

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE RESIDENCIA EN UN SISTEMA
DE 2 TANQUES EN SERIE CON REFLUJO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A

PAULINA ELIAS RUIZ

ASESOR: I. Q. MA. DEL CONSUELO LOPEZ LIMON

GUADALAJARA, JALISCO. 1986



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 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.

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION	1
SIMBOLOGIA	2
 CAPITULO I	
TEORIA	4
 CAPITULO II	
DESARROLLO EXPERIMENTAL	13
 CAPITULO III	
RESULTADOS OBTENIDOS	21
 CAPITULO IV	
DISCUSION	40
 CONCLUSIONES	43
 APENDICE "A" EQUIPO UTILIZADO	45
APENDICE "B" CORRECCION DE Q'	49
APENDICE "C" VALORES DE E_0 TEORICOS	51
APENDICE "D" TABLAS DE RESULTADOS	55
APENDICE "E" EJEMPLO DE LA PRUEBA ESTADISTICA PARA LAS REPLICAS.	77

APENDICE "F"	EJEMPLO DE LA COMPARACION ESTADISTICA ENTRE LA CURVA EXPERIMENTAL Y LA TEO- RICA.	79
APENDICE "G"	EJEMPLO DE LA COMPARACION ESTADISTICA DEL MODELO "M" Y EL MODELO DE TANQUES EN SERIE.	81
BIBLIOGRAFIA		87

I N T R O D U C C I O N

Se requiere realizar un estudio de la distribución de tiempos de residencia en un sistema con flujo continuo. En este estudio se desea comparar las curvas obtenidas en la experimentación con las de un modelo teórico, con el objeto de conocer en qué condiciones se acercan más a las de dicho modelo.

El estudio se basa en un modelo combinado de dos parámetros el cual Levenspiel llama modelo M (ref 5), que consiste en 2 tanques de diferente tamaño, conectados en serie, teniendo flujo con recirculación. La entrada del sistema se encuentra en el primer tanque y la salida en el segundo. Las variables serán la relación de reflujo y las posiciones de entrada al segundo tanque, manteniendo los demás parámetros constantes.

Los resultados obtenidos también se compararán con el modelo de dos tanques en serie, el cual se cree que se puedan ajustar los resultados experimentales.

S I M B O L O G I A

- a = Relación del volumen del primer tanque con respecto al volumen total.
- A_1, A_2 = Desviación de la función escalonada con respecto a la teórica. Ecs, 1-11 y 1-12.
- Abs = Absorbancia.
- C = Concentración del trazador a la salida.
- C_1 = Concentración del trazador a la salida del primer -- tanque.
- C_2 = Concentración del trazador a la salida del segundo - tanque.
- D_n = Desviación máxima de la función escalonada con respecto a la teórica.
- D_n = Valor crítico de la distribución escalonada. Ver -- Ref 1.
- E = Función de la distribución de tiempo de residencia.
- E_θ = Función de la distribución de tiempo de residencia - en base a las unidades adimensionales.
- \bar{E}_θ = Función de E_θ de las dos réplicas.
- $E_{\theta t}$ = Función de la distribución de tiempo de residencia - teórica.
- f = Relación del caudal de entrada al segundo tanque con respecto al caudal de entrada al sistema, $f = v_1/v_0$
- F = Distribución de la probabilidad acumulada en un tiem po de terminado.

- F_{θ} = Distribución de la probabilidad acumulada en un tiempo determinado en base a las unidades dimensionales.
- \bar{F}_{θ} = Distribución acumulada o escalonada promedio de las dos réplicas en cada prueba.
- $F_{\theta t}$ = Función acumulada teórica.
- Q = Absorbancia promedio.
- v_0 = Caudal de entrada al sistema 1/min.
- v_1 = Caudal de entrada al segundo tanque, 1/min.
- v_r = Caudal de recirculación al primer tanque, 1/min.
- V_t = Volumen total, l.
- V_1, V_2 = Volumen del primer y segundo tanque, l.
- θ = Unidad dimensional de tiempo.
- τ = Tiempo espacial, = v_t/v_0
- α = Nivel de significancia de la prueba estadística.

CAPITULO I

CAPITULO I

TEORIA

Para conocer el comportamiento en el interior de un reactor es necesario conocer el tiempo de permanencia de las moléculas dentro del sistema, o sea la distribución de tiempo de residencia (DTR). Al introducir las moléculas en el reactor, éstas tienen la misma edad en un tiempo $t = 0$, pero se diferencian en su tiempo de vida esperada, ya que unas salen antes que otras. A esta distribución de edades de fluido se le representa por una curva, el área bajo esta curva debe ser la unidad, como se puede apreciar en la Fig. 1-1.

Podemos conocer la curva E de la siguiente manera:

Utilizando el método de estímulo-respuesta de señal pulso, inyectando un trazador en la corriente de entrada al sistema en un tiempo $t = 0$, y observamos la concentración del trazador a la salida del sistema, para una serie de intervalos de tiempo.

Si C es la concentración del trazador a la salida del sistema, podemos decir que C da la distribución de edades a la salida, si la dividimos entre Q :

$$E = \frac{C}{Q} \quad (1-1)$$

siendo

$$Q = \int_0^{\infty} C(t) dt$$

Si F es la distribución de nuestra probabilidad -- acumulada a un tiempo determinado:

$$F = \int_0^t E dt \quad (1-2)$$

Se pueden observar diferentes comportamientos. Si se trata de un flujo en pistón, todas las moléculas saldrán en el tiempo medio. En el caso de flujo de mezcla completa la concentración del trazador a la salida va disminuyendo. Y por último, en flujo arbitrario el comportamiento será intermedio, donde muy poca concentración de trazador saldrá - en el tiempo medio y algo de trazador queda dentro del recipiente por más tiempo.

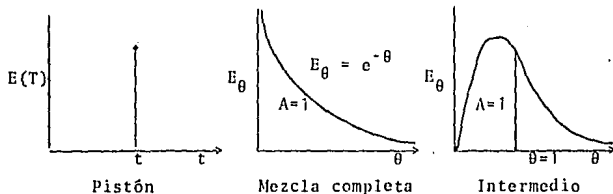


Fig 1-1. Salidas de concentración del trazador inyectando en un $t=0$

Tenemos que el tiempo medio es:

$$\bar{t} = \frac{\int_0^{\infty} t C dt}{Q}$$

y el tiempo espacial es:

$$\tau = \frac{V_t}{v_o} \quad (1-3)$$

Podemos decir que $\bar{t} = \tau$ cuando no existe volumen muerto en el sistema, ni cambios de densidad.

Para trabajar, es más conveniente utilizar unidades adimensionales, entonces tenemos que $\theta = t/\tau$ y $Q' = Q/\tau$, por lo consiguiente:

$$E_{\theta} = \frac{C}{Q'}$$

MODELOS COMBINADOS

Este tipo de modelos se utilizan para representar las desviaciones del flujo en pistón y del flujo en mezcla completa, o sea, para tanques reales con agitación insuficiente, simulados por regiones que estén conectadas entre sí de diferentes maneras; o también para reacciones rápidas en las que el tiempo de reacción es pequeño comparado con el tiempo de mezcla completa para alcanzar la uniformidad.

En los modelos para escala de tiempos grandes, la característica más importante es que haya la existencia de regiones semiestancadas, en donde no nos interese el comportamiento de tiempos pequeños. Uno de estos modelos es el modelo M, según Levenspiel (ref 5), el cual estudiaremos en esta tesis. El modelo consiste en 2 tanques de diferente tamaño conectados en serie, teniendo un flujo con recirculación, con la entrada al sistema en el primer tanque y la salida en el segundo.

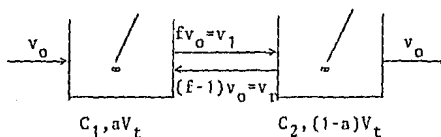


Fig 1-2. Esquema del modelo M

Las ecuaciones que se han deducido para este modelo específico son:

$$E_{\theta} = C_2 = \frac{f}{a(1-a)(n_1 - n_2)} (e^{n_1 \theta} - e^{n_2 \theta}) \quad (1-4)$$

$$C_1 = \frac{1}{a(1-a)(n_1 - n_2)} [(n_1 - an_1 + f)e^{n_1 \theta} - (n_2 - an_2 + f)e^{n_2 \theta}] \quad (1-5)$$

$$n_1, n_2 = \frac{f}{2a(1-a)} (-1 \pm 1 - \sqrt{4a(1-a)}) \quad (1-6)$$

siendo

$$a = V_1/V_t \quad f = v_1/v_o \quad f \geq 1$$

Haciendo un balance de materia:

$$v_1 = v_o + v_r$$

Al graficar los valores de E_θ , nos da un tipo de curva como la que se puede observar en la figura 1-3. La curva C_1 , realmente no nos interesa ya que solamente se puede conocer teóricamente con este modelo. Una vez hecho en laboratorio la parte experimental, se podrán comparar los datos de C_2 con los teóricos.

TANQUES EN SERIE

Este otro tipo de modelo representa varios tanques de mezcla completa ideal, del mismo tamaño, en serie, y el único parámetro es el número de tanques. La ecuación general es:

$$E_\theta = \frac{N(N\theta)^{N-1}}{(N-1)!} e^{-N\theta}$$

Cuando $N = 2$ tanques en serie, nos queda:

$$E_\theta = 4\theta e^{-2\theta}$$

donde $\theta_{\max} = (N-1)/N$, siendo en nuestro caso $\theta_{\max} = 0.5$. --
 Sustituyendo este valor en la ecuación 1-8, tenemos que $E_{\theta_{\max}}$
 es igual a 0.7358. En la figura 1-4 se representan las curvas
 DTR para este modelo.

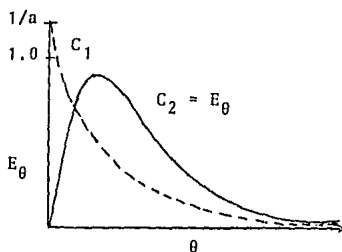


Fig 1-3. Curva DTR del modelo M

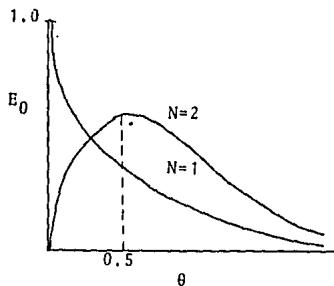


Fig 1-4. Curvas DTR para el modelo de 2 tanques en serie.

PRUEBA ESTADISTICA KOLMOGOROV-SMIRNOV

Para poder comprobar que las curvas experimentales sean o no significativamente iguales a las teóricas, se hace uso de la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnov. Esta prueba de bondad de ajuste, consiste en probar que una cierta función $F(x)$ es la función de distribución de una población de la que se han tomado muestras $x_1 \dots x_n$.

Si suponemos que $F(x)$ es una función conocida y $\bar{F}(x)$ es la función experimental, siendo:

$$F(x) = \int E_G d\theta \quad (1-9)$$

y

$$F(x) = \sum_{i=1}^n E_i \Delta\theta_i \quad (1-10)$$

Entonces podremos conocer los valores absolutos:

$$A_1 = [F(x_i) - \bar{F}(x_i)] \quad (1-11)$$

y

$$A = [F(x_i) - \bar{F}(x_{i-1})] \quad (1-12)$$

para cualquier valor deseado de x . Debido a que $F(x)$ es una función escalonada, hay que tomar en cuenta la parte superior e inferior del escalón. En el caso de la comparación de las dos curvas experimentales, solamente se toma

en cuenta el valor de Λ_1 . Al valor máximo que se encuentre se le dará el nombre de D_n . Hay un valor crítico de la distribución que depende del número de muestras n , el cual se busca en tablas y es denominado D_n^α . Entonces tenemos que:

$$P(D_n \leq D_n^\alpha) = 1 - \alpha \quad (1-13)$$

Escogiendo un nivel de significancia, podemos definir la hipótesis. Si $D_n \leq D_n^\alpha$, no se rechaza, y si $D_n > D_n^\alpha$ se rechaza la hipótesis.

C A P I T U L O I I

CAPITULO II

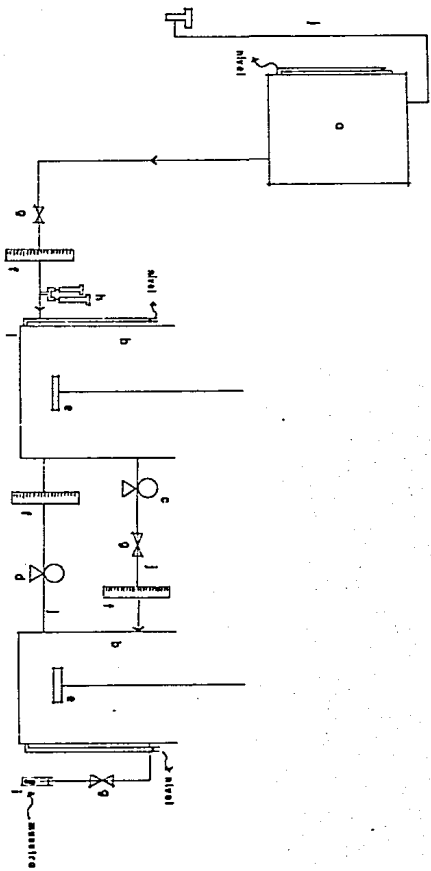
DESARROLLO EXPERIMENTAL

El objetivo de este estudio, es observar experimentalmente el modelo M, el cual se explica en el capítulo anterior, y comparar los resultados con la curva DTR teórica. El estudio consiste en variar 4 posiciones de entrada al segundo tanque, cada uno con tres relaciones de flujo, con lo que tendremos un total de 12 pruebas.

A continuación se tiene una lista del equipo utilizado, y en la figura 2-1 se puede observar el diagrama de flujo del sistema.

- a.- Tanque de alimentación.
- b.- 2 Tanques de lámina galvanizada con orificios múltiples (fig 2-2).
- c.- Bomba.
- d.- Bomba autocontrolable.
- e.- Agitadores.
- f.- Rotámetros.
- g.- Válvulas.
- h.- Jeringas de 20 y 50 ml.
- i.- Tubos de ensayo.
- j.- Mangueras.

FIG. 2-1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA.



k.- Pinzas Mohr.

l.- Fotocolorímetro.

Para una descripción más detallada de los tanques y demás equipo, ver apéndice A.

Los parámetros que se mantuvieron constantes en todas las pruebas, fueron: el flujo de entrada y salida del sistema, las velocidades y posiciones de los agitadores, y el volumen de los tanques.

Ya que se trata de un modelo para tiempos grandes, operamos con un θ_{\max} de 5, por lo tanto, el tiempo máximo para muestrear es:

$$t_{(\max)} = \theta_{\max} \tau$$

$$\tau V_t/V_o = \frac{15.8 + 31.7}{1.23} = 38.62 \text{ min.}$$

$$t_{(\max)} = 5(38.62) = 193.10 \text{ min.}$$

$$t_{(\max)} = 3 \text{ hrs } 22 \text{ min.}$$

Nuestro colorante tiene que ser detectable en este lapso de tiempo. Teniendo en cuenta las características -- que debe tener un trazador, como lo son las siguientes:

- a.- La cantidad de trazador no debe afectar el volumen de fluido en el tanque.
- b.- Debe ser miscible al fluido.
- c.- Debe ser inerte en las condiciones a las cuales se va a trabajar.

Después de varios intentos, el colorante que fun -
cionó fue Cristal Violeta, el cual absorbe a una λ de 530 μ
haciendo una solución con una concentración de 1.925 g/l y
usando 70 ml en cada prueba. Para conocer el valor de Q^* ,
se llenaron de agua los tanques a su volumen de trabajo y -
se cerraron la entrada y salida del sistema. Se inyectaron
los 70 ml en la corriente de entrada instantáneamente (se -
ñal pulso) y se agitó constantemente hasta que la concentra
ción en el sistema fuera uniforme. Debido a que la absor -
bancia del colorante es lineal a la concentración, la mues-
tra que se tomó de los tanques se leyó en un fotocoloríme -
tro, dándonos un valor de 0.3098 de absorbancia. Tomando -
en cuenta el envejecimiento del colorante, se corrigió el -
valor de Q^* en cada prueba. En el apéndice B se explica de-
talladamente el seguimiento de esta corrección.

