

EVALUACION DE LOS RESULTADOS TEORICOS Y
EXPERIMENTALES DEL CALCULO DE LOS FACTORES
DE DILUCION ATMOSFERICO EN LA
CENTRAL NUCLEAR ATUCHA I

POR

E.E. QUINTANA, M.H. TOSSI Y D. TELLERIA

Gerencia de Seguridad Radiológica y Nuclear
Comision Nacional de Ewnergía Atómica
Buenos Aires - República Argentina

Trabajo a ser presentado a la XVIII Reunión
Anual de la Asociación Argentina de
Tecnología Nuclear, 22-26 octubre de 1990 en
Buenos Aires, Argentina

ASSESSMENT OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL RESULTS
IN THE CALCULATION OF ATMOSPHERIC DILUTION FACTORS
IN THE ATUCHA I NUCLEAR POWER PLANT

E. Quintana, M. Tossi, D. Tellería
Gerencia de Seguridad Radiológica y Nuclear
Comisión Nacional de Energía Atómica
Avda. del Libertador 8250
1429 Buenos Aires, Rep. Argentina

Collective doses produced during the normal working of the Atucha I Nuclear Power Plant are calculated using annual atmospheric factors.

This work studies the behaviour of the dilution factors in different periods of the year in order to fit the calculated dose model applying factors from seasonal, monthly or weekly periods.

The Radiation Protection Group of the C.N.E.A. have carried out continuous environmental monitoring in the surroundings of the Atucha I Nuclear Power Plant. These studies include the measurement of air tritium concentration, radionuclide that is found principally as tritiated water vapour. This isotope, normally released by the nuclear power plant was used as a tracer to assess the atmospheric dilution factors.

Factors were calculated by two methods: An experimental one, based on environmental measurements of the tritium concentration in the surroundings of the nuclear power plant and another one by applying a theoretical model based on information from the micrometeorological tower located in the mentioned place.

To carry out the environmental monitoring, four monitoring stations in the surroundings of the power plant were chosen. Three of them are approximately one kilometer from the plant and the fourth is 7.5 km away, near the city of Lima. To condense and collect the atmospheric water vapour, an overcooling system was used. The measurement was performed by liquid scintillation counting, previous alkaline electrolytical enrichment of the samples.

The theoretical model uses hourly values of direction and wind intensity, as well as the atmospheric dispersive properties.

Values obtained during the period 1976 to 1988 allowed, applying statistical tests, to validate the theoretical model and to observe seasonal variation of the dilution factors throughout the same year and between different years.

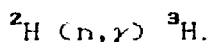
Finally, results and graphics are presented that show the behaviour of the dilution factors in different periods of the year. It is recommended to adjust the dosimetric model used by applying dilution factors obtained in shorter periods.

EVALUACION DE RESULTADOS TEORICOS Y EXPERIMENTALES DEL
CALCULO DE LOS FACTORES DE DILUCION ATMOSFERICO
EN LA CENTRAL NUCLEAR ATUCHA I

E. Quintana, M. Tossi, D. Tellería
Gerencia de Seguridad Radiológica y Nuclear
Comisión Nacional de Energía Atómica
Buenos Aires, Rep. Argentina.

INTRODUCCION:

Los reactores de las centrales nucleares argentinas utilizan uranio natural como combustible, y agua pesada como refrigerante y moderador. En la operación de este tipo de reactores la tasa de producción de tritio es de 7.4×10^{13} Bq/Mw(e)a, debido fundamentalmente a la activación neutrónica del deuterio del agua pesada por la reacción:



Una fracción de ese tritio es liberado al ambiente mediante descargas líquidas, emitidas al río Paraná de las Palmas; y descargas gaseosas, a través por la chimenea de la Central.

Desde el punto de vista de la protección radiológica este radionucleido reviste gran importancia. Su aporte a la dosis del público es significativo ya que se incorpora al cuerpo humano por tres mecanismos: ingestión, inhalación y por absorción a través de la piel; y se distribuye rápidamente en el agua libre y en los compartimentos extra e intracelulares.

