

# Universidad Autónoma de Guadalajara

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

"INFLUENCIA DE LA EXCENTRICIDAD DEL AGITADOR EN LA DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE RESIDENCIA EN UN REACTOR DE MEZCLA COMPLETA. PARTE 3: ANGULO DE 135° ENTRE LA BOCA DE ENTRADA Y SALIDA".

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A  
LUIS GUILLERMO RODELO PEREZ

Asesor: I.Q. Ma. del Consuelo López Limón

GUADALAJARA, JAL.

1986



Universidad Nacional  
Autónoma de México

UNAM



## **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 está 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.

## INDICE

INTRODUCCION .....	1
NOMENCLATURA .....	2
CAPITULO I. FUNDAMENTOS TEORICOS .....	3
CAPITULO II. PARTE EXPERIMENTAL .....	14
CAPITULO III. RESULTADOS OBTENIDOS .....	21
CAPITULO IV. DISCUSION DE RESULTADOS .....	27
CONCLUSIONES .....	29
APENDICE I. METODOS ESTADISTICOS .....	31
APENDICE II. EJEMPLO DE UNA RUTINA DE CALCULO .....	39
APENDICE III. TABLAS DE RESULTADOS .....	41
BIBLIOGRAFIA .....	78

## INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es el de conocer la influencia de la excentricidad del agitador y la localización de las boquillas de entrada-salida en la distribución de tiempos de residencia en un reactor de mezcla completa .

El análisis se lleva a cabo comparando las curvas de distribución de tiempos de residencia obtenidas en las pruebas experimentales (a partir de la información proporcionada por un trazador inerte que se introduce al sistema en cada prueba) con la curva de distribución de tiempos de residencia del modelo teórico de mezcla completa .

En este estudio se probaron dos combinaciones de entrada-salida distantes  $135^{\circ}$  entre sí, donde, en cada una de ellas, el agitador está situado a la mitad del nivel de operación del líquido y variando cinco veces la posición del agitador en cada una de las dos combinaciones. En ocho pruebas el agitador estuvo en posición excéntrica y en dos estuvo colocado en el centro del reactor . En las ocho pruebas en que el agitador tuvo la misma excentricidad, ocupó sin embargo, diferentes posiciones dentro del reactor .

Se hicieron en total diez pruebas diferentes, por duplicado cada una de ellas, obteniéndose 10 curvas de distribución de tiempos de residencia que se compararon estadísticamente con la curva ideal del modelo teórico de mezcla completa, para determinar en cuáles pruebas había diferencia significativa, y a partir de esa información, conocer la influencia de la excentricidad del agitador y la localización de las bocas de entrada-salida en la distribución de tiempos de residencia en el reactor experimental usado.

## NOMENCLATURA

- Abs Prom : Lectura promedio de absorbancia de las dos réplicas .
- $C, C(t)$  : Concentración del trazador en el tiempo  $t$ , absorbancia .
- $C_0$  : Concentración de la corriente de fluido en la entrada .
- Dexp : Diferencia entre  $F_{e\text{ teo}}$  y  $F_{e\text{ exp}}$  .
- Dmax : Desviación máxima entre la  $F_{e\text{ teo}}$  y la  $F_{e\text{ exp}}$  .
- Dtablas : Valor máximo permisible para la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnoff .
- $E_{e\text{ exp}}$  : Distribución del tiempo de residencia experimental, basado en el parámetro adimensional  $\theta$  .
- $E_{e\text{ teo}}$  : Distribución del tiempo de residencia teórico, basado en el parámetro adimensional  $\theta$  .
- $F_{e\text{ exp}}$  : Función de distribución experimental acumulada.
- $F_{e\text{ teo}}$  : Función de distribución acumulada teórica .
- M : Cantidad de trazador contenido en la inyección, en gramos .
- $P(t) dt$  : Probabilidad de residencia en el reactor de una partícula de trazador en el intervalo de tiempo  $t$  a  $t+dt$  .
- Q : Caudal del fluido en litros/min .
- $t$  : Tiempo en min .
- Teta : Medida adimensional del tiempo,  $\theta = \frac{t}{\tau}$  .
- T : Número de rachas en la prueba estadística de Wald-Wolfowitz .
- V : Volumen de operación del reactor, litros .
- $\tau$  : Tiempo espacial,  $\tau = \frac{V}{Q}$ , min .
- $\Delta t$  : Incremento de tiempo, min .
- $\alpha$  : Nivel de significancia para la prueba estadística.

## CAPITULO I

## FUNDAMENTOS TEORICOS (1,2,3)

## AGITACION MECANICA DE LIQUIDOS EN TANQUES.

En la gran mayoría de los procesos industriales se llevan a cabo operaciones de mezclado en tanques agitados mecánicamente.

La definición más completa de mezclado se deriva de los fundamentos de mecánica de fluidos y de transferencia de masa .

Mezclar es mover el material de tal manera que alcance un estado de homogeneidad o se aproxime a él . Los líquidos se mezclan creando una zona de turbulencia y, situándolos en esa zona , se genera una corriente principal y se produce la turbulencia en sitios donde el esfuerzo cortante da como resultado una transferencia de cantidad de movimiento y la formación de remolinos .

El equipo más usual para la mezcla de líquidos, el cual produce corriente y turbulencia, son los impulsores giratorios, como las hélices del tipo marino, la turbina y la paleta plana .

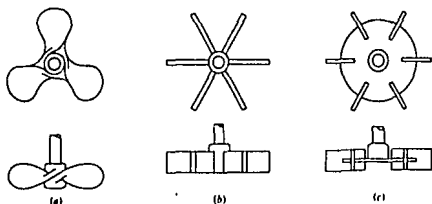


Figura 1-1. Diferentes tipos de impulsores :  
(a) Hélice tipo marino, (b)-(c) Turbinas de paletas planas .

Hay muchas variaciones en el diseño de estos impulsores; sin embargo, la solución a la mayor parte de los problemas sobre el mezclado no radica en alguna forma de impulsor sofisticado, sino más bien en el conocimiento del tipo de corriente y de la turbulencia resultantes de los diferentes impulsores, fluidos y recipientes y, además, de la figura de corriente de máxima conveniencia para el problema particular de mezclado que se tenga .

Se consideran tres elementos esenciales que regulan el mezclado de fluidos en fase líquida : el recipiente, el líquido y el impulsor. Los recipientes pueden ser de cualquier forma y tamaño, los más comunes son tanques cilíndricos (de eje vertical) con el fondo cóncavo, con deflectores (o con el impulsor excéntrico) y con una profundidad del líquido de aproximadamente uno a dos diámetros del tanque.

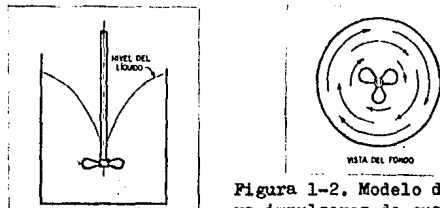
No son convenientes los tanques cuadrados y otros tipos que tengan ángulos, porque es difícil el movimiento del fluido en los rincones . Ordinariamente los impulsores tienen un tercio, aproximadamente, del diámetro del tanque .

Es más fácil el mezclado de líquidos de baja viscosidad y poca densidad . La turbulencia se extiende más rápidamente en líquidos de baja viscosidad, y el mezclado se logra con menor gasto de energía que en líquidos de alta viscosidad.

El impulsor causa el movimiento de los fluidos y, juntamente con la reacción de las paredes, engendra las principales líneas de flujo a través del líquido .

Sí se agita un líquido en un tanque sin deflectores mediante un agitador situado en el centro del tanque en la -

dirección del eje del mismo (axial), habrá tendencia a que se forme un patrón de flujo de remolino, independientemente del tipo de impulsor que se use, como se muestra en la figura 1-2 .



Vista lateral

Figura 1-2. Modelo de corriente para impulsores de cualquier tipo, -- tanque sin deflectores .

Se produce un vórtice debido a la fuerza centrífuga que actúa sobre el líquido que gira . Debido al vórtice, hay límites para la velocidad de rotación, puesto que, una vez que el remolino llega a el impulsor, se puede producir un arrastre importante de aire . Además, la masa del remolino en el tanque, unida al remolino profundo, puede llegar a crear una fuerza fluctuante que actúa sobre el eje del agitador . Las velocidades verticales en un líquido con este tipo de agitación son bajas en relación con las velocidades circunferenciales del mismo. Se pueden obtener velocidades más elevadas de circulación vertical al montar el impulsor fuera del centro, como se ilustra en la figura 1-3.

Esta posición es crítica, puesto que una excentricidad excesiva, provocará remolinos erráticos y giros mayores, -- además de esfuerzos elevados sobre el eje del agitador .

Los impulsores son dispositivos importantes en el mezclado de líquidos, pero ellos no son los únicos que determinan el movimiento del fluido . La configuración del tan-



que, la naturaleza del líquido, y el emplazamiento del impulsor, son justamente tan importantes como los accesorios del tanque y el diseño del impulsor en la determinación de una figura de flujo y estos factores deben tenerse en consideración para el buen mezclado .

Las reacciones químicas que dependen del movimiento de fluidos (mezclado) pueden ser reproducidas en mayor escala sólo si la misma forma de impulsor, recipiente y accesorios es usada para cada tamaño .

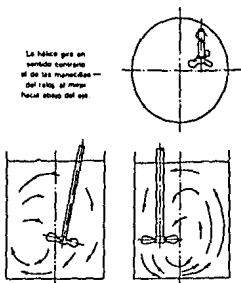


Figura 1-3. Modelo de corriente producido por un impulsor excéntrico de entrada superior .

USO DE TRAZADORES EN EL ESTUDIO DE FLUJO  
DE FLUIDOS EN RECIPIENTES CERRADOS . (4,5,6)

En la práctica industrial los reactores químicos, así como otros equipos de proceso, tienen desviaciones de el modelo teórico al cual tratan de ajustar su comportamiento .

Las desviaciones pueden ser grandes y ocasionarse por - recirculación del fluido, o formación de zonas estancadas en el equipo; estas desviaciones disminuyen la eficiencia del equipo .

Cuando una corriente de material entra a un reactor agitado con un tiempo espacial  $\gamma = \frac{V}{Q}$  , no todas las moléculas permanecerán este tiempo; algunas moléculas salen del reactor casi inmediatamente, mientras que otras permanecen dentro de él demasiado tiempo .

Para conocer la distribución de tiempos de residencia de el reactor agitado podemos usar el método de estímulo - respuesta. Este método consiste en estimular al sistema -- con una perturbación instantánea y estudiar la respuesta - que presenta a este estímulo .

En nuestro trabajo el estímulo fué una inyección de trazador en la corriente de fluido que entra al reactor en un tiempo  $t = 0$  , que corresponde a una señal en impulso. La - respuesta que estudiamos fué la concentración de trazador en la salida del reactor con el tiempo . Si llamamos  $C(t)$  a la concentración de trazador en la salida del reactor en el tiempo  $t$  , el número de moléculas que salen entre los -- tiempos  $t$  y  $t+dt$  será proporcional a  $C(t) \cdot dt$  . Entonces, el número total de moléculas para todos los tiempos, será:  
 $Q' = \int_0^{\infty} C(t) \cdot dt$  (conocida como factor de normalización), --

por lo cual:

$$P(t) = \frac{C(t) dt}{\int_0^{\infty} C(t) dt} \quad (1-1) .$$

Donde  $P(t) dt$  es la fracción de moléculas que sale del reactor en el intervalo  $t$  y  $t+dt$ , que corresponde a la función  $E$ , la cual representa la distribución de tiempos de residencia en el reactor .

Para calcular  $Q'$ , se inyectó un volumen de trazador — igual al usado en las pruebas experimentales en el reactor (con la entrada y salida cerradas) y con el nivel de operación igual al usado en el sistema en estado estacionario, se dejó un tiempo suficiente para que se homogenizara, se determinó la concentración que corresponde a la integral — de 0 a  $\infty$ ; de esta manera se llevó a cabo la normalización.

La concentración normalizada de la corriente de salida del reactor en un tiempo  $t$ , representa la esperanza matemática de que un elemento de trazador tenga ese tiempo de — permanencia en el reactor, esta esperanza se llama  $E$ , la — cual viene a ser la distribución de tiempos de residencia del fluido, por lo cual :

$$\int_0^{\infty} P(t) dt = \int_0^{\infty} E dt = 1 \quad (1-2) .$$

Si se mide el tiempo en función del tiempo espacial  $\tau$ , se obtiene el parámetro adimensional :

$$\theta = \frac{t}{\tau} \quad (1-3) .$$

Podemos definir  $E_{\theta}$  de la manera siguiente :

$$E_{\theta} \theta = E t \quad (1-4) .$$

Combinando la ecuación anterior con la ecuación (1-3) - obtenemos :

$$E_e = E \tau \quad (1-5) \quad .$$

Definiendo la concentración promedio ( $\bar{C}$ ) como :

$$\bar{C} = \frac{M}{V} \quad (1-6) \quad ,$$

y la cantidad de trazador contenido en la inyección, de la manera siguiente :

$$M = Q \int_0^{\infty} C \, dt \quad (1-7) \quad ,$$

y de las ecuaciones (1-1), (1-2), (1-3) obtenemos :

$$E_e = \frac{C}{\bar{C}} \quad (1-8) \quad .$$

Cuando la corriente de fluido que entra a un reactor no contiene trazador alguno, y se le impone una señal trazadora en escalón, de concentración  $C_0$  en la corriente de fluido que entra al reactor, se denomina curva  $F_e$  a la curva - representativa de la concentración del trazador a la salida del recipiente ( midiendo esta concentración a la salida, en función de su concentración a la entrada,  $C/C_0$ ) frente al tiempo adimensional  $\theta$  .

Esta curva es siempre ascendente desde 0 hasta 1 (como se puede ver en la figura 1-4) .

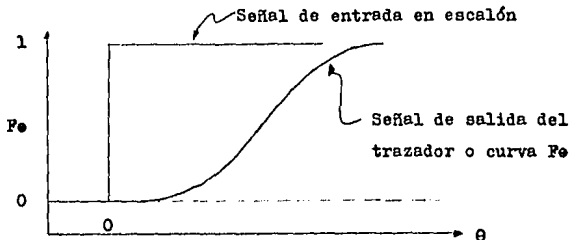


Figura 1-4. Curva  $F_e$  vs  $\theta$  .

