINE TINK(DB,DET,DHB,DIS,DIT,DOT,EB,H,IARR,LT,NB,NP,NTT,P,
&ITIPS,ITIPT,RDI,RDQ, TES,TET,TSS,TST,W,WT,HION, TMS,TMT,
&AE, ALFA,CA,CX,C1,C14,C15,C16,DPS, ES,FH,FIS, FI1,FI2,
&FI3,FP, HD,M,MCH,MW,NH,NRP,PRM,QT,RES,REP,TW,UC,UDT,Y,YCH )
IMPLICIT REAL(J,K,L,M,N)
CALL PROP(ITIPS,ITIPT,TMS,TMT,CP,CPT,K,KT,MU,MUT)
CALL COINDO(DET,DIT,ITIPT,LT,NP,NTT,P,RDI,TES,TET,TSS,TST,
&WT,
&CPT,KT,MUT,TMT, BETA,DTE,FCT,GR,GT,HIO,HION,KD,Q,RET,DPT,
&DPTC,LTCP )
IF(MU.EQ.0.0.OR.MUT.EQ.0.0) GO TO 99
C4=0.97
C20=1.0
AB=0.7854*DB**2.0
ANG=3.1416-2. *(ARSTN((DB-2.*H)/DB))
ACB=(DB**2./B.)*(ANG-SIN(ANG))
PCC=ACB/AB
CB=PCC
C3=1.0-PCC
CAH=P/(P-DET)
FI1=1.26*CAH**1.5
FI2=0.82*C3*(DET/P)**2. *DIS/EB*CAH
FI3=1.48*DIS/EB*(1.0-H/DIS)*CAH
C20=0.866
CA=C4/144./CAH
CX=1.155*(1.0 -H/DIS)
IF(IARR.EQ.4) GO TO 2
IF(IARR.EQ.5)GO TO 3
GO TO 4
2 FI2=FI2*0.805
FI3=FI3*0.93
CX=(1.0 - H/DIS)
GO TO 4
3 FI1=FI1*0.707
FI2=FI2*0.687
FI3=FI3*0.80
CA= 1.414*C4/144.*(P-DET)/P
CX=1.414*(1.0 - H/DIS)
4 C14=DIS/DOT
C15=(DHB-DET)/DET
C16=(DIS-DB)/DIS
NH=FI1*(C14-1.)*1.5/C14**0.5+FI2*C15/C14**1.5+FI3*C16*C14**0.5
S=DIS/P
FH=1.0/(1.0 + NH*S**0.5)
C1=NTT*P**2.0*C20/(0.785*DOT**2.0)
C21=C20*C14**2.0 /C1
ALFA= 1. - 0.785/C21*(DET/P)**2.
MCH=(0.785/144. * CB/CA * DIS/EB * ALFA)**0.5
MW=MCH*C14**0.5
M=(1.0/(1.0+0.7*EB/DIS*(1.0/MW**0.6-1.0)))**(5./3.)
AX=CA*EB*DOT
AE=M*AX/FH
GE=0.0344*M/AE
RE=DET*GE/MU
PRM=K*(CP*MU/K)**(1./3.)
IF(P/DET.GT.1.3) GO TO 21
IF(IARR.EQ.4) GO TO 25
IF ( IARR.EQ.5) GO TO 26

```

```

IF( RE.GT. 200. ) GO TO 22
JH=0.524*RE**0.532
GO TO 23
22 JH= 0.404*RE**0.579
GO TO 23
21 IF( IARR.EQ.4 ) GO TO 27
IF (IARR.EQ.5) GO TO 28
IF( RE.GT. 30. ) GO TO 22
JH=0.489*RE**0.522
GO TO 23
25 IF(RE.GT. 100. )GO TO 29
IF(RE.GT.20.) GO TO 30
JH=0.338*RE**0.544
GO TO 23
30 JH=0.314*RE**0.572
GO TO 23
29 JH=0.266*RE**0.618
GO TO 23
27 IF(RE.GT. 100.) GO TO 29
IF (RE.GT.20.) GO TO 32
JH=0.416*RE**0.524
GO TO 23
32 JH=0.412*RE**0.513
GO TO 23
26 IF(RE.GT. 100.) GO TO 31
IF(RE.GT. 10.) GO TO 33
JH=0.484*RE**0.532
GO TO 23
33 JH=0.51*RE**0.533
GO TO 23
31 JH=0.372*RE**0.602
GO TO 23
28 IF(RE.GT.100.) GO TO 31
IF(RE.GT. 10.) GO TO 34
JH=0.632*RE**0.479
GO TO 23
34 JH=0.607*RE**0.496
23 HOB= 16.1*JM*PRM/DET
LB=(NB-1)*EB
ES=(LB+(LT-LB)*(2.0*EB/(LT-LB))**0.6)/LT
HON=HOB*ES
TW=(TET+TST)/2.0-1.0/(HION*(1.0/HION+1.0/HON))*((TET+TST)/2.0-(TES
+TSS)/2.0)
MUTW=VISC(ITIPT,TNT)
MUM=VISC(ITIPS,TW)
IF(MUM.EQ.0.0)OR(MUTW.EQ.0.0) GO TO 99
FIS=(MU/MUM)**0.14
FIT=(MUT/MUTW)**0.14
HO=HON*FIS
UC=1.0/(1.0/HIO+1.0/HD+1.0/KO)
UDT=1.0/(1.0/HD + 1.0/HIO + 1.0/KO + RDI + RDO)
CALL AREA(CPT, TES, TET, TSS, TST, WT, DET, LT, NTT, ATC, DTE, FCT, LMTD, Q, QT,
&UDR
QT=UDT*ATC*DTE
NRP=FI1*0.8*(C14-1.0)**1.5/C14**0.5+FI3*0.8*C16*C14**0.5
FP=1.0/(0.8+NRP*S**0.5)
GXP=0.0344*FP*W/AX
REP=DET*GXP/MU
NE=NB+1.

```



```
YCH=4.08/CX*(144.0*CA*EB/(CB*DIS*ALFA))**0.85
Y=YCH/C14**0.85
FFS=1.0
SGS=SGRAV(ITIPS,TMS)
RDS=SGS*62.37
DPS=0.335*CX*S*NE*FFS/(RDS*FIS)*(W*FP/AX/1.0E5)**2.0*(1.0+Y/S)
99 RETURN
END .
```

```
IF(CTE.GE.0.18) GO TO 14
PARP=0.819*CTE**0.469
GO TO 15
14 PARP=0.558*CTE+0.2652
C CAIDA DE PRESION CON FILTRACION.
15 DPL=(1.-PARP*(STB+2.*SSB)/SL)*DPNL
99 RETURN
END
```

C**** SUBROUTINA PARA COEFICIENTE EXTERIOR METODO BELL ****

```

SUBROUTINE BELL(CB,DET,DHB,DIS,DIT,DDT,EB,H,IARR,LT,NB,NP,NTT,P,
&ITIPS,ITIPT,rdi,rd0, TES,TET,TSS,TST,W,WT,HION,
&CP,CPT,K,KT,MU,MUT,TMS,TMT,
&ATC, CD,CTE,DPBP,DPL,DPNL,DPW,DV,FBP,FI,FIS,FFS,HIO,HO, NEP,
&PSIH,PSIP,Q,QT,SL,UC,UDR,UDT,REL, VZ )
IMPLICIT REAL(J,K,L,M,N)
CALL COINDO(DET,DIT,ITIPT,LT,NP,NTT,P,rdi,TES,TET,TSS,TST,
&WT,
&CPT,KT,MUT,TMT, BETA,DTE,FCT,GR,GT,HIO,HION,KD,Q,RET,DPT,
&DPTC,LTCP
)
CALL PROP(ITIPS,ITIPT,THS,THT,CP,CPT,K,KT,MU,MUT)
IF(MU.EQ.0.0.OR.MUT.EQ.0.0) GO TO 99
NR0W=(DDT-DET)/P +1.
SM=(DIS-NR0W*DET)*EB/144.
GM=W/SM
RES=0.03448*DET*GM/MU
CD=DIS-(1.0+(DIS-(NR0W-1.0)*DET)/DIS)*(NR0W-1.0)*DET-DET
REL=(DIS-2.*CD)/DIS
IF(REL.GE.0.95) GO TO 50
GO TO 51
50 IF(IARR=4) 42,41,40.
40 ROWFT=(DIS-2.*H)/(0.7071*P)
ROWC=H/(0.7071*P)-3.
GO TO 55
41 ROWFT=(DIS-2.*H)/P
ROWC=H/P-3.
GO TO 55
42 ROWFT=(DIS-2.*H)/(0.866*P)
ROWC=H/(0.866*P)-3.
GO TO 55
51 IF(IARR=4) 43,44,45.
43 ROWFT=(DIS-2.*H)/(0.7071*P)
ROWC=H/(0.7071*P)-2.
GO TO 55
44 ROWFT=(DIS-2.*H)/P
ROWC=H/P-2.
GO TO 55
45 ROWFT=(DIS-2.*H)/(0.866*P)
ROWC=H/(0.866*P)-2.
55 FBP=CD*EB/(144.*SM)
PSIH=EXP(-1.25*FBP)
C20=1.0
ANG2= 3.1416 - 2. * (ARSIN((DIS-2.*H)/DDT))
PCC2=( ANG2- SIN(ANG2))/6.28
GAMA=0.785*DET**2.0/(C20*P**2.0)
C1=NTT*P**2.0*C20/(0.785*DDT**2.0)
NTW=0.785*DDT**2.0*PCC2*GAMA*C1
R=2.*NTW/NTT.
ANG=3.1416-2.*(ARSIN((DIS-2.*H)/DIS))
ACB=(DIS**2./8.)*(ANG-SIN(ANG))/144.
SW=ACB-NTW*E+0.005454*DET**2.
FI=1.-R+0.524*R**0.32*(SM/SW)**0.03
IF(RES.GT.2000.)GO TO 4
IF(RES.GT.100.0.OR.RES.LT.2000.) GO TO 3
2 NEP=(NB+1.)*NR0W+(NB+2.)*ROWC
X=(NEP/NR0W)**0.1A

```

```

GO TO 5
3 X=1.
GO TO 5
4 X=1.07
5 KH=0.3*RES**(-0.37)
HONL=KH*FI*PSIH*CP*GM/(X*(CP*MU*2.42/K)**(2./3.))
C AREAS DE FILTRACION.
STB=0.00544*(NTT*NTW)*(DHB**2.-DET**2.)
SSB=(6.2832-ANG)/6.2832*0.00544*(DIS**2.-DB**2.)
SL=STB+SSB
CTE=SL/SM
IF(CTE.GT.0.75) GO TO 30
GO TO 32
30 WRITE(6,615)I
615 FORMAT(5X,'EL CAMBIADOR NUMERO',I2,'TIENE MAS DEL 75 POR CIENTO
      &DE AREA DE FILTRACION' )
32 IF(CTE-0.1)6,6,7
6 PAR=0.5*CTE**0.551
GO TO 18
7 PAR=0.55*CTE+0.1
18 HON=(1.+PAR*(STB+2.*SSB)/SL)*HONL
TW=(TET+TST)/2.0-1.0/(HION*(1.0/HION+1.0/HOH))*((TET+TST)/2.0-(TES
& +TSS)/2.0)
MUM=VISC(ITIPS,TW)
MUTW=VISC(ITIPT,TW)
IF(MUM.EQ.0.0.OR.MUTW.EQ.0.0) GO TO 99
FIS=(MU/MUM)**0.14
FIT=(MUT/MUTW)**0.14
HIO=HION*FIT
HO=HON*FIS
UC=1.0/(1.0/HIO+1.0/HU+1.0/KO)
UDT=1.0/(1.0/HIO+1.0/HO+1.0/KO+RDI+RDO)
CALL AREA(CPT, TES, TFT, TSS, TST, WT, DET, LT, NTT, ATC, DTE, FCT, LMTD, Q, QT,
&UDR )
QT=UDT*ATC*DTE
C CALCULO DEL COEFICIENTE DE FRICCION
IF(RES=2000.)8,8,9
8 ALFA=4.5
GO TO 10
9 ALFA=3.8
10 V=FBP*ALFA
PSIP=1./EXP(V)
C CALCULO DE LA CAIDA DE PRESION.
FFS=0.634*RES**(-0.17)
SGS=SGRAV(ITIPS,TMS)
ROS=SGS*62.37
DPBP=4.*PSIP*GH**2.*FFS*ROWFT/(64.4*ROS*3600.**2./FIS)
C CALCULO DE LA VELOCIDAD EN LA VENTANA.
VM=W/(SM*ROS*3600.)
VH=W/(SM*ROS*3600.)
VZ=SQRT(VM*VH)
IF(RES=100.)11,11,12
11 AH=NTW*3.1416*DET*LT
DV=4.*SM*EB/AH
DPH=23.*PSIP*MU*VZ/(32.2*((P-DET)/12.)*ROWC)+26.*MU*VZ/(32.2*DV)
&EB/DV+2.*ROS*VZ**2./64.4
GO TO 13
12 DPH=(2.+0.6*ROWC)*ROS*VZ**2./64.4
C CAIDA DE PRESION SIN FILTRACION O BY PASS.
13 DPNL=(1.+NB+2.*ROWC/ROWFT)*DPBP+NB*DPH

```

C ***** SUBROUTINE PARA CALCULAR EL AREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR *****

```

SUBROUTINE AREA (CPT, TES, TET, TSS, TST, WT, DET, LT, NTT, ATC, DTE, FCT,
&LMTD, Q, QT, UDR
)
IMPLICIT REAL (J, K, L, M, N)
IF (TET.GT.TES) GO TO 59
Q=WT*CPT*(TST-TET)
LMTD=(TES-TST-TSS+TET)/ALOG((TES-TST)/(TSS-TET))
PEF=(TST-TET)/(TES-TET)
RCT=(TES-TSS)/(TST-TET)
GO TO 60
59 Q=WT*CPT*(TET-TST)
LMTD=((TET-TSS)-(TST-TES))/ALOG((TET-TSS)/(TST-TES))
PEF=(TSS-TES)/(TET-TES)
RCT=(TET-TST)/(TSS-TES)
60 ATC=NTT*3.1416*DET*LT/144.
DEN=2.0/PEF-1.0-RCT-SQRT(RCT**2.0+1.0)
IF (DEN.LE.0.0) GO TO 61
GO TO 62
61 WRITE(6,601)DEN
601 FORMAT(10X,'EL CAMBIADOR TIENE UN FACTOR BAJO CON DEN =',1P1
&E12.4)
FCT=0.60
GO TO 63
62 FCT=((RCT**2.0+1.0)**0.5/(RCT-1.0))*ALOG10((1.0-PEF)/(1.0-PEF*RCT)
&)/ALOG10(((2.0/PEF)-1.-RCT+(RCT**2.0+1.0)**0.5)/((2.0/PEF)-1.-RCT-
&(RCT**2.0+1.0)**0.5))
63 DTE=LMTD*FCT
UDR=Q/(ATC*DTE)
RETURN
END

```

C ***** SUBROUTINA PARA LOS TIPOS DE FLUIDOS *****

```

SUBROUTINE TIPOC(ITIP,API,KUOP,MU1,MU2,T1,T2)
IMPLICIT REAL (J,K,L,M,N)
GO TO (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,
&23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,
&44,45,46,47,48,49,50,51,52,53
& )ITIP
1 API=10.4
GO TO 99
2 API=11.2 ) KUOP=11.2 ) MU1=5.5 ) MU2=9.5 ) T1=672.0 ) T2=390.
GO TO 99
3 API=11.4 ) KUOP=11.4 ) MU1=166.9 ) MU2=7.42 ) T1=100. ) T2=267.0
GO TO 99
4 API=15.3 ) KUOP=11.4 ) MU1=32.58 ) MU2=3.64 ) T1=196.0 ) T2=378.0
GO TO 99
5 API=22.2 ) KUOP=11.4 ) MU1=2.1 ) MU2=1.1 ) T1=297. ) T2=517.0
GO TO 99
6 API=28.9 ) KUOP=11.9 ) MU1=0.5 ) MU2=23.5 ) T1=447.5 ) T2=68.0
GO TO 99
7 API=8.5 ) KUOP=10.6 ) MU1=8.5 ) MU2=5.5 ) T1=430. ) T2=489.
GO TO 99
8 API=17.0 ) KUOP=11.7 ) MU1=106.4 ) MU2=31.7 ) T1=150. ) T2=208.
GO TO 99
9 API=8.9 ) KUOP=11.0 ) MU1=3.0 ) MU2=6.0 ) T1=740. ) T2=661.
GO TO 99
10 API=10. ) KUOP=11.0 ) MU1=0.80 ) MU2=4.52 ) T1=620.0 ) T2=225.0
GO TO 99
11 API=32.7 ) KUOP=11.7 ) MU1=0.387 ) MU2=1.978 ) T1=515. ) T2=170.
GO TO 99
12 API=7.5 ) KUOP=11.7 ) MU1=0.309 ) MU2=1.18 ) T1=565. ) T2=280.
GO TO 99
13 API=25.9 ) KUOP=11.8 ) MU1=0.68 ) MU2=3.39 ) T1=330. ) T2=120.
GO TO 99
14 API=22.2 ) KUOP=11.4 ) MU1=6.9 ) MU2=0.506 ) T1=175.0 ) T2=606.
GO TO 99
15 API=23.3 ) KUOP=11.5 ) MU1=0.65 ) MU2=1.4 ) T1=500. ) T2=300.0
GO TO 99
16 API=26.6 ) KUOP=11.9 ) MU1=0.62 ) MU2=2.58 ) T1=530. ) T2=250.
GO TO 99
17 API=17.1 ) KUOP=11.8 ) MU1=0.5445 ) MU2=2.33 ) T1=530. ) T2=250.
GO TO 99
18 API=37.8 ) KUOP=12. ) MU1=1.2 ) MU2=0.3 ) T1=170. ) T2=440.
GO TO 99
19 API=25.9 ) KUOP=11.8 ) MU1=0.86 ) MU2=3.7 ) T1=350. ) T2=125.0
GO TO 99
20 API=26.5 ) KUOP=11.3 ) MU1=0.572 ) MU2=1.34 ) T1=500. ) T2=300.
GO TO 99
21 API=20. ) KUOP=12. ) MU1=0.7 ) MU2=0.25 ) T1=550. ) T2=635.
GO TO 99
22 API=30.6 ) KUOP=11.8 ) MU1=0.28 ) MU2=1.04 ) T1=535. ) T2=222.
GO TO 99
23 API=18.6 ) KUOP=11.6 ) MU1=0.58 ) MU2=1.1 ) T1=730. ) T2=535.
GO TO 99
24 API=22.1 ) KUOP=11.9 ) MU1=0.52 ) MU2=2.58 ) T1=595. ) T2=430.
GO TO 99
25 API=23. ) KUOP=11.7 ) MU1=0.4 ) MU2=1.0 ) T1=707. ) T2=419.
GO TO 99
26 API=37.5 ) KUOP=11.3 ) MU1=0.355 ) MU2=0.753 ) T1=415. ) T2=220.

```

```

GO TO 99
27 API=40.1  }KUOP=11.3  }MU1=0.33  }MU2=1.318  }T1=410.  }T2=130.
GO TO 99
28 API=43.2  }KUOP=11.8  }MU1=0.31  }MU2=0.93  }T1=360.  }T2=150.
GO TO 99
29 API=47.6  }KUOP=11.8  }MU1=0.34  }MU2=0.75  }T1=240.  }T2=100.
GO TO 99
30 API=10.3  }KUOP=10.0  }MU1=3.13  }MU2=12.2  }T1=242.  }T2=140.
GO TO 99
31 API=25.4  }KUOP=12.  }MU1=10.36  }MU2=3.0  }T1=150.  }T2=245.
GO TO 99
32 API=34.2  }KUOP=12.6  }MU1=1.07  }MU2=3.9  }T1=275.  }T2=140.
GO TO 99
33 API=40.6  }KUOP=11.0  }MU1=0.28  }MU2=0.53  }T1=420.  }T2=270.
GO TO 99
34 API=23.  }KUOP=11.0  }MU1=0.78  }MU2=1.13  }T1=550.  }T2=460.
GO TO 99
35 API=35.5  }KUOP=12.  }MU1=0.26  }MU2=0.47  }T1=530.  }T2=350.
GO TO 99
36 API=5.6  }KUOP=11.3  }MU1=5.5  }MU2=1.82  }T1=577.0  }T2=210.0
GO TO 99
37 API=14.8  }KUOP=11.  }MU1=1.0  }MU2=1.75  }T1=550.  }T2=470.
GO TO 99
38 API=13.3  }KUOP=11.5  }MU1=0.9  }MU2=3.4  }T1=670.  }T2=475.
GO TO 99
39 API=57.2  }KUOP=11.8  }MU1=0.25  }MU2=0.8  }T1=356.  }T2=100.
GO TO 99
40 API=31.7  }KUOP=12.  }MU1=1.7  }MU2=1.2  }T1=321.  }T2=380.
GO TO 99
41 API=33.8  }KUOP=11.8  }MU1=2.1  }MU2=5.4  }T1=200.  }T2=120.
GO TO 99
42 API=71.0  }KUOP=12.0  }MU1=0.63  }MU2=0.32  }T1=60.0  }T2=200.0
GO TO 99
43 API=62.0  }KUOP=12.4  }MU1=0.7  }MU2=0.35  }T1=60.0  }T2=200.0
GO TO 99
44 API=20.2  }KUOP=11.7  }MU1=0.93  }MU2=2.6  }T1=533.  }T2=338.
GO TO 99
45 API=26.5  }KUOP=11.7  }MU1=0.57  }MU2=7.55  }T1=320.  }T2=126.
GO TO 99
46 API=26.3  }KUOP=11.7  }MU1=4.3  }MU2=7.55  }T1=200.  }T2=125.
GO TO 99
47 API=23.0  }KUOP=11.7  }MU1=0.915  }MU2=4.3  }T1=419.  }T2=200.
GO TO 99
48 API=17.  }KUOP=11.75  }MU1=2.45  }MU2=43.2  }T1=440.  }T2=200.
GO TO 99
49 API=23.0  }KUOP=12.0  }MU1=0.667  }MU2=3.798  }T1=580.  }T2=260.
GO TO 99
50 API=10.6  }KUOP=11.3  }MU1=1.631  }MU2=21.744  }T1=644.  }T2=340.
GO TO 99
51 API=24.3  }KUOP=12.6  }MU1=1.09  }MU2=3.65  }T1=225.  }T2=100.
GO TO 99
52 API=37.6  }KUOP=11.3  }MU1=0.2846  }MU2=0.364  }T1=464.  }T2=378.0
GO TO 99
53 API=31.7  }KUOP=12.0  }MU1=1.0  }MU2=0.7  }T1=300.  }T2=350.0
99 RETURN
END

```

C **** SUBROUTINA PARA LA EVALUACION DE PROPIEDADES ****

```
SUBROUTINE PROP(ITIPS,ITIPT,TCS,TCT,CP,CPT,K,KT,MU,MUT)
REAL K,KT,MU,MUT
K=COND(ITIPS,TCS)
KT=COND(ITIPT,TCT)
CP=CPF(ITIPS,TCS)
CPT=CPF(ITIPT,TCT)
MU=VISC(ITIPS,TCS)
MUT=VISC(ITIPT,TCT)
RETURN
END
```