El sistema de entrada y salida es el siguiente: La
entrada al sistema es en el orificio #6 del primer tanque.
La salida del sistema en el orificio #2 del segundo tanque.
Se hace de esta manera porque ya se había llegado a la con
clusión, en otras tesis, (ref 7 y 8), de que estas posicio

nes eran las más adecuadas. La recirculación al primer tanque quedó constante en todas las pruebas, del orificio #6 del segundo tanque al #7 del primer tanque. Las posiciones de flujo del primer tanque al segundo, se pueden apreciar en la figura 2-2 y en la tabla 2-1.

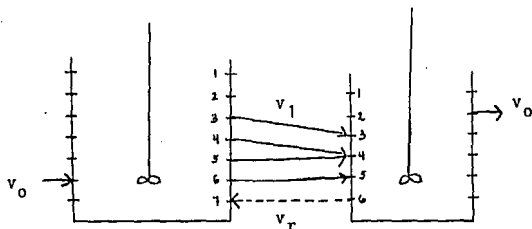


Fig. 2-2 Posiciones de entrada al segundo tanque.

<u>Posición</u>	<u>Tanque 1</u>	<u>Tanque 2</u>
	#	#
1	3	3
2	4	4
3	5	4
4	6	5

Tabla 2-1. # del orificio donde se encuentra la salida del primer tanque, y la entrada al segundo tanque.

Estas posiciones se escogieron arbitrariamente, ya que el estudio que se pretende hacer es conocer el comportamiento de estas posiciones. Los flujos del sistema son los siguientes:

Flujos	1	2	3
v_o	1.230	1.230	1.230
v_1	1.580	1.445	1.230
v_r	0.358	0.215	0.000
v_r/v_o	0.291	0.175	0.000

Tabla 2-2 Flujos del sistema.

Para cada relación de reflujo, hay una curva E_{θ} teórica, según la ecuación 1-4. En el apéndice C, se encuentran estos valores.

Se hicieron varias corridas preliminares para corregir errores. Una vez controlado el sistema se comenzaron las pruebas formales. Se hizo una repetición, con lo cual fueron en total 24 corridas. En la tabla 2-3 se muestra cuales son éstas.

Se tomaron las muestras en los siguientes intervalos de tiempo, utilizando un cronómetro.

	Δt (min)	# de muestras
	0.5	15
	1.0	8
	2.0	13
	5.0	13
	<u>10.0</u>	<u>9</u>
Total t	196.5	58

Las absorbancias obtenidas se convirtieron en E_{θ} - según la ecuación 1-1a. Después de comprobar que las curvas experimentales fueran significativamente iguales, estos valores se promediaron, con lo cual obtuvimos para cada prueba un valor promedio \bar{E}_{θ} . Después se pasó a hacer la comprobación estadística con las curvas teóricas.

Prueba #	v_r/v_o	Posición
1	0.291	1
2	0.175	1
3	0.000	1
4	0.291	2
5	0.175	2
6	0.000	2
7	0.291	3
8	0.175	3
9	0.000	3
10	0.291	4
11	0.175	4
12	0.000	4

Tabla 3-2 Pruebas realizadas.

CAPITULO III

C A P I T U L O I I I

RESULTADOS OBTENIDOS

Se realizaron las 12 pruebas, como se expuso en el capítulo anterior. En la tabla 3-1 se encuentran los resultados de la primera prueba. En el apéndice D, se pueden -- ver los resultados de las demás pruebas.

En el apéndice E tenemos un ejemplo del tratamiento estadístico para las réplicas que se obtuvieron en la -- prueba #1, en donde se acumuló la frecuencia de una le las réplicas, al igual que las del promedio. Se determinaron -- los valores de A_1 . En todas las pruebas no se rechazó la -- hipótesis de que las curvas fueran significativamente iguales, o sea las pruebas dan resultados repetitivos.

Los E_0 se graficaron en las figuras 3-1 a 3-12, pa -- ra poder llevar a cabo una comparación gráfica de los resul -- tados. En cada gráfica se encuentra una prueba junto con -- las curvas teóricas del modelo M y tanques en serie, para -- poder así apreciar cual posición se ajusta más al modelo -- con el cual se está comparando.

En el apéndice F tenemos ejemplos de la compara -- ción de las frecuencias acumuladas experimentales, con las

teóricas, de la prueba #1. En la tabla 3-2 y 3-3 se tienen unas tablas comparativas de los valores máximos de D_n con los valores críticos D_n^{∞} . En los dos tratamientos, se tomó como número de muestras $n = 16$, debido a que hubo una réplica en cada prueba.

De igual manera se hizo el tratamiento estadístico para el caso de tanques en serie donde resultó que la ecuación 1-8, se ajustó perfectamente a la del modelo M. En el apéndice G se encuentra la comparación del modelo M, con el modelo de tanque en serie.

TABLAS DE RESULTADOS

TABLA 3 - 1 .

PRUEBA No. 1 .

 $Q' = 0.3098$

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	\bar{E}_{θ}
0	0.0022	0.0044	0.0071	0.0142	0.0107
0.0129	0.0044	0.0079	0.0142	0.0255	0.0199
0.0259	0.0088	0.0088	0.0284	0.0284	0.0284
0.0388	0.0246	0.0315	0.0794	0.1017	0.0906
0.0518	0.0410	0.0386	0.1323	0.1246	0.1285
0.0647	0.0531	0.0458	0.1714	0.1478	0.1596
0.0777	0.0747	0.0605	0.2411	0.1953	0.2182
0.0906	0.0835	0.0757	0.2695	0.2444	0.2570
0.1036	0.0969	0.0862	0.3128	0.2782	0.2955
0.1165	0.1085	0.0969	0.3502	0.3128	0.3315
0.1295	0.1124	0.1068	0.3628	0.3447	0.3538
0.1424	0.1192	0.1163	0.3848	0.3754	0.3801
0.1554	0.1427	0.1308	0.4606	0.4222	0.4414
0.1683	0.1487	0.1397	0.4800	0.4509	0.4655
0.1813	0.1643	0.1549	0.5303	0.5000	0.5152
0.2071	0.1772	0.1643	0.5720	0.5303	0.5512
0.2330	0.1871	0.1785	0.6039	0.5762	0.5901
0.2589	0.2007	0.1938	0.6478	0.6256	0.6367
0.2848	0.2055	0.2007	0.6633	0.6478	0.6556
0.3107	0.2013	0.2076	0.6498	0.6701	0.6600
0.3366	0.2147	0.2090	0.6930	0.6746	0.6838
0.3625	0.2182	0.2204	0.7043	0.7114	0.7079
0.3884	0.2218	0.2218	0.7159	0.7159	0.7159
0.4402	0.2291	0.2233	0.7395	0.7208	0.7302
0.4920	0.2182	0.2147	0.7043	0.6390	0.6987
0.5438	0.2182	0.2090	0.7043	0.6746	0.6895
0.5955	0.2218	0.2076	0.7159	0.6701	0.6930

CONTINUACION

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	\bar{E}_{θ}
0.6473	0.2076	0.2041	0.6701	0.6588	0.6645
0.6991	0.1938	0.1993	0.6256	0.6433	0.6345
0.7509	0.1884	0.1938	0.6081	0.6256	0.6169
0.8027	0.1838	0.1871	0.5933	0.6039	0.5986
0.8545	0.1675	0.1752	0.5407	0.5655	0.5531
0.9063	0.1675	0.1733	0.5407	0.5594	0.5501
0.9581	0.1599	0.1643	0.5161	0.5303	0.5232
1.0098	0.1475	0.1537	0.4761	0.4961	0.4861
1.0616	0.1278	0.1367	0.4125	0.4413	0.4269
1.1911	0.1107	0.1192	0.3573	0.3848	0.3711
1.3206	0.0969	0.1024	0.3128	0.3305	0.3217
1.4590	0.0809	0.0835	0.2611	0.2695	0.2653
1.5795	0.0706	0.0757	0.2279	0.2444	0.2362
1.7090	0.0605	0.0655	0.1953	0.2114	0.2031
1.8384	0.0555	0.0580	0.1791	0.1872	0.1832
1.9679	0.0482	0.0545	0.1556	0.1759	0.1658
2.0974	0.0458	0.0467	0.1478	0.1507	0.1493
2.2268	0.0419	0.0437	0.1352	0.1401	0.1377
2.3563	0.0339	0.0372	0.1094	0.1201	0.1148
2.4858	0.0292	0.0315	0.0943	0.1017	0.0980
2.6152	0.0246	0.0259	0.794	0.0836	0.0815
2.7447	0.0132	0.0155	0.0426	0.0500	0.0463
3.0036	0.0110	0.0088	0.0355	0.0284	0.0320
3.2626	0.0079	0.0083	0.0255	0.0268	0.0262
3.5215	0.0066	0.0044	0.0213	0.0142	0.0178
3.7804	0.0066	0.0035	0.0213	0.0113	0.0163
4.0394	0.0052	0.0022	0.0168	0.0071	0.0120
4.2983	0.0088	0.0009	0.0284	0.0029	0.0157
4.5572	0.0044	0.0004	0.0142	0.0013	0.0078
4.8162	0.0044	0.0000	0.0142	0.0000	0.0071
5.0751	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

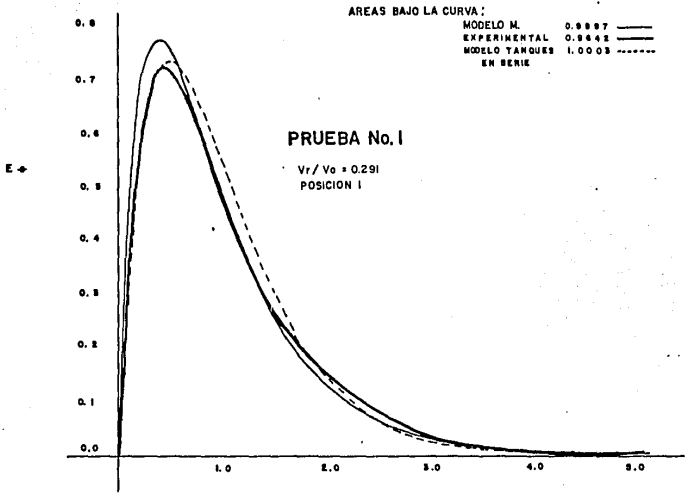
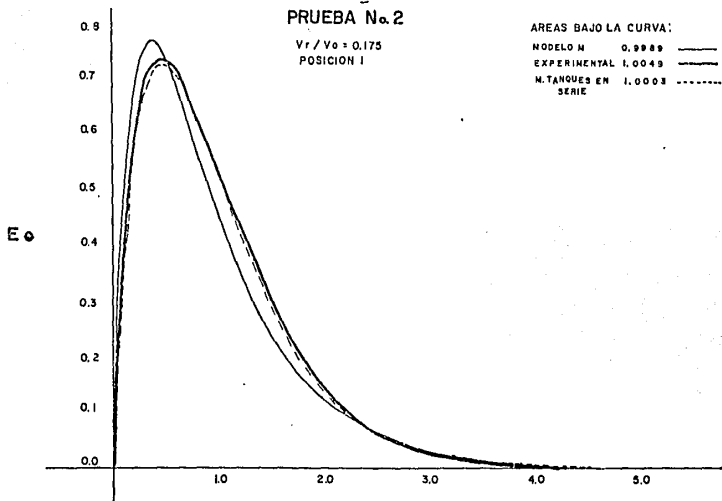


Fig. 3-1



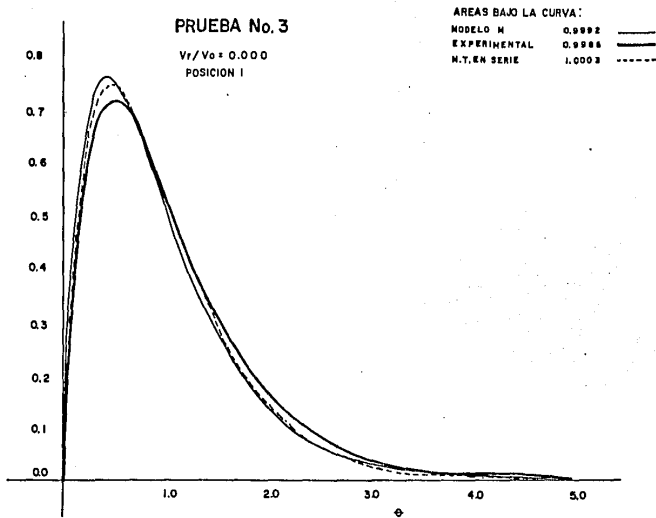


Fig.3-3

PRUEBA No. 4

$V_r/V_o = 0.291$
POSICION 2

AREAS BAJO LA CURVA:

MODELO M	0.9997	—
EXPERIMENTAL	1.0437	—
M.T. EN SERIE	1.0003	- - -

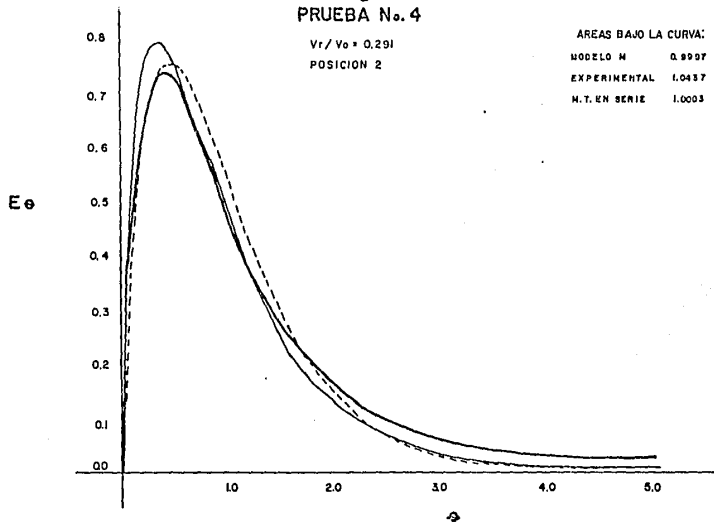


Fig. 3-4

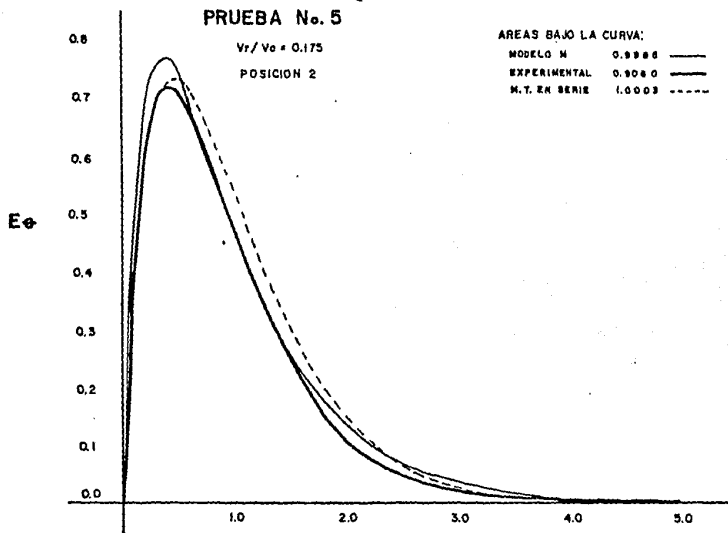


Fig. 3-5

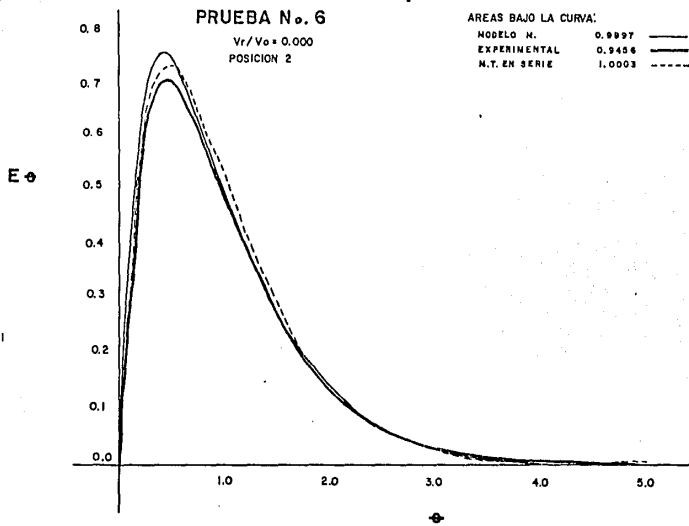


Fig.3-6

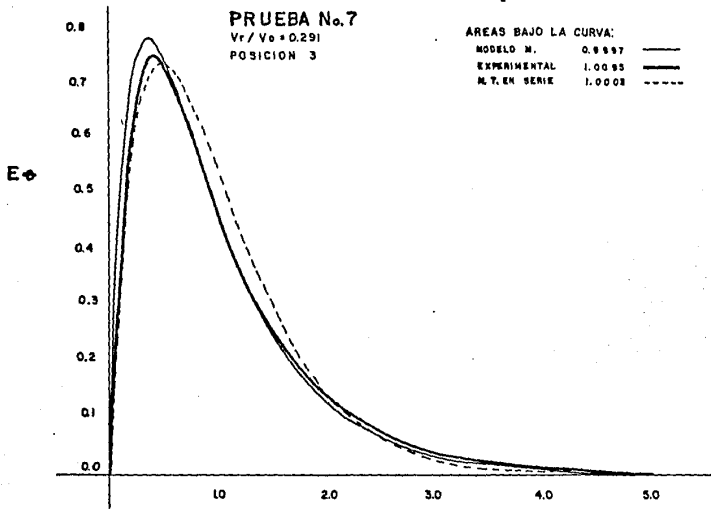


Fig. 3-7

PRUEBA No. 8

$Vr/Vo = 0.175$

POSICION 3

AREAS BAJO LA CURVA:

MODELO M. 0.9985

EXPERIMENTAL 0.8115

M.T. EN SERIE 1.0003

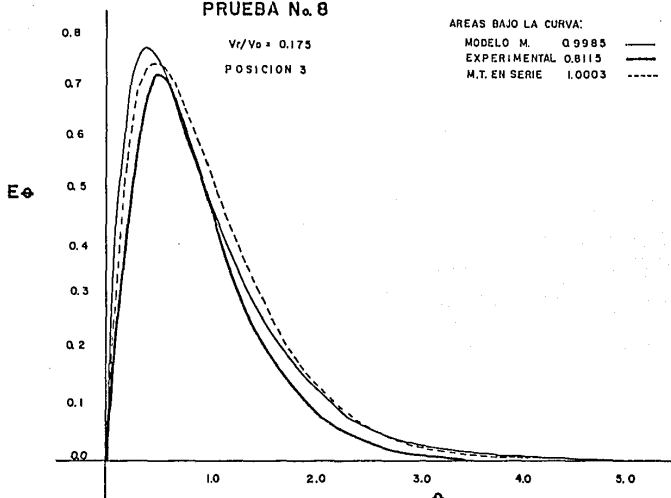


Fig.3-8

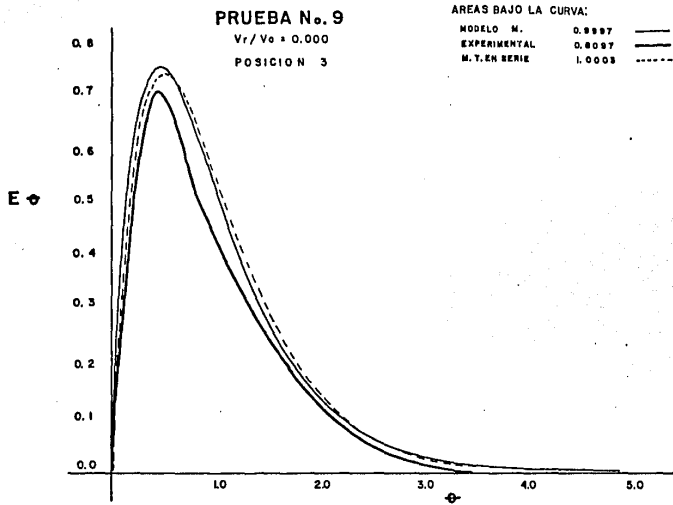


Fig. 3-9

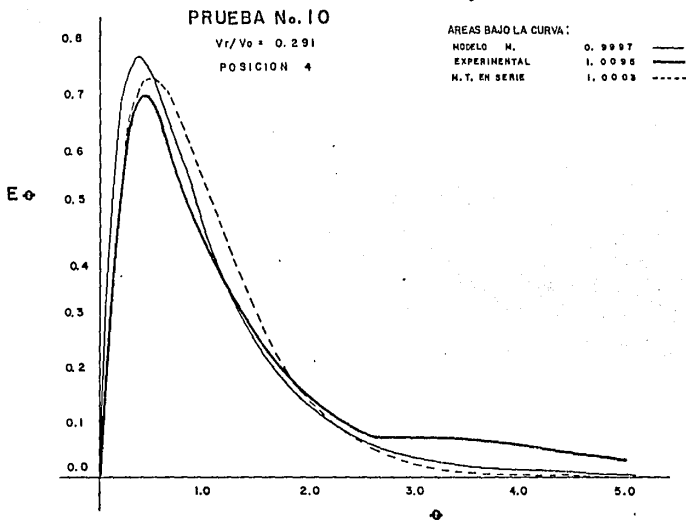


Fig. 3-10

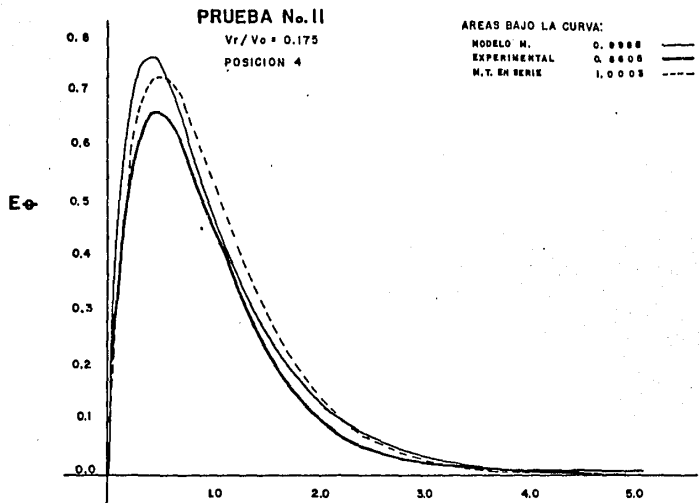


Fig. 3-II ϕ

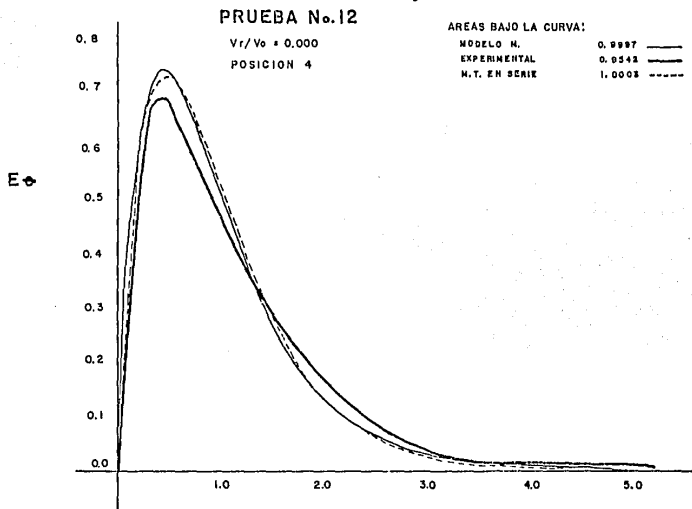


Fig. 3-12

TABLA 3-2

TABLA COMPARATIVA
(MODELO M)

PRUEBA #	D_n
1	0.1075
2	0.0642
3	0.1252
4	0.0895
5	0.0988
6	0.1230
7	0.0856
8	0.1870
9	0.1900
10	0.1518
11	0.1544
12	0.1358

VALORES CRITICOS DE D_n^{∞}

$n = 116$

ξ	D_n^{∞}
20	0.0993
10	0.1133
5 *	0.1263
2	0.1411
1	0.1513

Tomando un nivel de significancia del 5%, en las pruebas 8, 9, 10, 11 y 12, los valores de D_n son mayores -- que los de D_n^{∞} . En las demás pruebas, la hipótesis si se -- acepta.

TABLA 3-3
TABLA COMPARATIVA
(MODELO DE TANQUES EN SERIE)

PRUEBA #	D_n
1	0.0984
2	0.0544
3	0.1246
4	0.0755
5	0.0890
6	0.1174
7	0.0741
8	0.1888
9	0.1906
10	0.1468
11	0.1500
12	0.1300

Al igual que con la comparación con el modelo M,
las pruebas 8, 9, 10, 11 y 12, no se aceptan.

CAPITULO IV

CAPITULO IV

DISCUSION

Como se puede observar en las gráficas del capítulo anterior, las 3 relaciones de reflujo, tanto en la primera como en la segunda posición, se ajustan bastante bien a la curva teórica del modelo M, ya que la salida del colorante es como se esperaba. Mientras que en la tercera y cuarta posición se puede observar que el colorante tarda en salir.

Cuando tenemos que $\theta < \theta(E_{\theta_{\max}})$, la concentración de salida del colorante en todas las posiciones, es mejor que la del modelo teórico. En este rango la curva experimental se comporta un tanto como la del modelo de tanques en serie. Esta comparación se realizó tomando en cuenta -- que los tanques que se utilizaron en el estudio son de diferente tamaño y con recirculación, siendo que la ecuación 1-8 es para volúmenes iguales. En el caso de la última relación de reflujo, la ecuación para 2 tanques en serie con volúmenes diferentes, viene siendo la ecuación 1-4 del modelo M con $f = 1$.

En la primera y segunda posición, cuando θ es mayor que la correspondiente al $E_{\theta_{\max}}$, la concentración es ma

yor que la del modelo M a excepción de la prueba #5 donde - la curva es casi igual a la del modelo M.

En la tercera y cuarta posición cuando $\theta > \theta(E_{\max})$, la concentración de salida del colorante es menor o igual - que la concentración esperada del modelo M.

Por los datos que se encuentran en la tabla 3-2 y 3-3, se puede observar que de las 12 pruebas realizadas, se rechaza la hipótesis en las últimas 5. En el caso de las - pruebas 8, 9, 11 y 12, se puede observar en las gráficas -- que el colorante tarda en salir y que a partir de $\theta = 3.53$, deja de salir colorante. Esto nos indica que el colorante se queda estancado dentro del sistema, lo cual explica que el área sea mucho menor que 1.

Al contrario en el caso de la prueba #10, al principio sale poco colorante, pero a partir de $\theta = 3$, todo el colorante que se había quedado estancado dentro del sistema, sale. En este caso es muy probable que haya habido un error experimental.

Todos los valores máximos de E_g salieron en un θ_p de 0.4661 cuando teóricamente se esperaba un θ_p de 0.4229. Este retraso se podría explicar por el efecto del volumen - de las mangueras que no se tomó en cuenta.

C O N C L U S I O N E S

Una vez realizado el estudio del comportamiento -- del modelo M por el método de estímulo-respuesta, con el objetivo de encontrar las condiciones en las que se debe trabajar para que los resultados experimentales se ajusten lo mejor posible a dicho modelo, se hizo un estudio estadístico, con el cual se llegó a las siguientes conclusiones.

- 1.- Las posiciones más adecuadas para la entrada al segundo tanque, es la primera y segunda posición, que están más lejanas a las bocas de regreso al primer tanque, - de las 4 que se probaron.
- 2.- Los resultados experimentales indican que el modelo M, se comporta un tanto como el modelo de tanques en se - rie en los flujos que trabajamos.

Por lo dicho anteriormente se sugiere operar en - las posiciones superiores a los orificios #4 de ambos tan - ques. También es conveniente probar con flujos v_0 mayores a 1.230 l/min. Se sugieren estudios posteriores cambiando la posición de recirculación, con el objeto de conocer cuál sería la posición más adecuada.

A P P E N D I C E S

APENDICE "A"

Como tanque de alimentación se usó un bote de lámina, alimentado por medio de una manguera. Este tanque fue colocado a una altura de 2.3 m sobre una estructura que sirvió para montar todo el equipo. Para mantener el nivel --- constante del tinaco se le hizo un rebosadero para eliminar el excedente de fluido y así mantener una presión constante.

Se utilizaron tanques de lámina galvanizada de 1/16" nominal. El tanque #1 tiene 34.9 cm de diámetro, mientras que el #2 tiene 25 cm. El fondo de ambos tanques es un casquete esférico moldeado a mano, con 2 cm de profundidad. -- Los tanques descansan sobre bases circulares que permiten sostenerlos y mantenerlos nivelados. Cada tanque tiene perforaciones a los lados, los cuales llevan soldados casquillos de 2" de largo con un espesor de 1/32" nominal que forman las entradas y salidas de los tanques. En las figuras 1 y 2 se pueden apreciar éstos.

El tanque #1 tiene un volumen real de 39.9 l. y el tanque #2 un volumen de 20.40 l. Con la agitación se forma un vórtice subiendo el nivel del tanque. En el tanque #1 se utilizó un agitador Caframo, modelo RZR1 de 115 volts, - 60 Hz y 70 watts, trabajándose a una velocidad de 605 rpm. En el tanque #2 se utilizó un agitador Inframo, modelo RZR1-64 de 60 Hz, 1.5 amp, trabajándose a una velocidad de 471 rpm.

En ambos agitadores se usaron aspas de acero inoxidable de 7.5 x 2.5 cm.

La bomba que se utilizó para la entrada al segundo tanque fue una bomba pequeña Gorman (Rupp Industries), de 115 volts, 60 Hz y 0.30 amp. La bomba que se usó para la recirculación fue una Lab pump serie #A 14361 con una capacidad de 113 ml/min, y una presión de 50-100 psig. A esta última bomba se le podía controlar el flujo, mientras que el resto del sistema se controló con válvulas de cobre.

Para poder medir los flujos se utilizaron 2 rotámetros Gilmont del tamaño #5 con una capacidad de 0-1600 ml / min. Estos venían con su curva de calibración. Se utilizaron tubos de ensayo de 15 x 1 cm para tomar las muestras, las cuales se leyeron en un fotoclorímetro Spectronic 20 -- Bausch Lomb.

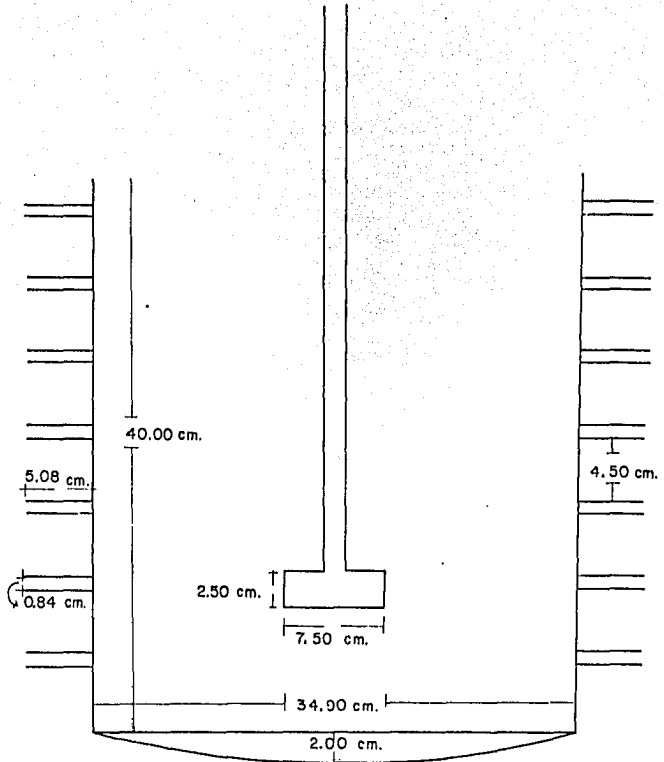


Fig. A-1. TANQUE No. 1

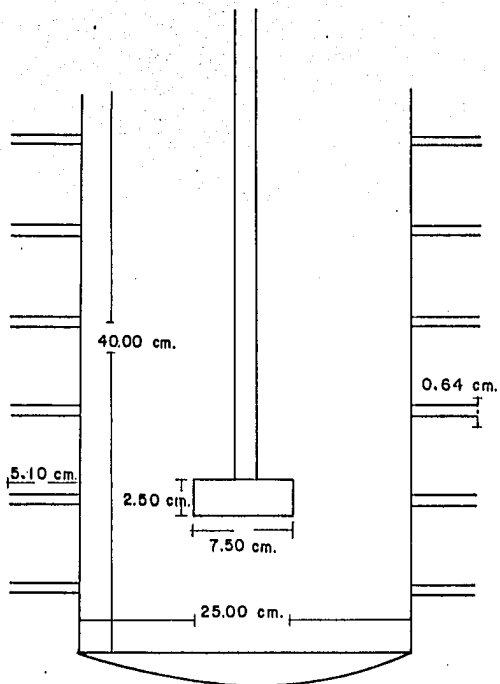


Fig. A-2. TANQUE No.2

APENDICE "B"

CORRECCION DE Q'

Se observó que el colorante envejecía conforme pasaba el tiempo. Por esta razón se pasó a hacer un estudio del envejecimiento del mismo. El estudio consistió en preparar una solución de la misma concentración y en las mismas condiciones que el colorante que se utilizó en la experimentación. Se tomó la absorbancia de esta solución por el mismo tiempo en que se realizó el experimento.