Para relacionar  $F_e$  con  $E_e$ , consideremos un fluido blanco que circula a través de un recipiente (flujo estacionario) y en el instante  $t = 0$ , se introduce un fluido rojo en vez del fluido blanco. La curva  $F_e$  representa el aumento de la concentración del fluido rojo en la corriente de salida. Para cualquier instante  $t > 0$  el fluido rojo de la corriente de salida tiene una edad inferior a  $t$ . En consecuencia tenemos :

$$\left[ \begin{array}{l} \text{Fracción del fluido} \\ \text{rojo en la corriente} \\ \text{de salida} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} \text{Fracción de la co-} \\ \text{rriente de salida} \\ \text{con edad inferior} \\ \text{a } t \end{array} \right]$$

el primer término es simplemente el valor de  $F_e$ , mientras que el segundo viene dado por la ecuación :

$$\int_0^{\theta} E_e \, d\theta \quad (1-9) \quad ,$$

por consiguiente, tenemos que, para cualquier  $\theta$  :

$$F_e = \int_0^{\theta} E_e \, d\theta \quad (1-10) \quad .$$

Para el modelo teórico de mezcla completa tenemos :

$$E_e \, t_{eo} = \exp(-\theta) \quad (1-11)$$

$$F_e \, t_{eo} = \int_0^{\theta} \exp(-\theta) \, d\theta$$

$$F_e \, t_{eo} = 1 - \exp(-\theta) \quad (1-12) \quad .$$

Cuando experimentalmente se obtiene  $E_e$ , el valor acumulado :  $\sum_0^{\theta} E_e \, \Delta\theta$  puede considerarse que es, aproximadamente, el valor de  $F_e$  .

## INTERPRETACION DE LA INFORMACION OBTENIDA DE UN TRAZADOR

(9,10)

El tipo de curva experimental que se obtiene usando la técnica de trazadores, depende de la agitación y el mezclado que se llevan a cabo dentro del reactor empleado .

Interpretando la información proporcionada por el trazador, es posible concluir si alguno de los siguientes fenómenos ocurre en el reactor empleado :

a) By-Passing (Circuito corto): Es el fenómeno que se presenta entre la entrada al reactor y la salida, cuando se encuentran muy cerca una de la otra. En la curva  $E_e$  vs  $\theta$ , de la figura 1-4, el primer pico indica la cantidad de trazador que sale inmediatamente después de que entró al sistema, como consecuencia del circuito corto; el resto es el remanente de material que sale en función del tiempo .

b) Volúmenes Muertos: Pueden existir por estancamiento del fluido en ciertas zonas del reactor cercanas a los bordes o esquinas del mismo, o por el uso de equipo auxiliar dentro del reactor que impide una buena agitación en algunas partes del mismo (vgr: equipo de transferencia de calor). La figura 1-5 muestra una señal que se retrasa en el tiempo debido a zonas estancadas. Cabe aclarar que el área bajo ambas curvas (la ideal y la del volumen muerto) es la misma .

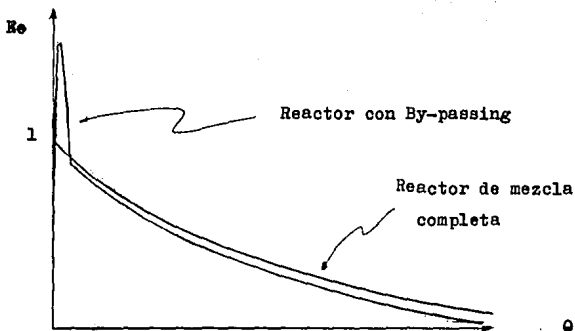


Figura 1-5 Curva típica de un reactor de tanque con By-Passing .

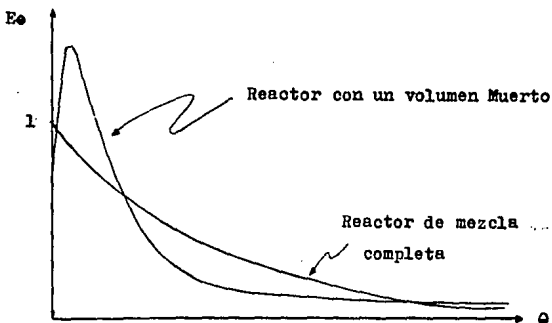


Figura 1-6 Curva de un reactor con un volumen muerto .

CARACTERISTICAS BASICAS QUE DEBE TENER UN TRAZADOR .

- 1.- El trazador debe ser soluble en el fluido a investigar .
- 2.- El trazador debe tener propiedades físicas simila--res al fluido a investigar .
- 3.- El trazador debe ser detectable en pequeñas concen--traciones, de tal manera que, al introducirlo al sistema -no altere el patrón de flujo principal .
- 4.- La concentración del trazador debe ser medible en forma fácil .
- 5.- El trazador no debe adsorberse sobre las superficies, ni reaccionar con ellas .
- 6.- La forma del estímulo no debe alterarse antes de entrar al reactor, o al salir de él .



## CAPITULO II

## PARTE EXPERIMENTAL

## DESCRIPCION DEL EQUIPO EMPLEADO .

El reactor usado en este trabajo fué un tanque cilíndrico de lámina galvanizada de 0.125 cm de espesor. Tiene 42 cm de sección recta, y el fondo es un casquete esférico de 2 cm de profundidad .

El reactor tiene un diámetro interno de 34.8 cm, está provisto de una boquilla de alimentación (se le llamó entrada 2) situada a 29 cm desde el fondo del tanque y distante circunferencialmente  $45^{\circ}$  de el punto de cruce de una línea recta imaginaria que corta por el centro la sección circular del cilindro (ver figura 2-1) . Además, cuenta con 7 boquillas de salida numeradas del 1 al 7 de arriba hacia abajo (de las cuales en este trabajo sólo se utilizaron la 4 y la 7) . La boquilla 4 está situada a 18 cm desde el fondo del tanque, y la boquilla 7 a 3 cm también desde el fondo del tanque . Estas boquillas están separadas circunferencialmente  $135^{\circ}$  de la boquilla de alimentación 2 .

Las boquillas de entrada y salida tienen un diámetro interno de 7 mm y una longitud de 5.08 cm .

Para nuestro estudio, se le adaptó a este tanque, en la parte superior, un anillo metálico (que dentro de él contiene una cruz, con una perforación en cada una de las ramas de la cruz y otra en el centro de la misma) con el objeto de fijar exactamente la posición del agitador (colocándolo dentro de estas perforaciones) en cada una de las corridas, ver figura 2-1 .

Se utilizó un motor para agitador marca Caframo de 115

voltios, 70 watts y 60 hertz, al cual se le adaptó un agitador de aspa plana, la cual tiene un diámetro de 7.6 cm - y una altura de 2.7 cm .

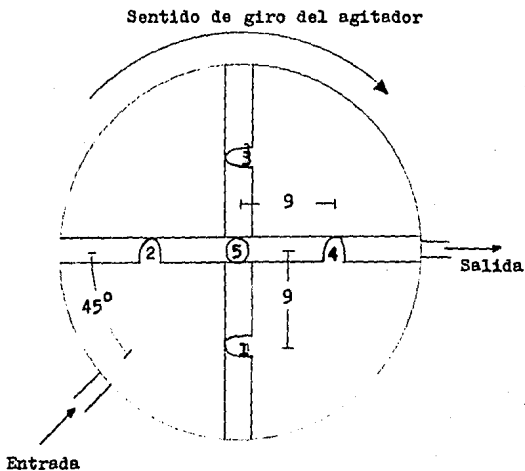
El volumen real del tanque es de 40 litros, pero nuestro volumen de operación fué de 35.5 litros. Para mantener este volumen de operación constante, se usó un tanque de - alimentación que se encontraba por encima del reactor (2.3 metros) y que siempre mantuvo un nivel constante mediante un rebosadero. Además, el reactor tiene un indicador de ni vel en el cual continuamente se verificó éste .

El tanque se colocó sobre una base circular que permitió sostenerlo y mantenerlo nivelado.

El fluido de trabajo usado fué el agua, la sustancia - usada como trazador fué el colorante rojo uva. Para medir la concentración de las muestras (en absorbancia) se usó - un espectrofotómetro modelo Spectronic 20 marca Bausch and Lomb .

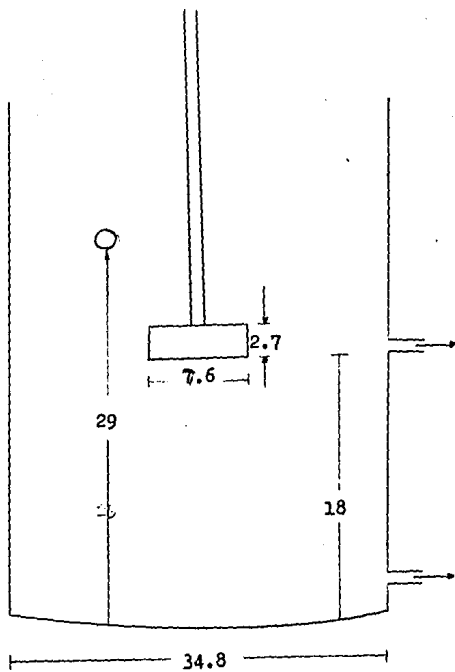
FIGURA 2-1 . Vista superior del reactor empleado .

La figura siguiente muestra las diferentes posiciones (numeración) en que se situó el agitador en el reactor ; también muestra la separación circunferencial entre las boquillas de entrada y salida .



ACOTACION : cm

FIGURA 2-2 . Esquema del reactor empleado .



ACOTACION : cm

## DESCRIPCION DE LAS PRUEBAS REALIZADAS .

Se realizaron 10 pruebas experimentales, cada una de --  
ellas por duplicado .

Los parámetros que se mantuvieron constantes en todas --  
las pruebas son :

- 1- La posición de entrada de fluido al reactor .
- 2- La velocidad de agitación .
- 3- El volumen de solución trazadora inyectada .
- 4- El nivel de operación del líquido .

Los parámetros que se mantuvieron constantes en cada --  
prueba, pero que variaron de una prueba a otra son :

- 1- La posición de salida de fluido del reactor .
- 2- La posición del agitador dentro del reactor .

La variable que se manejó fué la posición del agitador  
en cada prueba experimental . Se situó el agitador en 4 po  
siciones fuera del centro del reactor, pero todas ellas --  
con la misma excentricidad (posición 1,2,3,4) y también se  
probó una posición central comparativa (posición 5) . Es--  
tas posiciones se pueden ver en la figura 2-1 .

Las 10 pruebas realizadas se pueden describir de la for  
ma siguiente :

Prueba	Entrada-Salida-Posición
1	2-4-1
2	2-4-2
3	2-4-3
4	2-4-4
5	2-4-5
6	2-7-1
7	2-7-2
8	2-7-3
9	2-7-4
10	2-7-5

Las condiciones de operación fueron las siguientes :

$$V_{liq} = 35.5 \text{ litros}$$

$$Q = 1.48 \text{ litros/min}$$

$$\tau = 23.99 \text{ min}$$

$$\text{Velocidad de agitación} = 240 \text{ RPM}$$

#### DESCRIPCION DE LA TECNICA EMPLEADA .

La técnica empleada para la obtención de los datos experimentales fué la siguiente :

1- Se escoge la posición deseada y se coloca el agitador .

2- Se escogen las bocas de entrada y salida, y se conecta la manguera que proviene del tinaco de alimentación y - la manguera de descarga respectivamente .

3- Se llena el tinaco de alimentación y el reactor hasta su nivel de operación .

4- Se enciende el agitador y se procede a establecer el estado estacionario en el reactor de la manera siguiente : se regula la boquilla de salida del reactor y la boquilla de entrada del mismo, hasta mantener el nivel de operación constante .

5- Se preparan suficientes tubos de ensayo para recolectar las muestras .

6- Se inyectan 30 ml de una solución\* de colorante rojo uva en agua, mediante una jeringa hipodérmica, en la manguera conectada a la boquilla de entrada al reactor. En el instante de la inyección se pone en marcha un cronómetro y se toma la primera muestra .

7- Se toman 11 muestras más, espaciadas 5 segundos .

8- Se toman 8 muestras espaciadas 10 segundos .

- 9- Se toman 10 muestras cada 20 segundos .
- 10- Se toman 10 muestras cada 30 segundos .
- 11- Se toman 10 muestras cada 1 minuto .
- 12- Se toman 10 muestras cada 2 minutos .
- 13- Se toman 10 muestras cada 3 minutos .
- 14- Se siguen tomando muestras espaciadas 5 minutos has  
ta que no se detecte trazador en las muestras .
- 15- Se calibra el fotocolorímetro y se procede a hacer  
las lecturas de concentración (absorbancia) de tra-  
zador en las muestras, que despues se estudiarán .
- 16- Al terminar cada corrida se debe lavar el tanque con  
bastante agua para que esté completamente limpio pa  
ra la siguiente prueba .
- 17- Cada prueba se hace por duplicado .

\* 33 gramos de colorante aforados a 1 litro .

## CAPITULO III

## RESULTADOS OBTENIDOS

Los valores de absorbancia obtenidos en las dos réplicas de cada corrida experimental se promediaron para utilizarlos en los cálculos de  $E_e$  experimental (ver apéndice II).

El tiempo espacial del sistema utilizado fué el siguiente:

$$V_{liq} = 35.5 \text{ litros} \quad \tau = V_{liq}/Q = 35.5/1.48 = 23.99 \text{ min}$$

$$Q = 1.48 \text{ litros/min}$$

Se construyeron 10 tablas de resultados las cuales contienen los siguientes valores: En la parte superior de cada tabla se indica la posición de la boquilla de entrada, de la boquilla de salida, y la posición del agitador, en el orden mencionado (entrada-salida-posición).

En la primera columna de cada tabla se indica el número de muestra, en la segunda columna se lista el parámetro — adimensional "Teta", enseguida se lista la absorbancia promedio, después la  $E_e$  experimental, enseguida la  $E_e$  teórica y por último se lista la diferencia entre las funciones de distribución acumulada de  $E_e$  teórica y  $E_e$  experimental ( $D_{xp}$ ).

En la columna 6 de cada tabla se indica con un asterisco (\*) cual es el mayor valor de " $D_{xp}$ " obtenido.

Los datos de "Teta" y  $E_e$  experimental contenidos en las tablas 3-1 a 3-10 son utilizados para obtener las gráficas 3-1 a 3-10 en cada caso correspondiente.

Para una explicación más detallada de los resultados mostrados dirigirse al apéndice II.