```
4 WRITE (6,602)
602 FORMAT(/'LAVISCOSIDAD ES MAYOR DE 100,000')
GO TO 20
7 WRITE (6,611) Y
611 FORMAT (/ 'ESTA TEMPRATURA DA UNA Y=',1P1E12.4 )
GO TO 20
2 T=T-460.0
SG=SGRAV(ITIP,T)
VISC=VICN*SG
20 CONTINUE
21 CONTINUE
RETURN
END
```

```
FUNCTION Z(VIC)
P=-1.14883-2.655858*VIC
Q=-0.00381308-12.5645*VIC
S= 5.46491-37.6289*VIC
V=13.0498-74.6891*VIC
U= 37.4619-192.643*VIC
W= 80.4945-400.468*VIC
IF(VIC.GT.2.0) GO TO 8
C=EXP(P)
IF(VIC.GT. 1.65) GO TO 8
D=EXP(Q)
IF(VIC.GT. 0.9) GO TO 8
E=EXP(S)
IF(VIC.GT.0.3 ) GO TO 8
F=EXP(V)
G=EXP(U)
IF(VIC.GT. 0.24) GO TO 8
H=EXP(W)
8 Z = VIC + 0.7 + C - D + E - F + G - H
RETURN
END
```

C ****FUNCION PARA EVALUAR CAPACIDADES CALORIFICAS DE AGUA Y DERIVADOS
C DEL PETROLEO ****

```
FUNCTION CPF(ITIP,T)
REAL KUOP
IF(ITIP.GT.1) GO TO 3
CPF=1.
GO TO 7
3 CALL TIPO(ITIP,API,KUOP,NU1,HU2,T1,T2)
SGR=141.5/(API+131.5)
TBP=(KUOP/SGR)**3.
IF(T.GT.TBP) GO TO 2
CPF=(0.6811-0.308*SGR+(0.000815-0.000306*SGR)*T)*(0.055*KUOP+0.35)
GO TO 7
2 WRITE(6,602)
602 FORMAT(6X,'LA TEMPERATURA ES MAYOR QUE TBP')
7 RETURN
END
```

C ****FUNCION PARA CALCULAR CONDUCTIVIDAD TERMICA PARA PETROLEO ****

```
FUNCTION COND(ITIP,T)
IF(ITIP.GT.1) GO TO 3
TC=(T-32.0)/1.8
COND=0.339237*(1.+2.81E-3*(TC-20.))
GO TO 7
3 CALL TIPO(ITIP,API,KUOP,MU1,MU2,T1,T2)
SGR=141.5/(API+131.5)
COND=0.0677/SGR*(1.0-0.0003*(T-32.0))
7 RETURN
END
```

C*****SUBRRUTINA PARA CALCULAR LA DENSIDAD RELATIVA *****