Se consideró el envejecimiento del colorante como una reacción de primer orden irreversible. La ecuación cinética para esta reacción es la siguiente:

$$-r_A = \frac{dC_A}{dt} \quad \text{ec E-1}$$

La concentración del reactante, en este caso el colorante, varía con el tiempo de la siguiente manera:

$$\frac{\ln \frac{C_a}{C_{A_0}}}{C_{A_0}} = -Kt \quad \text{ec E-2}$$

Utilizando esta ecuación, se linealizaron los resultados obtenidos dándonos una correlación de 0.9840 y una pendiente $K = 22.22 \times 10^{-2}$. Despejando C_a de la ecuación E₂,

$$C_a = C_{A_0} e^{-Kt}$$

ec E-3

y tomando $C_{A_0} = 0.3098$ que fue la absorbancia que se tomó - al inicio de la experimentación, se obtuvo una Q' para cada prueba.

APENDICE *C*

VALORES DE E_{θ} TEORICOS
(MODELO M)

θ	$E_{\theta t}1$	$E_{\theta t}2$	$E_{\theta t}3$
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0129	0.0719	0.0066	0.0565
0.0259	0.1391	0.1280	0.1101
0.0388	0.2008	0.1854	0.1602
0.0518	0.2583	0.2392	0.2077
0.0647	0.3111	0.2889	0.2520
0.0777	0.3600	0.3354	0.2940
0.0906	0.4048	0.3782	0.3331
0.1036	0.4463	0.4181	0.3700
0.1165	0.4841	0.4548	0.4042
0.1295	0.5189	0.4889	0.4365
0.1424	0.5506	0.5200	0.4664
0.1554	0.5796	0.5489	0.4944
0.1683	0.6058	0.5752	0.5204
0.1813	0.6297	0.5995	0.5446
0.2071	0.6705	0.6414	0.5875
0.2330	0.7033	0.6760	0.6242
0.2589	0.7290	0.7039	0.6551
0.2848	0.7485	0.7259	0.6807
0.3107	0.7626	0.7427	0.7016
0.3366	0.7719	0.7553	0.7181
0.3625	0.7772	0.7630	0.7308
0.3884	0.7790	0.7675	0.7400
0.4402	0.7738	0.7676	0.7493
0.4920	0.7595	0.7582	0.7487
0.5438	0.7388	0.7416	0.7401
0.5955	0.7136	0.7198	0.7253
0.6473	0.6853	0.6943	0.7058

CONTINUACION.

θ	$E_{\theta t^1}$	$E_{\theta t^2}$	$E_{\theta t^3}$
0.6991	0.6552	0.6663	0.6828
0.7509	0.6241	0.6367	0.6572
0.8027	0.5927	0.6064	0.6298
0.8545	0.5614	0.5758	0.6014
0.9063	0.5308	0.5454	0.5724
0.9581	0.5010	0.5155	0.5432
1.0098	0.4722	0.4864	0.5144
1.0616	0.4445	0.4582	0.4859
1.1911	0.3807	0.3927	0.4182
1.3206	0.3248	0.3346	0.3566
1.4500	0.2763	0.2840	0.3020
1.5795	0.2438	0.2404	0.2543
1.7090	0.1992	0.2031	0.2132
1.8384	0.1698	0.1714	0.1782
1.9697	0.1431	0.1444	0.1482
2.0974	0.1212	0.1216	0.1235
2.2268	0.1027	0.1024	0.1025
2.3563	0.0870	0.0862	0.0850
2.4858	0.0736	0.0725	0.0703
2.6152	0.0624	0.0610	0.0582
2.7447	0.0528	0.0513	0.0481
3.0036	0.0379	0.0363	0.0328
3.2626	0.0271	0.0257	0.0223
3.5215	0.0195	0.0182	0.0152
3.7804	0.0139	0.0128	0.0103
4.0394	0.0100	0.0091	0.0070
4.2983	0.0072	0.0064	0.0048
4.5572	0.0051	0.0045	0.0032
4.8162	0.0037	0.0032	0.0022
5.0751	0.0026	0.0023	0.0015

" VALORES DE E_0 TEORICOS "

(MODELO DE TANQUES EN SERIE)

θ	E_0
0.0000	0.0000
0.0129	0.0503
0.0259	0.0984
0.0388	0.1436
0.0518	0.1868
0.0647	0.2274
0.0777	0.2661
0.0906	0.3023
0.1036	0.3368
0.1165	0.3691
0.1295	0.3998
0.1424	0.4284
0.1554	0.4555
0.1683	0.4808
0.1813	0.5046
0.2071	0.5475
0.2330	0.5848
0.2589	0.6170
0.2848	0.6445
0.3107	0.6676
0.3366	0.6868
0.3625	0.7023
0.3884	0.7145
0.4402	0.7301
0.4920	0.7357
0.5438	0.7331
0.5955	0.7239
0.6473	0.7095

CONTINUACION

θ	E_{θ}
0.6991	0.6908
0.7509	0.6690
0.8027	0.6448
0.8545	0.6188
0.9063	0.5917
0.9581	0.5640
1.0098	0.5360
1.0616	0.5081
1.1131	0.4400
1.3206	0.3765
1.4500	0.3191
1.5795	0.2683
1.7090	0.2241
1.8384	0.1861
1.9679	0.1537
2.0974	0.1265
2.2268	0.1036
2.3563	0.0847
2.4858	0.0689
2.6152	0.0560
2.7447	0.0453
3.0036	0.0296
3.2626	0.0191
3.5215	0.0123
3.7804	0.0079
4.0394	0.0050
4.2983	0.0032
4.5572	0.0020
4.8162	0.0013
5.0751	0.0008

APENDICE *D*
 TABLAS DE RESULTADOS
 PRUEBA No. 2

$$Q' = 0.2999$$

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	\bar{E}_{θ}
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0129	0.0044	0.0066	0.0147	0.0220	0.0184
0.0259	0.0177	0.0246	0.0590	0.0820	0.0705
0.0388	0.0339	0.0339	0.1130	0.1130	0.1130
0.0518	0.0458	0.0506	0.1527	0.1687	0.1607
0.0647	0.0655	0.6505	0.2184	0.2017	0.2101
0.0777	0.0757	0.0706	0.2524	0.2354	0.2439
0.0906	0.0862	0.0915	0.2874	0.3051	0.2963
0.1036	0.0996	0.0996	0.3321	0.3321	0.3321
0.1165	0.1079	0.1107	0.3598	0.3591	0.3645
0.1295	0.1163	0.1278	0.3878	0.4261	0.4070
0.1424	0.1249	0.1367	0.4165	0.4558	0.4362
0.1554	0.1427	0.1397	0.4758	0.4658	0.4708
0.1683	0.1487	0.1457	0.4958	0.4858	0.4908
0.1813	0.1612	0.1549	0.5375	0.5165	0.5270
0.2071	0.1675	0.1707	0.5585	0.5692	0.5639
0.2330	0.1838	0.1791	0.6129	0.5972	0.6051
0.2589	0.1904	0.1871	0.6349	0.6239	0.6294
0.2848	0.1938	0.1884	0.6462	0.6282	0.6372
0.3107	0.2007	0.2076	0.6692	0.6922	0.6807
0.3366	0.2111	0.2111	0.7039	0.7039	0.7039
0.3625	0.2132	0.2182	0.7109	0.7276	0.7193
0.3884	0.2218	0.2204	0.7396	0.7394	0.7373
0.4402	0.2182	0.2018	0.7276	0.7396	0.7336
0.4920	0.2147	0.2255	0.7159	0.7519	0.7339
0.5438	0.2147	0.2328	0.7159	0.7763	0.7461
0.5955	0.2147	0.2291	0.7159	0.7639	0.7399

CONTINUACION

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	\bar{E}_{θ}
0.6473	0.2111	0.2218	0.7039	0.7396	0.7218
0.6991	0.2007	0.2076	0.6692	0.6922	0.6807
0.7509	0.1972	0.2076	0.6576	0.6922	0.6749
0.8027	0.1972	0.1938	0.6576	0.6462	0.6519
0.8545	0.1838	0.2076	0.6129	0.6922	0.6526
0.9063	0.1675	0.1871	0.5585	0.6239	0.5911
0.9581	0.1675	0.1772	0.5585	0.5909	0.5747
1.0098	0.1580	0.1675	0.5268	0.5585	0.5427
1.0616	0.1397	0.1612	0.4658	0.3375	0.5017
1.1911	0.1249	0.1367	0.4165	0.4558	0.4362
1.3206	0.1024	0.1192	0.3414	0.3975	0.3695
1.4500	0.0996	0.1107	0.3321	0.3691	0.3506
1.5795	0.0809	0.0942	0.2698	0.3141	0.2920
1.7090	0.0706	0.0820	0.2354	0.2734	0.2544
1.8384	0.0555	0.0696	0.1851	0.2321	0.2086
1.9679	0.0655	0.0177	0.2184	0.0590	0.1387
2.0974	0.0158	0.0155	0.1527	0.0517	0.1022
2.2268	0.0462	0.0132	0.1541	0.0440	0.0991
2.3563	0.0158	0.0123	0.1527	0.0410	0.0969
2.4858	0.0315	0.0088	0.1050	0.0293	0.0672
2.6152	0.0223	0.0079	0.0744	0.0263	0.0504
2.7447	0.0155	0.0066	0.0517	0.0220	0.0369
3.0036	0.0110	0.0066	0.0367	0.0220	0.0294
3.2626	0.0088	0.0044	0.0934	0.0147	0.0541
3.5215	0.0066	0.0066	0.0220	0.0734	0.0477
3.7804	0.0066	0.0044	0.0220	0.0147	0.0184
4.0394	0.0066	0.0000	0.0220	0.0000	0.0110
4.2983	0.0052	0.0000	0.0173	0.0000	0.0087
4.5572	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.8162	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5.0751	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

TABLAS DE RESULTADOS

PRUEBA No. 3

 $Q' = 0.2943$

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	\bar{E}_{θ}
0	0	0.0044	0.0000	0.0150	0.0075
0.0129	0.0022	0.0088	0.0075	0.0299	0.0187
0.0259	0.0123	0.0200	0.0418	0.0680	0.0549
0.0388	0.0246	0.0315	0.0836	0.1070	0.0953
0.0518	0.0362	0.0410	0.1230	0.1393	0.1312
0.0647	0.0459	0.0531	0.1556	0.1804	0.1080
0.0777	0.0605	0.0630	0.2056	0.2141	0.2099
0.0906	0.0660	0.0747	0.2243	0.2538	0.2391
0.1036	0.0809	0.0851	0.2749	0.2892	0.2821
0.1165	0.0862	0.0916	0.2929	0.3146	0.3195
0.1295	0.0969	0.0969	0.3293	0.3293	0.3293
0.1424	0.1079	0.1079	0.3666	0.3666	0.3666
0.1554	0.1192	0.1221	0.4050	0.4149	0.4100
0.1683	0.1255	0.1278	0.4264	0.4343	0.4304
0.1813	0.1367	0.1355	0.4645	0.4604	0.4625
0.2071	0.1457	0.1457	0.4951	0.4951	0.4951
0.2330	0.1547	0.1555	0.5257	0.5281	0.5271
0.2589	0.1707	0.1707	0.5800	0.5800	0.5800
0.2848	0.1772	0.1805	0.6021	0.6133	0.6077
0.3107	0.1871	0.1838	0.6357	0.6245	0.6301
0.3366	0.1871	0.1904	0.6357	0.6470	0.6414
0.3625	0.1904	0.1938	0.6470	0.6585	0.6528
0.3884	0.1972	0.1972	0.6701	0.6701	0.6701
0.4402	0.2013	0.2007	0.6840	0.6820	0.6830
0.4920	0.2076	0.2076	0.7054	0.7054	0.7054
0.5438	0.2076	0.2041	0.7054	0.6935	0.6990
0.5955	0.2076	0.2041	0.7054	0.6935	0.6995

CONTINUACION

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	E_{θ}
0.6473	0.2041	0.2076	0.6935	0.7054	0.6995
0.6991	0.1972	0.2007	0.6701	0.6820	0.6761
0.7509	0.1938	0.1938	0.6595	0.6585	0.6585
0.8027	0.1858	0.2007	0.6313	0.6820	0.6567
0.8545	0.1811	0.1871	0.6154	0.6357	0.6256
0.9063	0.1805	0.1688	0.6133	0.5736	0.5935
0.9581	0.1675	0.1675	0.5691	0.5691	0.5691
1.0098	0.1643	0.1643	0.5583	0.5583	0.5583
1.0616	0.1580	0.1549	0.5369	0.5263	0.5316
1.1134	0.1337	0.1337	0.4543	0.4543	0.4543
1.1652	0.1192	0.1135	0.4050	0.3857	0.3954
1.2170	0.0969	0.0975	0.3293	0.3313	0.3303
1.2688	0.0862	0.0809	0.2929	0.2749	0.2839
1.3206	0.0757	0.0655	0.2572	0.2226	0.2399
1.3724	0.0605	0.0531	0.1056	0.1804	0.1930
1.4242	0.0531	0.0531	0.1804	0.1804	0.1804
1.4760	0.0458	0.0410	0.1556	0.1393	0.1475
1.5278	0.0362	0.0386	0.1230	0.1312	0.1271
1.5796	0.0339	0.0315	0.1152	0.1070	0.1111
1.6314	0.0246	0.0259	0.0836	0.0880	0.0858
1.6832	0.0200	0.0200	0.0680	0.0680	0.0680
1.7350	0.0206	0.0177	0.0700	0.0601	0.0651
1.7868	0.0132	0.0088	0.0449	0.0299	0.0374
1.8386	0.0088	0.0088	0.0299	0.0299	0.0299
1.8904	0.0088	0.0066	0.0299	0.0224	0.0262
1.9422	0.0088	0.0066	0.0299	0.0224	0.0262
1.9940	0.0044	0.0044	0.0150	0.0150	0.0150
2.0458	0.0044	0.0044	0.0150	0.0150	0.0150
2.0976	0.0022	0.0022	0.0075	0.0075	0.0075
2.1494	0.0066	0.0022	0.0224	0.0075	0.0187
2.2012	0.0022	0.0022	0.0075	0.0075	0.0075