## Resultados de la corrida # 1

 Tabla 3 - 1  
 ( 2 - 4 - 1 )

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
1	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
2	0.0035	0.3000	1.6854	0.9965	0.0024
3	0.0069	0.2720	1.5281	0.9931	0.0043
4	0.0104	0.1900	1.0674	0.9896	0.0045
5	0.0139	0.1830	1.0281	0.9862	0.0047
6	0.0174	0.1800	1.0112	0.9828	0.0048
7	0.0208	0.1770	0.9944	0.9794	0.0048
8	0.0243	0.1730	0.9719	0.9760	0.0048
9	0.0278	0.1700	0.9551	0.9726	0.0047
10	0.0313	0.1690	0.9494	0.9692	0.0047
11	0.0347	0.1680	0.9438	0.9659	0.0046
12	0.0382	0.1670	0.9382	0.9625	0.0045
13	0.0452	0.1650	0.9270	0.9558	0.0043
14	0.0521	0.1630	0.9157	0.9492	0.0041
15	0.0591	0.1620	0.9101	0.9427	0.0039
16	0.0660	0.1610	0.9045	0.9361	0.0036
17	0.0729	0.1600	0.8989	0.9297	0.0034
18	0.0799	0.1590	0.8933	0.9232	0.0032
19	0.0868	0.1580	0.8876	0.9168	0.0030
20	0.0938	0.1560	0.8764	0.9105	0.0028
21	0.1077	0.1520	0.8539	0.8979	0.0022
22	0.1216	0.1510	0.8483	0.8855	0.0016
23	0.1355	0.1500	0.8427	0.8733	0.0012
24	0.1494	0.1490	0.8371	0.8613	0.0009

Tabla 3 - 1 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
25	0.1633	0.1430	0.8034	0.8494	0.0002
26	0.1772	0.1420	0.7978	0.8376	0.0003
27	0.1911	0.1410	0.7921	0.8261	0.0008
28	0.2049	0.1400	0.7865	0.8147	0.0012
29	0.2188	0.1390	0.7809	0.8034	0.0015
30	0.2327	0.1380	0.7753	0.7924	0.0017
31	0.2536	0.1330	0.7472	0.7760	0.0023
32	0.2744	0.1310	0.7360	0.7600	0.0028
33	0.2953	0.1290	0.7247	0.7443	0.0032
34	0.3161	0.1270	0.7135	0.7290	0.0036
35	0.3369	0.1220	0.6854	0.7139	0.0042
36	0.3578	0.1200	0.6742	0.6992	0.0047
37	0.3786	0.1180	0.6629	0.6848	0.0051
38	0.3995	0.1170	0.6573	0.6707	0.0054
39	0.4203	0.1130	0.6348	0.6568	0.0059
40	0.4412	0.1100	0.6180	0.6433	0.0064
41	0.4828	0.1080	0.6067	0.6170	0.0068
42	0.5245	0.1020	0.5730	0.5918	0.0076
43	0.5662	0.0980	0.5506	0.5677	0.0083
44	0.6079	0.0930	0.5225	0.5445	0.0092
45	0.6496	0.0890	0.5000	0.5223	0.0102
46	0.6913	0.0870	0.4888	0.5009	0.0107
47	0.7329	0.0800	0.4494	0.4805	0.0120
48	0.7746	0.0770	0.4326	0.4609	0.0132

Tabla 3 - 1 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
49	0.8163	0.0730	0.4101	0.4421	0.0145
50	0.8580	0.0710	0.3989	0.4240	0.0155
51	0.9414	0.0650	0.3652	0.3901	0.0176
52	1.0247	0.0600	0.3371	0.3589	0.0194
53	1.1081	0.0570	0.3202	0.3302	0.0203
54	1.1915	0.0500	0.2809	0.3038	0.0222
55	1.2748	0.0480	0.2697	0.2795	0.0230
56	1.3582	0.0430	0.2416	0.2571	0.0243
57	1.4416	0.0400	0.2247	0.2366	0.0253
58	1.5249	0.0380	0.2135	0.2176	0.0256
59	1.6083	0.0330	0.1854	0.2002	0.0268
60	1.6917	0.0310	0.1742	0.1842	0.0277
61	1.8167	0.0280	0.1573	0.1626	0.0283
62	1.9418	0.0230	0.1292	0.1434	0.0301
63	2.0668	0.0200	0.1124	0.1266	0.0319
64	2.1919	0.0180	0.1011	0.1117	0.0332
65	2.3169	0.0160	0.0899	0.0986	0.0343
66	2.4420	0.0140	0.0787	0.0870	0.0354
67	2.5670	0.0120	0.0674	0.0768	0.0365
68	2.6921	0.0100	0.0562	0.0677	0.0380
69	2.8171	0.0090	0.0506	0.0598	0.0391
70	2.9422	0.0080	0.0449	0.0527	0.0401
71	3.1506	0.0070	0.0393	0.0428	0.0408
72	3.3590	0.0050	0.0281	0.0348	0.0422

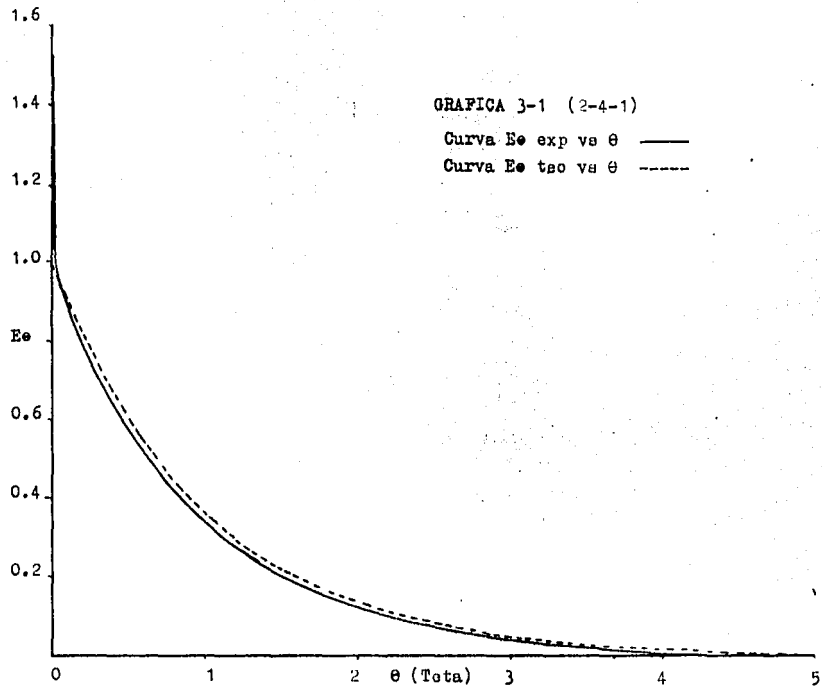
Tabla 3 - 1 (Continuación)

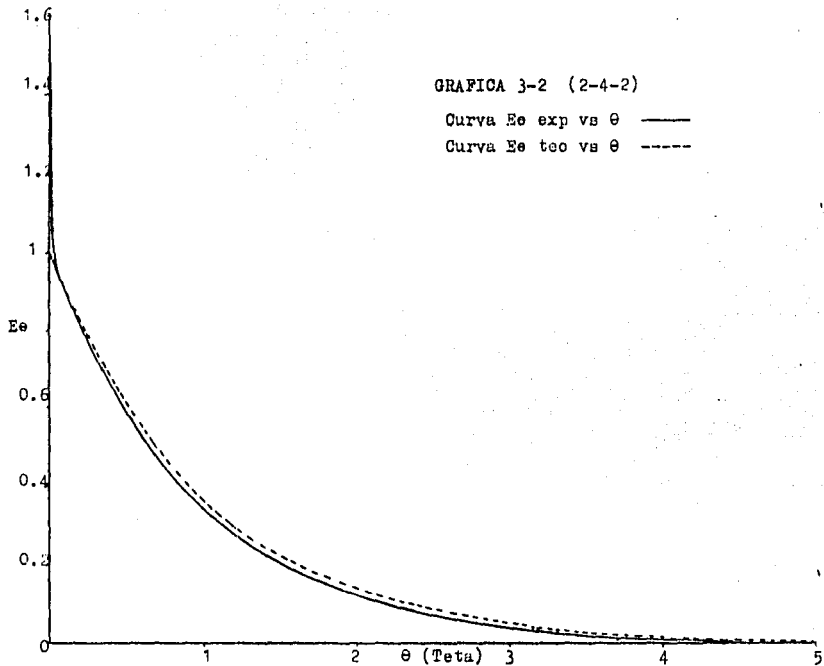
	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
73	3.5675	0.0040	0.0225	0.0282	0.0434
74	3.7759	0.0020	0.0112	0.0229	0.0459
75	3.9843	0.0020	0.0112	0.0186	0.0474
76	4.1927	0.0010	0.0056	0.0151	0.0494
77	4.4011	0.0000	0.0000	0.0123	0.0519 *

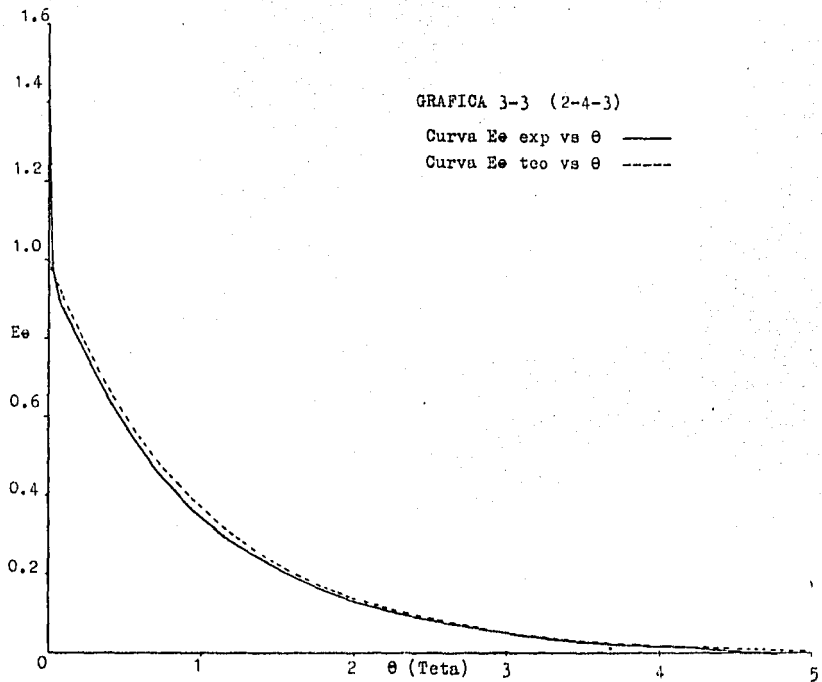
El área bajo la curva  $E_e \text{ exp}$  vs  $\theta$  fué :  $F_e \text{ exp} = 0.9132$

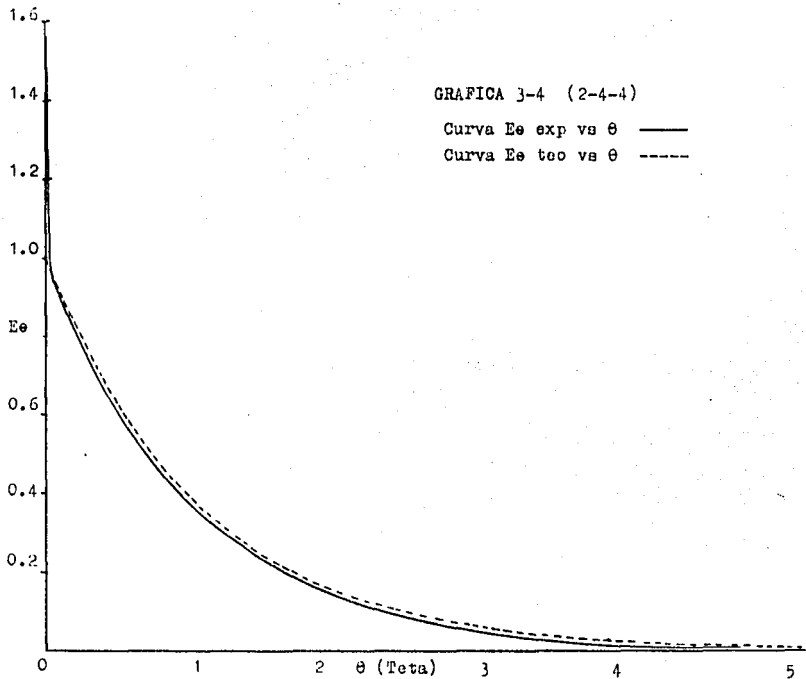
El área bajo la curva  $E_e \text{ teo}$  vs  $\theta$  fué :  $F_e \text{ teo} = 0.9877$

Las tablas de resultados 3-2 a 3-10 se encuentran en el apéndice III .