Para calcular la dosis al grupo crítico y la dosis colectiva producida por las instalaciones nucleares se utilizan factores de dilución atmosféricos anuales. Dicho factor representa la concentración del contaminante, integrada en el tiempo, en un punto del área afectada, normalizada respecto de la emisión total en ese período. Es decir:

$$\text{FD(X)} = \text{C(X)}/\text{Q}$$

siendo FD(X) = factor de dilución en el punto $\times [\text{seg}/\text{m}^3]$.
 C(X) = concentración en el punto $\times [\text{Bq seg}/\text{m}^3]$.
 Q = emisión del contaminante [Bq].

Así, la dosis resultará de multiplicar el factor de dilución por la cantidad de actividad liberada a la atmósfera en ese período, y por el correspondiente factor dosimétrico. Es decir:

$$\text{Dosis(X)} = \text{Q} \times \text{FD(X)} \times \text{factor dosimétrico.}$$

En este trabajo, buscamos validar los factores de dilución teóricos con resultados experimentales, a partir de mediciones de la emisión de tritio de la chimenea de la central y la concentración de tritio medida en condensados de

humedad atmosférica, tomados en estaciones de muestreo situadas en los alrededores de Atucha I.

Considerando a la planta como punto central de referencia, tres de las estaciones de muestreo, identificadas en el mapa como A, B y C, se encuentran ubicadas a una distancia promedio de 1 km en la dirección oeste, sudoeste y sur respectivamente. La cuarta, identificada en el mapa como E, se encuentra a una distancia de 7,5 km, en dirección sur; en el barrio del personal de la CNEA; próximo a la Ciudad de Lima (Fig. 1).

2-METODO TEORICO:

El factor de dilución es la parte geométrica de la ecuación de dispersión, por lo que se obtiene de cualquier fórmula de concentración, por ejemplo a partir de la fórmula gaussiana con el método Pasquill-Gifford, normalizándola respecto de actividad emitida.

Para calcular el factor de dilución anual se divide al año en intervalos de horas, período en el cual el modelo de dispersión de pluma gaussiana estacionaria tiene validez si aceptamos que la dirección e intensidad del viento y las condiciones dispersivas de la atmósfera se mantienen constantes.

Es necesario, contar con observaciones horarias en el lugar de la emisión; en este caso se cuenta con datos registrados por la torre micrometeorológica ubicada en los alrededores de la Central.

El factor de dilución promedio en una dirección, se obtiene integrando a una distancia x en el sentido normal la siguiente ecuación:

$$x = \frac{1}{\pi \sigma_y \sigma_z \bar{u}} \exp \left[- \left(\frac{y^2}{2\sigma_y^2} + \frac{h^2}{2\sigma_z^2} \right) \right]$$

y dividiendo por el ancho de ese sector a la distancia dada se llega a:

$$x = \frac{1}{\sigma_z \bar{u} (2\pi x / N)} \left(\frac{2}{\pi} \right)^{1/2} \exp \left[- \frac{h^2}{2\sigma_z^2} \right]$$

Finalmente, para sumar en cada dirección las contribuciones de todas las horas del año, se pesa la ecuación con la frecuencia tridimensional conjunta P_{ijk} , que representa la cantidad de veces sopló el viento en la dirección i con una intensidad dentro del intervalo j y una clase de estabilidad k .

Se puede obtener así para cada distancia x , y en cada sector N el factor de dilución anual. Bastará

multiplicarlo por la emisión total en un año y el factor de dosis de interés para obtener la dosis anual promedio.

Los cálculos fueron realizados con programas desarrollados en la Gerencia de Seguridad Radiológica y Nuclear.

3-METODO EXPERIMENTAL:

El tritio en aire se colectó semanalmente como vapor de agua atmosférica utilizando un sistema de condensación por sobreenfriamiento adecuado que permite recoger la muestra en recipientes plásticos.

Las muestras fueron procesadas en la División *Microradioquímica del Departamento Laboratorios del C.A.E.* El tratamiento de éstos condensados consta de varias etapas que comprenden distintas destilaciones y una electrólisis alcalina para obtener finalmente un concentrado neutro que se mide por centelleo líquido.