```

FUNCTION SGRAV(ITIP,T)
REAL KUOP
IF(ITIP.GT.1) GO TO 3
SGRAV=0.99
GO TO 7
3 CALL TIPD(ITIP,API,KUOP,HU1,HU2,T1,T2)
SGR= 141.5/(API+131.5)
TBP=(KUOP/SGR)**3.
TPC= 768.07121 + 1.7133693*TBP - 0.0010634*TBP**2.0 - 0.0089212579
& *API*TBP + 3.8890584E-6*TBP**3.0 + 5.309492E-6*API*TBP**2.0 +
& 3.27116E-8*API**2.0*TBP**2.0
TR1= 519.696/TPC
TR2= (T + 459.696)/TPC
SGRAV=SGR*(1.481755-1.305527*TR2 +1.715901*TR2**2.-1.131581*TR
& 1**3.0)
7 RETURN
END

```

RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS

40 EQUIPOS PROCESADOS.

ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

	(DB)	DET	DHB	DIS
# 1	2.4825E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	2.5000E+01
# 2	2.3075E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	2.3250E+01
# 3	2.4825E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	2.5000E+01
# 4	2.1850E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	2.2000E+01
# 5	2.6825E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	2.7000E+01
# 6	1.9100E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	1.9250E+01
# 7	2.5575E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	2.5750E+01
# 8	2.6075E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	2.6250E+01
# 9	2.6825E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	2.7000E+01
#10	4.2275E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	4.2500E+01
#11	2.7700E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	2.7875E+01
#12	2.6825E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	2.7000E+01
#13	4.2275E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	4.2500E+01
#14	2.3075E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	2.3250E+01
#15	1.7100E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	1.7250E+01
#16	1.7100E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	1.7250E+01
#17	1.7100E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	1.7250E+01
#18	3.0825E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	3.1000E+01
#19	3.0825E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	3.1000E+01
#20	3.0825E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	3.1000E+01
#21	2.1850E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	2.2000E+01
#22	2.5075E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	2.5250E+01
#23	2.8825E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	2.9000E+01
#24	3.0825E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	3.1000E+01
#25	2.3075E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	2.3250E+01
#26	4.3775E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	4.4000E+01
#27	2.4825E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	2.5000E+01
#28	2.3825E+01	7,5000E-01	7.6200E-01	2.4000E+01
#29	2.8825E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	2.9000E+01
#30	3.6825E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	3.7000E+01
#31	4.0525E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	4.0750E+01
#32	2.3825E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	2.4000E+01
#33	2.5825E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	2.6000E+01
#34	4.2775E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	4.3000E+01
#35	3.3825E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	3.4000E+01
#36	2.8825E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	2.9000E+01
#37	4.0525E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	4.0750E+01
#38	4.5775E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	4.6000E+01
#39	3.5825E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	3.6000E+01
#40	3.0825E+01	1,0000E+00	1.0140E+00	3.1000E+01

ESPECIFICACIONES DEL EQUIPU

	DIT ✓	DUT ✓	EB ✓	H ✓
# 1	7.8200E-01	2.3375E+01	5.0000E+00	6.3018E+00
# 2	5.8400E-01	2.2562E+01	5.0000E+00	6.8768E+00
# 3	7.8200E-01	2.3375E+01	5.0000E+00	6.3018E+00
# 4	6.2000E-01	2.0500E+01	6.0000E+00	6.5117E+00
# 5	7.8200E-01	2.5375E+01	6.0000E+00	6.8095E+00
# 6	6.2000E-01	1.8000E+01	6.0000E+00	5.6921E+00
# 7	6.2000E-01	2.4125E+01	7.0000E+00	7.6218E+00
# 8	5.8400E-01	2.1750E+01	5.0000E+00	7.7708E+00
# 9	7.8200E-01	2.5375E+01	6.0000E+00	6.8095E+00
#10	5.8400E-01	4.0500E+01	9.0000E+00	1.2598E+01
#11	6.2000E-01	2.6250E+01	6.0000E+00	8.2551E+00
#12	5.8400E-01	2.2625E+01	6.6250E+00	7.9943E+00
#13	5.8400E-01	4.0500E+01	9.0000E+00	1.2598E+01
#14	6.2000E-01	2.2000E+01	1.2000E+01	5.8575E+00
#15	6.2000E-01	1.6000E+01	6.0000E+00	4.3408E+00
#16	6.2000E-01	1.7000E+01	6.0000E+00	4.3408E+00
#17	6.2000E-01	1.6000E+01	8.8750E+00	5.0961E+00
#18	5.8400E-01	2.9375E+01	7.7500E+00	9.1864E+00
#19	5.8400E-01	2.9375E+01	7.7500E+00	9.1864E+00
#20	7.8200E-01	2.9375E+01	8.0000E+00	7.8249E+00
#21	6.2000E-01	2.0500E+01	1.1000E+01	6.5117E+00
#22	6.2000E-01	2.3625E+01	5.0000E+00	7.4728E+00
#23	7.8200E-01	2.7375E+01	9.0000E+00	8.5900E+00
#24	7.8200E-01	2.9375E+01	8.0000E+00	7.8249E+00
#25	5.8400E-01	2.2562E+01	5.0000E+00	6.8768E+00
#26	7.8200E-01	4.2000E+01	9.0000E+00	1.3045E+01
#27	7.8200E-01	2.3375E+01	8.0000E+00	6.3018E+00
#28	6.2000E-01	2.2500E+01	9.0000E+00	7.1003E+00
#29	7.8200E-01	2.7375E+01	6.0000E+00	8.5904E+00
#30	7.8200E-01	3.5125E+01	5.0000E+00	1.0974E+01
#31	7.8200E-01	3.8875E+01	7.0000E+00	1.0282E+01
#32	7.8200E-01	2.2375E+01	5.0000E+00	7.1003E+00
#33	7.8200E-01	2.4375E+01	6.0000E+00	7.6963E+00
#34	7.8200E-01	4.1000E+01	9.0000E+00	1.2748E+01
#35	7.8200E-01	3.2375E+01	8.0000E+00	1.0081E+01
#36	7.8200E-01	2.7375E+01	6.0000E+00	8.5904E+00
#37	7.8200E-01	3.8875E+01	7.0000E+00	1.0282E+01
#38	7.8200E-01	4.4000E+01	1.0000E+01	1.3640E+01
#39	7.8200E-01	3.4125E+01	1.0000E+01	1.0676E+01
#40	7.8200E-01	2.9375E+01	9.0000E+00	9.1862E+00

ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

	ARR	LT	HB	NP
# 1	4.0000E+00	1.9200E+02	3.3000E+01	2.0000E+00
# 2	4.0000E+00	1.9200E+02	3.3000E+01	6.0000E+00
# 3	4.0000E+00	1.9200E+02	3.3000E+01	2.0000E+00
# 4	4.0000E+00	1.9200E+02	2.8000E+01	6.0000E+00
# 5	4.0000E+00	1.9200E+02	2.7000E+01	4.0000E+00
# 6	3.0000E+00	2.4000E+02	3.2000E+01	4.0000E+00
# 7	4.0000E+00	1.9200E+02	2.4000E+01	6.0000E+00
# 8	4.0000E+00	1.9200E+02	3.3000E+01	4.0000E+00
# 9	4.0000E+00	1.9200E+02	2.7000E+01	4.0000E+00
#10	4.0000E+00	1.4400E+02	1.3000E+01	4.0000E+00
#11	4.0000E+00	1.9200E+02	2.8000E+01	6.0000E+00
#12	4.0000E+00	1.9200E+02	2.4000E+01	4.0000E+00
#13	4.0000E+00	1.4400E+02	1.3000E+01	4.0000E+00
#14	4.0000E+00	1.9200E+02	1.5000E+01	2.0000E+00
#15	4.0000E+00	1.9200E+02	2.7000E+01	2.0000E+00
#16	4.0000E+00	1.9200E+02	2.7000E+01	2.0000E+00
#17	4.0000E+00	2.4000E+02	2.2000E+01	1.0000E+00
#18	4.0000E+00	2.4000E+02	2.5000E+01	1.2000E+01
#19	4.0000E+00	2.4000E+02	2.5000E+01	1.2000E+01
#20	4.0000E+00	1.9200E+02	2.0000E+01	6.0000E+00
#21	4.0000E+00	2.4000E+02	1.8000E+01	1.0000E+00
#22	4.0000E+00	2.4000E+02	3.9000E+01	2.0000E+00
#23	4.0000E+00	1.9200E+02	1.8000E+01	6.0000E+00
#24	4.0000E+00	1.9200E+02	2.0000E+01	6.0000E+00
#25	4.0000E+00	1.9200E+02	3.3000E+01	2.0000E+00
#26	4.0000E+00	1.9200E+02	1.8000E+01	1.6000E+01
#27	4.0000E+00	1.9200E+02	2.0000E+01	4.0000E+00
#28	4.0000E+00	1.9200E+02	1.9000E+01	2.0000E+00
#29	4.0000E+00	1.9200E+02	2.7000E+01	2.0000E+00
#30	4.0000E+00	1.9200E+02	2.9000E+01	6.0000E+00
#31	4.0000E+00	1.9200E+02	2.1000E+01	4.0000E+00
#32	4.0000E+00	1.9200E+02	3.4000E+01	2.0000E+00
#33	4.0000E+00	1.9200E+02	2.7000E+01	2.0000E+00
#34	4.0000E+00	1.9200E+02	1.8000E+01	4.0000E+00
#35	4.0000E+00	1.9200E+02	2.0000E+01	2.0000E+00
#36	4.0000E+00	1.9200E+02	2.7000E+01	2.0000E+00
#37	4.0000E+00	1.9200E+02	2.1000E+01	4.0000E+00
#38	4.0000E+00	1.9200E+02	1.5000E+01	6.0000E+00
#39	4.0000E+00	1.9200E+02	1.8000E+01	2.0000E+00
#40	4.0000E+00	1.9200E+02	1.8000E+01	2.0000E+00

ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

	NTT	P
# 1	2.5000E+02	1.2500L+00
# 2	3.0400E+02	1.0000E+00
# 3	2.5000E+02	1.2500E+00
# 4	2.3000E+02	1.0000E+00
# 5	2.8400E+02	1.2500E+00
# 6	2.2000E+02	9.3750E-01
# 7	3.2400E+02	1.0000E+00
# 8	3.3200E+02	1.0000E+00
# 9	2.8400E+02	1.2500E+00
#10	1.1000E+03	1.0000E+00
#11	3.9600E+02	1.0000E+00
#12	2.5600E+02	1.0000E+00
#13	1.1000E+03	1.0000E+00
#14	3.2700E+02	1.0000E+00
#15	1.8000E+02	1.0000E+00
#16	1.8000E+02	1.0000E+00
#17	1.3000E+02	1.0000E+00
#18	5.0000E+02	1.0000E+00
#19	5.0000E+02	1.0000E+00
#20	3.7200E+02	1.2500E+00
#21	2.1900E+02	1.0000E+00
#22	3.1600E+02	1.0000E+00
#23	3.0000E+02	1.2500E+00
#24	3.7200E+02	1.2500E+00
#25	3.1600E+02	1.0000E+00
#26	6.2400E+02	1.2500E+00
#27	2.2800E+02	1.2500E+00
#28	2.9200E+02	1.0000E+00
#29	3.1400E+02	1.2500L+00
#30	5.3200E+02	1.2500E+00
#31	5.6200E+02	1.2500E+00
#32	2.1100E+02	1.2500E+00
#33	2.5000E+02	1.2500E+00
#34	7.5000E+02	1.2500E+00
#35	4.6000E+02	1.2500E+00
#36	3.1400E+02	1.2500E+00
#37	5.6200E+02	1.2500E+00
#38	8.6200E+02	1.2500E+00
#39	5.0800E+02	1.2500L+00
#40	3.9000E+02	1.2500E+00

NOMENCLATURA DE RESULTADOS .

- DB = *diámetro de la mampara*, in.
- DET = *diámetro externo del tubo*, in.
- DHB = *diámetro del hoyo de la mampara*, in.
- DIS = *diámetro interno de la coraza*, in.
- DIT = *diámetro interno del tubo*, in.
- DOT = *diámetro del haz de tubos*, in.
- EB = *espaciamiento entre mamparas*, in. _____
- H = *altura de la ventana de la mampara*, in.
- ARR = *tipo de arreglo*,
- LT = *longitud de las tubos*, in.
- NB = *número de mamparas*.
- NP = *número de pasas*.
- NTT = *número total de tubos*.
- P = *pitch*, in.

CONDICIONES DE OPERACION

	FLUIDO C	FLUIDO T	RDI	RDU
# 1	2.6000E+01	4.0000E+00	4.0000E-03	4.9000E-03
# 2	3.9000E+01	1.0000E+00	2.0000E-03	2.0000E-03
# 3	2.7000E+01	3.0000E+00	3.0000E-02	2.0000E-03
# 4	1.8000E+01	1.0000E+00	1.3000E-03	2.7000E-03
# 5	1.1000E+01	3.0000E+00	2.4000E-02	3.7000E-03
# 6	5.1000E+01	1.0000E+00	5.0000E-03	6.0000E-04
# 7	2.8000E+01	1.0000E+00	1.3000E-03	1.7000E-03
# 8	4.1000E+01	1.0000E+00	3.0000E-03	1.3000E-03
# 9	1.2000E+01	4.0000E+00	4.7000E-03	3.0000E-03
#10	1.6000E+01	6.0000E+00	1.0000E-02	8.2000E-03
#11	2.2000E+01	1.0000E+00	1.3000E-03	3.7000E-03
#12	4.2000E+01	4.3000E+01	1.0000E-03	1.0000E-03
#13	1.7000E+01	8.0000E+00	1.0000E-02	3.6000E-03
#14	4.6000E+01	1.0000E+00	3.0000E-03	2.4000E-03
#15	4.5000E+01	1.0000E+00	3.9000E-03	3.0000E-03
#16	4.7000E+01	1.0000E+00	3.0000E-03	2.9000E-03
#17	3.2000E+01	1.0000E+00	2.0000E-03	2.0000E-03
#18	8.0000E+00	4.9000E+01	1.0000E-02	2.0000E-03
#19	8.0000E+00	4.9000E+01	1.0000E-02	2.0000E-03
#20	5.2000E+01	3.0000E+00	1.5000E-02	3.4000E-03
#21	3.0000E+01	1.0000E+00	2.0000E-03	2.0000E-03
#22	1.3000E+01	1.0000E+00	3.0000E-03	2.6000E-03
#23	7.0000E+00	9.0000E+00	1.0000E-02	8.2000E-03
#24	5.2000E+01	4.0000E+00	3.5000E-03	3.4000E-03
#25	3.9000E+01	1.0000E+00	2.0000E-03	2.5000E-03
#26	7.0000E+00	9.0000E+00	1.0000E-02	8.2000E-03
#27	2.0000E+01	1.4000E+01	3.0000E-03	4.2000E-03
#28	2.9000E+01	1.0000E+00	1.3000E-03	1.9000E-03
#29	1.8000E+01	6.0000E+00	2.0000E-03	2.6000E-03
#30	7.0000E+00	3.7000E+01	1.0000E-02	5.0000E-03
#31	3.8000E+01	5.3000E+01	6.0000E-03	5.0000E-03
#32	2.4000E+01	6.0000E+00	2.0000E-03	8.9000E-03
#33	4.8000E+01	6.0000E+00	2.0000E-03	6.3000E-03
#34	2.8000E+01	6.0000E+00	2.0000E-03	1.3000E-03
#35	3.6000E+01	6.0000E+00	2.0000E-03	8.1000E-03
#36	2.2000E+01	6.0000E+00	2.0000E-03	4.5000E-03
#37	3.8000E+01	4.0000E+01	6.0000E-03	5.0000E-03
#38	1.9000E+01	6.0000E+00	2.0000E-03	5.3000E-03
#39	3.4000E+01	6.0000E+00	2.0000E-03	7.1000E-03
#40	3.3000E+01	6.0000E+00	2.0000E-03	4.0000E-03

CONDICIONES DE OPERACION

	TES	TET	TSS	TST
# 1	4.1500E+02	1.9600E+02	2.2000E+02	2.1700E+02
# 2	1.4500E+02	8.2000E+01	1.0000E+02	9.9000E+01
# 3	4.1000E+02	1.0000E+02	1.4000E+02	1.2500E+02
# 4	1.7000E+02	8.0000E+01	1.2000E+02	1.1500E+02
# 5	5.1500E+02	1.2800E+02	1.7000E+02	1.6500E+02
# 6	2.2500E+02	7.5000E+01	1.0000E+02	1.0000E+02
# 7	1.5000E+02	8.0000E+01	1.1000E+02	1.1000E+02
# 8	2.0000E+02	9.0000E+01	1.2000E+02	1.1800E+02
# 9	5.6500E+02	2.1700E+02	2.8000E+02	2.6800E+02
#10	5.3000E+02	1.5000E+02	2.5000E+02	1.9700E+02
#11	2.2200E+02	8.0000E+01	1.2000E+02	1.1500E+02
#12	1.0000E+02	2.6000E+02	1.6500E+02	1.7000E+02
#13	5.3000E+02	1.5000E+02	2.5000E+02	2.0800E+02
#14	2.0000E+02	9.0000E+01	1.2500E+02	1.2000E+02
#15	3.2000E+02	9.0000E+01	1.2500E+02	1.2000E+02
#16	4.1900E+02	9.0000E+01	2.0000E+02	1.2000E+02
#17	2.7500E+02	7.5000E+01	1.4000E+02	1.1000E+02
#18	2.0800E+02	5.8000E+02	2.7200E+02	2.7000E+02
#19	1.9700E+02	5.8000E+02	2.6700E+02	2.6000E+02
#20	4.6400E+02	1.6800E+02	3.8000E+02	2.5700E+02
#21	2.4200E+02	7.5000E+01	1.4000E+02	1.1000E+02
#22	3.3000E+02	7.5000E+01	1.2000E+02	1.1000E+02
#23	4.4000E+02	7.4000E+02	4.7900E+02	6.6100E+02
#24	4.8200E+02	2.6800E+02	3.7800E+02	3.7800E+02
#25	3.6500E+02	8.2000E+01	1.4500E+02	1.1320E+02
#26	4.3000E+02	7.4000E+02	4.7900E+02	5.1400E+02
#27	5.0000E+02	1.7500E+02	3.0000E+02	2.9700E+02
#28	2.4000E+02	8.0000E+01	1.1000E+02	1.1000E+02
#29	4.4000E+02	9.9000E+01	1.7000E+02	1.2000E+02
#30	3.5000E+02	5.5000E+02	4.3000E+02	5.0600E+02
#31	6.7000E+02	3.0000E+02	4.7500E+02	3.5000E+02
#32	5.9500E+02	2.5500E+02	4.3000E+02	2.8000E+02
#33	4.4000E+02	1.2000E+02	2.0000E+02	1.5200E+02
#34	3.6000E+02	6.3000E+01	1.5000E+02	9.9000E+01
#35	6.6000E+02	4.3500E+02	4.9500E+02	4.6000E+02
#36	5.3500E+02	1.5200E+02	2.2200E+02	1.8500E+02
#37	6.7000E+02	3.2100E+02	5.4000E+02	3.8000E+02
#38	4.2500E+02	2.1500E+02	2.7500E+02	2.5500E+02
#39	5.5000E+02	3.8500E+02	4.6000E+02	4.3500E+02
#40	4.2000E+02	1.7700E+02	2.7000E+02	2.4500E+02

CONDICIONES DE OPLRACION

	W	WT
# 1	1.5250E+04	1.5490E+05
# 2	7.1651E+04	1.0000E+05
# 3	1.3300E+04	1.6200E+05
# 4	1.0199E+05	7.1215E+04
# 5	1.5680E+04	1.6200E+05
# 6	4.5520E+04	1.1630E+05
# 7	1.5137E+05	1.0100E+05
# 8	8.7350E+04	1.1900E+05
# 9	2.3700E+04	1.5490E+05
#10	2.5753E+04	2.0131E+05
#11	9.8905E+04	1.4502E+05
#12	1.5798E+05	1.0306E+05
#13	3.2366E+04	2.0131E+05
#14	1.5987E+05	1.9730E+05
#15	5.4760E+04	1.9830E+05
#16	5.0200E+04	1.9910E+05
#17	8.8281E+04	1.9094E+05
#18	2.0131E+05	3.4674E+04
#19	2.0131E+05	3.4674E+04
#20	1.5380E+05	1.6200E+05
#21	1.3787E+05	2.0771E+05
#22	7.1405E+04	2.3500E+05
#23	3.6700E+05	1.5700E+05
#24	1.4160E+05	1.5490E+05
#25	7.1651E+04	3.0000E+05
#26	3.8226E+05	7.7500E+04
#27	9.6660E+04	1.8650E+05
#28	1.5184E+05	3.8967E+05
#29	1.0199E+05	1.4010E+06
#30	3.8226E+05	6.2500E+05
#31	1.4400E+05	6.2825E+05
#32	1.7478E+05	1.4010E+06
#33	1.5444E+05	1.4010E+06
#34	1.5137E+05	1.4010E+06
#35	2.7613E+05	1.4010E+06
#36	9.8905E+04	1.4010E+06
#37	2.6907E+05	6.5900E+05
#38	3.4368E+05	1.4010E+06
#39	6.5866E+05	1.4010E+06
#40	5.3998E+05	1.4010E+06





FLUIDO C *fluido que circula por la coraza.* } *no*

FLUIDO T *fluido que circula por los tubos.* }

SI RDI = *incrustación interna de los tubos.*

SI RDO = *incrustación externa de los tubos.*

TES = *temperatura de entrada a la coraza.* °F. } *no*

TET = *temperatura de entrada a los tubos.* °F.

SI { TSS = *temperatura de salida de la coraza.* °F.

SI { TST = *temperatura de salida de los tubos.* °F.

W = *gasto en masa por la coraza,* lb/hr. }

WT = *gasto en masa por los tubos,* lb/hr. } *no*

PROPIEDADES A LAS TEMPERATURAS MEDIAS

	THS	CP	K	NU
# 1	3.1750E+02	5.8352E-01	7.3932E-02	4.8109E-01
# 2	1.2250E+02	5.2135E-01	6.7831E-02	6.8152E-01
# 3	2.7500E+02	5.6526E-01	7.6116E-02	5.3426E-01
# 4	1.4500E+02	5.0981E-01	7.8255E-02	1.4983E+00
# 5	3.4250E+02	5.8395E-01	7.1243E-02	7.0264E-01
# 6	1.6250E+02	5.0966E-01	7.1623E-02	1.7900E+00
# 7	1.3000E+02	5.0486E-01	6.1127E-02	1.0948E+00
# 8	1.6000E+02	5.0543E-01	7.6050E-02	3.1603E+00
# 9	4.2250E+02	5.6054E-01	6.0713E-02	5.0693E-01
#10	3.9000E+02	6.1925E-01	6.7518E-02	1.0910E+00
#11	1.7100E+02	5.0542E-01	7.4322E-02	1.5369E+00
#12	1.3250E+02	5.5099E-01	9.3964E-02	4.1752E-01
#13	3.9000E+02	5.9144E-01	6.3461E-02	9.6959E-01
#14	1.6250E+02	4.8956E-01	7.2543E-02	5.5627E+00
#15	2.2250E+02	5.2221E-01	7.1274E-02	1.3959E+00
#16	3.0950E+02	5.4533E-01	6.7766E-02	1.6623E+00
#17	2.0750E+02	5.5589E-01	7.5104E-02	1.8069E+00
#18	2.4000E+02	5.0990E-01	6.6616E-02	1.9242E+01
#19	2.3200E+02	5.0574E-01	6.6786E-02	2.1609E+01
#20	4.2200E+02	6.4046E-01	7.1439E-02	3.2036E-01
#21	1.9100E+02	4.4730E-01	6.4607E-02	5.5032E+00