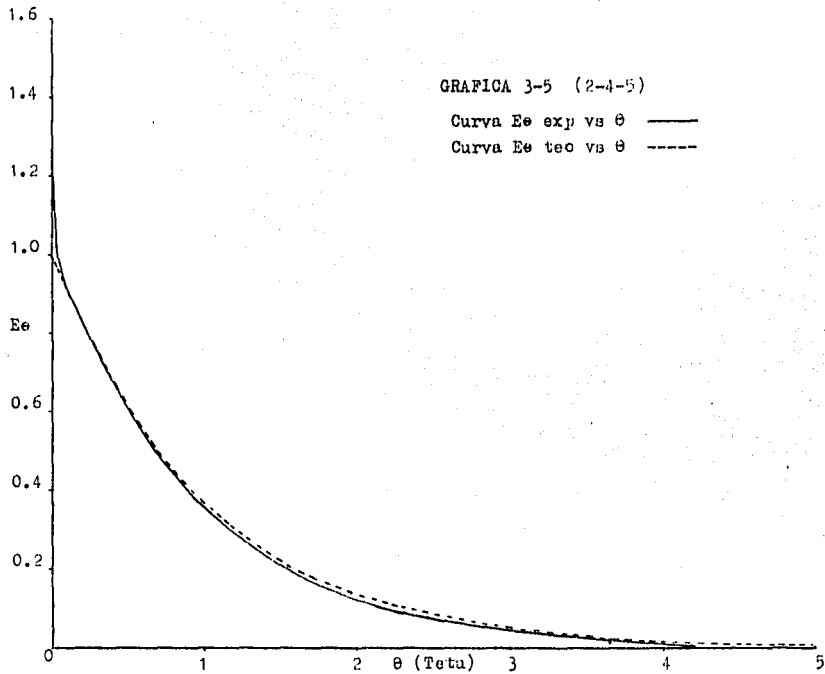


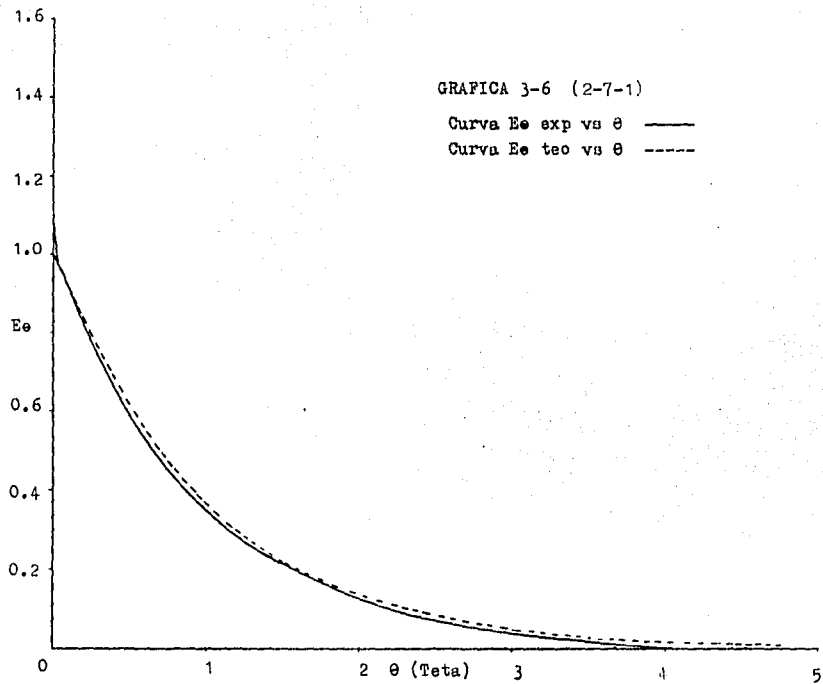


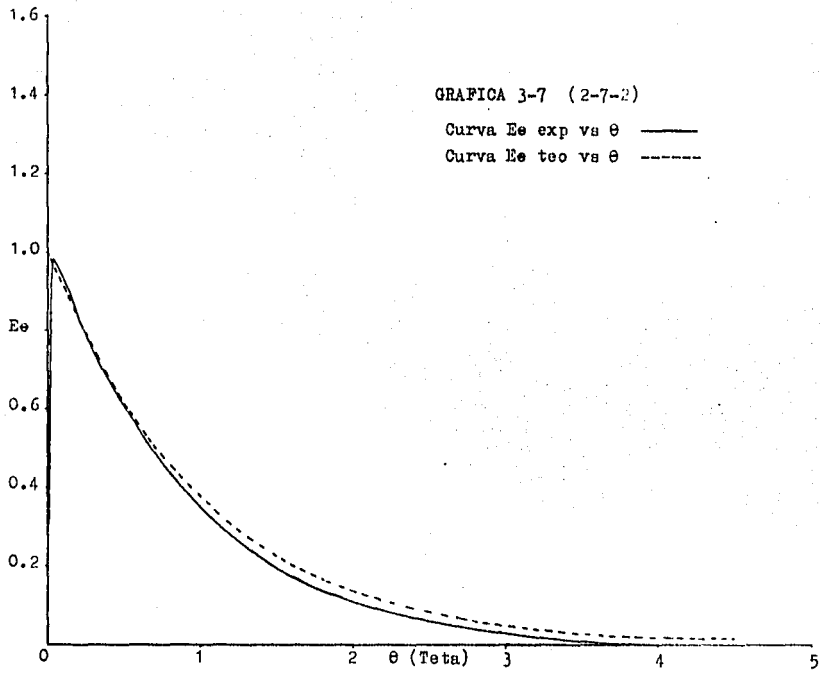


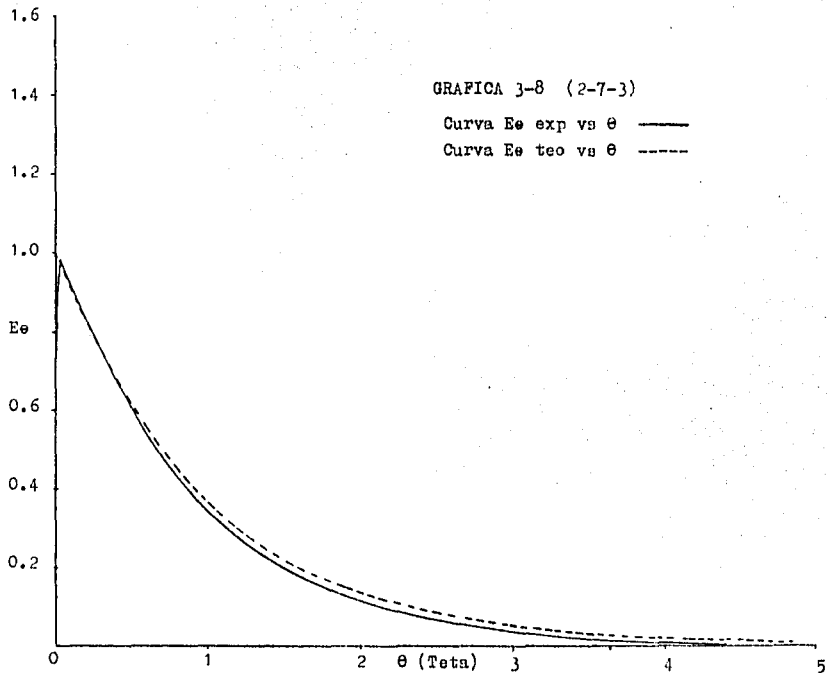


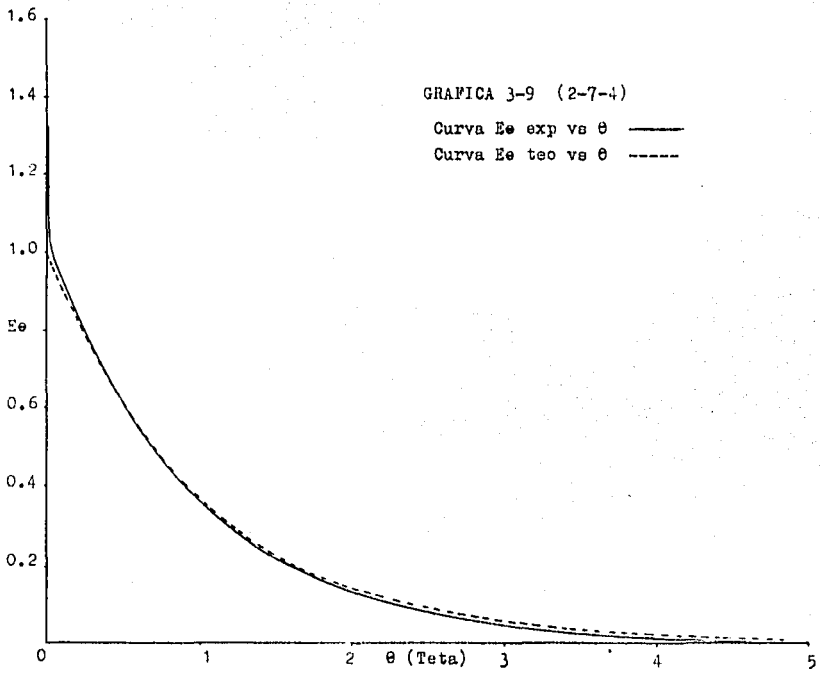


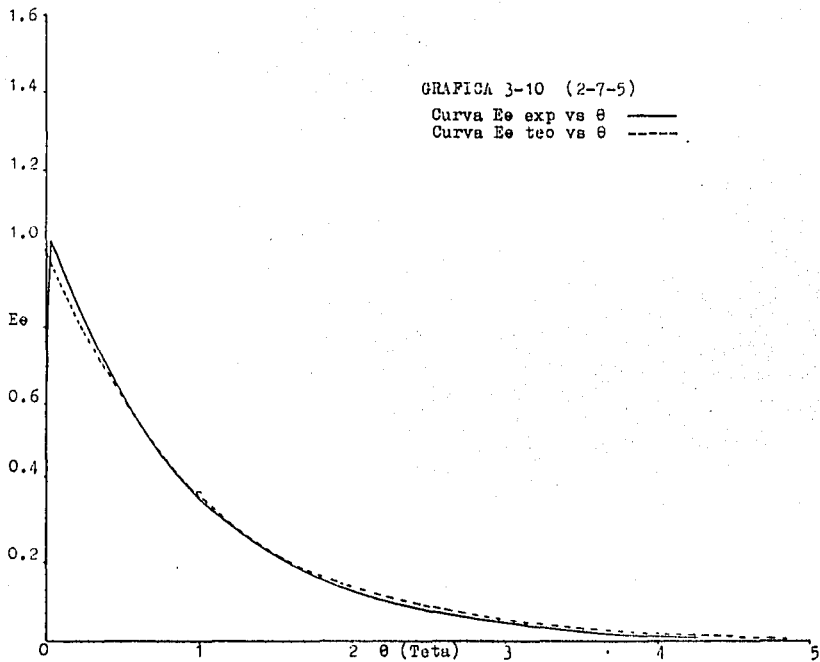












#### CAPITULO IV

##### DISCUSION DE RESULTADOS

Al analizar los resultados obtenidos podemos decir lo siguiente :

1- La tabla 4-1 nos muestra una síntesis de los resultados obtenidos al aplicar la prueba de Kolmogorov a la distribución de tiempos de residencia obtenida en cada una de nuestras pruebas, comparadas con la del modelo teórico de mezcla completa .

Podemos observar que en todas las pruebas el valor de  $D_{exp}$  es menor que el valor de  $D$  crítico que se encuentra en las tablas, por tanto, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad entre la distribución de tiempos de residencia experimental y la teórica o sea que no hay diferencia significativa entre ambos modelos (a un  $\alpha=5\%$ ) para todas las pruebas realizadas .

2- La tabla 4-2 nos muestra una síntesis de los resultados obtenidos al aplicar la prueba de Wald-Wolfowitz a la distribución de tiempos de residencia obtenida en cada una de nuestras pruebas, comparada con la del modelo teórico de mezcla completa .

Podemos observar que en todas las pruebas el valor de  $Z_c$  no está dentro del intervalo de  $-Z_{\frac{\alpha}{2}}$  a  $+Z_{\frac{\alpha}{2}}$  que se encuentra en las tablas, por tanto, se rechaza la hipótesis nula de que las diferencias entre la distribución de tiempos de residencia experimental y teórica sean debidas al azar o sea que hay diferencia significativa entre ambos modelos (a un  $\alpha=5\%$ ) para todas las pruebas realizadas.

3- De acuerdo a los resultados arrojados por los dos tratamientos estadísticos y analizando las figuras 3-1 a

3-10, se puede decir que el modelo experimental empleado - se ajusta al modelo teórico de mezcla completa, aún cuando se observa una tendencia a la no idealidad .

4- Al comparar las figuras 3-1 a 3-10, entre pares de - pruebas correspondientes, por ejemplo: la prueba (2-4-1) - con la prueba (2-7-1), se puede observar que la prueba que usó la salida 4 tiende a alejarse más del modelo teórico - que la prueba que usó la salida 7 (ver en la figura 3-1 el pico de salida más alto que en la figura 3-6). Esto es muy probable que se deba a que en las pruebas que usaron la salida 4, las paletas del agitador quedan situadas frente a ésta salida; por lo cual, al entrar la sustancia trazadora al sistema antes de homogenizarse dentro del tanque, ocurre el fenómeno de By-Passing, como se puede observar en - las figuras 3-1 a 3-5 . Se observa lo anterior también, al comparar los demás pares de pruebas correspondientes .

5- En las pruebas realizadas con el agitador colocado en posición excéntrica, se observó una turbulencia un tanto diferente a la observada cuando el agitador se colocó en el eje central. Con el agitador en posición excéntrica, no se observó el típico vórtice que se observa cuando el - agitador está colocado en el eje central, en cambio se observó una turbulencia ("borboteo") en la superficie del líquido cercana al eje del agitador; esto lo interpretamos - como un mayor movimiento vertical del líquido dentro del - tanque, lo cual fomentó una buena agitación .



Tabla 4 - 1

## CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS

Prueba	Clave	Dexp	Dtablas
1	(2-4-1)	0.0519	0.1096
2	(2-4-2)	0.0474	0.1089
3	(2-4-3)	0.0495	0.1075
4	(2-4-4)	0.0473	0.1075
5	(2-4-5)	0.0365	0.1096
6	(2-7-1)	0.0420	0.1103
7	(2-7-2)	0.0802	0.1110
8	(2-7-3)	0.0431	0.1096
9	(2-7-4)	0.0115	0.1089
10	(2-7-5)	0.0135	0.1082

Los valores de Dtablas son para  $\alpha = 5\%$  (ver apéndice I).

Los valores de Dexp provienen de las tablas 3-1 a 3-10 .

Tabla 4 - 2  
 CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS .  
 (PRUEBA DE WALD - WOLPOWITZ)

Prueba	Clave	Zc	$Z_{\frac{\alpha}{2}}$
1	(2-4-1)	-7.50	$\pm 1.96$
2	(2-4-2)	-6.34	$\pm 1.96$
3	(2-4-3)	-6.65	"
4	(2-4-4)	-7.40	"
5	(2-4-5)	-3.80	"
6	(2-7-1)	-6.85	"
7	(2-7-2)	-6.71	"
8	(2-7-3)	-8.37	"
9	(2-7-4)	-6.07	"
10	(2-7-5)	-6.15	"

Los valores de  $Z_{\frac{\alpha}{2}}$  son para  $\alpha = 5\%$  (tablas estadísticas).

## CONCLUSIONES

Con este trabajo alcanzamos el objetivo que nos habíamos fijado, que fué el de analizar la influencia de la excentricidad del agitador en la distribución de tiempos de residencia en un reactor de mezcla completa, mediante el uso de un trazador inerte.

A partir del análisis de los resultados obtenidos se concluye:

1.- Al comparar estadísticamente el modelo teórico de mezcla completa con el modelo experimental empleado, mediante la prueba de Kolmogorov, se acepta la hipótesis de que ambos modelos son estadísticamente iguales para todas las pruebas realizadas, usando un  $\alpha = 5\%$ . Por lo anterior podemos afirmar que no hay influencia de la excentricidad del agitador en la distribución de tiempos de residencia del reactor de mezcla completa empleado, para las condiciones de operación probadas.

2.- Analizando los resultados arrojados por la prueba de Wald-Wolfowitz y las figuras 3-1 a 3-10, se concluye que el modelo experimental empleado muestra una tendencia a alejarse de la idealidad, en las condiciones de operación probadas.

3.- En general, para las dos bocas de salida usadas en las pruebas, se observa una similitud mayor al modelo teórico de mezcla completa en las pruebas que tuvieron la salida 7. En las muestras con la salida 4 se observa una tendencia al "by-passing".

4.- Visualmente se observa mayor diferencia entre el --  
par de pruebas que se diferencian sólo por la diferente po-  
sición de la boca de salida, que entre aquellas que tienen  
diferente posición del agitador, pero mantienen igual la -  
salida del fluido .

APENDICE I

MÉTODOS ESTADÍSTICOS (7,8)

En este trabajo se usaron dos pruebas estadísticas que son las siguientes:

1- PRUEBA DEL RANGO DE CONFIABILIDAD DE LAS MEDIAS .

Esta prueba se usó para saber si todos los valores de concentración promedio obtenidos experimentalmente son estadísticamente iguales .

Esta prueba consiste en que en cada experimento se toma un número  $n$  de muestras y se determina la media ( $\bar{x}$ ) de cada experimento ( $\bar{x} = 1/n \sum_{i=1}^n x_i$ ) . Enseguida se calcula el promedio de promedios ( $\bar{\bar{x}}$ ) a partir de las  $k$  medias obtenidas anteriormente ( $\bar{\bar{x}} = 1/k \sum_{i=1}^k \bar{x}_i$ ) .

Los límites de confiabilidad para la media serán los siguientes:  $LSC = \bar{\bar{x}} + A_1 \bar{R}$        $LIC = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$

Donde: LSC = Límite superior de confiabilidad .

LIC = Límite inferior de confiabilidad .

$\bar{R}$  = Promedio de los rangos de cada experimento ( $\bar{R} = 1/k \sum R$ ) .

$R$  = Rango en cada experimento (Mayor valor de  $x$  menos menor valor de  $x$ ) .

$A$  =  $3/(d_3(\bar{n}))$  para cada  $n$  empleado (Tablas estadísticas) .

Todo lo anterior bajo la suposición de que todas las medidas constituyen una muestra de una población normal .

EJEMPLO DE LA APLICACION DE LA PRUEBA  
DEL RANGO DE CONFIABILIDAD DE LAS MEDIAS .