El cociente entre la concentración de ^3H en aire y la emisión en el período de interés, proporciona el factor de dilución experimental en períodos cortos.

4-RESULTADOS:

Con los datos semanales de concentración de ^3H y descargas de la Central se validó el modelo teórico del calculo de factores de dilución.

Los resultados experimentales se obtuvieron a partir de 217, 433, 452 y 404 observaciones experimentales para los puntos de muestreo identificados como A, B, C y E respectivamente, comprendidos entre el período 1976-1988.

Calculando las medias aritméticas experimentales en cada punto de muestreo, en el período considerado se obtuvieron los siguientes resultados:

FACTORES DE DILUCION ATUCHA [SEG/M³]

PUNTO	EXPERIMENTAL	TEORICO
A	$(4,1 \pm 0,6) 10^{-7}$	$8,0 10^{-7}$
B	$(2,1 \pm 0,3) 10^{-7}$	$8,0 10^{-7}$
C	$(2,0 \pm 0,2) 10^{-7}$	$8,0 10^{-7}$
E	$(5,8 \pm 0,9) 10^{-8}$	$3,0 10^{-8}$

que comparados con las medias teóricas (última columna) muestran desviaciones positivas en los puntos A, B y C, mientras que en el punto E la desviación es negativa.

Al graficar el comportamiento semanal de los factores de dilución experimental en distintos años y puntos

se observan no sólo diferencias con los valores medios teóricos sino también apartamientos apreciables respecto de las medias experimentales correspondientes en el período 76/88 (Fig. 2 a 10).

Los apartamientos de los factores de dilución respecto de su media, observado en los distintos años, podrían deberse a variaciones al azar. Se buscó evidenciar si estos apartamientos seguían algún patrón determinado relacionado con el comportamiento de las propiedades dispersivas de la atmósfera en diferentes estaciones.

Se calcularon factores de dilución promedios mensuales con los datos semanales de todos los años.

FACTORES DE DILUCION MENSUALES ATUCHA [10^{-8} SEG/M²]

Punto	A		B		C		E	
	f.d.	σ	f.d.	σ	f.d.	σ	f.d.	σ
En.	39,2	26,6	15,1	15,9	14,2	11,6	5,2	4,5
Feb.	64,4	27,8	20,9	16,5	18,3	15,7	4,8	3,7
Mar.	65,6	30,3	36,6	27,7	36,2	33,0	7,8	8,3
Abr.	49,0	43,6	29,0	31,2	19,0	19,3	6,3	5,8
May.	24,3	16,6	9,3	7,2	21,9	19,9	3,3	2,6
Jun.	10,8	8,5	7,9	6,2	8,7	8,7	2,5	1,2
Jul.	25,4	18,0	9,3	9,8	17,1	17,8	2,3	1,9
Ag.	22,3	12,0	13,9	17,0	13,3	13,7	4,0	2,3
Set.	27,5	20,9	27,1	27,6	14,1	14,2	4,7	4,7
Oct.	48,4	38,1	21,4	23,9	14,9	13,6	3,2	2,5
Nov.	23,6	14,4	14,6	12,0	18,4	24,0	7,3	11,3
Dic.	59,6	20,8	26,7	19,8	20,8	23,8	9,8	7,9

Graficando el comportamiento mensual de los factores de dilución promedio se observa que dichos factores presentan un aumento respecto de la media experimental en los meses de verano y primavera y una caída por debajo de la misma en los meses de invierno. (Fig. 11 a 14). Este comportamiento se presenta con distinta intensidad en los cuatro puntos de muestreo (mayor amplitud en los puntos A y B), pero una misma forma general en los apartamientos.

5-CONCLUSIONES:

Con los resultados hasta aquí obtenidos se arribó a las siguientes conclusiones:

A) Los factores de dilución teóricos en los puntos A, B y C sobreestiman los factores de dilución experimentales, mientras que en el punto E los subestiman.