#22	2.2500E+02	5.2517E-01	7.0947E-02	1.2661E+00
#23	4.5950E+02	5.6183E-01	5.8392E-02	6.7537E+00
#24	4.3000E+02	6.4480E-01	7.1245E-02	3.1305E-01
#25	2.5500E+02	5.9685E-01	8.4243E-02	3.4565E-01
#26	4.5450E+02	5.5947E-01	5.8492E-02	7.0092E+00
#27	4.0000E+02	6.0393E-01	6.7249E-02	8.2925E-01
#28	1.7500E+02	5.3754E-01	6.2013E-02	4.5633E-01
#29	3.0500E+02	6.0019E-01	7.4367E-02	4.9627E-01
#30	3.9000E+02	5.2904E-01	5.9788E-02	1.2177E+01
#31	5.7250E+02	6.6369E-01	5.8045E-02	1.5528E+00
#32	5.1250E+02	6.7360E-01	6.2896E-02	1.0002E+00
#33	3.2000E+02	5.5303E-01	6.4916E-02	6.4838E+00
#34	2.5500E+02	5.7566E-01	7.7993E-02	4.7144E-01
#35	5.7750E+02	6.3292E-01	5.4866E-02	5.5083E+00
#36	3.7850E+02	6.1900E-01	6.9494E-02	4.5142E-01
#37	6.0500E+02	6.8017E-01	5.7370E-02	1.2720E+00
#38	3.5000E+02	5.9259E-01	6.8123E-02	8.5843E-01
#39	5.0500E+02	6.7207E-01	6.3431E-02	9.2851E-01
#40	3.4500E+02	6.2504E-01	7.4609E-02	3.6869E-01

PROPIEDADES A LAS TEMPERATURAS MEDIAS

	TIIT	CPT	KT	MUT
# 1	2.0650E+02	4.8030E-01	6.6559E-02	2.6644E+01
# 2	9.0500E+01	1.0000E+00	3.5115E-01	7.6341E-01
# 3	1.1250E+02	4.4480E-01	7.1248E-02	1.1382E+02
# 4	9.7500E+01	1.0000E+00	3.5486E-01	7.0600E-01
# 5	1.4650E+02	4.6245E-01	7.0503E-02	4.7702E+01
# 6	8.7500E+01	1.0000E+00	3.4956E-01	7.9035E-01
# 7	9.5000E+01	1.0000E+00	3.5354E-01	7.2568E-01
# 8	1.0400E+02	1.0000E+00	3.5830E-01	6.5870E-01
# 9	2.4250E+02	4.9859E-01	6.5800E-02	1.4736E+01
#10	1.7350E+02	4.7532E-01	6.8033E-02	6.1506E+01
#11	9.7500E+01	1.0000E+00	3.5486E-01	7.0600E-01
#12	2.1500E+02	6.0164E-01	8.7497E-02	3.3311E-01
#13	1.7900E+02	4.7818E-01	6.7916E-02	5.4770E+01
#14	1.0500E+02	1.0000E+00	3.5883E-01	6.5188E-01
#15	1.0500E+02	1.0000E+00	3.5883E-01	6.5188E-01
#16	1.0500E+02	1.0000E+00	3.5883E-01	6.5188E-01
#17	9.2500E+01	1.0000E+00	3.5221E-01	7.4626E-01
#18	4.2500E+02	6.3255E-01	6.5205E-02	1.2482E+00
#19	4.2000E+02	6.2985E-01	6.5316E-02	1.2791E+00
#20	2.1250E+02	4.9670E-01	6.9057E-02	1.4536E+01
#21	9.2500E+01	1.0000E+00	3.5221E-01	7.4626E-01
#22	9.2500E+01	1.0000E+00	3.5221E-01	7.4626E-01
#23	7.0050E+02	6.9291E-01	5.3702E-02	4.1120E+00
#24	3.2300E+02	5.3949E-01	6.4104E-02	5.7324E+00
#25	9.7600E+01	1.0000E+00	3.5491E-01	7.0523E-01
#26	6.2700E+02	6.5735E-01	5.5183E-02	8.8586E+00
#27	2.3600E+02	5.1137E-01	6.9037E-02	3.3772E+00
#28	9.5000E+01	1.0000E+00	3.5354E-01	7.2568E-01
#29	1.0950E+02	4.7119E-01	7.4958E-02	8.5008E+00
#30	5.2800E+02	6.2768E-01	5.9581E-02	1.1479E+00
#31	3.2500E+02	5.9863E-01	7.1219E-02	8.2896E-01
#32	2.6750E+02	5.5769E-01	7.1321E-02	1.3230E+00
#33	1.3600E+02	4.8570E-01	7.4348E-02	5.2933E+00
#34	8.1000E+01	4.5558E-01	7.5614E-02	1.6325E+01
#35	4.4750E+02	6.5624E-01	6.7177E-02	5.0010E-01
#36	1.6850E+02	5.0349E-01	7.3600E-02	3.3441E+00
#37	3.5050E+02	6.1279E-01	7.0622E-02	1.4141E+00
#38	2.3500E+02	5.3990E-01	7.2069E-02	1.7007E+00
#39	4.1000E+02	6.3571E-01	6.8040E-02	5.8497E-01
#40	2.1100E+02	5.2676E-01	7.2622E-02	2.1055E+00

PROPIEDADES A LAS TEMPERATURAS CALORICAS

	TCS	CP /	K	HU
# 1	2.8001E+02	5.6360E-01	7.4822E-02	5.5795E-01
# 2	1.1868E+02	5.1911E-01	6.7935E-02	6.9947E-01
# 3	2.1934E+02	5.3485E-01	7.7467E-02	7.1757E-01
# 4	1.4301E+02	5.0869E-01	7.8303E-02	1.5271E+00
# 5	2.7520E+02	5.4811E-01	7.2829E-02	9.8132E-01
# 6	1.4495E+02	4.9982E-01	7.2016E-02	2.1239E+00
# 7	1.2873E+02	5.0414E-01	6.1159E-02	1.1069E+00
# 8	1.5225E+02	5.0115E-01	7.6234E-02	3.4650E+00
# 9	3.7931E+02	5.3955E-01	5.9575E-02	6.2366E-01
#10	3.4602E+02	5.9535E-01	6.6516E-02	1.3648E+00
#11	1.6060E+02	4.9973E-01	7.4564E-02	1.6855E+00
#12	1.3017E+02	5.4958E-01	9.4032E-02	4.2220E-01
#13	3.5059E+02	5.7082E-01	6.4302E-02	1.1905E+00
#14	1.5625E+02	4.8621E-01	7.2684E-02	5.8316E+00
#15	1.8772E+02	5.0352E-01	7.2063E-02	2.1908E+00
#16	2.7083E+02	5.2535E-01	6.6624E-02	2.1915E+00
#17	1.9013E+02	5.4586E-01	7.5517E-02	2.1349E+00
#18	2.2616E+02	5.0271E-01	6.6911E-02	2.3601E+01
#19	2.1692E+02	4.9790E-01	6.7106E-02	2.7311E+01
#20	4.2061E+02	6.3970E-01	7.1473E-02	3.2164E-01
#21	1.8021E+02	4.4208E-01	6.4827E-02	6.3623E+00
#22	1.9081E+02	5.0673E-01	7.1719E-02	1.6429E+00
#23	4.5624E+02	5.6030E-01	5.8457E-02	6.9184E+00
#24	4.1929E+02	6.3899E-01	7.1505E-02	3.2289E-01
#25	2.1848E+02	5.7749E-01	6.5232E-02	3.9940E-01
#26	4.4325E+02	5.5416E-01	6.8718E-02	7.6406E+00
#27	3.7570E+02	5.9116E-01	6.7800E-02	9.2091E-01
#28	1.5830E+02	5.2795E-01	6.2443E-02	5.0073E-01
#29	2.4652E+02	5.6716E-01	7.5788E-02	6.9063E-01
#30	3.9323E+02	5.3056E-01	5.9724E-02	1.1801E+01
#31	5.4633E+02	6.5043E-01	5.8569E-02	1.8556E+00
#32	4.8223E+02	6.5739E-01	6.3563E-02	1.3478E+00
#33	2.7301E+02	5.2853E-01	6.5912E-02	1.1550E+01
#34	2.1063E+02	5.5054E-01	7.9105E-02	6.0604E-01
#35	5.5321E+02	6.2114E-01	5.5338E-02	5.1028E+00
#36	3.1775E+02	5.8575E-01	7.0907E-02	5.3921E-01
#37	5.9459E+02	6.7489E-01	5.7586E-02	1.3528E+00
#38	3.3228E+02	5.8303E-01	6.8523E-02	9.2758E-01
#39	4.9995E+02	6.6936E-01	6.3542E-02	9.4808E-01
#40	3.3221E+02	6.1780E-01	7.4925E-02	3.8820E-01

PROPIEDADES A LAS TEMPERATURAS CALORICAS

	TCT	CPT	KT	MUT
# 1	2.0255E+02	4.7030E-01	6.6642E-02	2.8690E+01
# 2	8.9056E+01	1.0000E+00	3.5039E-01	7.7618E-01
# 3	1.0735E+02	4.4212E-01	7.1360E-02	1.3265E+02
# 4	9.6107E+01	1.0000E+00	3.5412E-01	7.1686E-01
# 5	1.3928E+02	4.5070E-01	7.0661E-02	5.6333E+01
# 6	8.3989E+01	1.0000E+00	3.4770E-01	8.2388E-01
# 7	9.4048E+01	1.0000E+00	3.5303E-01	7.3340E-01
# 8	1.0129E+02	1.0000E+00	3.5687E-01	6.7779E-01
# 9	2.3477E+02	4.9467E-01	6.5963E-02	1.6547E+01
#10	1.6612E+02	4.7148E-01	6.8190E-02	7.2370E+01
#11	9.3930E+01	1.0000E+00	3.5297E-01	7.3437E-01
#12	2.1178E+02	5.9967E-01	8.7586E-02	3.3658E-01
#13	1.7084E+02	4.7394E-01	6.8090E-02	6.5161E+01
#14	1.0250E+02	1.0000E+00	3.5751E-01	6.6914E-01
#15	9.9649E+01	1.0000E+00	3.5600E-01	6.8977E-01
#16	9.9703E+01	1.0000E+00	3.5603E-01	6.8937E-01
#17	8.7997E+01	1.0000E+00	3.4983E-01	7.8578E-01
#18	3.5797E+02	5.9635E-01	6.6691E-02	1.7955E+00
#19	3.5107E+02	5.9262E-01	6.6844E-02	1.8737E+00
#20	2.1102E+02	4.9594E-01	6.9090E-02	1.4850E+01
#21	8.8797E+01	1.0000E+00	3.5025E-01	7.7859E-01
#22	8.6802E+01	1.0000E+00	3.4919E-01	7.9684E-01
#23	6.9391E+02	6.8972E-01	5.3835E-02	4.3589E+00
#24	3.1168E+02	5.3374E-01	6.4343E-02	6.3951E+00
#25	9.2421E+01	1.0000E+00	3.5217E-01	7.4692E-01
#26	5.7509E+02	6.3224E-01	5.6229E-02	1.8829E+01
#27	2.2118E+02	5.0364E-01	6.9364E-02	3.9222E+00
#28	9.1147E+01	1.0000E+00	3.5150E-01	7.5779E-01
#29	1.0495E+02	4.6070E-01	7.5063E-02	9.3277E+00
#30	5.2978E+02	6.2056E-01	5.9544E-02	1.1347E+00
#31	3.1829E+02	5.9490E-01	7.1376E-02	8.7005E-01
#32	2.6291E+02	5.5518E-01	7.1426E-02	1.3678E+00
#33	1.2973E+02	4.8226E-01	7.4492E-02	5.8657E+00
#34	7.3394E+01	4.5142E-01	7.5790E-02	2.0083E+01
#35	4.4382E+02	6.5423E-01	6.7261E-02	5.0746E-01
#36	1.6210E+02	4.9998E-01	7.3747E-02	3.6294E+00
#37	3.4577E+02	6.1016E-01	7.0732E-02	1.4545E+00
#38	2.3027E+02	5.3731E-01	7.2178E-02	1.7699E+00
#39	4.0720E+02	6.3418E-01	6.8105E-02	5.9254E-01
#40	2.0520E+02	5.2358E-01	7.2755E-02	2.2268E+00

- TMS = *temperatura media de la coraza*, °F.
- CP = *capacidad calorífica del fluido en la coraza*, BTU/lb°F.
- K = *conductividad térmica del fluido en la coraza*, BTU/hr ft°F
- MU = *viscosidad del fluido en la coraza*, cp.
- TMT = *temperatura media de las tubas*, °F.
- CPT = *capacidad calorífica del fluido en las tubas*, BTU/lb°F.
- KT = *conductividad térmica del fluido en las tubas*, BTU/hr ft°F.
- MUT = *viscosidad del fluido en las tubas*, cp.
- TCS = *temperatura calórica de la coraza*, °F.
- TCT = *temperatura calórica de las tubas*, °F.

NO

118 - 127
NO

118

CUEFICIENTE INTERIOR

	DPT	DPTC	FIT	GR
# 1	1.4407E+00	1.7284E+00	1.1864E+00	1.9557E+02
# 2	9.0443E+00	9.0443E+00	1.0055E+00	0.
# 3	6.6141E+00	7.9369E+00	1.3882E+00	8.9850E+00
# 4	6.0584E+00	6.0584E+00	1.0076E+00	0.
# 5	9.7716E+00	1.1726E+01	1.3209E+00	7.5336E+01
# 6	6.2731E+00	6.2731E+00	1.0087E+00	0.
# 7	6.1663E+00	6.1663E+00	1.0066E+00	0.
# 8	3.2932E+00	3.2932E+00	1.0058E+00	0.
# 9	2.8101E+00	3.3722E+00	1.2102E+00	1.5414E+03
#10	9.4865E+00	1.1384E+01	1.3046E+00	2.5486E+01
#11	8.1955E+00	8.1955E+00	1.0082E+00	0.
#12	3.2401E+00	3.2401E+00	9.8901E-01	0.
#13	8.4492E+00	1.0139E+01	1.2978E+00	3.9629E+01
#14	9.1415E-01	9.1415E-01	1.0088E+00	0.
#15	2.7019E+00	2.7019E+00	1.0138E+00	0.
#16	2.7215E+00	2.7215E+00	1.0221E+00	0.
#17	8.0458E-01	8.0458E-01	1.0217E+00	0.
#18	3.7728E+00	4.5274E+00	9.5797E-01	0.
#19	3.7909E+00	4.5491E+00	9.5718E-01	0.
#20	5.1261E+00	6.1513E+00	1.2701E+00	1.9330E+03
#21	3.6617E-01	3.6617E-01	1.0167E+00	0.
#22	1.6459E+00	1.6459E+00	1.0200E+00	0.
#23	5.5542E+00	6.6650E+00	6.2993E-01	0.
#24	3.8855E+00	4.6625E+00	1.0999E+00	0.
#25	2.7676E+00	2.7676E+00	1.0293E+00	0.
#26	6.2219E+00	7.4662E+00	7.0140E-01	2.8899E+04
#27	3.9095E+00	4.6914E+00	1.0868E+00	0.
#28	3.8981E+00	3.8981E+00	1.0145E+00	0.
#29	1.4732E+01	1.7679E+01	1.1711E+00	0.
#30	1.8610E+01	1.8610E+01	9.7732E-01	0.
#31	5.4306E+00	5.4306E+00	1.0406E+00	0.
#32	2.0821E+01	2.0821E+01	1.0457E+00	0.
#33	2.0206E+01	2.0206E+01	1.0772E+00	0.
#34	2.4379E+01	2.9254E+01	1.3056E+00	0.
#35	4.2261E+00	4.2261E+00	1.0086E+00	0.
#36	1.2236E+01	1.2236E+01	1.0897E+00	0.
#37	6.5877E+00	6.5877E+00	1.0544E+00	0.
#38	3.7657E+01	3.7657E+01	1.0270E+00	0.
#39	3.6452E+00	3.6452E+00	1.0179E+00	0.
#40	7.5558E+00	7.5558E+00	1.0774E+00	0.

COEFICIENTE INTERIOR

	GT	HIO	HIOH	RET
# 1	3.7153E+05	2.0131E+01	1.6968E+01	3.7601E+02
# 2	1.0610E+06	1.2302E+03	1.2234E+03	2.7989E+04
# 3	3.8856E+05	2.4389E+01	1.7568E+01	9.2057E+01
# 4	8.8610E+05	1.1014E+03	1.0931E+03	2.6833E+04
# 5	6.8409E+05	2.8187E+01	2.1340E+01	3.8671E+02
# 6	1.0086E+06	1.1486E+03	1.1387E+03	2.7282E+04
# 7	8.9210E+05	1.0895E+03	1.0823E+03	2.6282E+04
# 8	7.7075E+05	1.0346E+03	1.0286E+03	2.3564E+04
# 9	6.5411E+05	2.4916E+01	2.0588E+01	1.1970E+03
#10	3.9353E+05	2.7681E+01	2.1218E+01	1.2885E+02
#11	1.0480E+06	1.2604E+03	1.2502E+03	3.1737E+04
#12	8.6568E+05	5.0614E+02	5.1176E+02	5.2334E+04
#13	3.9353E+05	2.7561E+01	2.1236E+01	1.4469E+02
#14	5.7557E+05	8.1647E+02	8.0937E+02	1.8877E+04
#15	1.0509E+06	1.3282E+03	1.3102E+03	3.4466E+04
#16	1.0552E+06	1.3434E+03	1.3144E+03	3.4605E+04
#17	7.0056E+05	8.9731E+02	8.7828E+02	2.0070E+04
#18	4.4736E+05	1.3045E+02	1.3618E+02	7.2177E+03
#19	4.4736E+05	1.2483E+02	1.3459E+02	7.0431E+03
#20	7.8340E+05	2.8641E+01	2.2551E+01	1.4533E+03
#21	4.5239E+05	6.2930E+02	6.1899E+02	1.2960E+04
#22	7.0941E+05	9.0486E+02	8.8714E+02	2.0324E+04
#23	9.4143E+05	1.0038E+02	1.2095E+02	6.1737E+03
#24	7.4906E+05	4.0883E+01	3.7171E+01	3.5236E+03
#25	1.0207E+06	1.2759E+03	1.2396E+03	2.9147E+04
#26	5.9579E+05	1.5947E+01	2.2735E+01	1.8136E+03
#27	9.8098E+05	1.5911E+02	1.4641E+02	7.8327E+03
#28	1.2730E+06	1.4594E+03	1.4384E+03	3.7504E+04
#29	2.6755E+06	2.5564E+02	2.1829E+02	8.4869E+03
#30	2.1134E+06	4.2460E+02	4.3445E+02	4.9646E+04
#31	1.3406E+06	4.0544E+02	3.8956E+02	4.3610E+04
#32	3.9815E+06	7.6482E+02	7.3143E+02	8.1149E+04
#33	3.3604E+06	3.5364E+02	3.2830E+02	1.7119E+04
#34	2.2403E+06	7.5484E+01	5.7817E+01	3.7004E+03
#35	1.8263E+06	6.3172E+02	6.2631E+02	9.8476E+04
#36	2.6755E+06	3.7133E+02	3.4075E+02	2.1574E+04
#37	1.4063E+06	3.3334E+02	3.1614E+02	2.6815E+04
#38	2.9238E+06	5.1984E+02	5.0620E+02	4.6357E+04
#39	1.6537E+06	5.4619E+02	5.3657E+02	7.6232E+04
#40	2.1541E+06	3.8544E+02	3.5773E+02	2.7589E+04

METODO DONDHOE

	AFH	ATC	AX	CLFL
# 1	4.0454E-01	1.0472E+03	2.1181E-01	5.0833E-01
# 2	4.9867E-01	9.5505E+02	2.1323E-01	5.1175E-01
# 3	4.0454E-01	1.0472E+03	2.1181E-01	5.0833E-01
# 4	4.7899E-01	7.2257E+02	2.6823E-01	5.3646E-01
# 5	4.8041E-01	1.1896E+03	2.7083E-01	5.4167E-01
# 6	3.3291E-01	8.6394E+02	1.9583E-01	5.9167E-01
# 7	6.4944E-01	1.0179E+03	3.6306E-01	6.2240E-01
# 8	6.7861E-01	1.0430E+03	3.3854E-01	6.1250E-01
# 9	4.8041E-01	1.1896E+03	2.7083E-01	5.4167E-01
# 10	1.6072E+00	2.5916E+03	7.4609E-01	9.9479E-01
# 11	7.4920E-01	1.2441E+03	3.3333E-01	6.6667E-01
# 12	7.9052E-01	6.0425E+02	4.5288E-01	6.2031E-01
# 13	1.6072E+00	2.5916E+03	7.4609E-01	9.9479E-01
# 14	3.8443E-01	1.0273E+03	5.4688E-01	5.4688E-01
# 15	2.1127E-01	5.6549E+02	2.1094E-01	4.2188E-01
# 16	2.1127E-01	5.6549E+02	1.7969E-01	3.5938E-01
# 17	3.0235E-01	5.1051E+02	3.1201E-01	4.2188E-01
# 18	9.1963E-01	1.9635E+03	4.7260E-01	7.3177E-01
# 19	9.1963E-01	1.9635E+03	4.7260E-01	7.3177E-01
# 20	6.3662E-01	1.5582E+03	4.0556E-01	6.0833E-01
# 21	4.8734E-01	8.6001E+02	4.9175E-01	5.3646E-01
# 22	6.2096E-01	1.2409E+03	2.5499E-01	6.1198E-01
# 23	7.3148E-01	1.2566E+03	4.3125E-01	5.7500E-01
# 24	6.3662E-01	1.5582E+03	4.0556E-01	6.0833E-01
# 25	4.8956E-01	9.9275E+02	2.1323E-01	5.1175E-01
# 26	1.7762E+00	2.6136E+03	6.3750E-01	8.5000E-01
# 27	4.2828E-01	9.5505E+02	3.3689E-01	5.0833E-01
# 28	5.5578E-01	9.1735E+02	4.3359E-01	5.7813E-01
# 29	7.1259E-01	1.3153E+03	2.8750E-01	5.7500E-01
# 30	1.1338E+00	2.2284E+03	3.0206E-01	7.2500E-01
# 31	1.1867E+00	2.3541E+03	4.5937E-01	7.8750E-01
# 32	4.9267E-01	8.8384E+02	2.0486E-01	4.9167E-01
# 33	5.7546E-01	1.0472E+03	2.6250E-01	5.2500E-01
# 34	1.4677E+00	3.1416E+03	6.2500E-01	6.3333E-01
# 35	9.4228E-01	1.9266E+03	4.3889E-01	6.5833E-01
# 36	7.1259E-01	1.3153E+03	2.8750E-01	5.7500E-01
# 37	1.1867E+00	2.3541E+03	4.5937E-01	7.8750E-01
# 38	1.6980E+00	3.6107E+03	7.3611E-01	6.6333E-01
# 39	1.0673E+00	2.1279E+03	5.9026E-01	7.0833E-01
# 40	7.7248E-01	1.6336E+03	4.5625E-01	6.0833E-01

METODO DONDHUE

	DPSB	DPSBR	DPSC	DPSCR
# 1	1.1098E-02	1.3317E-02	1.6904E-01	2.0285E-01
# 2	1.7830E-01	2.1395E-01	3.7546E+00	4.5056E+00
# 3	8.5532E-03	1.0264E-02	1.3673E-01	1.6408E-01
# 4	2.9898E-01	3.5877E-01	3.8642E+00	4.6370E+00
# 5	6.6472E-03	7.9767E-03	1.0718E-01	1.2861E-01
# 6	1.2996E-01	1.5595E-01	1.9417E+00	2.3301E+00
# 7	3.1663E-01	3.7996E-01	4.4810E+00	5.3772E+00
# 8	1.2606E-01	1.5127E-01	1.8890E-01	2.2668E-01
# 9	1.3547E-02	1.6257E-02	1.8840E-01	2.2608E-01
#10	7.4109E-04	8.8931E-04	6.2615E-03	7.5139E-03
#11	1.1051E-01	1.3261E-01	3.0848E+00	3.7017E+00
#12	2.6886E-01	3.2263E-01	2.8452E+00	3.4142E+00
#13	1.1136E-03	1.3364E-03	6.6534E-03	7.9841E-03
#14	5.7376E-01	6.8852E-01	1.9409E+01	2.3290E+01
#15	4.0214E-01	4.8256E-01	1.4333E+00	1.7199E+00
#16	3.3490E-01	4.0189E-01	1.7867E+00	2.1464E+00
#17	4.3206E-01	5.1848E-01	1.3996E+00	1.6795E+00
#18	2.5216E-01	3.0259E-01	1.7893E+00	2.1472E+00
#19	2.5209E-01	3.0251E-01	2.0090E+00	2.4107E+00
#20	2.7682E-01	3.3218E-01	2.3872E+00	2.8647E+00
#21	2.9873E-01	3.5848E-01	1.8055E-01	2.1667E-01
#22	1.1383E-01	1.3660E-01	3.2575E+00	3.9090E+00
#23	9.6820E-01	1.1618E+00	1.3304E+01	1.5964E+01
#24	2.3467E-01	2.8160E-01	2.0480E+00	2.4576E+00
#25	1.8509E-01	2.2210E-01	3.2796E+00	3.9356E+00
#26	1.7807E-01	2.1368E-01	6.8260E-01	8.1912E-01
#27	2.2801E-01	2.7361E-01	1.2874E+00	1.5449E+00
#28	3.5234E-01	4.2341E-01	2.0743E+00	2.4891E+00
#29	1.3044E-01	1.5653E-01	2.7048E+00	3.2457E+00
#30	7.0000E-01	8.4000E-01	3.3356E+00	4.0027E+00
#31	6.5067E-02	7.8080E-02	2.8900E+00	3.4679E+00
#32	9.2943E-01	1.1153E+00	1.4201E+01	1.7041E+01
#33	4.1008E-01	4.9210E-01	8.9107E+00	1.0693E+01
#34	4.5298E-02	5.4358E-02	1.4030E+00	1.6836E+00
#35	3.5396E-01	4.2476E-01	9.4495E+00	1.1339E+01
#36	1.1616E-01	1.4179E-01	2.4168E+00	2.9025E+00
#37	2.2751E-01	2.7301E-01	8.5684E+00	1.0282E+01
#38	1.3597E-01	1.6316E-01	4.2028E+00	5.0434E+00
#39	1.4900E+00	1.7952E+00	1.8675E+01	2.2410E+01
#40	2.1085E+00	2.5302E+00	1.6250E+01	1.9500E+01

METODO DONOHUE

	DPST	DTE	FCT	FFS
# 1	2.1616E-01	7.0483E+01	8.5460E-01	1.5798E-01
# 2	4.7195E+00	2.4626E+01	8.2522E-01	1.2743E-01
# 3	1.7434E-01	1.1277E+02	9.0386E-01	1.6580E-01
# 4	4.9958E+00	4.0030E+01	8.4985E-01	1.4819E-01
# 5	1.3659E-01	1.2400E+02	8.5364E-01	1.7800E-01
# 6	2.4860E+00	5.0764E+01	8.1702E-01	1.7564E-01
# 7	5.7572E+00	2.7906E+01	8.0279E-01	1.3664E-01
# 8	3.7795E-01	4.2867E+01	8.2892E-01	1.2826E-02
# 9	2.4234E-01	1.3036E+02	8.6381E-01	1.5353E-01
#10	8.4032E-03	1.8079E+02	9.3339E-01	3.3098E-02
#11	3.8343E+00	5.7577E+01	8.4557E-01	1.5652E-01
#12	3.7369E+00	6.8033E+01	8.3105E-01	1.1467E-01
#13	9.3205E-03	1.7337E+02	9.1324E-01	2.3404E-02
#14	9.2142E-01	4.6315E+01	8.5083E-01	2.1813E-02
#15	2.2025E+00	8.0882E+01	8.5439E-01	1.5769E-01
#16	2.5483E+00	1.8274E+02	9.6686E-01	1.6092E-01