Corrida	C	$\bar{C}/R$	Corrida	C	$\bar{C}/R$
	0.193			0.197	
	0.197			0.199	
2	0.199	0.197/0.006	5	0.195	0.197/0.004
	0.199			0.198	
	0.199			0.197	
	0.198			0.196	
	0.199			0.198	
	0.200			0.199	
3	0.198	0.199/0.002	7	0.200	0.198/0.007
	0.199			0.193	
	0.200			0.198	
	0.198			0.199	
	0.198			0.200	
	0.197			0.199	
4	0.199	0.198/0.003	8	0.198	0.199/0.002
	0.199			0.199	
	0.196			0.198	
	0.199			0.200	
	0.197			0.198	
	0.195			0.196	
	0.199			0.199	
9	0.198	0.198/0.005	10	0.199	0.198/0.003
	0.199			0.197	
	0.200			0.199	

EJEMPLO DE LA APLICACION DE LA PRUEBA  
DEL RANGO DE CONFIABILIDAD DE LAS MEDIAS .  
(Continuación)

Usando las fórmulas descritas anteriormente tenemos:

$$\bar{\bar{x}} = 1.584 / 8 = 0.198 \quad \bar{R} = 0.032 / 8 = 0.004$$

Para  $n = 6$   $A_2 = 0.483$  (De tablas estadísticas).

$$LSC = 0.198 + 0.483 (0.004) = 0.200$$

$$LIC = 0.198 - 0.483 (0.004) = 0.196$$

$$LSC = 0.200$$

$$LIC = 0.196$$

Como se puede observar todos los valores de concentración promedio ( $\bar{c}$ ) obtenidos experimentalmente (ver Nota) está dentro de los límites de confiabilidad.

NOTA: La concentración promedio ( $\bar{c}$ ) en las corridas 1 y 6 fué de 0.178 ( $\bar{x}$ ), diferente a la de las corridas 2 a 10, esto se debió a que en las corridas 1 y 6 se usó agua que provenía de una fuente diferente a la empleada en las demás corridas .

2- PRUEBA DE KOLMOGOROV - SMIRNOFF PARA FUNCIONES DE DISTRIBUCION (10,6) .

Esta prueba se usó para probar la hipótesis de que la función  $F(x)$  es la función de distribución de una población cuya variable es continua .

En nuestro trabajo usamos esta prueba para contrastar las hipótesis siguientes :

Hipótesis nula :  $F_e \text{ exp} = F_e \text{ teo}$

Hipótesis alternativa :  $F_e \text{ exp} \neq F_e \text{ teo}$

Para rechazar o no la hipótesis nula, se hace lo siguiente :

a) Calcular los valores de la función de distribución acumulada experimental ( $F(E_e \text{ exp})$  o sea  $F_e \text{ exp}$ ) con la ecuación :

$$F_e \text{ exp} = F(E_e \text{ exp}) = \sum E_e \text{ exp} \Delta \theta$$

Para cada uno de los valores de  $\theta$  y  $E_e \text{ exp}$ , se usó el valor de  $E_e$  mostrado en las tablas 3-1 a 3-10, y no un promedio de  $E_e$  o algún otro .

b) Calcular los valores de la función de distribución acumulada teórica ( $F(E_e \text{ teo})$  o sea  $F_e \text{ teo}$ ) con la ecuación

$F_e \text{ teo} = F(E_e \text{ teo}) = \int_0^{E_e} E_e \text{ teo} \, d\theta = \int_0^{E_e} \exp(-\theta) \, d\theta = 1 - \exp(-\theta)$   
para todos los valores de  $\theta$  y  $E_e \text{ teo}$  .

c) Determinar la desviación máxima entre la  $F_e \text{ teo}$  y la  $F_e \text{ exp}$  .

$$D \text{ max} = \left| F_e \text{ teo} - F_e \text{ exp} \right|$$

d) Escoger un nivel de significancia  $\alpha$  (5%, 1% o algún valor semejante) .

e) Buscar en tablas estadísticas el valor máximo permisible "D" (D tablas) para el tamaño de muestra usado y el



nivel de significancia escogido .

f) Comparar "D max" con "D tablas", y si "D max"  $\geq$  "D tablas" rechazar la hipótesis nula, en caso de que "D max"  $<$  "D tablas" no se rechaza la hipótesis nula .

### 3- PRUEBA DE RACHAS DE WALD-WOLFOVITZ .

La suposición más común al analizar un conjunto de datos es que las observaciones son una muestra aleatoria de una población dada . La prueba que se presentará a continuación proporciona un método para decidir si esta suposición es adecuada .

En esta prueba se le denomina "racha" a una sucesión de observaciones bordeada a ambos lados por observaciones de otro tipo .

En esta prueba se usa el número de rachas (T) como una medida de la aleatoriedad de la muestra . Los datos serán una serie de observaciones tomadas en orden de ocurrencia .

Las observaciones pueden clasificarse en dos tipos (digamos + y - ) .

Las hipótesis que se contrastan son :

Hipótesis nula:  $H_0 =$  El proceso que genera la muestra es aleatorio .

Hipótesis alterna:  $H_a =$  Las variaciones aleatorias en la sucesión son dependientes o se distribuyen diferentes unas de otras .

En el caso en que  $n_1$  y  $n_2$  son mayores que 20 (siendo  $n_1$  = número de eventos de una clase y  $n_2$  = número de eventos de la otra) se puede usar una aproximación a la normal, y puede usarse como estadístico  $Z_c$ , donde  $Z_c$  es :

$$Z_c = \frac{T - \mu_T}{\sigma_T}$$

donde :  $\mu_T = \frac{2 n_1 n_2}{n_1 + n_2} + 1$  y  $\sigma_T = \sqrt{\frac{2 n_1 n_2 (2 n_1 n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2 (n_1 + n_2 - 1)}}$

La regla de decisión será entonces :

Rechazo  $H_0$  si  $Z_c > Z_{\frac{\alpha}{2}}$  o  $Z_c < -Z_{\frac{\alpha}{2}}$  y se concluye que con  $\alpha = 5\%$  la muestra no es aleatoria . Donde  $\pm Z_{\frac{\alpha}{2}}$  se busca en tablas estadísticas para el  $\alpha$  escogido .

#### EJEMPLO DE LA APLICACION DE LA PRUEBA DE WALD-WOLFOVITZ .

En este ejemplo se usaron los datos experimentales de la prueba #1 .

- 1- Se calcularon las diferencias entre  $E_{\text{teo}}$  y  $E_{\text{exp}}$  .
- 2- Se le llamó  $n_1$  al número de diferencias con signo (-) y  $n_2$  a las de signo (+) .
- 3- Se contó el número de rachas (T) que hubo (número de veces que cambió el signo en las diferencias) .
- 4- Se calculó  $Z_c$  en la forma explicada anteriormente .

Ejemplo :

$$n_1 = 6$$

$$n_2 = 71$$

$$T = 3$$

$$Z_c = \frac{T - \mu_T}{\sigma_T} = \frac{3 - \left[ \frac{2(6)(71)}{6+71} + 1 \right]}{\sqrt{\frac{2(6)(71)(2(6)(71)-6-71)}{(6+71)^2(6+71-1)}}}$$

$$Z_c = \frac{3 - 12.06}{1.21} = - 7.50$$

A un  $\alpha = 5\%$  ,  $+ Z_{\frac{\alpha}{2}} = 1.96$  y  $- Z_{\frac{\alpha}{2}} = - 1.96$  .

Como  $- 7.50 < - 1.96$  , a un  $\alpha = 5\%$  se rechaza  $H_0$  y se concluye que las diferencias entre los valores de  $E_{\text{teo}}$  y  $E_{\text{exp}}$  no son debidos al azar .

## APENDICE II

## EJEMPLO DE UNA RUTINA DE CALCULO .

A partir de los datos experimentales obtenidos en cada una de las corridas se procedió de la manera siguiente para calcular los resultados mostrados en el capítulo 3 :

- 1- Cálculo del parámetro adimensional  $\theta$  (Teta) .
- 2- Cálculo de la absorbancia promedio (ver tabla II-1) .
- 3- Cálculo de  $E_e$  experimental ( $E_e \text{ exp}$ ) .
- 4- Cálculo de  $E_e$  teórico ( $E_e \text{ teo}$ ) .
- 5- Cálculo de la función de distribución acumulada de  $E_e$  teórico,  $F(E_e \text{ teo})$ , que es igual a  $F_e \text{ teo}$  .
- 6- Cálculo de la función de distribución acumulada de  $E_e \text{ exp}$ ,  $F(E_e \text{ exp})$ , que es igual a  $F_e \text{ exp}$  .
- 7- Cálculo de la diferencia entre la función de distribución acumulada de  $E_e \text{ exp}$  y la función de distribución acumulada de  $E_e \text{ teo}$  ( $D_{\text{exp}}$ ) .

Para llevar a cabo los cálculos mencionados anteriormente, se hizo un programa en lenguaje Basic .

TABLA II-1

## OBTENCION DE LA ABSORBANCIA PROMEDIO

Ejemplo: corrida (2-7-2)

$\theta$ (Teta)	1a. Prueba	2a. Prueba	Promedio
0	0	0	0
0.0035	0	0	0
0.0069	0.015	0.023	0.019
0.0104	0.180	0.082	0.131
0.0139	0.186	0.150	0.173
0.0174	0.178	0.158	0.168
0.0208	0.180	0.182	0.181
0.0243	0.182	0.188	0.185
0.0278	0.188	0.190	0.189
0.0313	0.192	0.190	0.191
0.0347	0.193	0.193	0.193
0.0382	0.192	0.192	0.192
0.0452	0.191	0.192	0.192
0.0521	0.190	0.190	0.191
0.0591	0.189	0.189	0.190
0.0660	0.188	0.189	0.189
0.0729	0.187	0.188	0.187
0.0799	0.185	0.187	0.187
0.0868	0.184	0.186	0.186

Así se continuó hasta el último valor de  $\theta$  .

**APENDICE III****TABLAS DE RESULTADOS**

## Resultados de la corrida # 2

Tabla 3 - 2  
( 2 - 4 - 2 )

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
1	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
2	0.0035	0.3200	1.6162	0.9965	0.0022
3	0.0069	0.3650	1.8434	0.9931	0.0051
4	0.0104	0.2620	1.3232	0.9896	0.0063
5	0.0139	0.2160	1.0909	0.9862	0.0066
6	0.0174	0.2090	1.0556	0.9828	0.0069
7	0.0208	0.2050	1.0354	0.9794	0.0071
8	0.0243	0.1980	1.0000	0.9760	0.0072
9	0.0278	0.1950	0.9848	0.9726	0.0072
10	0.0313	0.1920	0.9697	0.9692	0.0072
11	0.0347	0.1910	0.9646	0.9659	0.0072
12	0.0382	0.1900	0.9596	0.9625	0.0072
13	0.0452	0.1890	0.9545	0.9558	0.0072
14	0.0521	0.1880	0.9495	0.9492	0.0072
15	0.0591	0.1870	0.9444	0.9427	0.0072
16	0.0660	0.1850	0.9343	0.9361	0.0072
17	0.0729	0.1830	0.9242	0.9297	0.0071
18	0.0799	0.1810	0.9141	0.9232	0.0071
19	0.0868	0.1800	0.9091	0.9168	0.0070
20	0.0938	0.1790	0.9040	0.9105	0.0070
21	0.1077	0.1760	0.8889	0.8979	0.0069
22	0.1216	0.1740	0.8788	0.8855	0.0068
23	0.1355	0.1710	0.8636	0.8733	0.0066
24	0.1494	0.1710	0.8636	0.8613	0.0067

Tabla 3 - 2 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Ee exp	Ee teo	Dexp
25	0.1633	0.1670	0.8434	0.8494	0.0066
26	0.1772	0.1640	0.8283	0.8376	0.0065
27	0.1911	0.1610	0.8131	0.8261	0.0063
28	0.2049	0.1580	0.7980	0.8147	0.0060
29	0.2188	0.1570	0.7929	0.8034	0.0059
30	0.2327	0.1540	0.7778	0.7924	0.0057
31	0.2536	0.1510	0.7626	0.7760	0.0054
32	0.2744	0.1470	0.7424	0.7600	0.0050
33	0.2953	0.1470	0.7424	0.7443	0.0050
34	0.3161	0.1410	0.7121	0.7290	0.0047
35	0.3369	0.1400	0.7071	0.7139	0.0045
36	0.3578	0.1370	0.6919	0.6992	0.0044
37	0.3786	0.1320	0.6667	0.6848	0.0040
38	0.3995	0.1300	0.6566	0.6707	0.0037
39	0.4203	0.1260	0.6364	0.6568	0.0033
40	0.4412	0.1230	0.6212	0.6433	0.0028
41	0.4828	0.1180	0.5960	0.6170	0.0019
42	0.5245	0.1130	0.5707	0.5918	0.0010
43	0.5662	0.1080	0.5455	0.5677	0.0001
44	0.6079	0.1040	0.5253	0.5445	0.0007
45	0.6496	0.0990	0.5000	0.5223	0.0016
46	0.6913	0.0940	0.4747	0.5009	0.0027
47	0.7329	0.0900	0.4545	0.4805	0.0038
48	0.7746	0.0870	0.4394	0.4609	0.0047



Tabla 3 - 2 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
49	0.8163	0.0820	0.4141	0.4421	0.0059
50	0.8580	0.0800	0.4040	0.4240	0.0067
51	0.9414	0.0720	0.3636	0.3901	0.0089
52	1.0247	0.0670	0.3384	0.3589	0.0106
53	1.1081	0.0610	0.3081	0.3302	0.0124
54	1.1915	0.0580	0.2929	0.3038	0.0133
55	1.2748	0.0530	0.2677	0.2795	0.0143
56	1.3582	0.0470	0.2374	0.2571	0.0160
57	1.4416	0.0420	0.2121	0.2366	0.0180
58	1.5249	0.0400	0.2020	0.2176	0.0193
59	1.6083	0.0380	0.1919	0.2002	0.0200
60	1.6917	0.0340	0.1717	0.1842	0.0210
61	1.8167	0.0300	0.1515	0.1626	0.0224
62	1.9418	0.0260	0.1313	0.1434	0.0239
63	2.0668	0.0220	0.1111	0.1266	0.0259
64	2.1919	0.0200	0.1010	0.1117	0.0272
65	2.3169	0.0180	0.0909	0.0986	0.0282
66	2.4420	0.0150	0.0758	0.0870	0.0296
67	2.5670	0.0120	0.0606	0.0768	0.0316
68	2.6921	0.0110	0.0556	0.0677	0.0331
69	2.8171	0.0100	0.0505	0.0598	0.0343
70	2.9422	0.0090	0.0455	0.0527	0.0352
71	3.1506	0.0070	0.0354	0.0428	0.0368
72	3.3590	0.0040	0.0202	0.0348	0.0398

Tabla 3 - 2 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Es exp	Es teo	Dexp
73	3.5675	0.0030	0.0152	0.0282	0.0425
74	3.7759	0.0030	0.0152	0.0229	0.0441
75	3.9843	0.0030	0.0152	0.0186	0.0449
76	4.1927	0.0020	0.0101	0.0151	0.0459
77	4.4011	0.0020	0.0101	0.0123	0.0463
78	4.6096	0.0010	0.0051	0.0100	0.0474 *

Fe exp = 0.9247

Fe teo = 0.9900

## Resultados de la corrida # 3

Tabla 3 - 3  
( 2 - 4 - 3 )