B) Se observan apartamientos estacionales de los factores de dilución respecto de la media; apartamientos

positivos en primavera y verano y negativos en invierno.

C) Los apartamientos estacionales pueden deberse a un comportamiento distinto de la atmósfera en términos de la dispersión de contaminantes en las distintas épocas del año, lo que debería ser ratificado, calculando factores de dilución teóricos en períodos más cortos que el anual, que es como se estuvieron realizando hasta el presente.

D) Las desviaciones podrían deberse a una diferente eficiencia en el sistema de colección de ^3H de acuerdo a la época del año (en términos de diferencia de temperatura placa-ambiente y/o diferente humedad relativa del aire de acuerdo a la estación por ej. veranos con menor humedad relativa que el invierno), nieblas, heladas, etc. Este supuesto debería estudiarse experimentalmente.

E) Estas desviaciones estacionales respecto de las medias podrían afectar los resultados de cálculos de dosis usando factores de dilución promedio para liberaciones que ocurran en períodos menores que el anual (sobre todo en el caso que estamos subestimando). De confirmarse estos resultados se recomienda analizar la posibilidad del uso de factores de dilución en períodos más cortos (ya sea estacionales o mensuales) y no medias anuales. Esto último reviste importancia en casos de liberaciones accidentales donde es necesario realizar evaluaciones que permitan estimar las dosis con mayor precisión.

6-Referencias:

-Bruno H., Gomez J.C., Nollman C. y Jordan O.D.; Aspectos Ambientales de la Eliminación de Tritio por Centrales Nucleares de Agua Pesada; Anales 1er Congreso Mundial de Ingeniería y Ambiente. Nov.1981, Bs. As. -

-Menossi C., Ciallella N.R., Bruno H.A., Escribano T.L.; Monitoraje Ambiental en la Zona de Emplazamiento de la Central Nuclear Atucha; 5to Congreso Argentino de Saneamiento. Mayo 1978, Santa Fe. CNEA NT 8/78. -

-Atmospheric Dispersion in Nuclear Power Plant Siting; Safety Series Nr. 50 - SG - S3. 1982. -