#17	2.1980E+00	9.9171E+01	9.2383E-01	1.6321E-01
#18	2.4498E+00	1.2400E+02	8.0801E-01	4.7302E-02
#19	2.7132E+00	1.2241E+02	7.6493E-01	5.3122E-02
#20	3.1969E+00	2.0340E+02	9.7093E-01	1.0446E-01
#21	5.7514E-01	8.7721E+01	9.2751E-01	2.2500E-02
#22	4.0456E+00	9.6065E+01	8.7116E-01	1.5232E-01
#23	1.7126E+01	2.3829E+02	9.9104E-01	1.6351E-01
#24	2.7392E+00	8.5823E+01	8.0230E-01	1.0571E-01
#25	4.1577E+00	1.2641E+02	9.2768E-01	1.1125E-01
#26	1.0328E+00	1.4252E+02	9.1288E-01	1.0880E-02
#27	1.8185E+00	1.3076E+02	8.1289E-01	1.3376E-01
#28	2.9125E+00	5.5560E+01	8.1470E-01	1.1877E-01
#29	3.4022E+00	1.5875E+02	9.5990E-01	1.1555E-01
#30	4.8427E+00	1.3281E+02	9.6791E-01	8.9566E-03
#31	3.5460E+00	2.3319E+02	9.7063E-01	1.4880E-01
#32	1.8157E+01	2.3521E+02	9.8754E-01	1.1154E-01
#33	1.1185E+01	1.5346E+02	9.4470E-01	1.7460E-01
#34	1.7379E+00	1.4952E+02	9.4402E-01	1.2344E-01
#35	1.1764E+01	1.0960E+02	9.4254E-01	1.6675E-01
#36	3.0443E+00	1.6198E+02	9.3107E-01	1.1408E-01
#37	1.0555E+01	2.4768E+02	9.7959E-01	1.2617E-01
#38	5.2065E+00	9.4682E+01	8.9643E-01	1.2204E-01
#39	2.4205E+01	8.4835E+01	9.0655E-01	1.0415E-01
#40	2.2030E+01	1.1498E+02	8.8647E-01	8.5568E-02

METGDD DONOHUE

	FIS	GB	GC	GES
# 1	9.8613E-01	3.7697E+04	7.2000E+04	5.2098E+04
# 2	9.7182E-01	1.4368E+05	3.3603E+05	2.1973E+05
# 3	9.7044E-01	3.2877E+04	6.2793E+04	4.5436E+04
# 4	9.3717E-01	2.1292E+05	3.8022E+05	2.8453E+05
# 5	9.5735E-01	3.2639E+04	5.7895E+04	4.3470E+04
# 6	8.9204E-01	1.3673E+05	2.3244E+05	1.7828E+05
# 7	9.6079E-01	2.3308E+05	4.1692E+05	3.1173E+05
# 8	9.0280E-01	1.2872E+05	2.5802E+05	1.8224E+05
# 9	9.6679E-01	4.9333E+04	8.7508E+04	6.5704E+04
#10	9.3382E-01	1.6023E+04	3.4517E+04	2.3518E+04
#11	9.0318E-01	1.3201E+05	2.9672E+05	1.9792E+05
#12	1.0338E+00	1.9984E+05	3.4883E+05	2.6403E+05
#13	9.3896E-01	2.0138E+04	4.3381E+04	2.9557E+04
#14	9.4114E-01	4.1587E+05	2.9233E+05	3.4867E+05
#15	7.5382E-01	2.5920E+05	2.5960E+05	2.5940E+05
#16	7.3678E-01	2.3761E+05	2.7937E+05	2.5765E+05
#17	8.3172E-01	2.9199E+05	2.8294E+05	2.8743E+05
#18	1.2028E+00	2.1890E+05	4.2596E+05	3.0536E+05
#19	1.2159E+00	2.1890E+05	4.2596E+05	3.0536E+05
#20	9.9082E-01	2.4159E+05	3.7923E+05	3.0268E+05
#21	7.9911E-01	2.8291E+05	2.8037E+05	2.8163E+05
#22	8.4777E-01	1.1499E+05	2.8003E+05	1.7945E+05
#23	1.1113E+00	5.0173E+05	8.5101E+05	6.5343E+05
#24	9.9249E-01	2.2242E+05	3.4915E+05	2.7867E+05
#25	9.0526E-01	1.4636E+05	3.3603E+05	2.2177E+05
#26	1.0400E+00	2.1521E+05	5.9962E+05	3.5923E+05
#27	9.4232E-01	2.2570E+05	2.8523E+05	2.5372E+05
#28	9.3769E-01	2.7320E+05	3.5018E+05	3.0930E+05
#29	8.9897E-01	1.4312E+05	3.5473E+05	2.2532E+05
#30	1.1328E+00	3.3716E+05	1.2654E+06	6.5319E+05
#31	7.2227E-01	1.2134E+05	3.1347E+05	1.9503E+05
#32	5.6735E-01	3.5476E+05	8.5317E+05	5.5015E+05
#33	6.9965E-01	2.6838E+05	5.8836E+05	3.9737E+05
#34	9.5318E-01	1.0175E+05	2.4219E+05	1.5698E+05
#35	1.0507E+00	2.9304E+05	6.2915E+05	4.2938E+05
#36	8.9466E-01	1.3880E+05	3.4402E+05	2.1851E+05
#37	7.9913E-01	2.2673E+05	5.8573E+05	3.6442E+05
#38	9.4011E-01	2.0240E+05	4.6688E+05	3.0740E+05
#39	9.5971E-01	6.1715E+05	1.1158E+06	8.2985E+05
#40	9.5647E-01	6.9902E+05	1.1835E+06	9.0956E+05

METODU DONOHUE

	HO	LTCP	NET	NIIC
# 1	5.6029E+01	4,1384E+01	1.7900E+01	1.4360E+01
# 2	1.4465E+02	1,1702E+02	2.1812E+01	1.6416E+01
# 3	4.9830E+01	4,1384E+01	1.7900E+01	1.4360E+01
# 4	1.2134E+02	1,1832E+02	1.9750E+01	1.4859E+01
# 5	4.3041E+01	8,2768E+01	1.9500E+01	1.5640E+01
# 6	7.8426E+01	9,4880E+01	1.8400E+01	1.5993E+01
# 7	1.4587E+02	1,1832E+02	2.3375E+01	1.7586E+01
# 8	7.1734E+01	7,8016E+01	2.1000E+01	1.5798E+01
# 9	5.2683E+01	8,2768E+01	1.9500E+01	1.5640E+01
#10	2.8508E+01	6,2016E+01	3,9750E+01	2,9886E+01
#11	8.9999E+01	1,1832E+02	2.5500E+01	1.9180E+01
#12	2.0860E+02	7,8016E+01	2.1875E+01	1.6455E+01
#13	3.2061E+01	6,2016E+01	3,9750E+01	2,9886E+01
#14	9.1009E+01	3,9440E+01	2.1250E+01	1.7050E+01
#15	8.9120E+01	3,9440E+01	1.5250E+01	1.2241E+01
#16	8.1229E+01	3,9440E+01	1.6250E+01	1.3044E+01
#17	1.0321E+02	2,3720E+01	1.5250E+01	1.1483E+01
#18	7,3884E+01	2,8205E+02	2,8625E+01	2,1525E+01
#19	7,2335E+01	2,8205E+02	2,8625E+01	2,1525E+01
#20	1,8181E+02	1,2415E+02	2,2700E+01	1,8202E+01
#21	6,1239E+01	2,3720E+01	1,9750E+01	1,4859E+01
#22	8,2367E+01	4,7440E+01	2,2875E+01	1,7211E+01
#23	1,2011E+02	1,2415E+02	2,1100E+01	1,5869E+01
#24	1,7445E+02	1,2415E+02	2,2700E+01	1,8202E+01
#25	1,6540E+02	3,9008E+01	2,1812E+01	1,6416E+01
#26	7,7710E+01	3,3107E+02	3,2800E+01	2,4659E+01
#27	1,1368E+02	8,2768E+01	1,7900E+01	1,4360E+01
#28	1,8405E+02	3,9440E+01	2,1750E+01	1,6367E+01
#29	1,2359E+02	4,1384E+01	2,1100E+01	1,5869E+01
#30	1,0415E+02	1,2415E+02	2,7300E+01	2,0520E+01
#31	5,8890E+01	8,2768E+01	3,0300E+01	2,4299E+01
#32	1,0274E+02	4,1384E+01	1,7100E+01	1,2868E+01
#33	6,0551E+01	4,1384E+01	1,8700E+01	1,4069E+01
#34	1,0888E+02	8,2768E+01	3,2000E+01	2,4058E+01
#35	9,3030E+01	4,1384E+01	2,5100E+01	1,8870E+01
#36	1,1960E+02	4,1384E+01	2,1100E+01	1,5869E+01
#37	1,0003E+02	8,2768E+01	3,0300E+01	2,4299E+01
#38	1,2638E+02	1,2415E+02	3,4400E+01	2,5860E+01
#39	2,2797E+02	4,1384E+01	2,6500E+01	1,9920E+01
#40	3,3401E+02	4,1384E+01	2,2700E+01	1,7069E+01

METODO LONOHUE

	PCC	Q	QT	RES
# 1	1.9779E-01	1.5624E+06	8.0422E+05	3.7291E+03
# 2	2.4740E-01	1.7000E+06	1.8337E+06	8.3268E+03
# 3	1.9779E-01	1.8014E+06	1.0427E+06	2.9285E+03
# 4	2.4764E-01	2.4925E+06	2.0898E+06	4.9045E+03
# 5	1.9794E-01	2.7719E+06	1.4269E+06	2.1304E+03
# 6	2.4730E-01	2.9075E+06	2.1206E+06	2.5722E+03
# 7	2.4765E-01	3.0300E+06	2.4770E+06	7.3534E+03
# 8	2.4769E-01	3.3320E+06	2.1667E+06	1.4893E+03
# 9	1.9794E-01	3.9388E+06	1.9455E+06	4.4632E+03
#10	2.4815E-01	4.4973E+06	4.5573E+06	5.5670E+02
#11	2.4783E-01	5.0758E+06	4.0763E+06	3.3258E+03
#12	2.4776E-01	5.5805E+06	5.5179E+06	1.6332E+04
#13	2.4815E-01	5.5832E+06	4.7535E+06	7.8728E+02
#14	1.9764E-01	5.9190E+06	2.5406E+06	1.6188E+03
#15	1.9731E-01	5.9490E+06	2.2780E+06	4.7992E+03
#16	1.9731E-01	5.9730E+06	5.1750E+06	4.0031E+03
#17	2.4699E-01	6.6030E+06	3.2278E+06	4.1082E+03
#18	2.4805E-01	6.7992E+06	6.3204E+06	4.0985E+02
#19	2.4805E-01	6.9886E+06	6.1729E+06	3.6495E+02
#20	1.9817E-01	7.1615E+06	4.3343E+06	3.2535E+04
#21	2.4764E-01	7.2700E+06	3.2944E+06	1.3217E+03
#22	2.4760E-01	8.2250E+06	5.9798E+06	3.6604E+03
#23	2.4790E-01	8.5942E+06	7.0547E+06	3.3317E+03
#24	1.9817E-01	9.1925E+06	2.9534E+06	3.0654E+04
#25	2.4740E-01	9.3600E+06	1.0103E+07	1.6570E+04
#26	2.4821E-01	1.1514E+07	3.2552E+06	1.7649E+03
#27	1.9779E-01	1.1635E+07	4.9432E+06	1.0536E+04
#28	2.4748E-01	1.1690E+07	5.1154E+06	1.7505E+04
#29	2.4791E-01	1.3863E+07	1.1199E+07	1.5635E+04
#30	2.4835E-01	1.7261E+07	9.6107E+06	1.8472E+03
#31	1.9806E-01	1.8804E+07	1.6534E+07	4.3250E+03
#32	2.4748E-01	1.9533E+07	8.9389E+06	1.8941E+04
#33	2.4767E-01	2.1775E+07	5.4672E+06	2.1105E+03
#34	2.4819E-01	2.2978E+07	1.5463E+07	1.1466E+04
#35	2.4822E-01	2.2985E+07	8.8639E+06	2.6843E+03
#36	2.4791E-01	2.3278E+07	1.1064E+07	1.6669E+04
#37	1.9806E-01	2.3826E+07	2.1675E+07	9.8656E+03
#38	2.4826E-01	3.0256E+07	1.8356E+07	1.2331E+04
#39	2.4832E-01	4.4532E+07	1.0758E+07	3.0776E+04
#40	2.4804E-01	5.0184E+07	1.4162E+07	8.4952E+04

METODU BURUHUE

	TR	UC	UDR	UDT
# 1	2.9197E+02	1.2230E+01	2.1167E+01	1.0896E+01
# 2	9.3971E+01	1.2110E+02	7.2281E+01	7.7965E+01
# 3	2.3358E+02	1.3718E+01	1.5254E+01	8.8293E+00
# 4	1.0253E+02	1.0451E+02	8.6173E+01	7.2249E+01
# 5	2.7941E+02	1.4494E+01	1.8790E+01	9.6726E+00
# 6	9.2876E+01	7.1262E+01	6.6295E+01	4.8353E+01
# 7	9.9306E+01	1.2203E+02	1.0667E+02	8.7205E+01
# 8	1.0802E+02	6.4589E+01	7.4523E+01	4.8461E+01
# 9	3.7314E+02	1.4145E+01	2.5399E+01	1.2546E+01
# 10	3.0123E+02	1.2229E+01	9.5979E+00	9.7261E+00
# 11	1.0293E+02	3.1303E+01	7.0861E+01	5.6908E+01
# 12	1.9167E+02	1.3103E+02	1.0199E+02	1.0085E+02
# 13	3.0909E+02	1.2806E+01	1.2425E+01	1.0579E+01
# 14	1.1114E+02	7.8750E+01	1.2440E+02	5.3398E+01
# 15	1.1473E+02	8.0904E+01	1.3007E+02	4.9806E+01
# 16	1.2083E+02	7.4404E+01	5.7800E+01	5.0077E+01
# 17	1.0674E+02	6.8766E+01	1.3200E+02	6.3755E+01
# 18	3.6749E+02	4.2230E+01	2.7925E+01	2.5959E+01
# 19	3.6237E+02	4.1504E+01	2.9076E+01	2.5683E+01
# 20	3.9907E+02	1.9785E+01	2.2595E+01	1.3675E+01
# 21	1.0335E+02	5.4111E+01	9.6366E+01	4.3668E+01
# 22	1.0558E+02	7.2958E+01	6.8996E+01	5.0162E+01
# 23	5.8677E+02	4.6601E+01	2.8700E+01	2.3559E+01
# 24	4.1132E+02	2.6734E+01	6.8737E+01	2.2085E+01
# 25	1.1782E+02	1.3599E+02	7.4583E+01	8.0503E+01
# 26	4.9474E+02	1.0700E+01	3.0906E+01	8.7381E+00
# 27	3.1009E+02	5.8047E+01	9.3168E+01	3.9582E+01
# 28	1.0461E+02	1.5406E+02	2.2936E+02	1.0036E+02
# 29	1.8505E+02	7.4143E+01	6.6394E+01	5.3634E+01
# 30	5.0390E+02	7.6882E+01	5.6323E+01	3.2473E+01
# 31	3.6784E+02	4.8712E+01	3.4254E+01	3.0119E+01
# 32	3.1612E+02	8.4751E+01	9.3960E+01	4.2998E+01
# 33	1.7439E+02	4.8721E+01	1.3555E+02	3.4034E+01
# 34	1.9653E+02	3.7708E+01	4.8919E+01	3.2919E+01
# 35	4.6360E+02	7.5944E+01	1.0884E+02	4.1973E+01
# 36	2.2767E+02	8.1973E+01	1.0926E+02	5.1930E+01
# 37	4.2269E+02	7.0287E+01	4.0863E+01	3.7175E+01
# 38	2.5913E+02	9.2679E+01	8.6501E+01	5.3693E+01
# 39	4.3915E+02	1.4041E+02	2.4669E+02	5.9597E+01
# 40	2.7719E+02	1.4913E+02	2.6716E+02	7.5396E+01

METODO DUNGHUE

	Q	QT	ERR
# 1	1.5624E+06	8.0422E+05	4.8526E+01
# 2	1.7000E+06	1.8337E+06	-7.8630E+00
# 3	1.8014E+06	1.0427E+06	4.2117E+01
# 4	2.4925E+06	2.0898E+06	1.6159E+01
# 5	2.7719E+06	1.4269E+06	4.8526E+01
# 6	2.9075E+06	2.1206E+06	2.7063E+01
# 7	3.0300E+06	2.4770E+06	1.8251E+01
# 8	3.3320E+06	2.1667E+06	3.4972E+01
# 9	3.9388E+06	1.9455E+06	5.0606E+01
#10	4.4973E+06	4.5573E+06	-1.3357E+00
#11	5.0758E+06	4.0763E+06	1.9691E+01
#12	5.5805E+06	5.5179E+06	1.1212E+00
#13	5.5832E+06	4.7535E+06	1.4860E+01
#14	5.9190E+06	2.5406E+06	5.7077E+01
#15	5.9490E+06	2.2780E+06	6.1708E+01
#16	5.9730E+06	5.1750E+06	1.3361E+01
#17	6.6830E+06	3.2278E+06	5.1701E+01
#18	6.7992E+06	6.3204E+06	7.0417E+00
#19	6.9866E+06	6.1729E+06	1.1671E+01
#20	7.1615E+06	4.3343E+06	3.9477E+01
#21	7.2700E+06	3.2944E+06	5.4685E+01
#22	8.2250E+06	5.9798E+06	2.7297E+01
#23	8.5942E+06	7.0547E+06	1.7913E+01
#24	9.1925E+06	2.9534E+06	6.7871E+01
#25	9.3600E+06	1.0103E+07	-7.9373E+00
#26	1.1514E+07	3.2552E+06	7.1727E+01
#27	1.1635E+07	4.9432E+06	5.7515E+01
#28	1.1690E+07	5.1154E+06	5.6242E+01
#29	1.3863E+07	1.1199E+07	1.9219E+01
#30	1.7261E+07	9.6107E+06	4.4322E+01
#31	1.8804E+07	1.6534E+07	1.2072E+01
#32	1.9533E+07	8.9389E+06	5.4238E+01
#33	2.1775E+07	5.4672E+06	7.4892E+01
#34	2.2978E+07	1.5463E+07	3.2706E+01
#35	2.2985E+07	8.8639E+06	6.1437E+01
#36	2.3278E+07	1.1064E+07	5.2471E+01
#37	2.3826E+07	2.1675E+07	9.0259E+00
#38	3.0256E+07	1.8356E+07	3.9331E+01
#39	4.4532E+07	1.0758E+07	7.5841E+01
#40	5.0164E+07	1.4162E+07	7.1779E+01

EL ERROR PROMEDIO ES= 3.7041E+01

~~METHOD BELL~~

	ATC	CU	CTE	DPBP
# 1	1.0472E+03	1.0164E+00	3.0456E-01	2.5200E-01
# 2	9.5505E+02	1.2924E+00	2.5690E-01	4.1439E+00
# 3	1.0472E+03	1.0164E+00	3.0456E-01	2.0075E-01
# 4	7.2257E+02	1.5982E+00	1.6057E-01	4.2340E+00
# 5	1.1896E+03	1.0833E+00	2.6386E-01	1.8697E-01
# 6	8.6394E+02	7.9299E-01	2.0088E-01	2.7956E+00
# 7	1.0179E+03	1.6732E+00	1.6436E-01	5.8083E+00
# 8	1.0430E+03	3.4500E+00	1.8151E-01	1.7798E+00
# 9	1.1896E+03	1.0633E+00	2.6366E-01	3.3823E-01
#10	2.5918E+03	3.0376E+00	2.1842E-01	7.5323E-02
#11	1.2441E+03	1.9966E+00	2.0575E-01	3.1622E+00
#12	8.0425E+02	3.4066E+00	1.2250E-01	3.1919E+00
#13	2.5918E+03	3.0376E+00	2.1842E-01	1.0709E-01
#14	1.0273E+03	1.5499E+00	1.0792E-01	3.5059E+00
#15	5.6549E+02	1.2086E+00	1.6610E-01	1.5912E+00
#16	5.6549E+02	7.3573E-01	1.9424E-01	2.3791E+00
#17	5.1051E+02	1.2086E+00	9.3943E-02	1.8211E+00
#18	1.9635E+03	2.1805E+00	1.7248E-01	1.0439E+01
#19	1.9635E+03	2.1805E+00	1.7248E-01	1.0747E+01
#20	1.5582E+03	1.2223E+00	2.1695E-01	6.0905E+00
#21	8.6001E+02	1.5982E+00	0.5596E-02	1.9332E+00
#22	1.2409E+03	1.6444E+00	2.2890E-01	2.3059E+00
#23	1.2566E+03	1.1521E+00	1.6796E-01	3.3853E+01
#24	1.5562E+03	1.2223E+00	2.1695E-01	5.2243E+00
#25	9.9275E+02	1.2924E+00	2.6187E-01	3.4993E+00
#26	2.6138E+03	1.8509E+00	2.2894E-01	2.4325E+01
#27	9.5505E+02	1.0164E+00	1.8179E-01	3.1424E+00
#28	9.1735E+02	1.7124E+00	1.2623E-01	3.4510E+00
#29	1.3153E+03	1.1521E+00	2.5807E-01	4.2076E+00
#30	2.2284E+03	1.5430E+00	3.6746E-01	9.6368E+01
#31	2.3541E+03	1.6796E+00	3.0440E-01	5.0907E+00
#32	8.8364E+02	9.6375E-01	2.7027E-01	1.3842E+01
#33	1.0472E+03	1.0496E+00	2.3858E-01	1.0933E+01
#34	3.1416E+03	1.8140E+00	2.5625E-01	3.1163E+00
#35	1.9268E+03	1.3297E+00	2.2411E-01	2.0450E+01
#36	1.3153E+03	1.1521E+00	2.5807E-01	3.7336E+00
#37	2.3541E+03	1.6796E+00	3.0440E-01	1.6929E+01
#38	3.6107E+03	1.9252E+00	2.4277E-01	1.0096E+01
#39	2.1279E+03	1.5069E+00	1.8097E-01	4.3407E+01
#40	1.6336E+03	1.2223E+00	1.8864E-01	4.0734E+01

METODU BELL

	DPL	DPNL	DPW	DV
# 1	4.2044E+00	1.1943E+01	9.7602E-02	0.
# 2	9.1190E+01	2.3613E+02	2.8176E+00	0.
# 3	3.3200E+00	9.4311E+00	7.5225E-02	0.
# 4	1.1696E+02	2.4696E+02	4.3543E+00	0.
# 5	2.8514E+00	7.2946E+00	7.1815E-02	0.
# 6	6.6313E+01	1.5335E+02	1.8122E+00	0.
# 7	1.3884E+02	2.9754E+02	6.0883E+00	0.
# 8	5.7460E+01	1.2906E+02	2.0189E+00	0.
# 9	5.3317E+00	1.3640E+01	1.4636E-01	0.
#10	7.8919E-01	1.7277E+00	4.4685E-02	0.
#11	7.0639E+01	1.6268E+02	2.4104E+00	0.
#12	1.1476E+02	2.2283E+02	5.8149E+00	0.
#13	1.1435E+00	2.5034E+00	6.7149E-02	0.
#14	7.6428E+01	1.3446E+02	5.0677E+00	0.
#15	4.8368E+01	1.0532E+02	2.2185E+00	0.
#16	5.3975E+01	1.2648E+02	2.1689E+00	0.
#17	7.0275E+01	1.2415E+02	3.6665E+00	0.
#18	2.0411E+02	4.2834E+02	5.8020E+00	0.
#19	2.0808E+02	4.3667E+02	5.8005E+00	0.
#20	9.3956E+01	2.1260E+02	4.0171E+00	0.
#21	6.4701E+01	1.0746E+02	3.8215E+00	0.
#22	6.6290E+01	1.6463E+02	1.7935E+00	0.
#23	4.8508E+02	1.0225E+03	1.9132E+01	0.
#24	8.0188E+01	1.8144E+02	3.4055E+00	0.
#25	8.2517E+01	2.1560E+02	2.8191E+00	0.
#26	2.7465E+02	6.4802E+02	8.7337E+00	0.
#27	5.0920E+01	1.1427E+02	2.3178E+00	0.
#28	9.5197E+01	1.8094E+02	5.7012E+00	0.
#29	7.4982E+01	1.8620E+02	2.4462E+00	0.
#30	1.2436E+03	3.6449E+03	2.2252E+01	0.
#31	5.6863E+01	1.5033E+02	2.0110E+00	0.
#32	3.2754E+02	8.9213E+02	1.1608E+01	0.
#33	1.9552E+02	4.8542E+02	6.2440E+00	0.
#34	3.8946E+01	9.2220E+01	1.6312E+00	0.
#35	2.7863E+02	6.2267E+02	8.5414E+00	0.
#36	6.7020E+01	1.6021E+02	2.2158E+00	0.
#37	1.9147E+02	5.3314E+02	7.0315E+00	0.
#38	1.2215E+02	2.7773E+02	6.0283E+00	0.
#39	7.3696E+02	1.5184E+03	3.5844E+01	0.
#40	7.2689E+02	1.5497E+03	4.0648E+01	0.

METODO BELL

	FBP	FFS	FI	HO
# 1	1.6662E-01	1.4823E-01	1.0561E+00	1.3533E+02
# 2	2.1045E-01	1.2710E-01	1.0953E+00	3.6423E+02
# 3	1.6662E-01	1.5445E-01	1.0561E+00	1.2045E+02
# 4	2.4826E-01	1.4229E-01	1.1030E+00	2.5112E+02
# 5	1.6667E-01	1.6406E-01	1.0554E+00	9.8506E+01
# 6	1.6872E-01	1.5946E-01	1.1023E+00	1.7771E+02
# 7	2.5081E-01	1.3281E-01	1.1022E+00	3.0426E+02
# 8	3.5385E-01	1.7255E-01	1.1153E+00	1.3313E+02
# 9	1.6667E-01	1.4468E-01	1.0554E+00	1.2287E+02
#10	2.5446E-01	2.0273E-01	1.0974E+00	6.4470E+01
#11	2.4958E-01	1.4907E-01	1.0993E+00	2.0212E+02
#12	3.4606E-01	1.1620E-01	1.1161E+00	3.8598E+02
#13	2.5446E-01	1.9113E-01	1.0974E+00	7.3123E+01
#14	2.3618E-01	1.6597E-01	1.1305E+00	1.4500E+02
#15	2.3873E-01	1.5002E-01	1.1297E+00	1.6322E+02
#16	1.7060E-01	1.5262E-01	1.1218E+00	1.7336E+02
#17	2.3873E-01	1.5447E-01	1.1097E+00	1.7074E+02
#18	2.4831E-01	2.1541E-01	1.0997E+00	1.4850E+02
#19	2.4831E-01	2.1970E-01	1.0997E+00	1.4472E+02
#20	1.6743E-01	1.0429E-01	1.0542E+00	4.1255E+02
#21	2.4826E-01	1.6695E-01	1.1086E+00	1.0266E+02
#22	2.5115E-01	1.4566E-01	1.0995E+00	1.9679E+02
#23	1.6697E-01	1.5263E-01	1.0020E+00	2.3395E+02
#24	1.6743E-01	1.0535E-01	1.0542E+00	3.9474E+02
#25	2.1045E-01	1.1325E-01	1.0953E+00	4.3038E+02
#26	1.8146E-01	1.6301E-01	9.9382E-01	1.7700E+02
#27	1.6662E-01	1.2868E-01	1.0609E+00	2.3570E+02
#28	2.4683E-01	1.1789E-01	1.1052E+00	3.4975E+02
#29	1.6697E-01	1.1363E-01	9.9753E-01	3.2116E+02
#30	1.7735E-01	1.5771E-01	9.9075E-01	2.7804E+02
#31	1.7776E-01	1.4088E-01	1.0482E+00	1.6937E+02
#32	1.6674E-01	1.1027E-01	1.0016E+00	3.3010E+02
#33	1.6661E-01	1.6139E-01	1.0010E+00	1.5120E+02
#34	1.8140E-01	1.2019E-01	9.9442E-01	2.6279E+02