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
1	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
2	0.0035	0.2880	1.4545	0.9965	0.0016
3	0.0069	0.2900	1.4646	0.9931	0.0032
4	0.0104	0.2380	1.2020	0.9896	0.0040
5	0.0139	0.2020	1.0202	0.9862	0.0041
6	0.0174	0.1930	0.9747	0.9828	0.0041
7	0.0208	0.1880	0.9495	0.9794	0.0040
8	0.0243	0.1910	0.9646	0.9760	0.0039
9	0.0278	0.1900	0.9596	0.9726	0.0039
10	0.0313	0.1880	0.9495	0.9692	0.0038
11	0.0347	0.1850	0.9343	0.9659	0.0037
12	0.0382	0.1840	0.9293	0.9625	0.0036
13	0.0452	0.1830	0.9242	0.9558	0.0034
14	0.0521	0.1820	0.9192	0.9492	0.0031
15	0.0591	0.1810	0.9141	0.9427	0.0029
16	0.0660	0.1800	0.9091	0.9361	0.0028
17	0.0729	0.1780	0.8990	0.9297	0.0025
18	0.0799	0.1770	0.8939	0.9232	0.0023
19	0.0868	0.1740	0.8788	0.9168	0.0021
20	0.0938	0.1730	0.8737	0.9105	0.0018
21	0.1077	0.1710	0.8636	0.8979	0.0013
22	0.1216	0.1700	0.8586	0.8855	0.0010
23	0.1355	0.1680	0.8485	0.8733	0.0006
24	0.1494	0.1640	0.8283	0.8613	0.0002

Tabla 3 - 3 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
25	0.1633	0.1610	0.8131	0.8494	0.0003
26	0.1772	0.1600	0.8081	0.8376	0.0007
27	0.1911	0.1600	0.8081	0.8261	0.0010
28	0.2049	0.1570	0.7929	0.8147	0.0013
29	0.2188	0.1520	0.7677	0.8034	0.0018
30	0.2327	0.1500	0.7576	0.7924	0.0023
31	0.2536	0.1490	0.7525	0.7760	0.0028
32	0.2744	0.1440	0.7273	0.7600	0.0034
33	0.2953	0.1400	0.7071	0.7443	0.0042
34	0.3161	0.1370	0.6919	0.7290	0.0050
35	0.3369	0.1340	0.6768	0.7139	0.0058
36	0.3578	0.1320	0.6667	0.6992	0.0065
37	0.3786	0.1290	0.6515	0.6848	0.0071
38	0.3995	0.1250	0.6313	0.6707	0.0080
39	0.4203	0.1220	0.6162	0.6568	0.0088
40	0.4412	0.1210	0.6111	0.6433	0.0095
41	0.4828	0.1170	0.5909	0.6170	0.0106
42	0.5245	0.1110	0.5606	0.5918	0.0119
43	0.5662	0.1070	0.5404	0.5677	0.0130
44	0.6079	0.1010	0.5101	0.5445	0.0144
45	0.6496	0.0980	0.4949	0.5223	0.0156
46	0.6913	0.0930	0.4697	0.5009	0.0169
47	0.7329	0.0900	0.4545	0.4805	0.0180
48	0.7746	0.0870	0.4394	0.4609	0.0189

Tabla 3 - 3 (Continuación)

	Teta	Abn Prom	Ee exp	Eo teo	Dexp
49	0.8163	0.0820	0.4141	0.4421	0.0200
50	0.8580	0.0800	0.4040	0.4240	0.0209
51	0.9414	0.0710	0.3586	0.3901	0.0235
52	1.0247	0.0670	0.3384	0.3589	0.0252
53	1.1081	0.0610	0.3081	0.3302	0.0270
54	1.1915	0.0560	0.2828	0.3038	0.0288
55	1.2748	0.0520	0.2626	0.2795	0.0302
56	1.3582	0.0490	0.2475	0.2571	0.0310
57	1.4416	0.0440	0.2222	0.2366	0.0322
58	1.5249	0.0400	0.2020	0.2176	0.0335
59	1.6083	0.0370	0.1869	0.2002	0.0346
60	1.6917	0.0330	0.1667	0.1842	0.0361
61	1.8167	0.0300	0.1515	0.1626	0.0374
62	1.9418	0.0270	0.1364	0.1434	0.0383
63	2.0668	0.0220	0.1111	0.1266	0.0403
64	2.1919	0.0200	0.1010	0.1117	0.0416
65	2.3169	0.0180	0.0909	0.0986	0.0426
66	2.4420	0.0160	0.0808	0.0870	0.0433
67	2.5670	0.0130	0.0657	0.0768	0.0447
68	2.6921	0.0120	0.0606	0.0677	0.0456
69	2.8171	0.0110	0.0556	0.0598	0.0461
70	2.9422	0.0110	0.0556	0.0527	0.0458
71	3.1506	0.0089	0.0449	0.0428	0.0454
72	3.3590	0.0070	0.0354	0.0348	0.0452

Tabla 3 - 3 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Ee exp	Ee teo	Dexp
73	3.5675	0.0070	0.0354	0.0282	0.0437
74	3.7759	0.0040	0.0202	0.0229	0.0443
75	3.9843	0.0030	0.0152	0.0186	0.0430
76	4.1927	0.0020	0.0101	0.0151	0.0461
77	4.4011	0.0020	0.0101	0.0123	0.0465
78	4.6096	0.0010	0.0051	0.0100	0.0475
79	4.8180	0.0010	0.0051	0.0081	0.0482
80	5.0264	0.0000	0.0000	0.0066	0.0495 *

$F_e \text{ exp} = 0.9285$

$F_e \text{ teo} = 0.9859$

## Resultados de la corrida # 4

 Tabla 3 - 4  
 ( 2 - 4 - 4 )

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
1	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
2	0.0035	0.8200	4.1414	0.9965	0.0109
3	0.0069	0.2330	1.1768	0.9931	0.0116
4	0.0104	0.2100	1.0606	0.9896	0.0118
5	0.0139	0.2180	1.1010	0.9862	0.0122
6	0.0174	0.1970	0.9949	0.9828	0.0122
7	0.0208	0.1910	0.9646	0.9794	0.0122
8	0.0243	0.1900	0.9596	0.9760	0.0121
9	0.0278	0.1890	0.9545	0.9726	0.0121
10	0.0313	0.1890	0.9545	0.9692	0.0120
11	0.0347	0.1880	0.9495	0.9659	0.0120
12	0.0382	0.1880	0.9495	0.9625	0.0119
13	0.0452	0.1850	0.9343	0.9558	0.0118
14	0.0521	0.1830	0.9242	0.9492	0.0116
15	0.0591	0.1820	0.9192	0.9427	0.0114
16	0.0660	0.1800	0.9091	0.9361	0.0113
17	0.0729	0.1800	0.9091	0.9297	0.0111
18	0.0799	0.1790	0.9040	0.9232	0.0110
19	0.0868	0.1780	0.8990	0.9168	0.0109
20	0.0938	0.1770	0.8939	0.9105	0.0107
21	0.1077	0.1750	0.8838	0.8979	0.0105
22	0.1216	0.1740	0.8788	0.8855	0.0104
23	0.1355	0.1700	0.8586	0.8733	0.0102
24	0.1494	0.1690	0.8535	0.8613	0.0101

Tabla 3 - 4 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Ee exp	Ee two	Dexp
25	0.1633	0.1650	0.8333	0.8494	0.0099
26	0.1772	0.1630	0.8232	0.8376	0.0097
27	0.1911	0.1610	0.8131	0.8261	0.0095
28	0.2049	0.1600	0.8081	0.8147	0.0094
29	0.2188	0.1540	0.7778	0.8034	0.0091
30	0.2327	0.1530	0.7727	0.7924	0.0088
31	0.2536	0.1500	0.7576	0.7760	0.0084
32	0.2744	0.1490	0.7525	0.7600	0.0083
33	0.2953	0.1440	0.7273	0.7443	0.0079
34	0.3161	0.1410	0.7121	0.7290	0.0076
35	0.3369	0.1400	0.7071	0.7139	0.0074
36	0.3578	0.1360	0.6869	0.6992	0.0072
37	0.3786	0.1320	0.6667	0.6848	0.0068
38	0.3995	0.1300	0.6566	0.6707	0.0065
39	0.4203	0.1290	0.6515	0.6568	0.0064
40	0.4412	0.1230	0.6212	0.6433	0.0059
41	0.4828	0.1200	0.6061	0.6170	0.0055
42	0.5245	0.1140	0.5758	0.5918	0.0048
43	0.5662	0.1100	0.5556	0.5677	0.0043
44	0.6079	0.1060	0.5354	0.5445	0.0039
45	0.6496	0.0990	0.5000	0.5223	0.0030
46	0.6913	0.0950	0.4798	0.5009	0.0021
47	0.7329	0.0910	0.4596	0.4805	0.0012
48	0.7746	0.0880	0.4444	0.4609	0.0005



Tabla 3 - 4 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Es exp	Es teo	Dexp
49	0.8163	0.0840	0.4242	0.4421	0.0002
50	0.8580	0.0800	0.4040	0.4240	0.0010
51	0.9414	0.0720	0.3636	0.3901	0.0032
52	1.0247	0.0680	0.3434	0.3589	0.0045
53	1.1081	0.0620	0.3131	0.3302	0.0059
54	1.1915	0.0580	0.2929	0.3038	0.0069
55	1.2748	0.0510	0.2576	0.2795	0.0087
56	1.3582	0.0480	0.2424	0.2571	0.0099
57	1.4416	0.0440	0.2222	0.2366	0.0111
58	1.5249	0.0430	0.2172	0.2176	0.0111
59	1.6083	0.0380	0.1919	0.2002	0.0118
60	1.6917	0.0340	0.1717	0.1842	0.0129
61	1.8167	0.0300	0.1515	0.1626	0.0143
62	1.9418	0.0260	0.1313	0.1434	0.0158
63	2.0668	0.0220	0.1111	0.1266	0.0177
64	2.1919	0.0200	0.1010	0.1117	0.0190
65	2.3169	0.0170	0.0859	0.0986	0.0206
66	2.4420	0.0140	0.0707	0.0870	0.0227
67	2.5670	0.0120	0.0606	0.0768	0.0247
68	2.6921	0.0100	0.0505	0.0677	0.0268
69	2.8171	0.0100	0.0505	0.0598	0.0280
70	2.9422	0.0090	0.0455	0.0527	0.0289
71	3.1506	0.0070	0.0354	0.0428	0.0305
72	3.3590	0.0040	0.0202	0.0348	0.0335

Tabla 3 - 4 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Ee exp	Ee teo	Dexp
73	3.5675	0.0030	0.0152	0.0282	0.0362
74	3.7759	0.0020	0.0101	0.0229	0.0389
75	3.9843	0.0020	0.0101	0.0186	0.0407
76	4.1927	0.0010	0.0051	0.0151	0.0428
77	4.4011	0.0010	0.0051	0.0123	0.0443
78	4.6096	0.0010	0.0051	0.0100	0.0453
79	4.8180	0.0010	0.0051	0.0081	0.0459
80	5.0264	0.0000	0.0000	0.0066	0.0473 *

$F_e \text{ exp} = 0,9236$

$F_e \text{ teo} = 0,9934$

## Resultados de la corrida # 5

 Tabla 3 - 5  
 ( 2 - 4 - 5 )

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
1	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
2	0.0035	0.0400	0.2020	0.9965	0.0028
3	0.0069	0.2470	1.2475	0.9931	0.0019
4	0.0104	0.2420	1.2222	0.9896	0.0011
5	0.0139	0.2390	1.2071	0.9862	0.0003
6	0.0174	0.2340	1.1818	0.9828	0.0004
7	0.0208	0.2010	1.0152	0.9794	0.0005
8	0.0243	0.1990	1.0051	0.9760	0.0006
9	0.0278	0.2020	1.0202	0.9726	0.0008
10	0.0313	0.1980	1.0000	0.9692	0.0009
11	0.0347	0.1970	0.9949	0.9659	0.0010
12	0.0382	0.1930	0.9747	0.9625	0.0010
13	0.0452	0.1910	0.9646	0.9558	0.0011
14	0.0521	0.1900	0.9596	0.9492	0.0012
15	0.0591	0.1870	0.9444	0.9427	0.0012
16	0.0660	0.1850	0.9343	0.9361	0.0012
17	0.0729	0.1840	0.9293	0.9297	0.0012
18	0.0799	0.1830	0.9242	0.9232	0.0012
19	0.0868	0.1810	0.9141	0.9168	0.0012
20	0.0938	0.1800	0.9091	0.9105	0.0011
21	0.1077	0.1790	0.9040	0.8979	0.0012
22	0.1216	0.1770	0.8939	0.8855	0.0013
23	0.1355	0.1720	0.8687	0.8733	0.0013
24	0.1494	0.1700	0.8586	0.8613	0.0012

Tabla 3 - 5 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
25	0.1633	0.1690	0.8535	0.8494	0.0013
26	0.1772	0.1680	0.8485	0.8376	0.0015
27	0.1911	0.1540	0.7778	0.8261	0.0008
28	0.2049	0.1610	0.8131	0.8147	0.0008
29	0.2188	0.1600	0.8081	0.8034	0.0008
30	0.2327	0.1570	0.7929	0.7924	0.0008
31	0.2536	0.1510	0.7626	0.7760	0.0006
32	0.2744	0.1490	0.7525	0.7600	0.0004
33	0.2953	0.1480	0.7475	0.7443	0.0005
34	0.3161	0.1430	0.7222	0.7290	0.0003
35	0.3369	0.1400	0.7071	0.7139	0.0002
36	0.3578	0.1390	0.7020	0.6992	0.0002
37	0.3786	0.1380	0.6970	0.6848	0.0005
38	0.3995	0.1330	0.6717	0.6707	0.0005
39	0.4203	0.1300	0.6566	0.6568	0.0005
40	0.4412	0.1290	0.6515	0.6433	0.0007
41	0.4828	0.1200	0.6061	0.6170	0.0002
42	0.5245	0.1180	0.5960	0.5918	0.0004
43	0.5662	0.1120	0.5657	0.5677	0.0003
44	0.6079	0.1070	0.5404	0.5445	0.0001
45	0.6496	0.1000	0.5051	0.5223	0.0006
46	0.6913	0.0980	0.4949	0.5009	0.0008
47	0.7329	0.0930	0.4697	0.4805	0.0013
48	0.7746	0.0900	0.4545	0.4609	0.0015

Tabla 3 - 5 (Continuación)