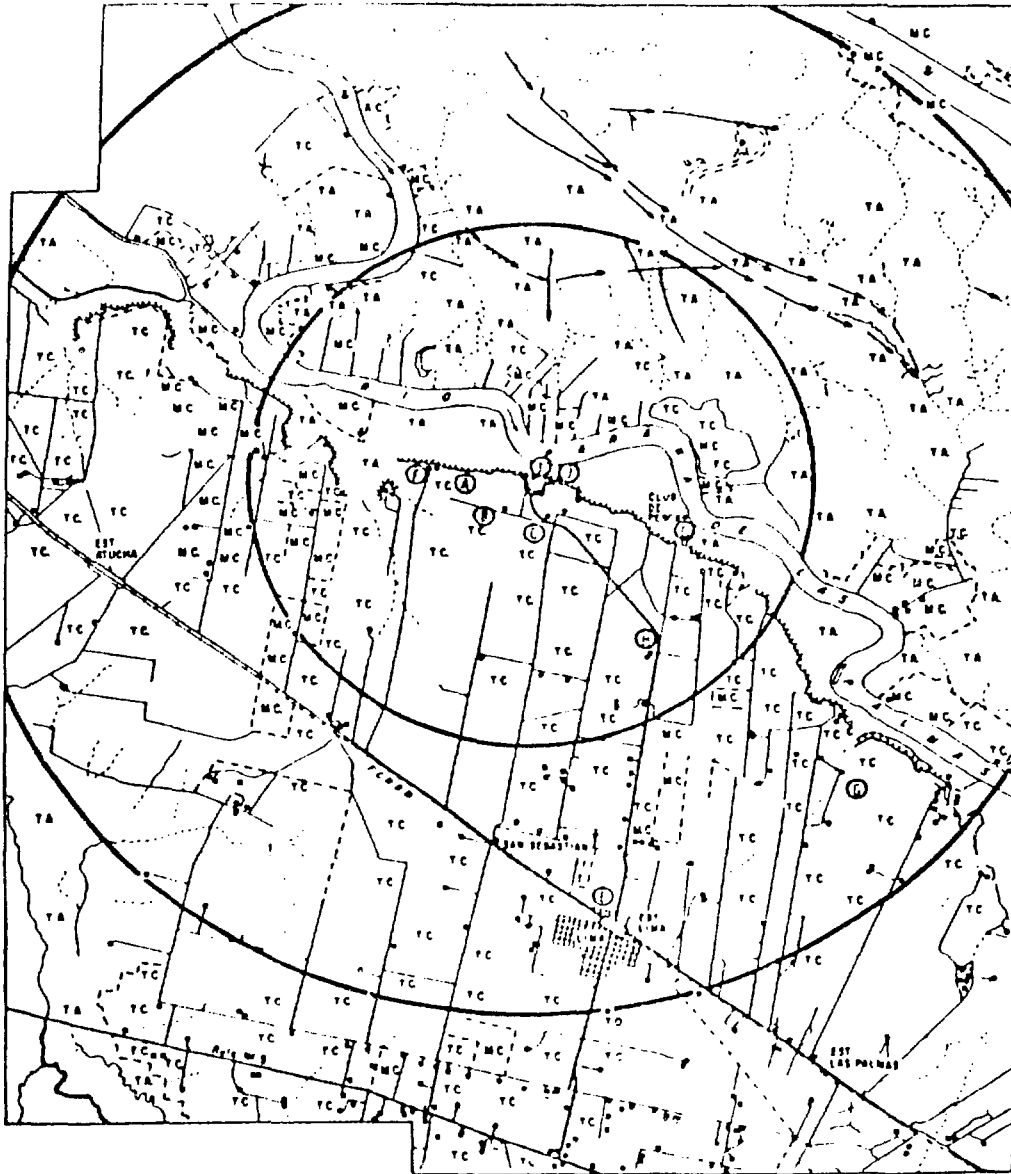
-Meteorology and Atomic Energy, Slade D.; U.S. A.E.C. / D. T. I. 1968. -


















C.N.E.A.

PROV. BUENOS AIRES
PARTIDO-ZARATE

ZONA ATUCHA

FOTOINTERPRETACION



- | | | |
|--|--|--|
|  CURSO DE AGUA NAVEGABLE |  CAMINO PAVIMENTADO (ACTUALIZADO) |  TERRENO ANEGADIZO |
|  CURSO DE AGUA PERMANENTE |  CAMINO NO PAVIMENTADO |  LIMITE DE CULTIVOS PRINCIPALES |
|  CURSO DE AGUA TEMPORARIA |  CASA Y/O GALPON |  CENTRAL NUCLEAR ATUCHA |
|  CANAL |  CEMENTERO |  AREA DE 5 KM DE RADIO ALREDEDOR DEL REACTOR |
|  LINEAMIENTO |  TC TERRENO DE CULTIVO |  AREA DE 10 KM DE RADIO ALREDEDOR DEL REACTOR |
|  BARRA |  MC MONTE CULTIVADO | |

Estos datos son de uso interno de la Comisi6n de Coordinaci6n
de Instalaci6n A, B, C y D