#35	1.6832E-01	1.5520E-01	9.9602E-01	2.0165E+02
#36	1.6697E-01	1.1240E-01	9.9753E-01	3.0987E+02
#37	1.7776E-01	1.2245E-01	1.0482E+00	2.9118E+02
#38	1.8162E-01	1.1903E-01	9.9381E-01	2.9626E+02
#39	1.7729E-01	1.0402E-01	9.9911E-01	4.9466E+02
#40	1.6743E-01	8.6023E-02	9.9999E-01	7.5370E+02

HETUDU-BELL

	HID	HEP	PSIH	PSIP
# 1	2.0532E+01	0.	8.1198E-01	5.3091E-01
# 2	1.2378E+03	0.	7.6869E-01	4.4945E-01
# 3	2.5263E+01	0.	8.1198E-01	5.3091E-01
# 4	1.1083E+03	0.	7.3321E-01	3.8930E-01
# 5	2.9257E+01	0.	8.1194E-01	5.3082E-01
# 6	1.1587E+03	0.	8.0985E-01	5.2669E-01
# 7	1.0953E+03	0.	7.3088E-01	3.8556E-01
# 8	1.0389E+03	0.	6.4255E-01	2.6064E-01
# 9	2.5510E+01	0.	8.1194E-01	5.3082E-01
#10	2.9045E+01	0.	7.2755E-01	3.1820E-01
#11	1.2707E+03	0.	7.3200E-01	3.8736E-01
#12	5.0311E+02	0.	6.4883E-01	2.6846E-01
#13	2.8801E+01	0.	7.2755E-01	3.1820E-01
#14	8.1990E+02	0.	7.4437E-01	3.4549E-01
#15	1.3399E+03	0.	7.4200E-01	4.0367E-01
#16	1.3677E+03	0.	8.0795E-01	5.2293E-01
#17	9.0646E+02	0.	7.4200E-01	4.0367E-01
#18	1.2683E+02	0.	7.3316E-01	3.2713E-01
#19	1.2515E+02	0.	7.3316E-01	3.2713E-01
#20	2.8919E+01	0.	8.1116E-01	5.2928E-01
#21	6.3458E+02	0.	7.3321E-01	3.2720E-01
#22	9.2236E+02	0.	7.3056E-01	3.8505E-01
#23	9.0614E+01	0.	8.1163E-01	5.3021E-01
#24	4.1226E+01	0.	8.1116E-01	5.2928E-01
#25	1.3128E+03	0.	7.6869E-01	4.4945E-01
#26	1.4600E+01	0.	7.9706E-01	5.0180E-01
#27	1.6319E+02	0.	8.1198E-01	5.3091E-01
#28	1.4735E+03	0.	7.3452E-01	3.9142E-01
#29	2.7145E+02	0.	8.1163E-01	5.3021E-01
#30	4.1299E+02	0.	8.0116E-01	5.0970E-01
#31	4.1961E+02	0.	8.0076E-01	5.0891E-01
#32	7.9306E+02	0.	8.1186E-01	5.3068E-01
#33	3.7021E+02	0.	8.1200E-01	5.3094E-01
#34	7.8333E+01	0.	7.9712E-01	5.0193E-01
#35	6.3630E+02	0.	8.1026E-01	5.2750E-01
#36	3.8984E+02	0.	8.1163E-01	5.3021E-01
#37	3.4552E+02	0.	8.0076E-01	5.0891E-01
#38	5.3012E+02	0.	7.9690E-01	5.0149E-01
#39	5.5110E+02	0.	8.0123E-01	5.0982E-01
#40	3.9459E+02	0.	8.1116E-01	5.2928E-01

HETODO-BELL

	PCC	Q	QT	REL
# 1	1.9779E-01	1.5624E+06	1.1296E+06	9.1869E-01
# 2	2.4740E-01	1.7000E+06	3.0078E+06	8.8883E-01
# 3	1.9779E-01	1.8014E+06	1.4719E+06	9.1869E-01
# 4	2.4764E-01	2.4925E+06	3.1811E+06	8.5471E-01
# 5	1.9794E-01	2.7719E+06	2.0381E+06	9.1975E-01
# 6	2.4730E-01	2.9075E+06	3.5660E+06	9.1761E-01
# 7	2.4765E-01	3.0300E+06	3.8343E+06	8.5451E-01
# 8	2.4769E-01	3.3320E+06	3.4287E+06	7.3714E-01
# 9	1.9794E-01	3.9380E+06	2.7998E+06	9.1975E-01
#10	2.4815E-01	4.4973E+06	6.8497E+06	8.5705E-01
#11	2.4783E-01	5.0758E+06	6.5466E+06	8.5674E-01
#12	2.4776E-01	5.5805E+06	7.9942E+06	7.4766E-01
#13	2.4815E-01	5.5832E+06	7.2171E+06	8.5705E-01
#14	1.9764E-01	5.9190E+06	3.4667E+06	8.6668E-01
#15	1.9731E-01	5.9490E+06	3.2714E+06	8.5988E-01
#16	1.9731E-01	5.9730E+06	6.1965E+06	9.1470E-01
#17	2.4699E-01	6.6830E+06	4.5331E+06	8.5988E-01
#18	2.4805E-01	6.7992E+06	9.0563E+06	8.5932E-01
#19	2.4805E-01	6.9886E+06	6.8473E+06	8.5932E-01
#20	1.9817E-01	7.1615E+06	5.6849E+06	9.2114E-01
#21	2.4764E-01	7.2700E+06	4.8594E+06	8.5471E-01
#22	2.4760E-01	8.2250E+06	9.9557E+06	8.5391E-01
#23	2.4790E-01	8.5942E+06	6.8438E+06	9.2055E-01
#24	1.9817E-01	9.1925E+06	3.9286E+06	9.2114E-01
#25	2.4740E-01	9.3606E+06	1.5984E+07	8.8883E-01
#26	2.4821E-01	1.1514E+07	4.0189E+06	9.1587E-01
#27	1.9779E-01	1.1635E+07	6.9689E+06	9.1869E-01
#28	2.4748E-01	1.1690E+07	7.3376E+06	8.5730E-01
#29	2.4791E-01	1.3863E+07	1.7774E+07	9.2055E-01
#30	2.4835E-01	1.7261E+07	1.3651E+07	9.1660E-01
#31	1.9806E-01	1.8804E+07	2.7956E+07	9.1756E-01
#32	2.4748E-01	1.9533E+07	1.3378E+07	9.1802E-01
#33	2.4767E-01	2.1775E+07	6.9422E+06	9.1926E-01
#34	2.4819E-01	2.2976E+07	2.3230E+07	9.1563E-01
#35	2.4822E-01	2.2985E+07	1.2437E+07	9.2178E-01
#36	2.4791E-01	2.3276E+07	1.6853E+07	9.2055E-01
#37	1.9806E-01	2.3826E+07	3.2983E+07	9.1756E-01
#38	2.4826E-01	3.0256E+07	2.6479E+07	9.1629E-01
#39	2.4832E-01	4.4532E+07	1.3588E+07	9.1628E-01
#40	2.4804E-01	5.0184E+07	1.8397E+07	9.2114E-01

METODO BELL

	RES	RET	SL	UC
# 1	3.7291E+03	3.7601E+02	6.4507E-02	1.7717E+01
# 2	8.3268E+03	2.7989E+04	5.4779E-02	2.6182E+02
# 3	2.9285E+03	9.2057E+01	6.4507E-02	2.0732E+01
# 4	4.9045E+03	2.6833E+04	4.3069E-02	1.9636E+02
# 5	2.1304E+03	3.8671E+02	7.1462E-02	2.2381E+01
# 6	2.5722E+03	2.7282E+04	3.9339E-02	1.4929E+02
# 7	7.3534E+03	2.6282E+04	5.9672E-02	2.2686E+02
# 8	1.4893E+03	2.3564E+04	6.1447E-02	1.1442E+02
# 9	4.4632E+03	1.1970E+03	7.1462E-02	2.0970E+01
#10	5.5670E+02	1.2885E+02	1.6296E-01	1.9918E+01
#11	3.3258E+03	3.1737E+04	6.8585E-02	1.6827E+02
#12	1.6332E+04	5.2334E+04	5.5476E-02	2.0642E+02
#13	7.8728E+02	1.4469E+02	1.6296E-01	2.0550E+01
#14	1.6188E+03	1.8877E+04	5.9016E-02	1.2013E+02
#15	4.7992E+03	3.4466E+04	3.5037E-02	1.4122E+02
#16	4.0031E+03	3.4605E+04	3.4902E-02	1.4908E+02
#17	4.1082E+03	2.0070E+04	2.9311E-02	1.3950E+02
#18	4.0985E+02	7.2177E+03	8.1516E-02	6.7182E+01
#19	3.6495E+02	7.0431E+03	8.1516E-02	6.5934E+01
#20	3.2535E+04	1.4533E+03	8.7985E-02	2.6772E+01
#21	1.3217E+03	1.2960E+04	4.2093E-02	8.6768E+01
#22	3.6604E+03	2.0324E+04	5.8367E-02	1.5688E+02
#23	3.3317E+03	6.1737E+03	7.2443E-02	6.3859E+01
#24	3.0654E+04	3.5236E+03	8.7985E-02	3.6847E+01
#25	1.6570E+04	2.9147E+04	5.5838E-02	2.9839E+02
#26	1.7649E+03	1.8136E+03	1.4595E-01	1.3424E+01
#27	1.0536E+04	7.8327E+03	6.1607E-02	9.3283E+01
#28	1.7505E+04	3.7504E+04	5.4731E-02	2.6694E+02
#29	1.5635E+04	8.4869E+03	7.4194E-02	1.3992E+02
#30	1.8472E+03	4.9046E+04	1.1100E-01	1.5705E+02
#31	4.3250E+03	4.3610E+04	1.3983E-01	1.1579E+02
#32	1.8941E+04	8.1149E+04	5.5369E-02	2.1553E+02
#33	2.1105E+03	1.7119E+04	6.2629E-02	1.0347E+02
#34	1.1466E+04	3.7004E+03	1.6016E-01	5.9099E+01
#35	2.6843E+03	9.8476E+04	9.8358E-02	1.4535E+02
#36	1.6669E+04	2.1574E+04	7.4194E-02	1.6282E+02
#37	9.8656E+03	2.6815E+04	1.3983E-01	1.4975E+02
#38	1.2331E+04	4.6357E+04	1.7870E-01	1.7822E+02
#39	3.0776E+04	7.6232E+04	1.0682E-01	2.3892E+02
#40	8.4952E+04	2.7589E+04	8.6068E-02	2.3750E+02

METODO BELL

	UDT	UDR	VZ
# 1	1.5304E+01	2.1167E+01	1.4660E-01
# 2	1.2789E+02	7.2281E+01	7.2990E-01
# 3	1.2463E+01	1.5254E+01	1.2956E-01
# 4	1.0998E+02	8.6173E+01	3.8059E-01
# 5	1.3816E+01	1.8790E+01	1.2049E-01
# 6	8.1310E+01	6.6295E+01	4.8516E-01
# 7	1.3499E+02	1.0667E+02	9.8962E-01
# 8	7.6637E+01	7.4523E+01	5.5069E-01
# 9	1.8055E+01	2.5399E+01	1.6247E-01
#10	1.4619E+01	9.5979E+00	6.4996E-02
#11	9.1385E+01	7.0861E+01	5.8110E-01
#12	1.4610E+02	1.0199E+02	1.0184E+00
#13	1.6061E+01	1.2425E+01	7.7714E-02
#14	7.2862E+01	1.2440E+02	9.6155E-01
#15	7.1524E+01	1.3007E+02	7.1704E-01
#16	7.9317E+01	5.7800E+01	7.0578E-01
#17	8.9538E+01	1.3200E+02	6.8273E-01
#18	3.7196E+01	2.7925E+01	6.2984E-01
#19	3.6810E+01	2.9076E+01	6.2961E-01
#20	1.7936E+01	2.2595E+01	6.6266E-01
#21	6.4412E+01	9.6366E+01	7.7405E-01
#22	8.3514E+01	6.8996E+01	5.1639E-01
#23	2.9534E+01	2.6700E+01	1.7191E+00
#24	2.9378E+01	6.8737E+01	7.9433E-01
#25	1.2737E+02	7.4583E+01	7.3027E-01
#26	1.0788E+01	3.0906E+01	9.6960E-01
#27	5.5803E+01	9.3166E+01	6.9475E-01
#28	1.4397E+02	2.2936E+02	9.9884E-01
#29	8.5128E+01	6.6394E+01	6.4532E-01
#30	4.6800E+01	5.8323E+01	1.6648E+00
#31	5.0925E+01	3.4254E+01	5.1245E-01
#32	6.4351E+01	9.3960E+01	1.4603E+00
#33	5.5665E+01	1.3555E+02	1.0211E+00
#34	4.9454E+01	4.8919E+01	4.5162E-01
#35	5.8893E+01	1.0884E+02	1.0541E+00
#36	7.9103E+01	1.0926E+02	6.0320E-01
#37	5.6568E+01	4.0863E+01	9.5893E-01
#38	7.7453E+01	8.8501E+01	6.0383E-01
#39	7.5270E+01	2.4669E+02	2.1676E+00
#40	9.7939E+01	2.6716E+02	2.5802E+00

METHUEN BELL

	Q	WT	ERR
# 1	1.5624E+06	1.1296E+06	2.7702E+01
# 2	1.7000E+06	3.0078E+06	-7.6928E+01
# 3	1.8014E+06	1.4719E+06	1.8293E+01
# 4	2.4925E+06	3.1811E+06	-2.7624E+01
# 5	2.7719E+06	2.0381E+06	2.6474E+01
# 6	2.9075E+06	3.5660E+06	-2.2650E+01
# 7	3.0300E+06	3.8343E+06	-2.6544E+01
# 8	3.3320E+06	3.4287E+06	-2.9031E+00
# 9	3.9388E+06	2.7998E+06	2.8917E+01
#10	4.4973E+06	6.8497E+06	-5.2309E+01
#11	5.0758E+06	6.5460E+06	-2.8964E+01
#12	5.5805E+06	7.9942E+06	-4.3253E+01
#13	5.5832E+06	7.2171E+06	-2.9264E+01
#14	5.9190E+06	3.4667E+06	4.1430E+01
#15	5.9490E+06	3.2714E+06	4.5010E+01
#16	5.9730E+06	8.1965E+06	-3.7226E+01
#17	6.6830E+06	4.5331E+06	3.2170E+01
#18	6.7992E+06	9.0563E+06	-3.3197E+01
#19	6.9886E+06	8.8473E+06	-2.6597E+01
#20	7.1615E+06	5.6349E+06	2.0619E+01
#21	7.2700E+06	4.8594E+06	3.3159E+01
#22	8.2250E+06	9.9557E+06	-2.1042E+01
#23	8.5942E+06	8.8438E+06	-2.9044E+00
#24	9.1925E+06	3.9288E+06	5.7261E+01
#25	9.3600E+06	1.5984E+07	-7.0772E+01
#26	1.1514E+07	4.0189E+06	6.5094E+01
#27	1.1635E+07	6.9689E+06	4.0105E+01
#28	1.1690E+07	7.3376E+06	3.7232E+01
#29	1.3863E+07	1.7774E+07	-2.8216E+01
#30	1.7261E+07	1.3851E+07	1.9756E+01
#31	1.8804E+07	2.7956E+07	-4.8668E+01
#32	1.9533E+07	1.3378E+07	3.1512E+01
#33	2.1775E+07	8.9422E+06	5.8933E+01
#34	2.2978E+07	2.3230E+07	-1.0949E+00
#35	2.2985E+07	1.2437E+07	4.5891E+01
#36	2.3278E+07	1.6853E+07	2.7601E+01
#37	2.3826E+07	3.2983E+07	-3.8434E+01
#38	3.0256E+07	2.6479E+07	1.2484E+01
#39	4.4532E+07	1.3588E+07	6.9488E+01
#40	5.0184E+07	1.8397E+07	6.3341E+01

EL ERROR PROMEDIO ES= 3.5527E+01

METHOD TINKER

	AE	ALFA	C1	C14
# 1	5.7264E-01	6.0000E-01	7.8869E-01	1.0695E+00
# 2	4.6647E-01	6.8366E-01	6.5882E-01	1.0305E+00
# 3	5.7264E-01	6.0000E-01	7.8869E-01	1.0695E+00
# 4	5.9044E-01	7.3270E-01	6.0377E-01	1.0732E+00
# 5	6.9677E-01	6.1043E-01	7.6026E-01	1.0640E+00
# 6	4.9857E-01	6.6605E-01	6.5837E-01	1.0694E+00
# 7	8.1742E-01	7.2514E-01	6.1413E-01	1.0674E+00
# 8	1.2918E+00	7.2898E-01	7.7423E-01	1.2069E+00
# 9	6.9677E-01	6.1043E-01	7.6026E-01	1.0640E+00
#10	1.8714E+00	6.5744E-01	7.3983E-01	1.0494E+00
#11	7.9858E-01	7.1333E-01	6.3399E-01	1.0619E+00
#12	1.6356E+00	8.0247E-01	5.5171E-01	1.1934E+00
#13	1.8714E+00	6.5744E-01	7.3983E-01	1.0494E+00
#14	9.1149E-01	6.5973E-01	7.4533E-01	1.0568E+00
#15	4.2230E-01	6.5974E-01	7.7566E-01	1.0781E+00
#16	3.0449E-01	6.5974E-01	6.8710E-01	1.0147E+00
#17	5.7227E-01	7.5425E-01	5.6021E-01	1.0761E+00
#18	1.0569E+00	7.0734E-01	6.3924E-01	1.0553E+00
#19	1.0589E+00	7.0734E-01	6.3924E-01	1.0553E+00
#20	9.6857E-01	6.1290E-01	7.4311E-01	1.0553E+00
#21	9.1698E-01	7.4548E-01	5.7489E-01	1.0732E+00
#22	6.3076E-01	7.2120E-01	6.2459E-01	1.0688E+00
#23	9.8274E-01	6.4328E-01	6.9005E-01	1.0594E+00
#24	9.6857E-01	6.1290E-01	7.4311E-01	1.0553E+00
#25	4.6597E-01	6.7116E-01	6.8483E-01	1.0305E+00
#26	1.7504E+00	6.7769E-01	6.0975E-01	1.0476E+00
#27	7.8299E-01	6.3520E-01	7.1928E-01	1.0695E+00
#28	8.7639E-01	7.1484E-01	6.3631E-01	1.0667E+00
#29	7.4474E-01	6.2663E-01	7.2225E-01	1.0594E+00
#30	9.2818E-01	6.1140E-01	7.4327E-01	1.0534E+00
#31	1.3762E+00	6.6156E-01	6.4101E-01	1.0482E+00
#32	5.4514E-01	6.3368E-01	7.2646E-01	1.0726E+00
#33	6.6649E-01	6.3018E-01	7.2530E-01	1.0667E+00
#34	1.6932E+00	5.9438E-01	7.6906E-01	1.0488E+00
#35	1.0616E+00	6.0208E-01	7.5650E-01	1.0502E+00
#36	7.4474E-01	6.2663E-01	7.2225E-01	1.0594E+00
#37	1.3762E+00	6.6156E-01	6.4101E-01	1.0482E+00
#38	1.9493E+00	5.9263E-01	7.6749E-01	1.0455E+00
#39	1.3919E+00	6.0802E-01	7.5195E-01	1.0549E+00
#40	1.0419E+00	5.9417E-01	7.7907E-01	1.0553E+00

METUDD TINKER

	C15	C16	CA	CX
# 1	1.4000E-02	7.0000E-03	1.3472E-03	7.4793E-01
# 2	1.6000E-02	7.5269E-03	1.6840E-03	7.0422E-01
# 3	1.4000E-02	7.0000E-03	1.3472E-03	7.4793E-01
# 4	1.6000E-02	6.8182E-03	1.6840E-03	7.0401E-01
# 5	1.4000E-02	6.4815E-03	1.3472E-03	7.4780E-01
# 6	1.6000E-02	7.7922E-03	1.3472E-03	8.1347E-01
# 7	1.6000E-02	6.7961E-03	1.6840E-03	7.0401E-01
# 8	1.6000E-02	6.6667E-03	1.6840E-03	7.0397E-01
# 9	1.4000E-02	6.4815E-03	1.3472E-03	7.4780E-01
#10	1.6000E-02	5.2941E-03	1.6840E-03	7.0358E-01
#11	1.6000E-02	6.2780E-03	1.6840E-03	7.0385E-01
#12	1.6000E-02	6.4815E-03	1.6840E-03	7.0391E-01
#13	1.6000E-02	5.2941E-03	1.6840E-03	7.0358E-01
#14	1.6000E-02	7.5269E-03	1.6840E-03	7.4806E-01
#15	1.6000E-02	8.6957E-03	1.6840E-03	7.4836E-01
#16	1.6000E-02	8.6957E-03	1.6840E-03	7.4836E-01
#17	1.6000E-02	8.6957E-03	1.6840E-03	7.0457E-01
#18	1.6000E-02	5.6452E-03	1.6840E-03	7.0366E-01
#19	1.6000E-02	5.6452E-03	1.6840E-03	7.0366E-01
#20	1.4000E-02	5.6452E-03	1.3472E-03	7.4758E-01
#21	1.6000E-02	6.8182E-03	1.6840E-03	7.0401E-01
#22	1.6000E-02	6.9307E-03	1.6840E-03	7.0405E-01
#23	1.4000E-02	6.0345E-03	1.3472E-03	7.0379E-01
#24	1.4000E-02	5.6452E-03	1.3472E-03	7.4758E-01
#25	1.6000E-02	7.5269E-03	1.6840E-03	7.0422E-01
#26	1.4000E-02	5.1136E-03	1.3472E-03	7.0352E-01
#27	1.4000E-02	7.0000E-03	1.3472E-03	7.4793E-01
#28	1.6000E-02	7.2917E-03	1.6840E-03	7.0415E-01
#29	1.4000E-02	6.0345E-03	1.3472E-03	7.0378E-01
#30	1.4000E-02	4.7297E-03	1.3472E-03	7.0341E-01
#31	1.4000E-02	5.5215E-03	1.3472E-03	7.4768E-01
#32	1.4000E-02	7.2917E-03	1.3472E-03	7.0415E-01
#33	1.4000E-02	6.7308E-03	1.3472E-03	7.0399E-01
#34	1.4000E-02	5.2326E-03	1.3472E-03	7.0354E-01
#35	1.4000E-02	5.1471E-03	1.3472E-03	7.0351E-01
#36	1.4000E-02	6.0345E-03	1.3472E-03	7.0378E-01
#37	1.4000E-02	5.5215E-03	1.3472E-03	7.4768E-01
#38	1.4000E-02	4.8913E-03	1.3472E-03	7.0348E-01
#39	1.4000E-02	4.8611E-03	1.3472E-03	7.0343E-01
#40	1.4000E-02	5.6452E-03	1.3472E-03	7.0367E-01

METODU TINKER

	DPS	ES	FH	FI1
# 1	4.1905E-01	9.1627E-01	2.9170E-01	1.4087E+01
# 2	1.8228E+01	9.1627E-01	4.3456E-01	1.0080E+01
# 3	3.2893E-01	9.1627E-01	2.9170E-01	1.4087E+01
# 4	1.5514E+01	9.3392E-01	3.7738E-01	1.0080E+01
# 5	2.7014E-01	9.0949E-01	3.1259E-01	1.4087E+01
# 6	5.5598E+00	8.6625E-01	3.1705E-01	1.4087E+01
# 7	1.8169E+01	9.3875E-01	3.7300E-01	1.0080E+01
# 8	2.9279E+00	9.1627E-01	1.5269E-01	1.0080E+01
# 9	5.4456E-01	9.0949E-01	3.1259E-01	1.4087E+01
# 10	9.6740E-02	9.1494E-01	3.4952E-01	1.0080E+01
# 11	1.0566E+01	9.3392E-01	3.5589E-01	1.0080E+01
# 12	4.8501E+00	9.0050E-01	1.6814E-01	1.0080E+01
# 13	1.4448E-01	9.1494E-01	3.4952E-01	1.0080E+01
# 14	7.9136E+00	1.0000E+00	4.7583E-01	1.0080E+01
# 15	7.9058E+00	9.0949E-01	3.9565E-01	1.0080E+01
# 16	1.4287E+01	9.0949E-01	5.7897E-01	1.0080E+01
# 17	8.0091E+00	8.9166E-01	4.3635E-01	1.0080E+01
# 18	1.7269E+01	8.8140E-01	3.8800E-01	1.0080E+01
# 19	1.7075E+01	8.8140E-01	3.8800E-01	1.0080E+01
# 20	1.1517E+01	9.1189E-01	3.4656E-01	1.4087E+01
# 21	7.3537E+00	9.0947E-01	4.3200E-01	1.0080E+01
# 22	1.1048E+01	8.7099E-01	3.3356E-01	1.0080E+01
# 23	3.9568E+01	9.2460E-01	3.6549E-01	1.4087E+01
# 24	9.7443E+00	9.1189E-01	3.4656E-01	1.4087E+01
# 25	1.9589E+01	9.1627E-01	4.3456E-01	1.0080E+01
# 26	2.4640E+01	9.2460E-01	3.1412E-01	1.4087E+01
# 27	5.2374E+00	9.1189E-01	3.4056E-01	1.4087E+01
# 28	1.1949E+01	9.5875E-01	4.1394E-01	1.0080E+01
# 29	1.1271E+01	9.0949E-01	3.1976E-01	1.4087E+01
# 30	1.1178E+02	8.2988E-01	2.7078E-01	1.4087E+01
# 31	9.5321E+00	8.5241E-01	2.8312E-01	1.4087E+01
# 32	8.9808E+01	9.3688E-01	2.9796E-01	1.4087E+01
# 33	3.2372E+01	9.0949E-01	3.1905E-01	1.4087E+01
# 34	4.9293E+00	9.2460E-01	3.1497E-01	1.4087E+01
# 35	2.7243E+01	9.1189E-01	3.5348E-01	1.4087E+01
# 36	1.0254E+01	9.0949E-01	3.1976E-01	1.4087E+01
# 37	3.0091E+01	8.5241E-01	2.8312E-01	1.4087E+01
# 38	1.6170E+01	8.8182E-01	3.2630E-01	1.4087E+01
# 39	9.6178E+01	9.9363E-01	3.5582E-01	1.4087E+01
# 40	1.0808E+02	9.2460E-01	3.6749E-01	1.4087E+01

METODO TINKER

	FI2	FI3	FP	HIN
# 1	8.4518E+00	2.5736E+01	4.2376E-01	2.0131E+01
# 2	5.1797E+00	1.8029E+01	6.5132E-01	1.2302E+03
# 3	8.4518E+00	2.5736E+01	4.2376E-01	2.4389E+01
# 4	4.0843E+00	1.4212E+01	5.2650E-01	1.1014E+03
# 5	7.6067E+00	2.3159E+01	4.5484E-01	2.8187E+01
# 6	6.3140E+00	1.6721E+01	4.5617E-01	1.1486E+03
# 7	4.0976E+00	1.4258E+01	5.2665E-01	1.0895E+03
# 8	5.8480E+00	2.0348E+01	2.0202E-01	1.0346E+03
# 9	7.6067E+00	2.3159E+01	4.5484E-01	2.4916E+01
#10	5.2603E+00	1.8292E+01	5.3176E-01	2.7681E+01
#11	5.1750E+00	1.8003E+01	5.1859E-01	1.2604E+03
#12	4.5397E+00	1.5794E+01	2.2092E-01	5.0614E+02
#13	5.2603E+00	1.8292E+01	5.3176E-01	2.7561E+01
#14	2.3028E+00	7.9797E+00	6.4498E-01	8.1647E+02
#15	3.4171E+00	1.1845E+01	5.3771E-01	1.3282E+03
#16	3.4171E+00	1.1845E+01	8.3053E-01	1.3434E+03
#17	2.1651E+00	7.5397E+00	5.7785E-01	8.9731E+02
#18	4.4556E+00	1.5496E+01	5.6531E-01	1.3045E+02
#19	4.4556E+00	1.5496E+01	5.6531E-01	1.2883E+02
#20	6.5502E+00	1.9936E+01	5.0725E-01	2.8641E+01
#21	2.2278E+00	7.7520E+00	5.7866E-01	6.2930E+02