	Tata	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
49	0.8163	0.0860	0.4343	0.4421	0.0019
50	0.8580	0.0800	0.4040	0.4240	0.0027
51	0.9414	0.0730	0.3687	0.3901	0.0045
52	1.0247	0.0680	0.3434	0.3589	0.0058
53	1.1081	0.0630	0.3182	0.3302	0.0068
54	1.1915	0.0610	0.3081	0.3038	0.0064
55	1.2748	0.0520	0.2626	0.2795	0.0078
56	1.3582	0.0490	0.2475	0.2571	0.0086
57	1.4416	0.0460	0.2323	0.2366	0.0090
58	1.5249	0.0400	0.2020	0.2176	0.0103
59	1.6083	0.0380	0.1919	0.2002	0.0110
60	1.6917	0.0340	0.1717	0.1842	0.0120
61	1.8167	0.0300	0.1515	0.1626	0.0134
62	1.9418	0.0270	0.1364	0.1434	0.0143
63	2.0668	0.0220	0.1111	0.1266	0.0162
64	2.1919	0.0200	0.1010	0.1117	0.0176
65	2.3169	0.0170	0.0859	0.0986	0.0191
66	2.4420	0.0160	0.0808	0.0870	0.0199
67	2.5670	0.0130	0.0657	0.0768	0.0213
68	2.6921	0.0110	0.0556	0.0677	0.0228
69	2.8171	0.0100	0.0505	0.0598	0.0240
70	2.9422	0.0100	0.0505	0.0527	0.0243
71	3.1506	0.0080	0.0404	0.0428	0.0248
72	3.3590	0.0060	0.0303	0.0348	0.0257

Tabla 3 - 5 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Ee exp	Ee teo	Dexp
73	3.5675	0.0040	0.0202	0.0282	0.0274
74	3.7759	0.0020	0.0101	0.0229	0.0300
75	3.9843	0.0020	0.0101	0.0186	0.0318
76	4.1927	0.0010	0.0051	0.0151	0.0339
77	4.4011	0.0000	0.0000	0.0123	0.0365 *

$F_e \text{ exp} = 0.9334$

$F_e \text{ teo} = 0.9877$

## Resultados de la corrida # 6

Tabla 3 - 6  
( 2 - 7 - 1 )

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
1	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
2	0.0035	0.0000	0.0000	0.9965	0.0035
3	0.0069	0.1900	1.0674	0.9931	0.0032
4	0.0104	0.1800	1.0112	0.9896	0.0031
5	0.0139	0.1740	0.9775	0.9862	0.0032
6	0.0174	0.1700	0.9551	0.9828	0.0033
7	0.0208	0.1730	0.9719	0.9794	0.0033
8	0.0243	0.1760	0.9888	0.9760	0.0032
9	0.0278	0.1750	0.9831	0.9726	0.0032
10	0.0313	0.1740	0.9775	0.9692	0.0032
11	0.0347	0.1730	0.9719	0.9659	0.0031
12	0.0382	0.1720	0.9663	0.9625	0.0031
13	0.0452	0.1710	0.9607	0.9558	0.0031
14	0.0521	0.1710	0.9607	0.9492	0.0030
15	0.0591	0.1700	0.9551	0.9427	0.0029
16	0.0660	0.1690	0.9494	0.9361	0.0028
17	0.0729	0.1680	0.9438	0.9297	0.0027
18	0.0799	0.1670	0.9382	0.9232	0.0026
19	0.0868	0.1650	0.9270	0.9168	0.0026
20	0.0938	0.1630	0.9157	0.9105	0.0025
21	0.1077	0.1610	0.9045	0.8979	0.0024
22	0.1216	0.1600	0.8989	0.8855	0.0023
23	0.1355	0.1590	0.8933	0.8733	0.0020
24	0.1494	0.1570	0.8820	0.8613	0.0017

Tabla 3 - 6 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Ee exp	Ee teo	Dexp
25	0.1633	0.1520	0.8539	0.8494	0.0016
26	0.1772	0.1500	0.8427	0.8376	0.0016
27	0.1911	0.1490	0.8371	0.8261	0.0014
28	0.2049	0.1480	0.8315	0.8147	0.0012
29	0.2188	0.1450	0.8146	0.8034	0.0010
30	0.2327	0.1410	0.7921	0.7924	0.0010
31	0.2536	0.1400	0.7865	0.7760	0.0008
32	0.2744	0.1380	0.7753	0.7600	0.0005
33	0.2953	0.1340	0.7528	0.7443	0.0003
34	0.3161	0.1300	0.7303	0.7290	0.0003
35	0.3369	0.1290	0.7247	0.7139	0.0001
36	0.3578	0.1230	0.6910	0.6992	0.0002
37	0.3786	0.1210	0.6798	0.6848	0.0003
38	0.3995	0.1190	0.6685	0.6707	0.0004
39	0.4203	0.1150	0.6461	0.6568	0.0006
40	0.4412	0.1130	0.6348	0.6433	0.0008
41	0.4828	0.1100	0.6180	0.6170	0.0007
42	0.5245	0.1020	0.5730	0.5918	0.0015
43	0.5662	0.0990	0.5562	0.5677	0.0020
44	0.6079	0.0950	0.5337	0.5445	0.0024
45	0.6496	0.0910	0.5112	0.5223	0.0029
46	0.6913	0.0880	0.4944	0.5009	0.0032
47	0.7329	0.0830	0.4663	0.4805	0.0038
48	0.7746	0.0810	0.4551	0.4609	0.0040



Tabla 3 - 6 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
49	0.8163	0.0780	0.4382	0.4421	0.0042
50	0.8580	0.0740	0.4157	0.4240	0.0045
51	0.9414	0.0680	0.3820	0.3901	0.0052
52	1.0247	0.0620	0.3483	0.3589	0.0061
53	1.1081	0.0570	0.3202	0.3302	0.0069
54	1.1915	0.0520	0.2921	0.3038	0.0079
55	1.2748	0.0490	0.2753	0.2795	0.0082
56	1.3582	0.0440	0.2472	0.2571	0.0091
57	1.4416	0.0400	0.2247	0.2366	0.0100
58	1.5249	0.0380	0.2135	0.2176	0.0104
59	1.6083	0.0350	0.1966	0.2002	0.0107
60	1.6917	0.0320	0.1798	0.1842	0.0111
61	1.8167	0.0280	0.1573	0.1626	0.0117
62	1.9418	0.0240	0.1348	0.1434	0.0128
63	2.0668	0.0200	0.1124	0.1266	0.0146
64	2.1919	0.0180	0.1011	0.1117	0.0159
65	2.3169	0.0160	0.0899	0.0986	0.0170
66	2.4420	0.0130	0.0730	0.0870	0.0187
67	2.5670	0.0110	0.0618	0.0768	0.0206
68	2.6921	0.0100	0.0562	0.0677	0.0220
69	2.8171	0.0090	0.0506	0.0598	0.0232
70	2.9422	0.0080	0.0449	0.0527	0.0242
71	3.1506	0.0050	0.0281	0.0428	0.0272
72	3.3590	0.0030	0.0169	0.0348	0.0310

Tabla 3 - 6 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Ee exp	Ee teo	Dexp
73	3.5675	0.0020	0.0112	0.0282	0.0345
74	3.7759	0.0010	0.0056	0.0229	0.0381
75	3.9843	0.0000	0.0000	0.0186	0.0420 *
76	4.1927	0.0000	0.0000	0.0151	0.0452

Fe exp = 0.9259

Fe teo = 0.9849

## Resultados de la corrida # 7

 Tabla 3 - 7  
 ( 2 - 7 - 2 )

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
1	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
2	0.0035	0.0000	0.0000	0.9965	0.0035
3	0.0069	0.0190	0.0960	0.9931	0.0066
4	0.0104	0.1310	0.6616	0.9896	0.0077
5	0.0139	0.1730	0.8737	0.9862	0.0081
6	0.0174	0.1680	0.8485	0.9828	0.0086
7	0.0208	0.1810	0.9141	0.9794	0.0088
8	0.0243	0.1850	0.9343	0.9760	0.0089
9	0.0278	0.1890	0.9545	0.9726	0.0090
10	0.0313	0.1910	0.9646	0.9692	0.0090
11	0.0347	0.1930	0.9747	0.9659	0.0090
12	0.0382	0.1920	0.9697	0.9625	0.0090
13	0.0452	0.1920	0.9697	0.9558	0.0089
14	0.0521	0.1910	0.9646	0.9492	0.0088
15	0.0591	0.1900	0.9596	0.9427	0.0086
16	0.0660	0.1890	0.9545	0.9361	0.0085
17	0.0729	0.1880	0.9495	0.9297	0.0084
18	0.0799	0.1870	0.9444	0.9232	0.0082
19	0.0868	0.1860	0.9394	0.9168	0.0081
20	0.0938	0.1820	0.9192	0.9105	0.0080
21	0.1077	0.1810	0.9141	0.8979	0.0078
22	0.1216	0.1790	0.9040	0.8855	0.0075
23	0.1355	0.1770	0.8939	0.8733	0.0072
24	0.1494	0.1730	0.8737	0.8613	0.0071

Tabla 3 - 7 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Es exp	Es teo	Dexp
25	0.1633	0.1710	0.8636	0.8494	0.0069
26	0.1772	0.1690	0.8535	0.8376	0.0067
27	0.1911	0.1650	0.8333	0.8261	0.0066
28	0.2049	0.1620	0.8182	0.8147	0.0065
29	0.2188	0.1600	0.8081	0.8034	0.0064
30	0.2327	0.1590	0.8030	0.7924	0.0063
31	0.2536	0.1550	0.7828	0.7760	0.0062
32	0.2744	0.1500	0.7576	0.7600	0.0062
33	0.2953	0.1490	0.7525	0.7443	0.0060
34	0.3161	0.1450	0.7323	0.7290	0.0060
35	0.3369	0.1410	0.7121	0.7139	0.0060
36	0.3578	0.1390	0.7020	0.6992	0.0059
37	0.3786	0.1360	0.6869	0.6848	0.0059
38	0.3995	0.1330	0.6717	0.6707	0.0059
39	0.4203	0.1300	0.6566	0.6568	0.0059
40	0.4412	0.1280	0.6465	0.6433	0.0058
41	0.4620	0.1210	0.6111	0.6170	0.0061
42	0.5245	0.1160	0.5859	0.5918	0.0063
43	0.5662	0.1110	0.5606	0.5677	0.0066
44	0.6079	0.1050	0.5303	0.5445	0.0072
45	0.6496	0.1010	0.5101	0.5223	0.0077
46	0.6913	0.0950	0.4798	0.5009	0.0086
47	0.7329	0.0920	0.4646	0.4805	0.0092
48	0.7746	0.0870	0.4394	0.4609	0.0101

Tabla 3 - 7 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
49	0.8163	0.0840	0.4242	0.4421	0.0109
50	0.8580	0.0810	0.4091	0.4240	0.0115
51	0.9414	0.0730	0.3687	0.3901	0.0133
52	1.0247	0.0660	0.3333	0.3589	0.0154
53	1.1081	0.0610	0.3081	0.3302	0.0173
54	1.1915	0.0550	0.2778	0.3038	0.0194
55	1.2748	0.0510	0.2576	0.2795	0.0213
56	1.3582	0.0460	0.2323	0.2571	0.0233
57	1.4416	0.0430	0.2172	0.2366	0.0249
58	1.5249	0.0390	0.1970	0.2176	0.0267
59	1.6083	0.0350	0.1768	0.2002	0.0286
60	1.6917	0.0310	0.1566	0.1842	0.0309
61	1.8167	0.0270	0.1364	0.1626	0.0342
62	1.9418	0.0240	0.1212	0.1434	0.0370
63	2.0668	0.0200	0.1010	0.1266	0.0402
64	2.1919	0.0180	0.0909	0.1117	0.0428
65	2.3169	0.0150	0.0758	0.0986	0.0456
66	2.4420	0.0120	0.0606	0.0870	0.0489
67	2.5670	0.0110	0.0556	0.0768	0.0516
68	2.6921	0.0090	0.0455	0.0677	0.0544
69	2.8171	0.0080	0.0404	0.0598	0.0568
70	2.9422	0.0070	0.0354	0.0527	0.0590
71	3.1506	0.0050	0.0253	0.0428	0.0626
72	3.3590	0.0020	0.0101	0.0348	0.0678

Tabla 3 - 7 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
73	3.5675	0.0010	0.0051	0.0282	0.0726
74	3.7759	0.0010	0.0051	0.0229	0.0763
75	3.9843	0.0000	0.0000	0.0186	0.0802 *

$$Fe \text{ exp} = 0.9215$$

$$Fe \text{ teo} = 0.9814$$

## Resultados de la corrida # 8

Tabla 3 - B  
( 2 - 7 - 3 )

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
1	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
2	0.0035	0.0000	0.0000	0.9965	0.0035
3	0.0069	0.1400	0.7071	0.9931	0.0045
4	0.0104	0.1750	0.8838	0.9896	0.0048
5	0.0139	0.1800	0.9091	0.9862	0.0051
6	0.0174	0.1840	0.9293	0.9828	0.0053
7	0.0208	0.1910	0.9646	0.9794	0.0053
8	0.0243	0.1920	0.9697	0.9760	0.0053
9	0.0278	0.1940	0.9798	0.9726	0.0053
10	0.0313	0.1940	0.9798	0.9692	0.0053
11	0.0347	0.1950	0.9848	0.9659	0.0052
12	0.0382	0.1940	0.9798	0.9625	0.0052
13	0.0452	0.1930	0.9747	0.9558	0.0050
14	0.0521	0.1920	0.9697	0.9492	0.0049
15	0.0591	0.1910	0.9646	0.9427	0.0047
16	0.0660	0.1900	0.9596	0.9361	0.0046
17	0.0729	0.1890	0.9545	0.9297	0.0044
18	0.0799	0.1880	0.9495	0.9232	0.0042
19	0.0868	0.1860	0.9394	0.9168	0.0041
20	0.0938	0.1830	0.9242	0.9105	0.0040
21	0.1077	0.1820	0.9192	0.8979	0.0037
22	0.1216	0.1800	0.9091	0.8855	0.0033
23	0.1355	0.1780	0.8990	0.8733	0.0030
24	0.1494	0.1740	0.8788	0.8613	0.0027

Tabla 3 - B (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Ee exp	Ee teo	Dexp
25	0.1633	0.1720	0.8687	0.8494	0.0025
26	0.1772	0.1700	0.8586	0.8376	0.0022
27	0.1911	0.1670	0.8434	0.8261	0.0019
28	0.2049	0.1640	0.8283	0.8147	0.0018
29	0.2188	0.1620	0.8182	0.8034	0.0015
30	0.2327	0.1600	0.8081	0.7924	0.0013
31	0.2536	0.1570	0.7929	0.7760	0.0010
32	0.2744	0.1530	0.7727	0.7600	0.0007
33	0.2953	0.1500	0.7576	0.7443	0.0004
34	0.3161	0.1470	0.7424	0.7290	0.0002
35	0.3369	0.1440	0.7273	0.7139	0.0001
36	0.3578	0.1410	0.7121	0.6992	0.0004
37	0.3786	0.1370	0.6919	0.6848	0.0005
38	0.3995	0.1350	0.6818	0.6707	0.0008
39	0.4203	0.1320	0.6667	0.6568	0.0010
40	0.4412	0.1300	0.6566	0.6433	0.0013
41	0.4828	0.1230	0.6212	0.6170	0.0014
42	0.5245	0.1190	0.6010	0.5918	0.0018
43	0.5662	0.1120	0.5657	0.5677	0.0017
44	0.6079	0.1070	0.5404	0.5445	0.0016
45	0.6496	0.1020	0.5152	0.5223	0.0013
46	0.6913	0.0970	0.4899	0.5009	0.0008
47	0.7329	0.0940	0.4747	0.4805	0.0006
48	0.7746	0.0900	0.4545	0.4609	0.0003