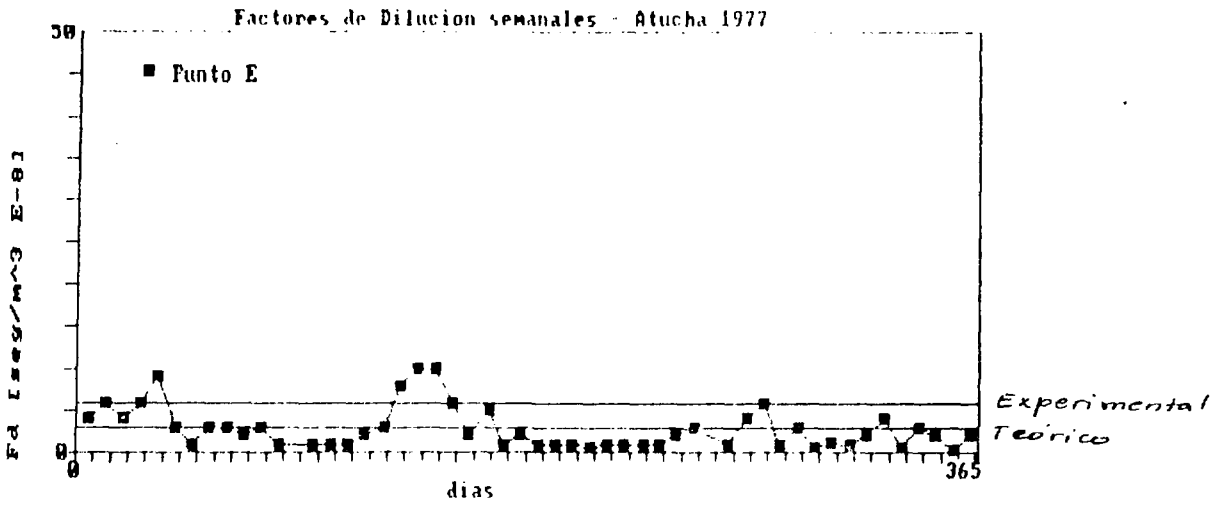


Figura 2

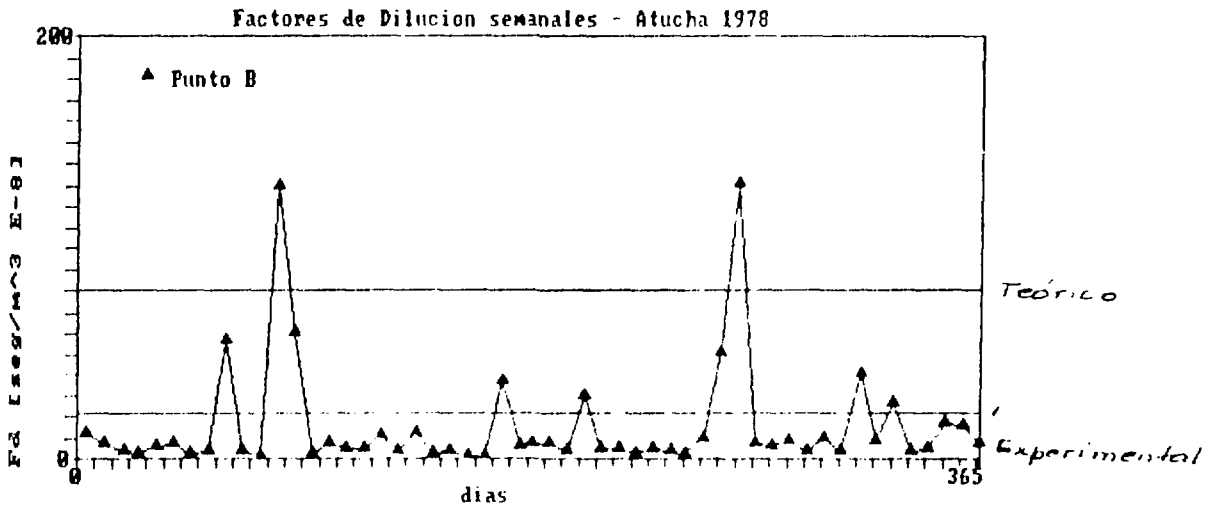


Figura 3