#22	5.6252E+00	1.9575E+01	4.8289E-01	9.0486E+02
#23	5.1048E+00	1.5607E+01	5.1646E-01	1.0038E+02
#24	6.5502E+00	1.9936E+01	5.0725E-01	4.0883E+01
#25	5.1797E+00	1.8029E+01	6.5132E-01	1.2759E+03
#26	7.7453E+00	2.3670E+01	4.8383E-01	1.5947E+01
#27	5.2824E+00	1.6085E+01	4.7396E-01	1.5911E+02
#28	2.9704E+00	1.0338E+01	5.6704E-01	1.4594E+03
#29	7.6571E+00	2.3410E+01	4.7103E-01	2.5564E+02
#30	1.1724E+01	3.5822E+01	4.3599E-01	4.2460E+02
#31	9.8421E+00	2.9954E+01	4.4659E-01	4.0544E+02
#32	7.6043E+00	2.3261E+01	4.2572E-01	7.6482E+02
#33	6.8650E+00	2.0994E+01	4.5681E-01	3.5364E+02
#34	7.5691E+00	2.3133E+01	4.8146E-01	7.5484E+01
#35	6.7329E+00	2.0577E+01	5.2693E-01	6.3172E+02
#36	7.6571E+00	2.3410E+01	4.7103E-01	3.7133E+02
#37	9.8421E+00	2.9954E+01	4.4659E-01	3.3334E+02
#38	7.2879E+00	2.2270E+01	5.0289E-01	5.1984E+02
#39	5.7032E+00	1.7428E+01	5.1761E-01	5.4619E+02
#40	5.4568E+00	1.6680E+01	5.2737E-01	3.8544E+02

METODO TINKER

	HO	M	MCH	HH
# 1	4.7384E+01	1.0608E+00	1.5572E+00	5.4297E-01
# 2	1.5093E+02	1.0670E+00	1.6040E+00	2.6985E-01
# 3	4.1864E+01	1.0608E+00	1.5572E+00	5.4297E-01
# 4	1.1710E+02	1.0757E+00	1.4745E+00	3.5175E-01
# 5	3.5911E+01	1.0618E+00	1.4901E+00	4.7318E-01
# 6	7.1653E+01	1.0864E+00	1.4703E+00	4.7538E-01
# 7	1.4065E+02	1.0744E+00	1.4693E+00	3.3013E-01
# 8	4.8910E+01	1.0771E+00	1.7599E+00	1.0831E+00
# 9	4.4597E+01	1.0618E+00	1.4901E+00	4.7318E-01
#10	2.5198E+01	1.0656E+00	1.5850E+00	2.8548E-01
#11	8.7887E+01	1.0715E+00	1.6377E+00	3.4280E-01
#12	1.4548E+02	1.0895E+00	1.6269E+00	9.5216E-01
#13	2.8534E+01	1.0656E+00	1.5850E+00	2.8548E-01
#14	8.2037E+01	9.7555E-01	9.0914E-01	2.8329E-01
#15	7.3777E+01	1.0335E+00	1.1075E+00	3.6778E-01
#16	7.8490E+01	1.0263E+00	1.1075E+00	1.7509E-01
#17	8.7431E+01	1.0442E+00	1.0892E+00	3.1101E-01
#18	6.5705E+01	1.0717E+00	1.5132E+00	2.8329E-01
#19	6.4208E+01	1.0717E+00	1.5132E+00	2.8329E-01
#20	1.6184E+02	1.0602E+00	1.3855E+00	3.7862E-01
#21	5.1653E+01	1.0451E+00	1.0985E+00	2.7941E-01
#22	7.4789E+01	1.0711E+00	1.7168E+00	3.9760E-01
#23	1.1021E+02	1.0821E+00	1.4480E+00	3.6043E-01
#24	1.5517E+02	1.0602E+00	1.3855E+00	3.7862E-01
#25	1.7398E+02	1.0659E+00	1.5893E+00	2.6985E-01
#26	7.3106E+01	1.0797E+00	1.8307E+00	3.6803E-01
#27	9.4227E+01	1.0584E+00	1.2667E+00	4.3299E-01
#28	1.7750E+02	1.0638E+00	1.2421E+00	2.8900E-01
#29	1.1848E+02	1.0762E+00	1.7504E+00	4.4166E-01
#30	9.0083E+01	1.0622E+00	2.1393E+00	4.9499E-01
#31	4.7018E+01	1.0628E+00	1.7637E+00	4.4347E-01
#32	9.8523E+01	1.0777E+00	1.7541E+00	5.3771E-01
#33	5.4036E+01	1.0793E+00	1.6621E+00	4.6797E-01
#34	1.0131E+02	1.0728E+00	1.6949E+00	3.7082E-01
#35	8.6661E+01	1.0754E+00	1.6089E+00	3.5070E-01
#36	1.1484E+02	1.0762E+00	1.7504E+00	4.4166E-01
#37	8.1143E+01	1.0628E+00	1.7637E+00	4.4347E-01
#38	1.1290E+02	1.0730E+00	1.6605E+00	3.4035E-01
#39	2.3288E+02	1.0773E+00	1.4881E+00	3.3735E-01
#40	3.2283E+02	1.0750E+00	1.4389E+00	3.4562E-01

METODO TINKER

	NRP	PRM	QT	RES
# 1	3.4879E-01	1.1534E-01	8.2667E+05	3.7291E+03
# 2	1.5250E-01	1.3995E-01	2.0086E+06	8.3268E+03
# 3	3.4879E-01	1.2050E-01	1.0437E+06	2.9285E+03
# 4	2.3438E-01	1.6724E-01	2.1170E+06	4.9045E+03
# 5	3.0092E-01	1.2770E-01	1.4356E+06	2.1304E+03
# 6	3.0723E-01	1.6727E-01	2.1246E+06	2.5722E+03
# 7	2.1654E-01	1.5380E-01	2.5266E+06	7.3534E+03
# 8	8.1001E-01	2.0983E-01	1.7207E+06	1.4893E+03
# 9	3.0092E-01	9.9315E-02	1.9619E+06	4.4632E+03
#10	1.6575E-01	1.4550E-01	4.4506E+06	5.5670E+02
#11	2.1371E-01	1.6250E-01	4.1199E+06	3.3258E+03
#12	7.1716E-01	1.2664E-01	4.9322E+06	1.6332E+04
#13	1.6575E-01	1.3218E-01	4.6807E+06	7.8728E+02
#14	1.5563E-01	2.4290E-01	2.4998E+06	1.6188E+03
#15	2.5515E-01	1.5471E-01	2.1347E+06	4.7992E+03
#16	9.7283E-02	1.6086E-01	5.2698E+06	4.0031E+03
#17	2.2405E-01	1.7827E-01	3.0163E+06	4.1082E+03
#18	1.7403E-01	3.5180E-01	6.9907E+06	4.0985E+02
#19	1.7403E-01	3.6530E-01	6.8145E+06	3.6495E+02
#20	2.3523E-01	1.0155E-01	4.5754E+06	3.2535E+04
#21	1.9787E-01	2.1740E-01	2.9956E+06	1.3217E+03
#22	2.5292E-01	1.4958E-01	5.8706E+06	3.6604E+03
#23	2.3591E-01	2.3476E-01	8.3433E+06	3.3317E+03
#24	2.3523E-01	1.0081E-01	3.2942E+06	3.0654E+04
#25	1.5250E-01	1.1368E-01	1.1086E+07	1.6570E+04
#26	2.1353E-01	2.3762E-01	4.8880E+06	1.7649E+03
#27	2.9290E-01	1.3132E-01	4.9969E+06	1.0536E+04
#28	1.9668E-01	1.1016E-01	5.2343E+06	1.7505E+04
#29	2.7468E-01	1.1010E-01	1.1619E+07	1.5635E+04
#30	2.7454E-01	2.8450E-01	1.0294E+07	1.8472E+03
#31	2.5206E-01	1.5143E-01	1.5602E+07	4.3250E+03
#32	3.5350E-01	1.3865E-01	9.1315E+06	1.8941E+04
#33	3.0458E-01	2.4721E-01	5.3190E+06	2.1105E+03
#34	2.1773E-01	1.1019E-01	1.5243E+07	1.1466E+04
#35	2.1049E-01	2.1892E-01	8.9540E+06	2.6843E+03
#36	2.7468E-01	1.1051E-01	1.1521E+07	1.6669E+04
#37	2.5206E-01	1.4174E-01	2.1727E+07	9.8656E+03
#38	1.9592E-01	1.3315E-01	1.8497E+07	1.2331E+04
#39	2.1093E-01	1.3592E-01	1.1567E+07	3.0776E+04
#40	2.2012E-01	1.0866E-01	1.5343E+07	8.4952E+04

METODO TINKER

	REP	S	THS	THT
# 1	2.9347E+03	2.0000E+01	3.1750E+02	2.0650E+02
# 2	9.2995E+03	2.3250E+01	1.2250E+02	9.0500E+01
# 3	2.3047E+03	2.0000E+01	2.7500E+02	1.1250E+02
# 4	4.4638E+03	2.2000E+01	1.4500E+02	9.7500E+01
# 5	1.7023E+03	2.1600E+01	3.4250E+02	1.4650E+02
# 6	2.0570E+03	2.8533E+01	1.6250E+02	8.7500E+01
# 7	6.6056E+03	2.5750E+01	1.3000E+02	9.5000E+01
# 8	7.8662E+02	2.6250E+01	1.6000E+02	1.0400E+02
# 9	3.5663E+03	2.1600E+01	4.2250E+02	2.4250E+02
#10	5.2757E+02	4.2500E+01	3.9000E+02	1.7350E+02
#11	3.2462E+03	2.7875E+01	1.7100E+02	9.7500E+01
#12	8.5439E+03	2.7000E+01	1.3250E+02	2.1500E+02
#13	7.4608E+02	4.2500E+01	3.9000E+02	1.7900E+02
#14	1.0757E+03	2.3250E+01	1.6250E+02	1.0500E+02
#15	3.3663E+03	1.7250E+01	2.2250E+02	1.0500E+02
#16	3.7673E+03	1.7250E+01	3.0950E+02	1.0500E+02
#17	3.0460E+03	1.7250E+01	2.0750E+02	9.2500E+01
#18	3.9800E+02	3.1000E+01	2.4000E+02	4.2500E+02
#19	3.5440E+02	3.1000E+01	2.3200E+02	4.2000E+02
#20	2.6460E+04	2.4800E+01	4.2200E+02	2.1250E+02
#21	9.8495E+02	2.2000E+01	1.9100E+02	9.2500E+01
#22	3.5321E+03	2.5250E+01	2.2500E+02	9.2500E+01
#23	2.9086E+03	2.3200E+01	4.5950E+02	7.0050E+02
#24	2.4930E+04	2.4800E+01	4.3000E+02	3.2300E+02
#25	1.8336E+04	2.3250E+01	2.5500E+02	9.7600E+01
#26	1.7824E+03	3.5200E+01	4.5450E+02	6.2700E+02
#27	7.5437E+03	2.0000E+01	4.0000E+02	2.3600E+02
#28	1.4274E+04	2.4000E+01	1.7500E+02	9.5000E+01
#29	1.5048E+04	2.3200E+01	3.0500E+02	1.0950E+02
#30	1.9899E+03	2.9600E+01	3.9000E+02	5.2800E+02
#31	3.8861E+03	3.2600E+01	5.7250E+02	3.2500E+02
#32	1.6979E+04	1.9200E+01	5.1250E+02	2.6750E+02
#33	1.8998E+03	2.0800E+01	3.2000E+02	1.3600E+02
#34	1.0697E+04	3.4400E+01	2.5500E+02	8.1000E+01
#35	2.6041E+03	2.7200E+01	5.7750E+02	4.4750E+02
#36	1.6044E+04	2.3200E+01	3.7850E+02	1.6850E+02
#37	8.8643E+03	3.2600E+01	6.0500E+02	3.5050E+02
#38	1.1664E+04	3.6800E+01	3.5000E+02	2.3500E+02
#39	2.7474E+04	2.8800E+01	5.0500E+02	4.1000E+02
#40	7.4598E+04	2.4800E+01	3.4500E+02	2.1100E+02

METHOD TINKER

	TM	UC	UDT	Y
# 1	2.8858E+02	1.2440E+01	1.1200E+01	1.9753E+00
# 2	9.4104E+01	1.2972E+02	8.5404E+01	2.0590E+00
# 3	2.2812E+02	1.2322E+01	8.8372E+00	1.9753E+00
# 4	1.0237E+02	1.0349E+02	7.3190E+01	2.2958E+00
# 5	2.7169E+02	1.3323E+01	9.7318E+00	2.1387E+00
# 6	9.2446E+01	6.6478E+01	4.8443E+01	2.0026E+00
# 7	9.9170E+01	1.2133E+02	8.8950E+01	2.3205E+00
# 8	1.0681E+02	4.6117E+01	3.8485E+01	1.5381E+00
# 9	3.6713E+02	1.4017E+01	1.2651E+01	2.1387E+00
#10	2.9500E+02	1.1484E+01	9.4984E+00	2.0708E+00
#11	1.0281E+02	8.0734E+01	5.7516E+01	1.9384E+00
#12	1.9724E+02	1.0997E+02	9.0141E+01	1.7751E+00
#13	3.0346E+02	1.2136E+01	1.0417E+01	2.0708E+00
#14	1.1059E+02	7.3349E+01	5.2539E+01	4.9807E+00
#15	1.1322E+02	6.8842E+01	4.6672E+01	3.4999E+00
#16	1.2035E+02	7.2941E+01	5.0995E+01	3.6850E+00
#17	1.0485E+02	7.8219E+01	5.9579E+01	3.8238E+00
#18	3.7222E+02	4.3804E+01	2.8712E+01	2.2296E+00
#19	3.6722E+02	4.2973E+01	2.8352E+01	2.2296E+00
#20	3.9661E+02	1.9657E+01	1.4436E+01	2.4379E+00
#21	1.0186E+02	4.7205E+01	3.9708E+01	3.7871E+00
#22	1.0451E+02	6.7997E+01	4.9245E+01	1.7787E+00
#23	5.9213E+02	5.6526E+01	2.7862E+01	2.3947E+00
#24	4.0946E+02	2.9676E+01	2.4632E+01	2.4379E+00
#25	1.1871E+02	1.4661E+02	8.8334E+01	2.0915E+00
#26	4.9671E+02	1.7238E+01	1.3121E+01	1.6233E+00
#27	3.0277E+02	5.6204E+01	4.0012E+01	2.8061E+00
#28	1.0431E+02	1.5297E+02	1.0270E+02	3.0886E+00
#29	1.8319E+02	7.4790E+01	5.5646E+01	1.7347E+00
#30	5.0669E+02	7.2717E+01	3.4780E+01	1.2400E+00
#31	3.6104E+02	4.1348E+01	2.8421E+01	1.6265E+00
#32	3.1484E+02	8.4271E+01	4.3924E+01	1.7094E+00
#33	1.7138E+02	4.5659E+01	3.3111E+01	1.8828E+00
#34	1.9380E+02	3.6342E+01	3.2450E+01	1.8487E+00
#35	4.6262E+02	7.4155E+01	4.2399E+01	2.0176E+00
#36	2.2603E+02	8.3388E+01	5.4077E+01	1.7347E+00
#37	4.1326E+02	6.3145E+01	3.7263E+01	1.6265E+00
#38	2.5708E+02	8.9425E+01	5.4105E+01	1.9197E+00
#39	4.3958E+02	1.5368E+02	6.4074E+01	2.2955E+00
#40	2.7608E+02	1.6020E+02	8.1684E+01	2.4290E+00

MÉTODU TINKER

	Q	QT	ERR
# 1	1.5624E+06	8.2667E+05	4.7089E+01
# 2	1.7000E+06	2.0080E+06	-1.8155E+01
# 3	1.8014E+06	1.0437E+06	4.2065E+01
# 4	2.4925E+06	2.1170E+06	1.5067E+01
# 5	2.7719E+06	1.4356E+06	4.8209E+01
# 6	2.9075E+06	2.1246E+06	2.6927E+01
# 7	3.0300E+06	2.5266E+06	1.6615E+01
# 8	3.3320E+06	1.7207E+06	4.8358E+01
# 9	3.9388E+06	1.9619E+06	5.0191E+01
#10	4.4973E+06	4.4506E+06	1.0373E+00
#11	5.0758E+06	4.1199E+06	1.8832E+01
#12	5.5805E+06	4.9322E+06	1.1617E+01
#13	5.5832E+06	4.0807E+06	1.6165E+01
#14	5.9190E+06	2.4998E+06	5.7767E+01
#15	5.9490E+06	2.1347E+06	6.4117E+01
#16	5.9730E+06	5.2698E+06	1.1773E+01
#17	6.6830E+06	3.0163E+06	5.4866E+01
#18	6.7992E+06	6.9907E+06	-2.6159E+00
#19	6.9886E+06	6.8145E+06	2.4901E+00
#20	7.1615E+06	4.5754E+06	3.6111E+01
#21	7.2706E+06	2.9956E+06	5.8795E+01
#22	8.2250E+06	5.8706E+06	2.8625E+01
#23	8.5942E+06	8.3433E+06	2.9196E+00
#24	9.1925E+06	3.2942E+06	6.4164E+01
#25	9.3600E+06	1.1086E+07	-1.8436E+01
#26	1.1514E+07	4.6880E+06	5.7545E+01
#27	1.1635E+07	4.9969E+06	5.7054E+01
#28	1.1690E+07	5.2343E+06	5.5224E+01
#29	1.3863E+07	1.1619E+07	1.6186E+01
#30	1.7261E+07	1.0294E+07	4.0366E+01
#31	1.8604E+07	1.5602E+07	1.7029E+01
#32	1.9553E+07	9.1315E+06	5.3252E+01
#33	2.1775E+07	5.3190E+06	7.5573E+01
#34	2.2978E+07	1.5243E+07	5.3665E+01
#35	2.2905E+07	8.9540E+06	6.1044E+01
#36	2.3278E+07	1.1521E+07	5.0506E+01
#37	2.3826E+07	2.1727E+07	6.8103E+00
#38	3.0256E+07	1.8497E+07	5.8865E+01
#39	4.4532E+07	1.1567E+07	7.4026E+01
#40	5.0184E+07	1.5343E+07	6.9425E+01

EL ERROR PROMEDIO ES= 3.6795E+01

METODO KERN

	AFS	ATC	DES	DPs
# 1	1.7361E-01	1.0472E+03	9.8943E-01	2.7609E-01
# 2	2.0182E-01	9.5505E+02	9.4765E-01	3.9859E+00
# 3	1.7361E-01	1.0472E+03	9.8943E-01	2.3067E-01
# 4	2.2917E-01	7.2257E+02	9.4765E-01	5.1205E+00
# 5	2.2500E-01	1.1896E+03	9.8943E-01	1.8004E-01
# 6	1.6042E-01	8.0394E+02	9.3318E-01	4.9782E+00
# 7	3.1293E-01	1.0179E+03	9.4765E-01	5.6590E+00
# 8	2.2786E-01	1.0430E+03	9.4765E-01	6.5845E+00
# 9	2.2500E-01	1.1896E+03	9.8943E-01	3.1013E-01
#10	6.6406E-01	2.5918E+03	9.4765E-01	5.4025E-02
#11	2.9036E-01	1.2441E+03	9.4765E-01	4.0400E+00
#12	3.1055E-01	8.0425E+02	9.4765E-01	6.1806E+00
#13	6.6406E-01	2.5918E+03	9.4765E-01	7.5501E-02
#14	4.8438E-01	1.0273E+03	9.4765E-01	1.8960E+00
#15	1.7969E-01	5.6549E+02	9.4765E-01	2.4459E+00
#16	1.7969E-01	5.6549E+02	9.4765E-01	2.1365E+00
#17	2.6579E-01	5.1051E+02	9.4765E-01	2.3236E+00
#18	4.1710E-01	1.9635E+03	9.4765E-01	1.0139E+01
#19	4.1710E-01	1.9635E+03	9.4765E-01	1.0332E+01
#20	3.4444E-01	1.5582E+03	9.8943E-01	3.6627E+00
#21	4.7014E-01	8.6001E+02	9.4765E-01	2.6902E+00
#22	2.1918E-01	1.2409E+03	9.4765E-01	5.1316E+00
#23	3.6250E-01	1.2566E+03	9.8943E-01	1.9824E+01
#24	3.4444E-01	1.5582E+03	9.8943E-01	3.1527E+00
#25	2.0182E-01	9.9275E+02	9.4765E-01	3.7946E+00
#26	5.5000E-01	2.6136E+03	9.8943E-01	1.6548E+01
#27	2.7778E-01	9.5505E+02	9.8943E-01	2.2432E+00
#28	3.7500E-01	9.1735E+02	9.4765E-01	2.6663E+00
#29	2.4167E-01	1.3153E+03	9.8943E-01	5.0422E+00
#30	2.5894E-01	2.2284E+03	9.8943E-01	9.8309E+01
#31	3.9618E-01	2.3541E+03	9.8943E-01	5.9368E+00
#32	1.6667E-01	8.0384E+02	9.8943E-01	3.9801E+01
#33	2.1667E-01	1.0472E+03	9.8943E-01	2.1708E+01
#34	5.3750E-01	3.1416E+03	9.8943E-01	2.3166E+00
#35	3.7778E-01	1.9266E+03	9.8943E-01	1.3777E+01
#36	2.4167E-01	1.3153E+03	9.8943E-01	4.4963E+00
#37	3.9618E-01	2.3541E+03	9.8943E-01	1.5835E+01
#38	6.3869E-01	3.6107E+03	9.8943E-01	7.2513E+00
#39	5.0000E-01	2.1279E+03	9.8943E-01	2.8034E+01
#40	3.8750E-01	1.6336E+03	9.8943E-01	2.7550E+01

METHODO KERN

	DTE	FCP	FCT	FIS
# 1	7.0483E+01	2.0052E-02	8.5480E-01	9.9380E-01
# 2	2.4626E+01	1.6422E-01	8.2522E-01	9.7514E-01
# 3	1.1277E+02	2.1936E-02	9.0386E-01	9.8681E-01
# 4	4.0030E+01	1.1446E-01	8.4985E-01	9.4058E-01
# 5	1.2400E+02	6.8147E-02	8.5364E-01	9.7990E-01
# 6	5.0764E+01	1.4836E-01	8.1702E-01	9.1205E-01
# 7	2.7906E+01	1.1601E-01	8.0279E-01	9.6302E-01
# 8	4.2867E+01	8.6548E-02	8.2892E-01	9.1425E-01
# 9	1.3036E+02	6.2294E-02	8.6381E-01	9.8183E-01
#10	1.8079E+02	2.2501E-02	9.3339E-01	9.5864E-01
#11	5.7577E+01	1.6022E-01	8.4557E-01	9.1195E-01
#12	6.8033E+01	1.0923E-01	8.3105E-01	1.0292E+00
#13	1.7337E+02	2.2501E-02	9.1324E-01	9.6125E-01
#14	4.6315E+01	4.8207E-02	8.5083E-01	9.4643E-01
#15	8.0882E+01	1.6110E-01	8.5439E-01	7.8376E-01
#16	1.8274E+02	1.6241E-01	9.6686E-01	7.5855E-01
#17	9.9171E+01	7.1475E-02	9.2383E-01	8.4291E-01
#18	1.2400E+02	2.9094E-02	8.0801E-01	1.1275E+00
#19	1.2241E+02	2.9094E-02	7.8493E-01	1.1371E+00
#20	2.0340E+02	8.9417E-02	9.7093E-01	9.9463E-01
#21	8.7721E+01	2.9752E-02	9.2751E-01	8.1131E-01
#22	9.6065E+01	7.3296E-02	8.7116E-01	8.7250E-01
#23	2.3829E+02	1.2923E-01	9.9104E-01	1.0851E+00
#24	8.5823E+01	8.1736E-02	8.0230E-01	9.9567E-01
#25	1.2641E+02	1.5196E-01	9.2768E-01	9.2121E-01
#26	1.4252E+02	5.1662E-02	9.1288E-01	1.0162E+00
#27	1.3076E+02	1.4034E-01	8.1289E-01	9.6066E-01
#28	5.5560E+01	2.3657E-01	8.1470E-01	9.4620E-01
#29	1.5875E+02	1.0481E+00	9.5990E-01	9.3532E-01
#30	1.3281E+02	6.5333E-01	9.6791E-01	1.1099E+00
#31	2.3319E+02	2.6243E-01	9.7063E-01	7.8548E-01
#32	2.3521E+02	2.3247E+00	9.8754E-01	6.3900E-01
#33	1.5340E+02	1.6549E+00	9.4470E-01	7.6434E-01
#34	1.4952E+02	7.3431E-01	9.4402E-01	9.7305E-01
#35	1.0960E+02	4.8761E-01	9.4254E-01	1.0381E+00
#36	1.6198E+02	1.0481E+00	9.3107E-01	9.2679E-01
#37	2.4768E+02	2.8681E-01	9.7959E-01	8.6167E-01
#38	9.4682E+01	1.2521E+00	8.9643E-01	9.5302E-01
#39	8.4835E+01	3.9966E-01	9.0655E-01	9.6665E-01
#40	1.1498E+02	6.7080E-01	8.8647E-01	9.6606E-01

METODO KERN

	FFS	GS	HU	NC
# 1	2.3467E-03	8.7840E+04	9.1640E+01	3.8400E+01
# 2	1.8942E-03	3.5502E+05	1.7334E+02	3.8400E+01
# 3	2.5265E-03	7.6608E+04	8.1430E+01	3.8400E+01
# 4	2.1048E-03	4.4503E+05	1.4713E+02	3.2000E+01
# 5	2.7300E-03	6.9689E+04	7.0324E+01	3.2000E+01
# 6	2.7229E-03	2.8376E+05	1.2772E+02	4.0000E+01
# 7	1.9489E-03	4.8371E+05	1.7253E+02	2.7429E+01
# 8	2.5301E-03	3.8334E+05	1.0741E+02	3.8400E+01
# 9	2.3158E-03	1.0533E+05	8.2490E+01	3.2000E+01
#10	3.2757E-03	3.8781E+04	4.0655E+01	1.6000E+01
#11	2.2564E-03	3.4062E+05	1.1285E+02	3.2000E+01
#12	1.6073E-03	5.0872E+05	2.6467E+02	2.8961E+01
#13	3.0501E-03	4.3739E+04	4.4370E+01	1.6000E+01
#14	2.8737E-03	3.3005E+05	1.0720E+02	1.6000E+01
#15	2.4224E-03	3.0475E+05	1.0257E+02	3.2000E+01
#16	2.4629E-03	2.7937E+05	2.3176E+01	3.2000E+01
#17	2.3714E-03	3.3215E+05	1.0255E+02	2.7042E+01
#18	3.4869E-03	4.8264E+05	9.7237E+01	3.0968E+01
#19	3.5850E-03	4.8264E+05	9.5442E+01	3.0968E+01
#20	1.5518E-03	4.4652E+05	2.5688E+02	2.4000E+01
#21	2.9249E-03	3.2816E+05	6.8029E+01	2.1818E+01
#22	2.2646E-03	3.2578E+05	1.0378E+02	4.8000E+01
#23	2.3796E-03	1.0124E+06	1.5766E+02	2.1333E+01
#24	1.5776E-03	4.1110E+05	2.4569E+02	2.4000E+01
#25	1.7029E-03	3.5502E+05	1.8743E+02	3.8400E+01
#26	2.6045E-03	6.9502E+05	1.1962E+02	2.1333E+01
#27	1.9871E-03	3.4798E+05	1.6386E+02	2.4000E+01
#28	1.7338E-03	4.0496E+05	1.8709E+02	2.1333E+01
#29	1.8138E-03	4.2201E+05	1.6765E+02	3.2000E+01
#30	2.4479E-03	1.4877E+06	1.7706E+02	3.8400E+01
#31	2.2513E-03	3.6347E+05	1.0786E+02	2.7429E+01
#32	1.7323E-03	1.0487E+06	1.5266E+02	3.8400E+01
#33	2.8037E-03	7.1282E+05	9.0040E+01	3.2000E+01