Tabla 3 - B (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
49	0.8163	0.0860	0.4343	0.4421	0.0000
50	0.8580	0.0820	0.4141	0.4240	0.0004
51	0.9414	0.0750	0.3788	0.3901	0.0014
52	1.0247	0.0680	0.3434	0.3589	0.0027
53	1.1081	0.0630	0.3182	0.3302	0.0037
54	1.1915	0.0580	0.2929	0.3038	0.0046
55	1.2748	0.0520	0.2626	0.2795	0.0060
56	1.3582	0.0480	0.2424	0.2571	0.0072
57	1.4416	0.0450	0.2273	0.2366	0.0080
58	1.5249	0.0410	0.2071	0.2176	0.0089
59	1.6083	0.0370	0.1869	0.2002	0.0100
60	1.6917	0.0340	0.1717	0.1842	0.0110
61	1.8167	0.0290	0.1465	0.1626	0.0130
62	1.9418	0.0260	0.1313	0.1434	0.0145
63	2.0668	0.0220	0.1111	0.1266	0.0165
64	2.1919	0.0200	0.1010	0.1117	0.0178
65	2.3169	0.0170	0.0859	0.0986	0.0194
66	2.4420	0.0150	0.0758	0.0870	0.0208
67	2.5670	0.0120	0.0606	0.0768	0.0228
68	2.6921	0.0110	0.0556	0.0677	0.0244
69	2.8171	0.0090	0.0455	0.0598	0.0261
70	2.9422	0.0080	0.0404	0.0527	0.0277
71	3.1506	0.0070	0.0354	0.0428	0.0292
72	3.3590	0.0050	0.0253	0.0348	0.0312

Tabla 3 - B (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
73	3.5675	0.0030	0.0152	0.0282	0.0340
74	3.7759	0.0020	0.0101	0.0229	0.0366
75	3.9843	0.0010	0.0051	0.0186	0.0395
76	4.1927	0.0010	0.0051	0.0151	0.0415
77	4.4011	0.0010	0.0051	0.0123	0.0431 *

$$Fe \text{ exp} = 0.9153$$

$$Fe \text{ teo} = 0.9877$$

## Resultados de la corrida # 9

Tabla 3 - 9  
( 2 - 7 - 4 )

	Teta	Abs Prom	Ee exp	Ee teo	Dexp
1	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
2	0.0035	0.0000	0.0000	0.9965	0.0035
3	0.0069	0.2600	1.3131	0.9931	0.0023
4	0.0104	0.2180	1.1010	0.9896	0.0020
5	0.0139	0.2150	1.0859	0.9862	0.0016
6	0.0174	0.1990	1.0051	0.9828	0.0015
7	0.0208	0.2000	1.0101	0.9794	0.0014
8	0.0243	0.1990	1.0051	0.9760	0.0013
9	0.0278	0.1980	1.0000	0.9726	0.0012
10	0.0313	0.1970	0.9949	0.9692	0.0011
11	0.0347	0.1960	0.9899	0.9659	0.0011
12	0.0382	0.1950	0.9848	0.9625	0.0010
13	0.0452	0.1940	0.9798	0.9558	0.0008
14	0.0521	0.1930	0.9747	0.9492	0.0006
15	0.0591	0.1900	0.9596	0.9427	0.0005
16	0.0660	0.1890	0.9545	0.9361	0.0004
17	0.0729	0.1890	0.9545	0.9297	0.0002
18	0.0799	0.1880	0.9495	0.9232	0.0000
19	0.0868	0.1860	0.9394	0.9168	0.0001
20	0.0938	0.1840	0.9293	0.9105	0.0002
21	0.1077	0.1820	0.9192	0.8979	0.0005
22	0.1216	0.1800	0.9091	0.8855	0.0009
23	0.1355	0.1780	0.8990	0.8733	0.0012
24	0.1494	0.1740	0.8788	0.8613	0.0015

Tabla 3 - 9 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
25	0.1633	0.1720	0.8687	0.8494	0.0017
26	0.1772	0.1700	0.8586	0.8376	0.0020
27	0.1911	0.1690	0.8535	0.8261	0.0024
28	0.2049	0.1660	0.8384	0.8147	0.0027
29	0.2188	0.1630	0.8232	0.8034	0.0030
30	0.2327	0.1610	0.8131	0.7924	0.0033
31	0.2536	0.1590	0.8030	0.7760	0.0039
32	0.2744	0.1550	0.7828	0.7600	0.0043
33	0.2953	0.1510	0.7626	0.7443	0.0047
34	0.3161	0.1480	0.7475	0.7290	0.0051
35	0.3369	0.1470	0.7424	0.7139	0.0057
36	0.3578	0.1420	0.7172	0.6992	0.0061
37	0.3786	0.1380	0.6970	0.6848	0.0063
38	0.3995	0.1360	0.6869	0.6707	0.0067
39	0.4203	0.1340	0.6768	0.6568	0.0071
40	0.4412	0.1310	0.6616	0.6433	0.0075
41	0.4628	0.1240	0.6263	0.6170	0.0078
42	0.5245	0.1210	0.6111	0.5918	0.0087
43	0.5662	0.1120	0.5657	0.5677	0.0086
44	0.6079	0.1090	0.5505	0.5445	0.0088
45	0.6496	0.1030	0.5202	0.5223	0.0087
46	0.6913	0.0990	0.5000	0.5009	0.0087
47	0.7329	0.0950	0.4798	0.4805	0.0087
48	0.7746	0.0920	0.4646	0.4609	0.0088

Tabla 3 - 9 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
49	0.8163	0.0880	0.4444	0.4421	0.0089
50	0.8580	0.0830	0.4192	0.4240	0.0087
51	0.9414	0.0760	0.3838	0.3901	0.0082
52	1.0247	0.0700	0.3535	0.3589	0.0078
53	1.1081	0.0640	0.3232	0.3302	0.0072
54	1.1915	0.0600	0.3030	0.3038	0.0071
55	1.2748	0.0530	0.2677	0.2795	0.0061
56	1.3582	0.0500	0.2525	0.2571	0.0057
57	1.4416	0.0470	0.2374	0.2366	0.0058
58	1.5249	0.0420	0.2121	0.2176	0.0054
59	1.6083	0.0390	0.1970	0.2002	0.0051
60	1.6917	0.0370	0.1869	0.1842	0.0053
61	1.8167	0.0310	0.1566	0.1626	0.0046
62	1.9418	0.0280	0.1414	0.1434	0.0043
63	2.0668	0.0230	0.1162	0.1266	0.0030
64	2.1919	0.0210	0.1061	0.1117	0.0023
65	2.3169	0.0190	0.0960	0.0986	0.0020
66	2.4420	0.0170	0.0859	0.0870	0.0018
67	2.5670	0.0130	0.0657	0.0768	0.0004
68	2.6921	0.0120	0.0606	0.0677	0.0005
69	2.8171	0.0100	0.0505	0.0598	0.0016
70	2.9422	0.0090	0.0455	0.0527	0.0025
71	3.1506	0.0080	0.0404	0.0428	0.0030
72	3.3590	0.0070	0.0354	0.0348	0.0029

Tabla 3 - 9 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp	
73	3.5675	0.0050	0.0253	0.0282	0.0035	
74	3.7759	0.0030	0.0152	0.0229	0.0052	
75	3.9843	0.0020	0.0101	0.0186	0.0069	
76	4.1927	0.0020	0.0101	0.0151	0.0080	
77	4.4011	0.0010	0.0051	0.0123	0.0095	
78	4.6096	0.0000	0.0000	0.0100	0.0115	*

Fe exp = 0.9365

Fe teo = 0.9900

## Resultados de la corrida # 10

 Tabla 3 - 10  
 ( 2 - 7 - 5 )

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
1	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
2	0.0035	0.0000	0.0000	0.9965	0.0035
3	0.0069	0.1070	0.5404	0.9931	0.0050
4	0.0104	0.1230	0.6212	0.9896	0.0063
5	0.0139	0.1580	0.7980	0.9862	0.0070
6	0.0174	0.1750	0.8838	0.9828	0.0073
7	0.0208	0.1980	1.0000	0.9794	0.0072
8	0.0243	0.1990	1.0051	0.9760	0.0071
9	0.0278	0.2000	1.0101	0.9726	0.0070
10	0.0313	0.2010	1.0152	0.9692	0.0068
11	0.0347	0.2020	1.0202	0.9659	0.0067
12	0.0382	0.2010	1.0152	0.9625	0.0065
13	0.0452	0.2000	1.0101	0.9558	0.0061
14	0.0521	0.1990	1.0051	0.9492	0.0057
15	0.0591	0.1980	1.0000	0.9427	0.0053
16	0.0660	0.1970	0.9949	0.9361	0.0049
17	0.0729	0.1940	0.9798	0.9297	0.0046
18	0.0799	0.1910	0.9646	0.9232	0.0043
19	0.0868	0.1900	0.9596	0.9168	0.0040
20	0.0938	0.1890	0.9545	0.9105	0.0037
21	0.1077	0.1880	0.9495	0.8979	0.0029
22	0.1216	0.1840	0.9293	0.8855	0.0023
23	0.1355	0.1820	0.9192	0.8733	0.0017
24	0.1494	0.1800	0.9091	0.8613	0.0010

Tabla 3 - 10 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
25	0.1633	0.1790	0.9040	0.8494	0.0003
26	0.1772	0.1750	0.8838	0.8376	0.0004
27	0.1911	0.1730	0.8737	0.8261	0.0010
28	0.2049	0.1700	0.8586	0.8147	0.0016
29	0.2188	0.1680	0.8485	0.8034	0.0023
30	0.2327	0.1670	0.8434	0.7924	0.0030
31	0.2536	0.1610	0.8131	0.7760	0.0037
32	0.2744	0.1600	0.8081	0.7600	0.0047
33	0.2953	0.1570	0.7929	0.7443	0.0058
34	0.3161	0.1510	0.7626	0.7290	0.0065
35	0.3369	0.1490	0.7525	0.7139	0.0073
36	0.3578	0.1480	0.7475	0.6992	0.0083
37	0.3786	0.1410	0.7121	0.6848	0.0088
38	0.3995	0.1390	0.7020	0.6707	0.0095
39	0.4203	0.1370	0.6919	0.6568	0.0102
40	0.4412	0.1320	0.6667	0.6433	0.0107
41	0.4828	0.1240	0.6263	0.6170	0.0111
42	0.5245	0.1200	0.6061	0.5918	0.0117
43	0.5662	0.1170	0.5909	0.5677	0.0127
44	0.6079	0.1100	0.5556	0.5445	0.0131
45	0.6496	0.1050	0.5303	0.5223	0.0135 *
46	0.6913	0.0980	0.4949	0.5009	0.0132
47	0.7329	0.0940	0.4747	0.4805	0.0130
48	0.7746	0.0900	0.4545	0.4609	0.0127



Tabla 3 - 10 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
49	0.8163	0.0880	0.4444	0.4421	0.0128
50	0.8580	0.0840	0.4242	0.4240	0.0128
51	0.9414	0.0780	0.3939	0.3901	0.0131
52	1.0247	0.0710	0.3586	0.3589	0.0131
53	1.1081	0.0630	0.3182	0.3302	0.0121
54	1.1915	0.0600	0.3030	0.3038	0.0120
55	1.2748	0.0560	0.2828	0.2795	0.0123
56	1.3582	0.0500	0.2525	0.2571	0.0119
57	1.4416	0.0470	0.2374	0.2366	0.0120
58	1.5249	0.0420	0.2121	0.2176	0.0115
59	1.6083	0.0390	0.1970	0.2002	0.0113
60	1.6917	0.0370	0.1869	0.1842	0.0115
61	1.8167	0.0310	0.1566	0.1626	0.0107
62	1.9418	0.0280	0.1414	0.1434	0.0105
63	2.0668	0.0240	0.1212	0.1266	0.0098
64	2.1919	0.0200	0.1010	0.1117	0.0085
65	2.3169	0.0190	0.0960	0.0986	0.0082
66	2.4420	0.0160	0.0808	0.0870	0.0074
67	2.5670	0.0130	0.0657	0.0768	0.0060
68	2.6921	0.0120	0.0606	0.0677	0.0051
69	2.8171	0.0110	0.0556	0.0598	0.0046
70	2.9422	0.0100	0.0505	0.0527	0.0043
71	3.1506	0.0080	0.0404	0.0428	0.0038
72	3.3590	0.0070	0.0354	0.0348	0.0039

Tabla 3 - 10 (Continuación)

	Teta	Abs Prom	Eo exp	Eo teo	Dexp
73	3.5675	0.0040	0.0202	0.0282	0.0022
74	3.7759	0.0030	0.0152	0.0229	0.0006
75	3.9843	0.0020	0.0101	0.0186	0.0012
76	4.1927	0.0020	0.0101	0.0151	0.0022
77	4.4011	0.0010	0.0051	0.0123	0.0037
78	4.6096	0.0010	0.0051	0.0100	0.0047
79	4.8180	0.0000	0.0000	0.0081	0.0064

$F_e \text{ exp} = 0.9632$

$F_e \text{ teo} = 0.9919$

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- PERRY, H. Robert, C.H. Cecil, Manual del ingeniero químico, 2a. ed., Mc Graw Hill, México, 1982
- 2.- RUSHTON, J.H., R.D. Boutros, Encyclopedia of chemical technology, 2a. ed., vol. 13, John Wiley and sons, Inc., New York, 1967
- 3.- TREYBAL, E. Robert, Operaciones de transferencia de masa, 2a. ed., Mc Graw Hill, México, 1984
- 4.- LEVENSPIEL, Octave, Ingeniería de las reacciones químicas, 2a. ed., REVERTE, Barcelona, 1981
- 5.- DENBIGH, Kenneth, Teoría del reactor químico, 1a. ed., Alhambra, Madrid, 1968
- 6.- DE LA PEÑA MANRIQUE, Ramón, Introducción al análisis ingenieril de los reactores químicos, 1a. ed., LIMUSA, México, 1981
- 7.- MILLER, Irwin, F.E. John, Probabilidad y estadística para ingenieros, 1a. ed., REVERTE, México, 1980
- 8.- KREYSZIG, Erwin, Introducción a la estadística matemática, 1a. ed., LIMUSA, México, 1979
- 9.- RAMIREZ BECERRA, Zeferino Ismael, Influencia de la posición del agitador en la distribución de tiempos de residencia, Parte I : Alimentación del tanque cercana a

BIBLIOGRAFIA  
(Continuación)

la mitad del nivel del líquido, (tesis), U.A.  
G., 1981

10.- GODOY ROMERO, José Manuel, Estudio de la distribución de tiempos de residencia en un reactor continuo de mezcla completa con un trazador como componente no reactivo, (tesis), U.A.G., 1980

11.- GOTTFRIED, S. Byron, Programación Basic, 2a. ed., Mc Graw Hill, México, 1985

12.- INFANTE, S. , Apuntes del curso; Métodos estadísticos no paramétricos, Cuarta escuela de verano, IPN (1979)