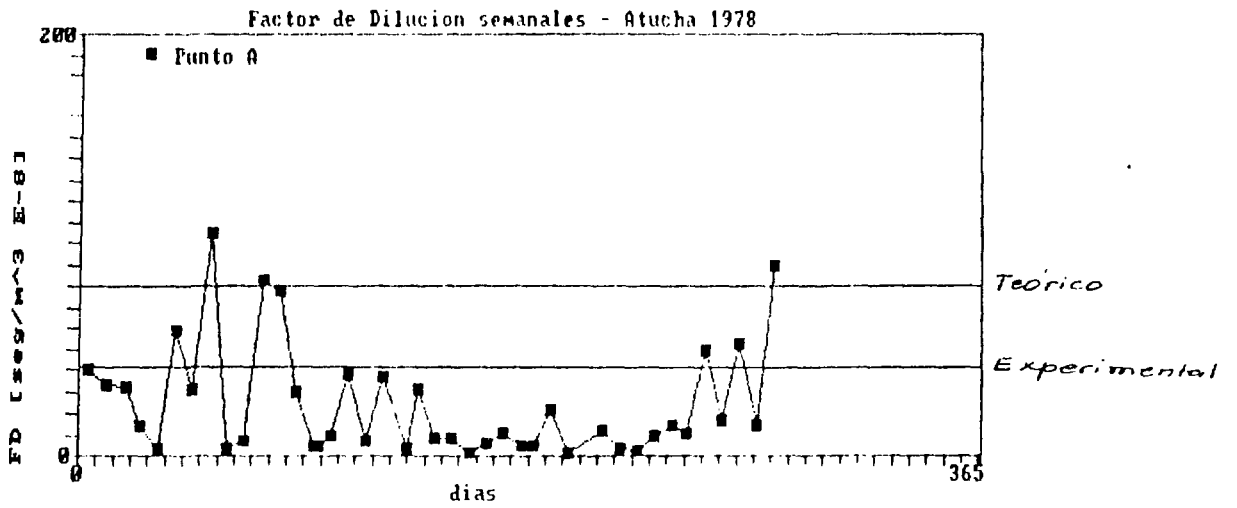


Figura 4

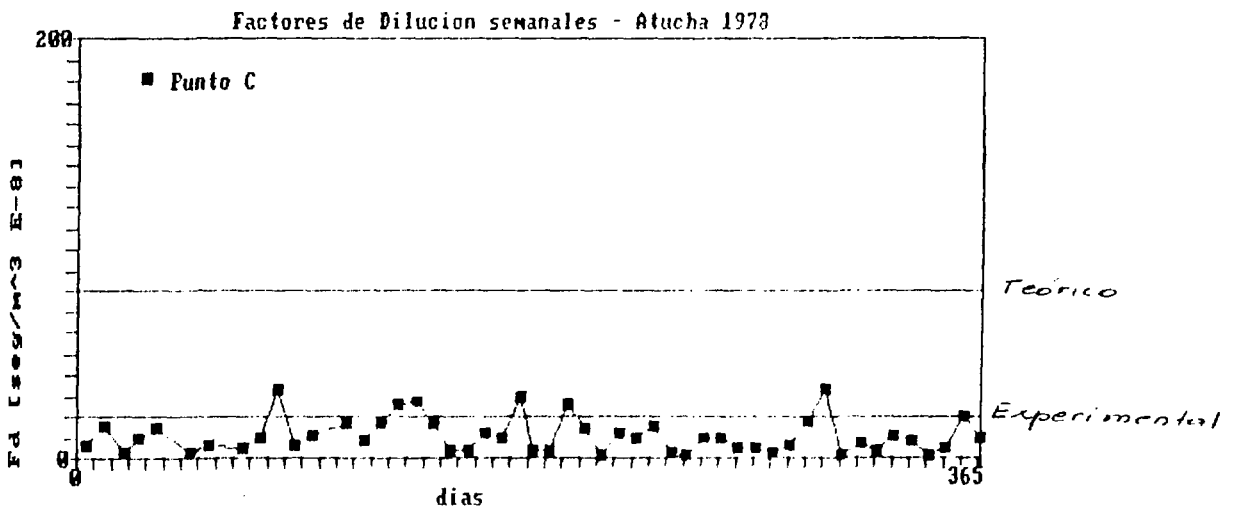


Figura 5