#34	1.9105E-03	2.8162E+05	1.4643E+02	2.1333E+01
#35	2.3892E-03	7.3093E+05	1.3450E+02	2.4000E+01
#36	1.7700E-03	4.0926E+05	1.6344E+02	3.2000E+01
#37	1.8827E-03	6.7916E+05	1.8264E+02	2.7429E+01
#38	1.8318E-03	5.3793E+05	1.7264E+02	1.9200E+01
#39	1.5516E-03	1.3173E+06	2.8384E+02	1.9200E+01
#40	1.2955E-03	1.3935E+06	3.8507E+02	2.1333E+01

METODU KERN

	PCC	Q	QT	RES
# 1	1.9779E-01	1.5558E+06	8.6858E+05	5.3714E+03
# 2	2.4740E-01	1.7000E+06	2.1636E+06	1.6586E+04
# 3	1.9779E-01	1.7906E+06	1.1950E+06	3.6425E+03
# 4	2.4764E-01	2.4925E+06	2.4227E+06	9.5229E+03
# 5	1.9794E-01	2.7494E+06	1.6689E+06	2.4229E+03
# 6	2.4730E-01	2.9075E+06	3.0163E+06	2.4564E+03
# 7	2.4765E-01	3.0300E+06	2.8551E+06	1.4280E+04
# 8	2.4769E-01	3.3320E+06	2.9974E+06	3.6152E+03
# 9	1.9794E-01	3.9078E+06	2.1727E+06	5.7605E+03
#10	2.4815E-01	4.4009E+06	5.2873E+06	9.2859E+02
#11	2.4783E-01	5.0758E+06	4.8147E+06	6.6039E+03
#12	2.4776E-01	5.5022E+06	6.5207E+06	3.9374E+04
#13	2.4815E-01	5.5336E+06	5.4734E+06	1.3374E+03
#14	1.9764E-01	5.9190E+06	2.9250E+06	1.8495E+03
#15	1.9731E-01	5.9490E+06	2.5948E+06	4.5455E+03
#16	1.9731E-01	5.9730E+06	5.8726E+06	4.1658E+03
#17	2.4699E-01	6.6030E+06	3.3365E+06	5.0841E+03
#18	2.4805E-01	6.4101E+06	7.0984E+06	6.6824E+02
#19	2.4805E-01	6.5755E+06	6.9109E+06	5.7747E+02
#20	1.9817E-01	7.1504E+06	4.7595E+06	4.7365E+04
#21	2.4764E-01	7.2700E+06	3.6449E+06	1.6855E+03
#22	2.4760E-01	8.2250E+06	7.1577E+06	6.4797E+03
#23	2.4790E-01	8.5546E+06	7.7008E+06	4.9927E+03
#24	1.9817E-01	9.0944E+06	3.0694E+06	4.3439E+04
#25	2.4740E-01	9.3000E+06	1.1492E+07	2.9046E+04
#26	2.4821E-01	1.1074E+07	2.9453E+06	3.1035E+03
#27	1.9779E-01	1.1459E+07	5.7350E+06	1.2892E+04
#28	2.4748E-01	1.1690E+07	5.4040E+06	2.6423E+04
#29	2.4791E-01	1.3790E+07	1.3181E+07	2.0842E+04
#30	2.4835E-01	1.7205E+07	1.2465E+07	4.3013E+03
#31	1.9806E-01	1.8067E+07	2.3377E+07	6.6829E+03
#32	2.4748E-01	1.9445E+07	1.0833E+07	2.6547E+04
#33	2.4767E-01	2.1021E+07	6.9234E+06	2.1057E+03
#34	2.4819E-01	2.2768E+07	1.6322E+07	1.5854E+04
#35	2.4822E-01	2.2915E+07	1.0758E+07	4.8871E+03
#36	2.4791E-01	2.3116E+07	1.3124E+07	2.3690E+04
#37	1.9806E-01	2.3724E+07	2.8694E+07	1.7129E+04
#38	2.4826E-01	3.0111E+07	2.1865E+07	1.9786E+04
#39	2.4832E-01	4.4425E+07	1.2009E+07	4.7406E+04
#40	2.4804E-01	4.9081E+07	1.5611E+07	1.2247E+05

METODO KERN

	TCS	TCT	TH	UC
# 1	2.8081E+02	2.0255E+02	2.7097E+02	1.3144E+01
# 2	1.1868E+02	8.9056E+01	9.3751E+01	1.4556E+02
# 3	2.1934E+02	1.0735E+02	2.0337E+02	1.4963E+01
# 4	1.4301E+02	9.6107E+01	1.0308E+02	1.2596E+02
# 5	2.7520E+02	1.3926E+02	2.4958E+02	1.6476E+01
# 6	1.4495E+02	8.3989E+01	9.2042E+01	1.1186E+02
# 7	1.2873E+02	9.4046E+01	9.9363E+01	1.4391E+02
# 8	1.5225E+02	1.0129E+02	1.0790E+02	9.4191E+01
# 9	3.7931E+02	2.3477E+02	3.5609E+02	1.5705E+01
#10	3.4602E+02	1.6612E+02	2.9562E+02	1.4200E+01
#11	1.6060E+02	9.5930E+01	1.0120E+02	1.0124E+02
#12	1.3017E+02	2.1176E+02	1.7967E+02	1.5647E+02
#13	3.5059E+02	1.7084E+02	3.0323E+02	1.4599E+01
#14	1.5625E+02	1.0250E+02	1.1038E+02	9.2028E+01
#15	1.8772E+02	9.9649E+01	1.0941E+02	9.3225E+01
#16	2.7083E+02	9.9703E+01	1.1758E+02	8.5493E+01
#17	1.9013E+02	8.7997E+01	1.0302E+02	8.9494E+01
#18	2.2616E+02	3.5797E+02	2.9313E+02	4.4843E+01
#19	2.1692E+02	3.5107E+02	2.8531E+02	4.3901E+01
#20	4.2061E+02	2.1102E+02	4.0721E+02	2.0750E+01
#21	1.8021E+02	8.6797E+01	1.0193E+02	5.9887E+01
#22	1.9081E+02	8.6802E+01	1.0178E+02	9.0459E+01
#23	4.5624E+02	6.9391E+02	5.4342E+02	4.8344E+01
#24	4.1929E+02	3.1168E+02	4.0847E+02	2.7270E+01
#25	2.1848E+02	9.2421E+01	1.1495E+02	1.5576E+02
#26	4.4325E+02	5.7509E+02	4.5833E+02	9.2351E+00
#27	3.7570E+02	2.2116E+02	3.1628E+02	6.8608E+01
#28	1.5830E+02	9.1147E+01	1.0092E+02	1.6047E+02
#29	2.4652E+02	1.0495E+02	1.7902E+02	8.8964E+01
#30	3.9323E+02	5.2976E+02	4.8617E+02	1.1437E+02
#31	5.4633E+02	3.1829E+02	3.9028E+02	8.0107E+01
#32	4.8223E+02	2.6291E+02	3.2826E+02	1.2063E+02
#33	2.7301E+02	1.2973E+02	1.7633E+02	6.7102E+01
#34	2.1063E+02	7.3394E+01	1.8126E+02	3.9249E+01
#35	5.5321E+02	4.4382E+02	4.6683E+02	1.0492E+02
#36	3.1775E+02	1.6216E+02	2.2555E+02	1.0274E+02
#37	5.9459E+02	3.4577E+02	4.6148E+02	1.0730E+02
#38	3.3228E+02	2.3027E+02	2.6275E+02	1.1997E+02
#39	4.9995E+02	4.0720E+02	4.4552E+02	1.6856E+02
#40	3.3221E+02	2.0520E+02	2.8066E+02	1.6576E+02

METODU KLRIH

	UGC	UCH	UDR	UDT
# 1	1.2028E+01	1.4860E+01	2.1079E+01	1.1768E+01
# 2	1.4174E+02	1.5075E+02	7.2281E+01	9.1994E+01
# 3	1.2900E+01	1.7824E+01	1.5162E+01	1.0118E+01
# 4	1.1859E+02	1.3399E+02	8.6173E+01	8.3758E+01
# 5	1.4210E+01	1.9176E+01	1.8638E+01	1.1313E+01
# 6	1.0531E+02	1.2209E+02	6.6295E+01	6.8775E+01
# 7	1.3742E+02	1.5089E+02	1.0667E+02	1.0052E+02
# 8	8.8768E+01	1.0148E+02	7.4523E+01	6.7039E+01
# 9	1.4335E+01	1.7279E+01	2.5199E+01	1.4011E+01
#10	1.2875E+01	1.5718E+01	9.5204E+00	1.1284E+01
#11	9.5315E+01	1.1391E+02	7.0861E+01	6.7216E+01
#12	1.4827E+02	1.6473E+02	1.0166E+02	1.1917E+02
#13	1.3267E+01	1.5949E+01	1.2315E+01	1.2181E+01
#14	8.8113E+01	9.7122E+01	1.2440E+02	6.1477E+01
#15	8.0843E+01	1.2018E+02	1.3007E+02	5.6732E+01
#16	7.8110E+01	1.0227E+02	5.7800E+01	5.6828E+01
#17	8.2051E+01	1.0450E+02	1.3200E+02	6.5903E+01
#18	1.9189E+01	6.2695E+01	2.6327E+01	2.9154E+01
#19	1.8311E+01	6.2551E+01	2.7358E+01	2.8753E+01
#20	2.1856E+01	2.8265E+01	2.2560E+01	1.5017E+01
#21	5.4132E+01	6.7306E+01	9.6366E+01	4.8314E+01
#22	8.3036E+01	1.0840E+02	6.8996E+01	6.0043E+01
#23	4.1798E+01	5.6745E+01	2.8568E+01	2.5717E+01
#24	1.7952E+01	6.7689E+01	6.8004E+01	2.2952E+01
#25	1.4601E+02	1.7183E+02	7.4583E+01	9.1574E+01
#26	9.8189E+00	4.0922E+01	2.9726E+01	7.9063E+00
#27	3.1262E+01	6.4497E+01	9.1760E+01	4.5923E+01
#28	1.5194E+02	1.7299E+02	2.2936E+02	1.0603E+02
#29	7.9247E+01	1.0916E+02	6.6043E+01	6.3130E+01
#30	1.0742E+02	1.1997E+02	5.8405E+01	4.2117E+01
#31	7.1229E+01	9.6237E+01	3.4041E+01	4.2583E+01
#32	9.9770E+01	1.5640E+02	9.3536E+01	5.2111E+01
#33	5.5779E+01	9.1900E+01	1.3459E+02	4.3098E+01
#34	3.3085E+01	8.4561E+01	4.8472E+01	3.4749E+01
#35	1.0550E+02	1.0359E+02	1.0851E+02	5.0940E+01
#36	9.2561E+01	1.2451E+02	1.0850E+02	6.1600E+01
#37	9.8501E+01	1.1813E+02	4.0688E+01	4.9213E+01
#38	1.1324E+02	1.2992E+02	8.8077E+01	6.3958E+01
#39	1.6164E+02	1.7670E+02	2.4609E+02	6.6522E+01
#40	1.4756E+02	1.8832E+02	2.6555E+02	8.3107E+01

METODO KERN

	Q	QT	ERR
# 1	1.5558E+06	8.6856E+05	4.4173E+01
# 2	1.7000E+06	2.1636E+06	-2.7273E+01
# 3	1.7906E+06	1.1950E+06	3.3265E+01
# 4	2.4925E+06	2.4227E+06	2.8033E+00
# 5	2.7494E+06	1.6689E+06	3.9302E+01
# 6	2.9075E+06	3.0163E+06	-3.7417E+00
# 7	3.0300E+06	2.8551E+06	5.7712E+00
# 8	3.3320E+06	2.9974E+06	1.0043E+01
# 9	3.9078E+06	2.1727E+06	4.4401E+01
#10	4.4609E+06	5.2873E+06	-1.8525E+01
#11	5.0758E+06	4.8147E+06	5.1436E+00
#12	5.5622E+06	6.5207E+06	-1.7233E+01
#13	5.5336E+06	5.4734E+06	1.0880E+00
#14	5.9190E+06	2.9250E+06	5.0582E+01
#15	5.9490E+06	2.5948E+06	5.6383E+01
#16	5.9730E+06	5.8726E+06	1.6810E+00
#17	6.6830E+06	3.3365E+06	5.0075E+01
#18	6.4101E+06	7.0984E+06	-1.0736E+01
#19	6.5755E+06	6.9109E+06	-5.1007E+00
#20	7.1504E+06	4.7595E+06	3.3437E+01
#21	7.2700E+06	3.6449E+06	4.9864E+01
#22	8.2250E+06	7.1577E+06	1.2976E+01
#23	8.5546E+06	7.7008E+06	9.9805E+00
#24	9.0944E+06	3.0694E+06	6.6250E+01
#25	9.3600E+06	1.1492E+07	-2.2780E+01
#26	1.1074E+07	2.9453E+06	7.3403E+01
#27	1.1459E+07	5.7350E+06	4.9953E+01
#28	1.1690E+07	5.4040E+06	5.3773E+01
#29	1.3790E+07	1.3181E+07	4.4119E+00
#30	1.7266E+07	1.2465E+07	2.7887E+01
#31	1.8687E+07	2.3377E+07	-2.5094E+01
#32	1.9445E+07	1.0835E+07	4.4288E+01
#33	2.1621E+07	6.9234E+06	6.7978E+01
#34	2.2768E+07	1.6322E+07	2.8312E+01
#35	2.2915E+07	1.0750E+07	5.3054E+01
#36	2.3116E+07	1.3124E+07	4.3225E+01
#37	2.3724E+07	2.8694E+07	-2.0951E+01
#38	3.0111E+07	2.1865E+07	2.7384E+01
#39	4.4425E+07	1.2009E+07	7.2969E+01
#40	4.9881E+07	1.5611E+07	6.8704E+01

1. 2014 E +04

EL ERROR PROMEDIO ES= 3.2100E+01

COEFICIENTE INTERIOR.

- DPT = caída de presión del lado de las tubas, psi.
- DPTC = caída de presión lado de las tubas corregida.
- FIT = factor de corrección por viscosidad, lado de las tubas.
- GR = número de Grashof.
- GT = masa velocidad del lado de las tubas, lb/hr-ft².
- HIO = coeficiente de transferencia interno, BTU/hr-ft²°F.
- HION = coeficiente de transferencia interno no corregido.
- RET = número de Reynolds del lado de las tubas.

METODO DONOHUE

- AFW = área abierta en la mampara, ft².
- ATC = área total de transferencia de calor, ft².
- AX = área perpendicular al flujo, ft².
- CLFL = claro perpendicular al flujo, in.
- DPSB = caída de presión en la ventana de la mampara, psi.
- DPSBR= caída de presión en la ventana de la mampara corregida.
- DPSC = caída de presión a través del haz de tubas, psi.
- DPSCR= caída de presión a través deñ haz de tubas corregida.
- DPST = caída de presión por la coraza total, psi.
- DTE = diferencia de temperaturas efectiva, °F
- FCT = factor de corrección para temperaturas.

- FFS = *factor de fricción del lado de la coraza.*
 FIS = *factor de corrección por viscosidad, lado de la coraza,*
 GB = *masa velocidad a través de la mampara, lb/hr-ft²*
 GC = *masa velocidad perpendicular,*
 GES = *masa velocidad promediada.*
 HO = *coeficiente de transferencia externo, BTU/hr-ft²°F*
 LTCP = *longitud total que recorre el fluido por la coraza, in.*
 NET = *número de espacios entre tubas.*
 NHTC = *número de hileras de tubas perpendiculares al flujo.*
 PCC = *porciento de corte.*
 Q = *calor que se transfiere en el equipo, BTU/hr.*
 QT = *calor que predice el método.*
 RES = *número de Reynolds, lado de la coraza.*
 TW = *temperatura de la pared, °F.*
 UC = *coeficiente total de transferencia, limpio,*
 UDR = *coeficiente total de transferencia real.*
 UDT = *coeficiente total de transferencia teórico.*

METODO BELL

- CD = *claro diametral, in.*
 CTE = *relación de área de filtración a área de flujo transversal.*
 DPBP = *caída de presión, corrección por recirculación, psi.*

- DPL = caída de presión, con recirculación y filtración,
 DPNL = caída de presión, sin recirculación ni filtración,
 DPW = caída de presión en la ventana,
 DV = diámetro volumétrico,
 FBP = fracción del área que está en recirculación.
 FFS = factor de fricción en la coraza.
 FI = factor de corrección sobre el coeficiente de transferencia de flujo ideal por efectos en la ventana.
 NEP = número de restricciones en flujo transversal a régimen laminar.
 PSIH = factor de corrección por efectos de recirculación sobre el coeficiente de transferencia.
 PSIP = factor de corrección por efectos de recirculación sobre la caída de presión.
 REL = relación de claro diametral a diámetro del haz de tubos.
 SL = área total de filtraciones,
 VZ = velocidad media geométrica

METODO TINKER.

- AE = área de flujo efectiva,
 ALFA = fracción de área no ocupada por tubos.
 C1 = porción aproximada de tubos teóricas en el arreglo.
 C14 = constante del claro de recirculación.
 C15 = constante de filtración mampara-tubo.

- C16 = constante de filtración mampara-coraza.
 CA = constante del área de flujo transversal.
 CX = constante para el número de hileras en flujo transversal.
 ES = factor de corrección por zonas terminales.
 FH = fracción del fluido en flujo transversal.
 FI1 = parámetros de geometría, = FI2 = FI3.
 FP = fracción de flujo modificada para caída de presión.
 M = factor de corrección para el área efectiva.
 MCH = constante, definida por $MW / C14^{0.5}$
 NH = número de Rating para transferencia de calor.
 NRP = número de Rating para caída de presión.
 PRM = número de Prandtl modificado.
 REP = número de Reynolds para presión.
 S = relación de tamaño de cambiador.
 Y = factor de caída de presión para la ventana de la mampara.

METODO KERN.

- AFS = *área de flujo de la coraza, ft².*
- DES = *diámetro equivalente, in.*
- DPS = *caída de presión en la coraza, psi.*
- FCP = *factor que considera la caída de presión en los retornos.*
- GS = *masa velocidad del lado de la coraza, lb/hr-ft².*
- NC = *número de cruces.*
- TCS = *temperatura calórica de la coraza, °F.*
- TCT = *temperatura calórica de los tubos, °F*
- UCC = *coeficiente total de transferencia, lado frío, BTU/hr ft²°F.*
- UCH = *coeficiente total de transferencia, lado caliente.*

VII ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

Como se indicó al principio de este trabajo, se pretendía hacer un análisis riguroso acerca de cual de los métodos presentaba mayor confiabilidad para el diseño de cambiadores de calor, basándose en los datos reales de operación.

Para dicho análisis existían dos factores fundamentales: poder procesar en forma rápida y eficiente una gran cantidad de equipos y disponer de datos reales y confiables.

De estas dos factores, el primero se concluyó satisfactoriamente; sin embargo para la obtención de los datos nos encontramos con muchas problemas.

En primer lugar no se cuenta con las planas de construcción de los cambiadores, lo que impide conocer con exactitud su geometría. Esto se trató de solucionar recurriendo al código bajo el cual fueron construidas y en algunos casos fué necesario hacer estimaciones.

Por lo que respecta a las condiciones de operación, tampoco fué posible obtenerlas debido a que las equipos carecen de instrumentación adecuada. Solamente nos fueron proporcionadas las datos de diseño de 54 cambiadores, de los cuales se desecharon 14 por varias razones (no había información necesaria acerca de las fluidos que se manejan, el factor de corrección a la media logarítmica de temperaturas era muy bajo, etc.).

Al trabajar con estas datos se encontró que los errores promedio obtenidas al comparar la cantidad de calor que se transfiere con la que predice cada uno de los métodos difieren entre si en menos del 5%. Esto no parece muy congruente dadas las características fundamentales que cada autor le da a su método.

En base a lo anterior, es evidente que por el momento -- no se puede concluir cuál método presenta mayores ventajas; por lo tanto consideramos que el trabajo no ha concluido y que las pasas a seguir en su continuación son:

- a) Aumentar el número de equipos procesados a trescientos o más .
- b) Verificar las especificaciones mecánicas estimadas.
- c) Obtener varias corridas de condiciones de operación para cada uno de estas equipos haciendo uso de balances de materia y energía cuando la instrumentación de las mismas no sea la adecuada.
- d) Nueva contrastación entre cada uno de los métodos y la realidad.

- (1) DONOHUE D.A., Heat Exchanger Design, Petroleum Refiner, Vol. 34, Part I, No. 8, pag 94 (1955) Part II, No. 10, pag. 129 (1955); Vol. 35, Part III, No. 11. pag. 175 (1955).
- (2) KERN DONALD Q., Process Heat Transfer, Mac Graw Hill book Company (1950).
- (3) LUDWIG E.E., Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants. Gulf Publishing Company.
- (4) TINKER TOWNSEND., Shell Side Characteristics of Shell and Tube Heat Exchangers, Transaction ASME, Vol. 80 (1958) pag. 36-52.
- (5) TINKER TOWNSEND., Shell Side Characteristics of Shell and-tube Heat Exchangers, Transaction ASME Vol. , Parts - I, II, III, pages 89-116, (1951)
- (6) BELL KENNETH., Heat Exchanger Design, Petrochemical Engineering, oct. 10, pag C-26 (1960).
- (7) O.P. BERGELIN, K.J. BELL, Y M.D. LEIGHTON, Heat Transfer and fluid friction during flow Across Banks of Tubes, Transaction ASME, Vol 80, pages. 53-60, (1958).
- (8) PERRY J.H. ,Chemical Engineers Handbook, 3-201, 4a. Ed. Mac Graw Hill Company N.Y. (1963).

- (9) INTERNATIONAL CRITICAL TABLES.
Vol. 5, pag. 227
- (10) A.P.I., American Petroleum Institute, Technical Data Book,
Tomos I y II, (1960).
- (11) REID R.C. and SHERWOOD T.K., The Properties of Liquids and
Gases, 2a. Ed. Mc Graw Hill Company N.Y. 1966.
- (12) INTERNATIONAL CRITICAL TABLES,
Vol. 3, pags 25-26.
- (13) WRIGHT W.A., An Improved Viscosity Temperature Chart for-
Hydrocarbons, Journal of Materials, Vol. 4, No.1, pag 1927
Marzo 1969.
- (14) STANDARDS OF TUBULAR EXCHANGERS MANUFACTURERS ASSOCIATION
INC., 4a. Ed. (1959)