TABLAS DE RESULTADOS

PRUEBA No. 4

 $Q' = 0.2427$

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	\bar{E}_{θ}
0	0.0044	0.0066	0.0181	0.0272	0.0227
0.0129	0.0123	0.0079	0.0507	0.0326	0.0417
0.0259	0.0200	0.0177	0.0824	0.0729	0.0777
0.0388	0.0386	0.0339	0.1590	0.1397	0.1494
0.0518	0.0414	0.0458	0.1706	0.1887	0.1797
0.0647	0.0506	0.0555	0.2085	0.2287	0.2186
0.0777	0.0655	0.0640	0.2699	0.2637	0.2668
0.0906	0.0757	0.0747	0.3119	0.3078	0.3099
0.1036	0.0809	0.0835	0.3333	0.3440	0.3387
0.1165	0.0904	0.0958	0.3725	0.3947	0.3836
0.1295	0.0974	0.0996	0.4013	0.4104	0.4059
0.1424	0.1018	0.1129	0.4194	0.4652	0.4423
0.1554	0.1249	0.1249	0.5146	0.5146	0.5146
0.1683	0.1295	0.1427	0.5336	0.5171	0.5254
0.1813	0.1192	0.1427	0.4911	0.5880	0.5396
0.2071	0.1427	0.1518	0.5880	0.6255	0.6068
0.2330	0.1457	0.1518	0.6003	0.6255	0.6129
0.2589	0.1518	0.1739	0.6255	0.7165	0.6710
0.2848	0.1662	0.1739	0.6848	0.7165	0.7007
0.3107	0.1643	0.1739	0.6770	0.7165	0.6968
0.3366	0.1688	0.1791	0.6955	0.7379	0.7167
0.3625	0.1612	0.1838	0.6642	0.7573	0.7108
0.3884	0.1618	0.1805	0.6667	0.7437	0.7052
0.4402	0.1675	0.1838	0.6902	0.7573	0.7238
0.4920	0.1739	0.1805	0.7165	0.7437	0.7301
0.5438	0.1612	0.1739	0.6642	0.7165	0.6904
0.5955	0.1675	0.1726	0.6902	0.7112	0.7007

CONTINUACION

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	\bar{E}_{θ}
0.6473	0.1599	0.1643	0.6388	0.6770	0.6579
0.6991	0.1555	0.1580	0.6407	0.6510	0.6459
0.7509	0.1475	0.1518	0.6077	0.6255	0.6166
0.8027	0.1427	0.1475	0.5880	0.6077	0.5979
0.8545	0.1367	0.1367	0.5632	0.5632	0.5632
0.9063	0.1249	0.1337	0.5146	0.5509	0.5328
0.9581	0.1238	0.1308	0.5101	0.5389	0.5245
1.0098	0.1135	0.1249	0.4677	0.5146	0.4912
1.0616	0.1135	0.1135	0.4677	0.4677	0.4677
1.1911	0.0915	0.0969	0.3770	0.3993	0.3882
1.3206	0.0783	0.0862	0.3226	0.3552	0.3389
1.4500	0.0655	0.0752	0.2699	0.3098	0.2899
1.5795	0.0580	0.0630	0.2390	0.2596	0.2493
1.7090	0.0158	0.0580	0.1887	0.2390	0.2139
1.8384	0.0453	0.0462	0.1867	0.1904	0.1886
1.9679	0.362	0.0410	0.1492	0.1689	0.1591
2.0974	0.0316	0.0357	0.1302	0.1471	0.1387
2.2268	0.0269	0.0315	0.1108	0.1298	0.1203
2.3563	0.0246	0.0259	0.1014	0.1067	0.1041
2.4858	0.0214	0.0246	0.0882	0.0989	0.0936
2.6152	0.0200	0.0209	0.0824	0.0861	0.0843
2.7447	0.0168	0.0186	0.0692	0.0766	0.0729
3.0036	0.0088	0.0177	0.0363	0.0729	0.0546
3.2626	0.0137	0.0132	0.0564	0.0544	0.0554
3.5215	0.0110	0.0088	0.0453	0.0363	0.0408
3.7804	0.0110	0.0092	0.0453	0.0379	0.0416
4.0394	0.0092	0.0044	0.0379	0.0181	0.0280
4.2983	0.0079	0.0044	0.0326	0.0181	0.0254
4.5572	2.0079	0.0066	0.0326	0.0272	0.0299
4.8162	0.0066	0.0066	0.0272	0.0272	0.0275,
5.0751	0.0044	0.0044	0.0181	0.0181	0.0362

TABLAS DE RESULTADOS

PRUEBA No. 5

 $Q' = 0.2321$

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	\bar{E}_{θ}
0	0.0000	0.0044	0.0000	0.0190	0.0095
0.0129	0.0044	0.0088	0.0190	0.0379	0.0285
0.0259	0.0177	0.0200	0.0763	0.0862	0.0813
0.0388	0.0292	0.0215	0.1258	0.0926	0.1092
0.0518	0.0410	0.0386	0.1766	0.1663	0.1715
0.0647	0.0496	0.0482	0.2137	0.2077	0.2107
0.0777	0.0605	0.0605	0.2607	0.2607	0.2607
0.0906	0.0706	0.0665	0.3042	0.2865	0.2954
0.1036	0.0757	0.0747	0.3262	0.3218	0.3240
0.1165	0.0862	0.0768	0.3714	0.3309	0.3512
0.1295	0.0915	0.0809	0.3942	0.3486	0.3714
0.1424	0.0969	0.0888	0.4175	0.3826	0.4001
0.1554	0.1141	0.1029	0.4916	0.4433	0.4675
0.1683	0.1135	0.1079	0.4890	0.4649	0.4770
0.1813	0.1180	0.1146	0.5084	0.4938	0.5011
0.2071	0.1337	0.1255	0.5760	0.5407	0.5584
0.2330	0.1367	0.1355	0.5890	0.5838	0.5864
0.2589	0.1475	0.1427	0.6355	0.6148	0.6252
0.2848	0.1561	0.1457	0.6726	0.6277	0.6502
0.3107	0.1549	0.1580	0.6674	0.6807	0.6741
0.3366	0.1580	0.1612	0.6807	0.0945	0.6876
0.3625	0.1643	0.1643	0.7079	0.7079	0.7079
0.3884	0.1643	0.1625	0.7079	0.7217	0.7148
0.4402	0.1707	0.1688	0.7355	0.7273	0.7314
0.4920	0.1643	0.1643	0.7079	0.7079	0.7079
0.5438	0.1599	0.1612	0.6889	0.6945	0.6917
0.5955	0.1612	0.1605	0.6945	0.6915	0.6930

CONTINUACION

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	E_{θ}
0.6473	0.1580	0.1662	0.6807	0.7161	0.6984
0.6991	0.1500	0.1494	0.6463	0.6437	0.6450
0.7509	0.1397	0.1487	0.6019	0.6407	0.6213
0.8027	0.1397	0.1397	0.6019	0.6019	0.6019
0.8545	0.1308	0.1319	0.5636	0.5683	0.5660
0.9063	0.1221	0.1244	0.5261	0.5360	0.5311
0.9581	0.1163	0.1221	0.5011	0.5261	0.5136
1.0098	0.1079	0.1135	0.4649	0.4890	0.4770
1.0616	0.0969	0.1051	0.4175	0.4528	0.4352
1.1134	0.0915	0.0888	0.3942	0.3926	0.3884
1.1652	0.0752	0.0731	0.3262	0.3150	0.3206
1.2170	0.0655	0.0610	0.2822	0.2628	0.2725
1.2688	0.0555	0.0511	0.2391	0.2202	0.2297
1.3206	0.0506	0.0410	0.2180	0.1766	0.1973
1.3724	0.0362	0.0315	0.1560	0.1357	0.1459
1.4242	0.0269	0.0232	0.1159	0.1000	0.1080
1.4760	0.0223	0.0200	0.0901	0.0862	0.0882
1.5278	0.0177	0.0164	0.0763	0.0707	0.0735
1.5796	0.0155	0.0132	0.0668	0.0569	0.0619
1.6314	0.0110	0.0097	0.0474	0.0418	0.0446
1.6832	0.0088	0.0088	0.0379	0.0379	0.0379
1.7350	0.0066	0.0088	0.0284	0.0379	0.0332
1.7868	0.0052	0.0066	0.0224	0.0284	0.0254
1.8386	0.0044	0.0049	0.0190	0.0211	0.0201
1.8904	0.0000	0.0044	0.0000	0.0190	0.0096
1.9422	0.0000	0.0035	0.0000	0.0151	0.0076
1.9940	0.0000	0.0031	0.0000	0.0134	0.0067
2.0458	0.0000	0.0004	0.0000	0.0017	0.0009
2.0976	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.1494	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.2012	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.2530	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.3048	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.3566	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.4084	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.4602	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.5120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.5638	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.6156	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.6674	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.7192	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.7710	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.8228	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.8746	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.9264	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.9782	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.0300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.0818	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.1336	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.1854	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.2372	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.2890	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.3408	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.3926	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.4444	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.4962	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.5480	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.5998	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.6516	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.7034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.7552	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.8070	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.8588	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.9106	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.9624	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.0142	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.0660	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.1178	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.1696	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.2214	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.2732	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.3250	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.3768	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.4286	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.4804	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.5322	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.5840	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.6358	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.6876	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.7394	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.7912	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.8430	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.8948	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.9466	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

TABLAS DE RESULTADOS

PRUEBA No. 6

 $Q' = 0.2373$

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	\bar{E}_{θ}
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0129	0.0004	0.0022	0.0017	0.0093	0.0055
0.0259	0.0066	0.0110	0.0278	0.0464	0.0371
0.0388	0.0177	0.0200	0.0746	0.0843	0.0794
0.0518	0.0246	0.0269	0.1037	0.1134	0.1085
0.0647	0.0362	0.0357	0.1525	0.1504	0.1515
0.0777	0.0410	0.0506	0.1728	0.2132	0.1930
0.0906	0.0555	0.0580	0.2339	0.2444	0.2392
0.1036	0.0555	0.0630	0.2339	0.2655	0.2497
0.1165	0.0660	0.0757	0.2781	0.3190	0.2986
0.1295	0.0706	0.0757	0.2975	0.3190	0.3083
0.1424	0.0783	0.0814	0.3300	0.3430	0.3365
0.1554	0.0904	0.0969	0.3810	0.4062	0.3936
0.1683	0.0921	0.0996	0.3881	0.4197	0.4039
0.1813	0.0996	0.1062	0.4197	0.4475	0.4336
0.2071	0.1124	0.1198	0.4737	0.5048	0.4893
0.2330	0.1135	0.1249	0.4783	0.5263	0.5023
0.2589	0.1308	0.1337	0.5512	0.5634	0.5573
0.2848	0.1308	0.1427	0.5512	0.6013	0.5763
0.3107	0.1427	0.1457	0.6013	0.6140	0.6076
0.3366	0.1487	0.1580	0.6266	0.6658	0.6462
0.3625	0.1518	0.1675	0.6397	0.7059	0.6728
0.3884	0.1518	0.1675	0.6397	0.7059	0.6728
0.4402	0.1612	0.1752	0.6793	0.7383	0.7088
0.4920	0.1549	0.1549	0.6528	0.6528	0.6528
0.5438	0.1605	0.1518	0.6764	0.6397	0.6580
0.5955	0.1549	0.1555	0.6528	0.6553	0.6540

CONTINUACION

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	\bar{E}_{θ}
0.6473	0.1537	0.1643	0.6477	0.6924	0.6700
0.6991	0.1518	0.1427	0.6397	0.6013	0.6205
0.7509	0.1487	0.1433	0.6206	0.0039	0.6152
0.8027	0.1433	0.1537	0.6039	0.6477	0.6258
0.8545	0.1397	0.1302	0.5857	0.5487	0.5687
0.9063	0.1367	0.1300	0.5761	0.5512	0.5637
0.9581	0.1337	0.1255	0.5634	0.5289	0.5461
1.0098	0.1192	0.1192	0.5023	0.5023	0.5023
1.0616	0.1163	0.1097	0.4901	0.4623	0.4762
1.1911	0.1051	0.0921	0.4429	0.3881	0.4155
1.3206	0.0814	0.0804	0.3430	0.3388	0.3409
1.4500	0.0783	0.0655	0.3300	0.2760	0.3030
1.5795	0.0650	0.0555	0.2739	0.2339	0.2539
1.7090	0.0516	0.0434	0.2174	0.1829	0.2001
1.8384	0.0438	0.0362	0.1930	0.1525	0.1728
1.9679	0.0362	0.0315	0.1525	0.1327	0.1426
2.0974	0.0301	0.0223	0.1268	0.0940	0.1104
2.2268	0.0269	0.0177	0.1134	0.0746	0.0940
2.3563	0.0223	0.0155	0.0940	0.0653	0.0797
2.4858	0.0168	0.0164	0.0708	0.0691	0.0700
2.6152	0.0177	0.0088	0.0746	0.0371	0.0558
2.7447	0.0227	0.0044	0.0957	0.0185	0.0571
3.0036	0.0339	0.0022	0.1429	0.0927	0.1178
3.2626	0.0066	0.0000	0.0278	0.0000	0.0139
3.5215	0.0044	0.0000	0.0185	0.0000	0.0093
3.7804	0.0022	0.0000	0.0093	0.0000	0.0047
4.0394	0.0004	0.0000	0.0017	0.0000	0.0009
4.2983	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.5572	0.0022	0.0000	0.0093	0.0000	0.0047
4.8162	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5.0751	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

TABLAS DE RESULTADOS

PRUEBA No. 7

 $Q' = 0.1900$

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	E_{θ}
0	0.0000	0.0044	0.0000	0.0232	0.0116
0.0129	0.0123	0.0066	0.0647	0.0347	0.0497
0.0259	0.0177	0.0177	0.0932	0.0932	0.0932
0.0388	0.0269	0.0269	0.1416	0.1416	0.1416
0.0518	0.0372	0.0400	0.1958	0.2105	0.2032
0.0647	0.0410	0.0496	0.2158	0.2611	0.2385
0.0777	0.0555	0.0595	0.2921	0.3132	0.3027
0.0906	0.0605	0.0660	0.3184	0.3474	0.3329
0.1036	0.0706	0.0706	0.3716	0.3716	0.3716
0.1165	0.0757	0.0835	0.3984	0.4395	0.4190
0.1295	0.0696	0.0862	0.3663	0.4537	0.5932
0.1424	0.0835	0.0942	0.4395	0.4958	0.4677
0.1554	0.0872	0.1013	0.4589	0.5332	0.4961
0.1683	0.0888	0.1068	0.4674	0.5621	0.5146
0.1813	0.0969	0.1107	0.5100	0.5826	0.5403
0.2071	0.1024	0.1279	0.5389	0.6732	0.6061
0.2330	0.1029	0.1249	0.5416	0.6574	0.5995
0.2589	0.1107	0.1355	0.5826	0.7132	0.6479
0.2848	0.1192	0.1427	0.6274	0.7511	0.6893
0.3107	0.1203	0.1439	0.6332	0.7574	0.6953
0.3366	0.1139	0.1439	0.5995	0.7574	0.6785
0.3625	0.1308	0.1518	0.6884	0.7989	0.7437
0.3884	0.1296	0.1487	0.6821	0.7826	0.7324
0.4402	0.1367	0.1518	0.7192	0.7989	0.7592
0.4920	0.1319	0.1457	0.6942	0.7668	0.7305
0.5438	0.1249	0.1457	0.6574	0.7668	0.7121
0.5955	0.1296	0.1439	0.6821	0.7574	0.7198

CONTINUACION

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	\bar{E}_{θ}
0.6473	0.1146	0.1415	0.6032	0.7447	0.6740
0.6991	0.1180	0.1308	0.6211	0.6884	0.6548
0.7509	0.1146	0.1308	0.6032	0.6884	0.6458
0.8027	0.1107	0.1221	0.5826	0.6426	0.6126
0.8545	0.0975	0.1124	0.5132	0.5916	0.5524
0.9063	0.0862	0.1029	0.4537	0.5416	0.4977
0.9581	0.0814	0.0996	0.4284	0.5242	0.4763
1.0098	0.0757	0.0915	0.3984	0.4816	0.4400
1.0616	0.0783	0.0915	0.4121	0.4816	0.4469
1.1911	0.0680	0.0783	0.3579	0.4121	0.3850
1.3206	0.0580	0.0680	0.3053	0.3579	0.3316
1.4500	0.0458	0.0580	0.2411	0.3053	0.2732
1.5795	0.0458	0.0531	0.2411	0.2795	0.2603
1.7090	0.0315	0.0488	0.1658	0.2568	0.2113
1.8384	0.0269	0.0362	0.1416	0.1905	0.1661
1.9679	0.0259	0.0362	0.1363	0.1905	0.1634
2.0974	0.0200	0.0339	0.1053	0.1784	0.1419
2.2268	0.0155	0.0269	0.0816	0.1416	0.1116
2.3563	0.0132	0.0223	0.0695	0.1174	0.0935
2.4858	0.0132	0.0200	0.0695	0.1053	0.0974
2.6152	0.0110	0.0155	0.0579	0.0816	0.0698
2.7447	0.0088	0.0132	0.0463	0.0695	0.0579
3.0036	0.0066	0.0110	0.0347	0.0579	0.0463
3.2626	0.0066	0.0088	0.0347	0.0463	0.0405
3.5215	0.0039	0.0044	0.0205	0.0232	0.0219
3.7804	0.0052	0.0022	0.0274	0.0116	0.0195
4.0394	0.0022	0.0022	0.0116	0.0116	0.0116
4.2983	0.0035	0.0035	0.0184	0.0184	0.0184
4.5572	0.0066	0.0044	0.0347	0.0232	0.0290
4.8162	0.0044	0.0022	0.0232	0.0116	0.0174
5.0751	0.0044	0.0022	0.0232	0.0116	0.0174

TABLAS DE RESULTADOS

PRUEBA No. 8

 $Q' = 0.1704$

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	\bar{E}_{θ}
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0129	0.0009	0.0123	0.0053	0.0722	0.0388
0.0259	0.0092	0.0088	0.0540	0.0516	0.0528
0.0388	0.0155	0.0155	0.0910	0.0910	0.0910
0.0518	0.0155	0.0232	0.0910	0.1362	0.1136
0.0647	0.0292	0.0315	0.1714	0.1849	0.1782
0.0777	0.0339	0.0386	0.1989	0.2265	0.2127
0.0906	0.0386	0.0362	0.2265	0.2124	0.2195
0.1036	0.0434	0.0555	0.2547	0.3257	0.2902
0.1165	0.0345	0.0555	0.2025	0.3257	0.2641
0.1295	0.0555	0.0605	0.3257	0.3550	0.3404
0.1424	0.0555	0.0655	0.3257	0.3844	0.3551
0.1554	0.0595	0.0783	0.3492	0.4595	0.4043
0.1683	0.0555	0.0783	0.3257	0.4595	0.3926
0.1813	0.0555	0.0731	0.3257	0.4290	0.3774
0.2071	0.0605	0.0862	0.3550	0.5059	0.4305
0.2330	0.0630	0.0958	0.3697	0.5622	0.4660
0.2589	0.0757	0.0969	0.4442	0.5687	0.5065
0.2848	0.0910	0.1068	0.5340	0.6268	0.5804
0.3107	0.0915	0.1085	0.5370	0.6367	0.5869
0.3366	0.1024	0.1135	0.6009	0.6661	0.6335
0.3625	0.1051	0.1192	0.6168	0.6995	0.6582
0.3884	0.1124	0.1198	0.6596	0.7031	0.6814
0.4402	0.1192	0.1249	0.6995	0.7330	0.7163
0.4920	0.1421	0.1135	0.8339	0.6661	0.7500
0.5438	0.1296	0.1079	0.7606	0.6332	0.6969
0.5955	0.1308	0.1024	0.7676	0.6009	0.6843

CONTINUACION

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	E_{θ}
0.6473	0.1361	0.1079	0.7987	0.6332	0.7160
0.6991	0.1302	0.0921	0.7641	0.5405	0.6523
0.7509	0.1192	0.0862	0.6995	0.5059	0.6027
0.8027	0.1135	0.0921	0.6661	0.5399	0.6030
0.8545	0.0996	0.0862	0.5845	0.5059	0.5452
0.9063	0.0996	0.0809	0.5845	0.4748	0.5297
0.9581	0.0969	0.0757	0.5687	0.4442	0.5065
1.0098	0.0835	0.0660	0.4900	0.3873	0.4387
1.0616	0.0793	0.0605	0.4595	0.3550	0.4073
1.1911	0.0655	0.0506	0.3844	0.2969	0.3407
1.3206	0.0555	0.0386	0.3257	0.2265	0.2761
1.4500	0.0482	0.0348	0.2829	0.2042	0.2436
1.5795	0.0357	0.292	0.2095	0.1714	0.1905
1.7090	0.0273	0.0227	0.1602	0.1332	0.1465
1.8384	0.0182	0.0200	0.1068	0.1174	0.1121
1.9679	0.0177	0.0132	0.1039	0.0775	0.0907
2.0974	0.0128	0.0088	0.0751	0.0516	0.0634
2.2268	0.0088	0.0088	0.0516	0.0516	0.0516
2.3563	0.0066	0.0088	0.0387	0.0516	0.0452
2.4858	0.0079	0.0066	0.0464	0.0387	0.0426
2.6152	0.0035	0.0048	0.0205	0.0282	0.0244
2.7447	0.0022	0.0044	0.0129	0.0258	0.0194
3.0036	0.0004	0.0009	0.0023	0.0053	0.0038
3.2626	0.0000	0.0023	0.0000	0.0135	0.0068
3.5215	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.7804	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.0394	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.2983	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.5572	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.8162	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5.0751	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

TABLAS DE RESULTADOS

PRUEBA No. 9

Q' = 0.1719

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	E_{θ}
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0129	0.0041	0.0035	0.0239	0.0204	0.0227
0.0259	0.0170	0.0141	0.0989	0.0820	0.0905
0.0388	0.0220	0.0214	0.1291	0.1245	0.1268
0.0518	0.0310	0.0132	0.1803	0.0768	0.1286
0.0647	0.0290	0.0088	0.1687	0.0512	0.1100
0.0777	0.0300	0.0132	0.1745	0.0768	0.1257
0.0906	0.0315	0.0269	0.1832	0.1565	0.1699
0.1036	0.370	0.0315	0.2152	0.1832	0.1992
0.1165	0.0470	0.0362	0.2734	0.2106	0.2420
0.1295	0.500	0.0362	0.2909	0.2106	0.2508
0.1424	0.0575	0.0458	0.3345	0.2664	0.3005
0.1554	0.0676	0.0655	0.3933	0.3810	0.3872
0.1683	0.0715	0.0655	0.4159	0.3810	0.3985
0.1813	0.0810	0.0706	0.4712	0.4107	0.4410
0.2071	0.0906	0.0835	0.5271	0.4857	0.5064
0.2330	0.0999	0.0806	0.5812	0.4689	0.5251
0.2589	0.1124	0.0883	0.6539	0.5137	0.5838
0.2848	0.1074	0.0967	0.6248	0.5625	0.5922
0.3107	0.0915	0.0962	0.5323	0.5596	0.5460
0.3366	0.1070	0.1026	0.6225	0.5969	0.6097
0.3625	0.1170	0.1069	0.6806	0.6219	0.6513
0.3884	0.1070	0.1069	0.7388	0.6219	0.6804
0.4402	0.1300	0.1124	0.7563	0.6539	0.7051
0.4920	0.1174	0.1069	0.6830	0.6219	0.6525
0.5438	0.1059	0.0921	0.6161	0.5358	0.5760
0.5955	0.1100	0.0926	0.6975	0.5387	0.6181

CONTINUACION

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	E_{θ}
0.6473	0.1000	0.0179	0.5817	0.6277	0.6047
0.6991	0.0969	0.0969	0.5637	0.5637	0.5637
0.7509	0.0901	0.0862	0.5241	0.5015	0.5128
0.8027	0.0871	0.0757	0.5067	0.4404	0.4736
0.8545	0.0876	0.0809	0.5096	0.4706	0.4901
0.9063	0.0971	0.0757	0.5649	0.4404	0.5027
0.9581	0.0851	0.0731	0.4951	0.4252	0.4602
1.0098	0.0701	0.0680	0.4078	0.3956	0.4017
1.0616	0.0712	0.0655	0.4142	0.3810	0.3976
1.1134	0.0675	0.0595	0.3927	0.3461	0.3694
1.1652	0.0600	0.0482	0.3490	0.2804	0.3147
1.2170	0.0576	0.0434	0.3351	0.2525	0.2938
1.2688	0.0415	0.0314	0.2414	0.1827	0.2121
1.3206	0.0387	0.0246	0.2251	0.1431	0.1841
1.3724	0.0220	0.0218	0.1280	0.1268	0.1274
1.4242	0.0250	0.0246	0.1454	0.1431	0.1443
1.4760	0.0238	0.0123	0.1385	0.0716	0.1051
1.5278	0.0105	0.0088	0.0611	0.0512	0.0562
1.5796	0.0095	0.0088	0.0553	0.0512	0.0533
1.6314	0.0088	0.0079	0.0512	0.0460	0.0486
1.6832	0.0066	0.0044	0.0384	0.0256	0.0320
1.7350	0.0044	0.0044	0.0256	0.0256	0.0256
1.7868	0.0022	0.0022	0.0128	0.0128	0.0128
1.8386	0.0022	0.0004	0.0128	0.0023	0.0076
1.8904	0.0004	0.0000	0.0023	0.0000	0.0012
1.9422	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1.9940	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.0458	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.0976	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.1494	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.2012	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.2530	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.3048	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.3566	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.4084	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.4602	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.5120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.5638	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.6156	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.6674	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.7192	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.7710	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.8228	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.8746	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.9264	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.9782	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.0300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.0818	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.1336	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.1854	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.2372	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.2890	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.3408	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.3926	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.4444	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.4962	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.5480	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.5998	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.6516	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.7034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.7552	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.8070	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.8588	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.9106	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.9624	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.0142	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.0660	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.1178	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.1696	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.2214	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.2732	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.3250	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.3768	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.4286	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.4804	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.5322	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.5840	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.6358	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.6876	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.7394	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.7912	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.8430	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.8948	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.9466	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

TABLAS DE RESULTADOS

PRUEBA No. 10

 $Q' = 0.1363$

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	\bar{E}_{θ}
0	0	0.0044	0.0000	0.0323	0.0162
0.0129	0.0022	0.0079	0.0101	0.0580	0.0371
0.0259	0.0088	0.0123	0.0646	0.0902	0.0774
0.0388	0.0200	0.0177	0.1467	0.1299	0.1383
0.0518	0.0214	0.0246	0.1570	0.1805	0.1688
0.0647	0.0269	0.0269	0.1974	0.1974	0.1974
0.0777	0.0362	0.0410	0.2656	0.3008	0.2832
0.0906	0.0357	0.0488	0.2619	0.3360	0.2990
0.1036	0.0367	0.0496	0.2693	0.3639	0.3166
0.1165	0.0434	0.0555	0.3184	0.4072	0.3629
0.1295	0.0434	0.0595	0.3184	0.4365	0.3775
0.1424	0.0496	0.0630	0.3639	0.4622	0.4131
0.1554	0.0630	0.0711	0.4622	0.5216	0.4919
0.1683	0.0655	0.0716	0.4806	0.5253	0.5035
0.1813	0.0731	0.0757	0.5363	0.5554	0.5459
0.2071	0.0757	0.0835	0.5554	0.6126	0.5840
0.2330	0.0762	0.0835	0.5591	0.6126	0.5859
0.2589	0.0711	0.0888	0.5216	0.6515	0.5866
0.2848	0.0757	0.0958	0.5554	0.7029	0.6292
0.3107	0.0814	0.0969	0.5972	0.7109	0.6541
0.3366	0.0851	0.0980	0.6244	0.7790	0.6717
0.3625	0.0867	0.1051	0.6361	0.7711	0.7036
0.3884	0.0799	0.1024	0.5862	0.7513	0.6688
0.4402	0.0904	0.1029	0.6632	0.7550	0.7091
0.4920	0.0783	0.1024	0.5745	0.7513	0.6629
0.5438	0.0731	0.0996	0.5363	0.7307	0.6335
0.5955	0.0731	0.0980	0.5363	0.7190	0.6277

CONTINUACION

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	\bar{E}_{θ}
0.6473	0.0747	0.0969	0.5481	0.7109	0.0295
0.6991	0.0706	0.0862	0.5180	0.6324	0.5752
0.7509	0.0655	0.0862	0.4806	0.6324	0.5565
0.8027	0.0655	0.0835	0.4806	0.6126	0.5466
0.8545	0.0605	0.0757	0.4439	0.5554	0.4997
0.9063	0.0505	0.0757	0.3705	0.5554	0.4630
0.9581	0.0545	0.0797	0.3999	0.5847	0.4923
1.0098	0.0531	0.0665	0.3896	0.4879	0.4388
1.0616	0.0410	0.0645	0.3008	0.4732	0.3870
1.1911	0.0410	0.0531	0.3008	0.3896	0.3452
1.3206	0.0353	0.0511	0.2590	0.4189	0.3390
1.4500	0.0306	0.0448	0.2245	0.3887	0.2766
1.5795	0.0246	0.0386	0.1805	0.2832	0.2319
1.7090	0.0218	0.0362	0.1599	0.2656	0.2128
1.8384	0.0177	0.0292	0.1299	0.2142	0.1721
1.9679	0.0132	0.0259	0.0968	0.1900	0.1434
2.0974	0.0123	0.0214	0.0902	0.1570	0.1236
2.2268	0.0110	0.0200	0.0807	0.1467	0.1137
2.3563	0.0110	0.0177	0.0807	0.1299	0.1053
2.4858	0.0088	0.0132	0.0646	0.0968	0.0807
2.6152	0.0088	0.0132	0.0646	0.0968	0.0807
2.7447	0.0044	0.0123	0.0323	0.0902	0.0613
3.0036	0.0132	0.0088	0.0968	0.0646	0.0807
3.2626	0.0177	0.0088	0.1299	0.0646	0.0973
3.5215	0.0132	0.0079	0.0968	0.0588	0.0774
3.7804	0.0110	0.0088	0.0807	0.0646	0.0727
4.0394	0.0110	0.0066	0.0807	0.0484	0.0646
4.2983	0.0088	0.0044	0.0646	0.0323	0.0485
4.5572	0.0066	0.0044	0.0484	0.0323	0.0404
4.8162	0.0035	0.0052	0.0257	0.0382	0.0320
5.0751	0.0044	0.0052	0.0323	0.0382	0.0353

TABLAS DE RESULTADOS

PRUEBA No. 11

 $Q' = 0.1456$

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	\bar{E}_{θ}
0	0.0110	0.0044	0.0755	0.0302	0.0529
0.0129	0.0155	0.0083	0.1065	0.0570	0.0818
0.0259	0.0155	0.0088	0.1065	0.0604	0.0835
0.0388	0.0315	0.0141	0.2163	0.0968	0.1566
0.0518	0.0323	0.0200	0.2218	0.1374	0.1796
0.0647	0.0434	0.0300	0.2981	0.2060	0.2521
0.0777	0.0506	0.0395	0.3475	0.2713	0.3094
0.0906	0.0555	0.0402	0.3812	0.2761	0.3287
0.1036	0.0655	0.0434	0.4499	0.2981	0.3740
0.1165	0.0605	0.0480	0.4155	0.3297	0.3726
0.1295	0.0595	0.0520	0.4087	0.3571	0.3829
0.1424	0.0655	0.0555	0.4499	0.3812	0.4156
0.1554	0.0757	0.0630	0.5199	0.4327	0.4763
0.1683	0.0752	0.0615	0.5165	0.4224	0.4695
0.1813	0.0783	0.0716	0.5378	0.4918	0.5148
0.2071	0.0846	0.0783	0.5810	0.5378	0.5594
0.2330	0.0904	0.0799	0.6209	0.5488	0.5849
0.2589	0.0915	0.0815	0.6284	0.5598	0.5941
0.2848	0.0969	0.0851	0.6655	0.5845	0.6250
0.3107	0.0942	0.0872	0.6470	0.5989	0.6230
0.3366	0.1024	0.0915	0.7033	0.6284	0.6659
0.3625	0.1024	0.0914	0.7033	0.6277	0.6655
0.3884	0.1013	0.0920	0.6957	0.6319	0.6638
0.4402	0.1029	0.0978	0.7067	0.6717	0.6892
0.4920	0.1024	0.0998	0.7033	0.6854	0.6944
0.5438	0.0975	0.0872	0.6696	0.5989	0.6343
0.5955	0.0969	0.0872	0.6655	0.5989	0.6322

CONTINUACION

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	E_{θ}
0.6473	0.0969	0.0910	0.6655	0.6250	0.6453
0.6991	0.0904	0.0783	0.6209	0.5378	0.5794
0.7509	0.0809	0.0731	0.5556	0.5021	0.5289
0.8027	0.0862	0.0799	0.5920	0.5488	0.5704
0.8545	0.0857	0.0706	0.5886	0.4849	0.5368
0.9063	0.0757	0.0655	0.5199	0.4499	0.4849
0.9581	0.0757	0.0630	0.5199	0.4327	0.4763
1.0098	0.0706	0.0630	0.4849	0.4322	0.4588
1.0616	0.0655	0.0511	0.4499	0.3510	0.4005
1.1911	0.0555	0.0458	0.3812	0.3146	0.3179
1.3206	0.0496	0.0386	0.3407	0.2651	0.3029
1.4500	0.0456	0.0306	0.3132	0.2102	0.2617
1.5795	0.0386	0.0223	0.2651	0.1532	0.2092
1.7090	0.0315	0.0168	0.2163	0.1154	0.1659
1.8384	0.0219	0.0132	0.1504	0.0907	0.1206
1.9679	0.0164	0.0088	0.1126	0.0604	0.0865
2.0974	0.0200	0.0044	0.1374	0.0302	0.0838
2.2268	0.0155	0.0044	0.1065	0.0302	0.0684
2.3563	0.0155	0.0044	0.0838	0.0302	0.0570
2.4858	0.0102	0.0035	0.0701	0.0240	0.0471
2.6152	0.0108	0.0022	0.0062	0.0151	0.0107
2.7447	0.0132	0.0009	0.0687	0.0062	0.0375
3.0036	0.0105	0.0004	0.0087	0.0027	0.0357
3.2626	0.0107	0.0008	0.0735	0.0055	0.0395
3.5215	0.0092	0.0009	0.0632	0.0062	0.0347
3.7804	0.0012	0.0008	0.0082	0.0055	0.0069
4.0394	0.0006	0.0006	0.0041	0.0041	0.0041
4.2983	0.0010	0.0000	0.0069	0.0000	0.0035
4.5572	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.8162	0.0004	0.0000	0.0027	0.0000	0.0014
5.0751	0.0035	0.0000	0.0021	0.0000	0.0011

TABLAS DE RESULTADOS

PRUEBA No. 12

 $Q^1 = 0.1424$

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	\bar{E}_{θ}
0	0.0066	0.0044	0.0463	0.0309	0.0386
0.0129	0.0066	0.0088	0.0463	0.0618	0.0541
0.0259	0.0168	0.0110	0.1180	0.0772	0.0976
0.0388	0.0155	0.0132	0.1088	0.0927	0.1008
0.0518	0.0186	0.0200	0.1306	0.1404	0.1355
0.0647	0.0223	0.0223	0.1566	0.1566	0.1566
0.0777	0.0292	0.0292	0.2051	0.2051	0.2051
0.0906	0.0339	0.0315	0.2381	0.2212	0.2297
0.1036	0.0410	0.0353	0.2879	0.2479	0.2679
0.1165	0.0506	0.0362	0.3553	0.2542	0.3048
0.1295	0.0458	0.0419	0.3216	0.2942	0.3079
0.1424	0.0506	0.0462	0.3553	0.3244	0.3399
0.1554	0.0555	0.0630	0.3897	0.4424	0.4161
0.1683	0.0055	0.0645	0.3897	0.4529	0.4213
0.1813	0.0604	0.0555	0.4242	0.3897	0.4070
0.2071	0.0655	0.0655	0.4600	0.4600	0.4600
0.2330	0.0747	0.0655	0.5246	0.4600	0.4923
0.2589	0.0757	0.0706	0.5316	0.4958	0.5137
0.2848	0.0888	0.0835	0.6236	0.5864	0.6050
0.3107	0.0915	0.0809	0.6426	0.5681	0.6054
0.3366	0.0915	0.0809	0.6426	0.5681	0.6054
0.3625	0.1180	0.0809	0.8287	0.5681	0.6984
0.3884	0.0862	0.0862	0.6093	0.6053	0.6053
0.4402	0.1024	0.0915	0.7191	0.6426	0.6809
0.4920	0.0958	0.0851	0.6728	0.5976	0.6352
0.5438	0.0915	0.0861	0.6426	0.6046	0.6236
0.5955	0.0969	0.0861	0.6805	0.6046	0.6426

CONTINUACION

θ	ABS 1	ABS 2	$E_{\theta 1}$	$E_{\theta 2}$	\bar{E}_{θ}
0.6473	0.1024	0.0872	0.7191	0.6124	0.6658
0.6991	0.0915	0.0809	0.6426	0.5681	0.6054
0.7509	0.0867	0.0809	0.6088	0.5681	0.5885
0.8027	0.0975	0.0799	0.6847	0.5611	0.6229
0.8545	0.0862	0.0731	0.6053	0.5133	0.5593
0.9063	0.0867	0.0906	0.6088	0.4958	0.5523
0.9581	0.0799	0.0696	0.5611	0.4888	0.5250
1.0099	0.0706	0.0615	0.4958	0.4319	0.4639
1.0616	0.0711	0.0600	0.4993	0.4213	0.4603
1.1911	0.0706	0.0531	0.4958	0.3729	0.4344
1.3206	0.0605	0.0531	0.4249	0.3729	0.3989
1.4500	0.0458	0.0410	0.3216	0.2879	0.3048
1.5795	0.0386	0.0395	0.2711	0.2774	0.2743
1.7090	0.0269	0.0315	0.1889	0.2212	0.2051
1.8384	0.0259	0.0246	0.1819	0.1728	0.1774
1.9679	0.0200	0.0186	0.1404	0.1306	0.1355
2.0974	0.0172	0.0268	0.1243	0.1882	0.1563
2.2268	0.0155	0.0200	0.1088	0.1404	0.1246
2.3563	0.0132	0.0132	0.0927	0.0927	0.0927
2.4858	0.0088	0.0132	0.0618	0.0927	0.0773
2.6152	0.0079	0.0132	0.0555	0.0927	0.0741
2.7447	0.0088	0.0088	0.0618	0.0618	0.0618
3.0036	0.0041	0.0044	0.0288	0.0309	0.0299
3.2626	0.0044	0.0022	0.0309	0.0154	0.0232
3.5215	0.0044	0.0000	0.0309	0.0000	0.0155
3.7804	0.0022	0.0022	0.0154	0.0154	0.0154
4.0394	0.0044	0.0000	0.0309	0.0000	0.0155
4.2983	0.0048	0.0000	0.0337	0.0000	0.0169
4.5572	0.0044	0.0000	0.0309	0.0000	0.0155
4.8162	0.0022	0.0000	0.0154	0.0000	0.0077
5.0751	0.0022	0.0000	0.0154	0.0000	0.0077

APENDICE *E*

EJEMPLO DE LA PRUEBA ESTADISTICA PARA LAS REPLICAS

PRUEBA No. 1

θ	$E_{\theta 1}$	E_{θ}	$F_{\theta 1}$	F_{θ}	A_1
0.0000	0.0071	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000
0.0129	0.0142	0.0199	0.0002	0.0003	0.0000
0.0259	0.0284	0.0284	0.0005	0.0005	0.0001
0.0388	0.0794	0.0906	0.0012	0.0014	0.0002
0.0518	0.1323	0.1285	0.0025	0.0028	0.0003
0.0647	0.1714	0.1596	0.0045	0.0047	0.0002
0.0777	0.2411	0.2182	0.0072	0.0071	0.0001
0.0906	0.2695	0.2570	0.0105	0.0102	0.0003
0.1036	0.3128	0.2955	0.0143	0.0138	0.0005
0.1165	0.3502	0.3315	0.0186	0.0178	0.0008
0.1295	0.3628	0.3538	0.0232	0.0223	0.0009
0.1424	0.3848	0.3801	0.0281	0.0272	0.0011
0.1554	0.4606	0.4414	0.0336	0.0324	0.0012
0.1683	0.4800	0.4655	0.0397	0.0383	0.0014
0.1813	0.5303	0.5152	0.0463	0.0446	0.0017
0.2071	0.5720	0.5512	0.0605	0.0584	0.0021
0.2330	0.6039	0.5901	0.0757	0.0731	0.0026
0.2589	0.6478	0.6367	0.0918	0.0889	0.0029
0.2848	0.6633	0.6556	0.1087	0.1056	0.0031
0.3107	0.6498	0.6600	0.1257	0.1226	0.0031
0.3366	0.6930	0.6838	0.1430	0.1398	0.0031
0.3625	0.7043	0.7079	0.1610	0.1578	0.0031
0.3884	0.7159	0.7159	0.1793	0.1762	0.0031
0.4402	0.7395	0.7302	0.2170	0.2137	0.0033
0.4920	0.7043	0.6987	0.2514	0.2507	0.0037
0.5438	0.7043	0.6895	0.2909	0.2867	0.0042
0.5955	0.7159	0.6930	0.3277	0.3225	0.0052

CONTINUACION

θ	$E_{\theta 1}$	E_{θ}	$F_{\theta 1}$	F_{θ}	A_1
0.6473	0.6701	0.6645	0.3636	0.3576	0.0060
0.6991	0.6256	0.6345	0.3971	0.3913	0.0058
0.7509	0.6081	0.6169	0.4291	0.4237	0.0054
0.8027	0.5933	0.5986	0.4601	0.4552	0.0049
0.8545	0.5407	0.5531	0.4890	0.4850	0.0046
0.9063	0.5407	0.5501	0.5176	0.5136	0.0040
0.9581	0.5161	0.5232	0.5450	0.5414	0.0036
1.0098	0.4761	0.4861	0.5707	0.5675	0.0032
1.0616	0.4125	0.4269	0.5937	0.5912	0.0025
1.1911	0.3573	0.3711	0.6435	0.6429	0.0006
1.3206	0.3128	0.3217	0.6869	0.6877	0.0008
1.4500	0.2611	0.2653	0.7241	0.7257	0.0016
1.5795	0.2279	0.2362	0.7557	0.7582	0.0025
1.7090	0.1953	0.2034	0.7831	0.7867	0.0036
1.8384	0.1791	0.1832	0.8074	0.8117	0.0043
1.9679	0.1556	0.1658	0.8290	0.8343	0.0053
2.0974	0.1478	0.1493	0.8487	0.8547	0.0060
2.2268	0.1352	0.1377	0.8670	0.8733	0.0063
2.3563	0.1094	0.1148	0.8829	0.8896	0.0067
2.4858	0.0943	0.0980	0.8960	0.9034	0.0024
2.6152	0.0794	0.0815	0.9073	0.9150	0.0077
2.7447	0.0426	0.0463	0.9152	0.9233	0.0081
3.0036	0.0355	0.0320	0.9253	0.9335	0.0082
3.2626	0.0255	0.0262	0.9332	0.9410	0.0078
3.5215	0.0213	0.0178	0.9393	0.9467	0.0074
3.7804	0.0213	0.0163	0.9448	0.9511	0.0063
4.0394	0.0168	0.0120	0.9497	0.9548	0.0051
4.2983	0.0284	0.0157	0.9556	0.9584	0.0028
4.5572	0.0142	0.0078	0.9611	0.9614	0.0003
4.8162	0.0142	0.0071	0.9648	0.9633	0.0015
5.0751	0.0000	0.0000	0.9666	0.9642	0.0023

EJEMPLO DE LA COMPARACION ESTADISTICA ENTRE
LA CURVA EXPERIMENTAL Y LA TEORICA.

PRUEBA No. 1

θ	$E_{\theta t}$	\bar{E}_{θ}	$F_{\theta t}$	\bar{F}_{θ}	A_1	A_2
0.0000	0.0000	0.0107	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0129	0.0719	0.0199	0.0005	0.0003	0.0002	0.0005
0.0259	0.1391	0.0284	0.0019	0.0006	0.0013	0.0003
0.0388	0.2008	0.0906	0.0041	0.0014	0.0027	0.0035
0.0518	0.2583	0.1285	0.0071	0.0028	0.0043	0.0057
0.0647	0.3111	0.1596	0.0108	0.0047	0.0061	0.0080
0.0777	0.3600	0.2182	0.0152	0.0071	0.0081	0.0105
0.0906	0.4048	0.2570	0.0202	0.0102	0.0100	0.0131
0.1036	0.4463	0.2955	0.0257	0.0138	0.0119	0.0119
0.1165	0.4841	0.3315	0.0317	0.0178	0.0139	0.0179
0.1295	0.5189	0.3538	0.0382	0.0223	0.0159	0.0204
0.1424	0.5506	0.3801	0.0452	0.0270	0.0182	0.0229
0.1554	0.5796	0.4414	0.0525	0.0324	0.0201	0.0255
0.1083	0.6058	0.4655	0.0602	0.0383	0.0219	0.0278
0.1813	0.6297	0.5152	0.0682	0.0446	0.0364	0.0299
0.2071	0.6705	0.5512	0.0850	0.0584	0.0266	0.0404
0.2330	0.7033	0.5901	0.1027	0.0731	0.0296	0.0443
0.2589	0.7290	0.6367	0.1212	0.0889	0.0323	0.0481
0.2848	0.7485	0.6556	0.1403	0.1056	0.0347	0.0514
0.3107	0.7626	0.6600	0.1598	0.1226	0.0372	0.0542
0.3366	0.7719	0.6838	0.1796	0.1398	0.0398	0.0570
0.3625	0.7772	0.7079	0.1996	0.1597	0.0399	0.0598
0.3884	0.7790	0.7159	0.2197	0.1762	0.0135	0.0600
0.4402	0.7738	0.7302	0.2599	0.2137	0.0162	0.0837
0.4920	0.7595	0.6987	0.2996	0.2507	0.0489	0.0859
0.5438	0.7388	0.6895	0.3384	0.2867	0.0517	0.0877
0.5955	0.7136	0.6930	0.3760	0.3225	0.0535	0.0893

CONTINUACION

θ	E_{0t}	\bar{E}_0	F_{0t}	\bar{F}_0	A_1	A_2
0.6473	0.6853	0.6645	0.4122	0.3576	0.0546	0.0897
0.6991	0.6552	0.6345	0.4469	0.3913	0.0556	0.0893
0.7509	0.6241	0.6169	0.4800	0.4237	0.0563	0.0887
0.8027	0.5927	0.5986	0.5115	0.4552	0.0563	0.0878
0.8545	0.5614	0.5531	0.5414	0.4850	0.0564	0.0862
0.9063	0.5308	0.5501	0.5697	0.5136	0.0561	0.0847
0.9581	0.5010	0.5232	0.5964	0.5414	0.0550	0.0828
1.0098	0.4722	0.4861	0.6216	0.5675	0.0541	0.0802
1.0616	0.4445	0.4269	0.6453	0.5912	0.0541	0.0778
1.1911	0.3807	0.3711	0.6987	0.6429	0.0558	0.1075
1.3206	0.3248	0.3217	0.7444	0.6877	0.0567	0.1015
1.4500	0.2763	0.2653	0.7833	0.7257	0.0576	0.0956
1.5795	0.2439	0.2362	0.8170	0.7582	0.0588	0.0913
1.7090	0.1992	0.2034	0.8457	0.7867	0.0590	0.0875
1.8384	0.1598	0.1832	0.8696	0.8117	0.0579	0.0829
1.9679	0.1431	0.1658	0.8899	0.8343	0.0556	0.0782
2.0974	0.1212	0.1493	0.9070	0.8547	0.0523	0.0727
2.2268	0.1027	0.1377	0.9215	0.8733	0.0518	0.0668
2.3563	0.0870	0.1148	0.9338	0.8896	0.0442	0.0605
2.4858	0.0736	0.0980	0.9442	0.9034	0.0108	0.0546
2.6252	0.0624	0.0815	0.9530	0.9150	0.0380	0.0496
2.7447	0.0528	0.0463	0.9605	0.9233	0.0372	0.0155
3.0036	0.0379	0.0320	0.9722	0.9335	0.0387	0.0489
3.2626	0.0271	0.0262	0.9806	0.9410	0.0396	0.0471
3.5215	0.0195	0.0178	0.9866	0.9467	0.0399	0.0450
3.7804	0.0139	0.0163	0.9909	0.9511	0.0398	0.0442
4.0394	0.0100	0.0120	0.9949	0.9548	0.0392	0.0429
4.2983	0.0072	0.0157	0.9962	0.9584	0.0378	0.0378
4.5572	0.0051	0.0078	0.9978	0.9614	0.0364	0.0394
4.8162	0.0037	0.0071	0.9989	0.9633	0.0356	0.0375
5.0751	0.0026	0.0000	0.9997	0.9642	0.0355	0.0364

APENDICE * G *
 COMPARACION ESTADISTICA ENTRE EL MODELO **
 Y EL MODELO DE TANQUES EN SERIE

$$V_r/V_0 = 0.291$$

θ	$E_{\theta t}$	$E_{\theta s}$	$F_{\theta t}$	$F_{\theta s}$	A
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0129	0.0719	0.0503	0.0005	0.0003	0.0002
0.0259	0.1391	0.0984	0.0019	0.0013	0.0006
0.0388	0.2008	0.1436	0.0041	0.0029	0.0012
0.0518	0.2583	0.1808	0.0071	0.0050	0.0021
0.0647	0.3111	0.2274	0.0108	0.0077	0.0031
0.0777	0.3600	0.2661	0.0152	0.0109	0.0043
0.0906	0.4048	0.3023	0.0202	0.0146	0.0056
0.1036	0.4463	0.3368	0.0257	0.0188	0.0069
0.1165	0.4861	0.3691	0.0317	0.0234	0.0083
0.1295	0.5189	0.3998	0.0382	0.0284	0.0098
0.1424	0.5506	0.4284	0.0452	0.0338	0.0114
0.1554	0.5796	0.4555	0.0525	0.0395	0.0130
0.1683	0.6058	0.4808	0.0602	0.0456	0.0146
0.1813	0.6297	0.5046	0.0682	0.0520	0.0162
0.2071	0.6705	0.5475	0.0850	0.0656	0.0194
0.2330	0.7033	0.5848	0.1027	0.0802	0.0225
0.2589	0.7290	0.6170	0.1212	0.0957	0.0255
0.2848	0.7485	0.6445	0.1403	0.1120	0.0283
0.3107	0.7626	0.6676	0.1598	0.1289	0.0309
0.3366	0.7719	0.6868	0.1796	0.1464	0.0332
0.3625	0.7772	0.7023	0.1996	0.1643	0.0353
0.3884	0.7790	0.7145	0.2197	0.1826	0.0371
0.4402	0.7738	0.7301	0.2599	0.2200	0.0399
0.4920	0.7595	0.7357	0.2996	0.2580	0.0416
0.5438	0.7388	0.7331	0.3384	0.2960	0.0424
0.5955	0.7136	0.7239	0.3760	0.3337	0.0423

CONTINUACION

θ	$E_{\theta t}$	$E_{\theta s}$	$F_{\theta t}$	$F_{\theta s}$	A
0.6473	0.6853	0.7095	0.4122	0.3708	0.0414
0.6991	0.6552	0.6908	0.4469	0.4071	0.0398
0.7509	0.6241	0.6690	0.4800	0.4423	0.0377
0.8027	0.5927	0.6448	0.5115	0.4763	0.0352
0.8545	0.5614	0.6188	0.5414	0.5090	0.0324
0.9063	0.5308	0.5917	0.5697	0.5404	0.0293
0.9581	0.5010	0.5640	0.5964	0.5703	0.0261
1.0098	0.4722	0.5360	0.6216	0.5988	0.0228
1.0616	0.4445	0.5081	0.6453	0.6258	0.0195
1.1131	0.3807	0.4400	0.6987	0.6872	0.0115
1.3206	0.3248	0.3765	0.7444	0.7401	0.0043
1.4500	0.2763	0.3191	0.7833	0.7851	0.0018
1.57595	0.2438	0.2683	0.8170	0.8231	0.0061
1.7090	0.1992	0.2241	0.8457	0.8550	0.0093
1.8384	0.1698	0.1861	0.8696	0.8816	0.0120
1.9679	0.1431	0.1537	0.8899	0.9036	0.0146
2.0974	0.1212	0.1265	0.9070	0.9217	0.0147
2.2268	0.1027	0.1036	0.9215	0.9366	0.0151
2.3563	0.0870	0.0847	0.9338	0.9488	0.0150
2.4858	0.0736	0.0689	0.9442	0.9587	0.0145
2.6152	0.0624	0.0560	0.9530	0.9668	0.0138
2.7447	0.0528	0.0453	0.9605	0.9734	0.0129
3.0036	0.0379	0.0296	0.9722	0.9831	0.0109
3.2626	0.0271	0.0191	0.9806	0.9894	0.0088
3.5215	0.0195	0.0123	0.9866	0.9935	0.0069
3.7804	0.0139	0.0049	0.9909	0.9961	0.0052
4.0394	0.0100	0.0050	0.9941	0.9978	0.0037
4.2983	0.0072	0.0032	0.9962	0.9989	0.0027
4.5572	0.0051	0.0020	0.9978	0.9996	0.0018
4.8162	0.0037	0.0013	0.9989	1.0000	0.0011
5.0751	0.0026	0.0008	0.9997	1.0003	0.0006

$$V_r/V_0 = 0.175$$

θ	$E_{\theta t}$	$E_{\theta s}$	$F_{\theta t}$	$F_{\theta s}$	A
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0129	0.0060	0.0503	0.0004	0.0003	0.0001
0.0259	0.1280	0.0984	0.0017	0.0013	0.0004
0.0388	0.1854	0.1436	0.0037	0.0029	0.0008
0.0518	0.2392	0.1868	0.0065	0.0050	0.0015
0.0647	0.2889	0.2274	0.0099	0.0077	0.0022
0.0777	0.3354	0.2661	0.0140	0.0109	0.0031
0.0906	0.3782	0.3023	0.0186	0.0146	0.0040
0.1036	0.4181	0.3368	0.0238	0.0188	0.0050
0.1165	0.4548	0.3691	0.0295	0.0234	0.0061
0.1295	0.4889	0.3998	0.0356	0.0284	0.0072
0.1424	0.5200	0.4284	0.0422	0.0338	0.0084
0.1554	0.5489	0.4555	0.0491	0.0395	0.0096
0.1683	0.5752	0.4808	0.0564	0.0456	0.0108
0.1813	0.5995	0.5046	0.0640	0.0540	0.0120
0.2071	0.6414	0.5475	0.0800	0.0656	0.0144
0.2330	0.6760	0.5848	0.0970	0.0802	0.0168
0.2589	0.7039	0.6170	0.1148	0.0957	0.0191
0.2848	0.7259	0.6445	0.1332	0.1120	0.0212
0.3107	0.7427	0.6676	0.1521	0.1289	0.0232
0.3366	0.7553	0.6868	0.1714	0.1464	0.0250
0.3625	0.7630	0.7023	0.1910	0.1643	0.0267
0.3884	0.7675	0.7145	0.2107	0.1826	0.0281
0.4402	0.7676	0.7301	0.2505	0.2200	0.0305
0.4920	0.7582	0.7357	0.2900	0.2580	0.0320
0.5438	0.7416	0.7331	0.3288	0.2960	0.0328
0.5955	0.7198	0.7239	0.3667	0.3337	0.0330
0.6473	0.6943	0.7095	0.4033	0.3708	0.0325
0.6991	0.6663	0.6908	0.4385	0.4071	0.0315

CONTINUACION.

θ	$E_{\theta t}$	$E_{\theta s}$	$F_{\theta t}$	$F_{\theta s}$	A
0.7509	0.6367	0.6690	0.4722	0.4423	0.0299
0.8027	0.6064	0.6448	0.5044	0.4763	0.0281
0.8547	0.5758	0.6188	0.5350	0.5090	0.0260
0.9063	0.5454	0.5917	0.5640	0.5404	0.0236
0.9581	0.5155	0.5640	0.5915	0.5703	0.0212
1.0098	0.4864	0.5360	0.6174	0.5988	0.0186
1.0616	0.4582	0.5081	0.6419	0.6258	0.0161
1.1131	0.3927	0.4400	0.6970	0.6872	0.0099
1.3206	0.3316	0.3765	0.7441	0.7401	0.0040
1.4500	0.2840	0.3191	0.7842	0.7891	0.0009
1.5795	0.2404	0.2683	0.8182	0.8231	0.0049
1.7090	0.2031	0.2241	0.8469	0.8550	0.0081
1.8384	0.1714	0.1861	0.8711	0.8816	0.0105
1.9679	0.1444	0.1537	0.8915	0.9036	0.0121
2.0974	0.1216	0.1265	0.9097	0.9217	0.0130
2.2268	0.1024	0.1036	0.9232	0.9366	0.0134
2.3563	0.0862	0.0847	0.9354	0.9488	0.0134
2.4858	0.0725	0.0689	0.9457	0.9587	0.0130
2.6152	0.0610	0.0560	0.9543	0.9668	0.0125
2.7447	0.0513	0.0453	0.9616	0.9734	0.0118
3.0036	0.0363	0.0296	0.9729	0.9831	0.0102
3.2626	0.0257	0.0191	0.9809	0.9894	0.0085
3.5215	0.0182	0.0123	0.9866	0.9935	0.0069
3.7804	0.0128	0.0079	0.9906	0.9961	0.0055
4.0394	0.0091	0.0050	0.9934	0.9978	0.0044
4.2983	0.0064	0.0032	0.9954	0.9989	0.0035
4.5572	0.0045	0.0020	0.9968	0.9996	0.0026
4.8162	0.0032	0.0013	0.9978	1.0000	0.0022
5.0751	0.0023	0.0008	0.9985	1.0003	0.0018

$$V_r / V_0 = 0$$

θ	$E_{\theta t}$	$E_{\theta s}$	$F_{\theta t}$	$F_{\theta s}$	A_t
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0129	0.0565	0.0503	0.0004	0.0003	0.0001
0.0259	0.1101	0.0984	0.0015	0.0013	0.0002
0.0388	0.1602	0.1430	0.0033	0.0029	0.0004
0.0518	0.2077	0.1868	0.0057	0.0050	0.0002
0.0647	0.2520	0.2274	0.0087	0.0077	0.0010
0.0777	0.2940	0.2661	0.0122	0.0109	0.0013
0.0906	0.3331	0.3023	0.0163	0.0146	0.0017
0.1036	0.3700	0.3368	0.0209	0.0188	0.0021
0.1165	0.4042	0.3691	0.0259	0.0234	0.0025
0.1295	0.4365	0.3998	0.0314	0.0284	0.0030
0.1424	0.4664	0.4284	0.0373	0.0338	0.0035
0.1554	0.4944	0.4555	0.0435	0.0395	0.0040
0.1683	0.5204	0.4808	0.0501	0.0456	0.0045
0.1813	0.5446	0.5046	0.0570	0.0520	0.0051
0.2071	0.5875	0.5475	0.0716	0.0656	0.0060
0.2330	0.6242	0.5848	0.0872	0.0802	0.0070
0.2589	0.6551	0.6170	0.1037	0.0957	0.0080
0.2848	0.6807	0.6445	0.1209	0.1120	0.0089
0.3107	0.7016	0.6676	0.1387	0.1289	0.0096
0.3366	0.7181	0.6868	0.1570	0.1464	0.0106
0.3625	0.7308	0.7023	0.1757	0.1643	0.0114
0.3884	0.7400	0.7145	0.1947	0.1826	0.0121
0.4402	0.7493	0.7301	0.2333	0.2200	0.0133
0.4920	0.7487	0.7357	0.2721	0.2580	0.0141
0.5438	0.7401	0.7331	0.3107	0.2960	0.0147
0.5955	0.7253	0.7339	0.3487	0.3337	0.0150
0.6473	0.7058	0.7095	0.3858	0.3708	0.0150
0.6991	0.6828	0.6908	0.4218	0.4071	0.0147

CONTINUACION

θ	$E_{\theta t}$	$E_{\theta s}$	$F_{\theta t}$	$F_{\theta s}$	A_1
0.7509	0.6572	0.6690	0.4565	0.4423	0.0142
0.8027	0.6298	0.6448	0.4898	0.4763	0.0135
0.8545	0.6014	0.6198	0.5217	0.5090	0.0127
0.5063	0.5724	0.5917	0.5521	0.5404	0.0117
0.9581	0.5432	0.5640	0.5810	0.5703	0.0107
1.0098	0.5144	0.5360	0.6084	0.5988	0.0096
1.0616	0.4859	0.5081	0.6343	0.6258	0.0081
1.1911	0.4182	0.4400	0.6928	0.6872	0.0056
1.3206	0.3566	0.3765	0.7439	0.7401	0.0029
1.4500	0.3020	0.3191	0.7856	0.7851	0.0005
1.5795	0.2543	0.2683	0.8216	0.8231	0.0015
1.7090	0.2132	0.2241	0.8519	0.8550	0.0031
1.8384	0.1782	0.1861	0.8772	0.8816	0.0044
1.9679	0.1485	0.1537	0.8984	0.9036	0.0052
2.0974	0.1235	0.1265	0.9160	0.9217	0.0057
2.2268	0.1025	0.1036	0.9306	0.9366	0.0060
2.3563	0.0850	0.0847	0.9427	0.9488	0.0061
2.4858	0.0703	0.0689	0.9258	0.9587	0.0059
2.6152	0.0582	0.0560	0.9611	0.9668	0.0057
2.7447	0.0481	0.0453	0.9680	0.9734	0.0054
3.0036	0.0328	0.0296	0.9785	0.9831	0.0046
3.2626	0.0223	0.0191	0.9856	0.9894	0.0038
3.5215	0.0152	0.0123	0.9905	0.9935	0.0030
3.7804	0.0103	0.0079	0.9939	0.9961	0.0023
4.0394	0.0070	0.0050	0.9960	0.9978	0.0018
4.2983	0.0048	0.0032	0.9975	0.9989	0.0014
4.5572	0.0032	0.0020	0.9985	0.9996	0.0011
4.8162	0.0022	0.0013	0.9992	1.0000	0.0008
5.0751	0.0015	0.0008	0.9997	1.0003	0.0006

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Hoel Paul G. Introd-uct-on to Mathematical Statistics. 4a. ed. Wiley International Edition. 1971.
- 2.- Froment Gilbert F. & Bischoff Kenneth B. Chemical Reactor Analysis and Design. 1a. ed. John Wiley & Sons. - 1979.
- 3.- Rutherford Aris. Elementary Chemical Reactor Analysis. Prentice Hall.
- 4.- Jeffreys & Cooper. Chemical Kinetics & Reactor Design. Prentice Hall.
- 5.- Levenspiel Octave. Ingeniería de las Reacciones Químicas. 2a. ed. Editorial Reverté. 1981.
- 6.- Kreysig Erwin. Introducción a la Estadística Matemática. 4a. ed. Editorial Limusa. México, 1979.
- 7.- Godoy Romero, José Manuel. Estudio de la Distribución de Tiempos de Residencia en un reactor continuo de mezcla con un trazador como componente no reactivo. (tesis). UAG 1980.
- 8.- Vázquez Limón, Víctor Hugo. Estudio de la Distribución de Tiempos de Residencia en un sistema de dos tanques - en paralelo. (tesis). UAG 1981.

S.A. de C.V.

TESIS PROFESIONALES

TESINAS • MEMORIAS • INFORMES

8 DE JULIO No. 13

(ENTRE P. MORENO Y MORELOS)

TELS. 14 - 01 - 22 y 13 - 61 - 42

GUADALAJARA, JAL.

¡PASAMOS SU TESIS
EN MADRINA TON!



USAMOS EQUIPOS XEROX Y OFFSET

- TRANSCRIPCION
- PUNCEO DE ORO
- REVISION DE FORMATEO
- REPRODUCCION DE OBRAS
- SERVICIO DE FOTOCOPIAS
- EMPALME

HELIOGRAFICAS

- COPIAS BOND
- PAPELERIA PARA SU EMPRESA
- REDUCCIONES
- AMPLIFICACIONES