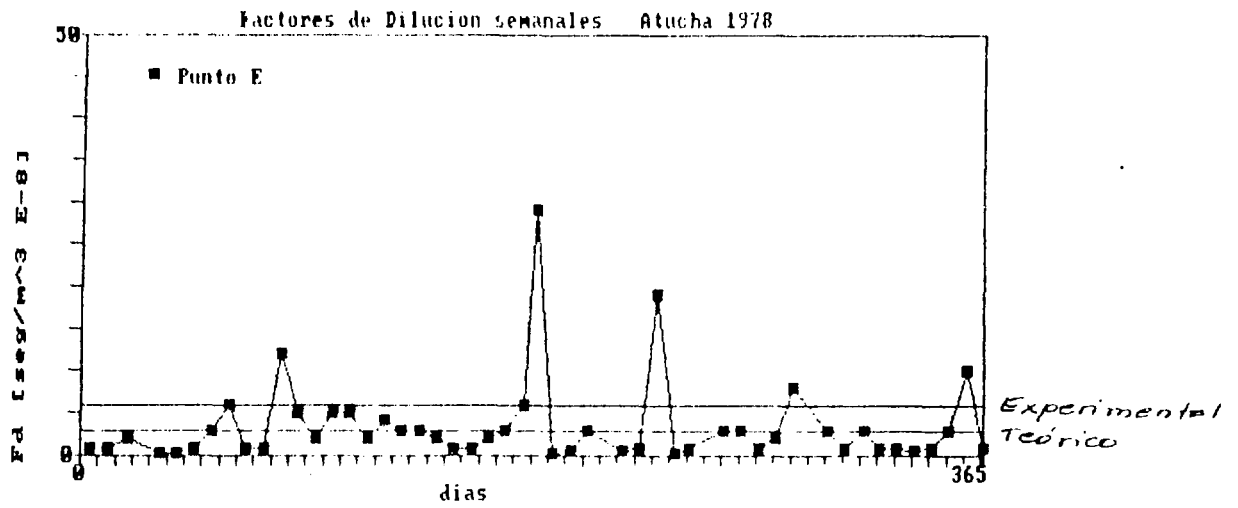


Figura 6

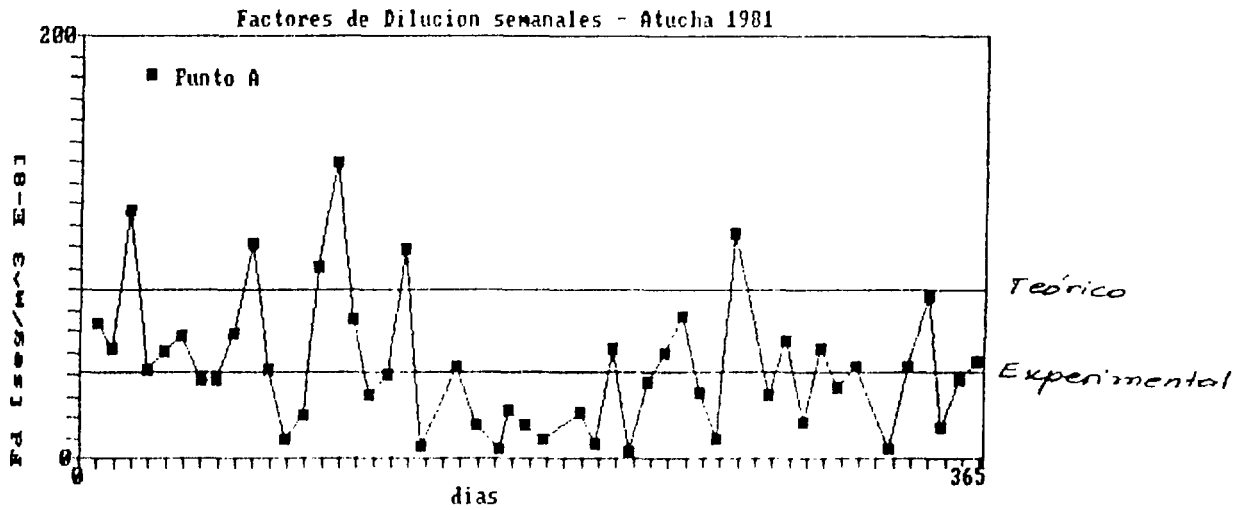


Figura 7

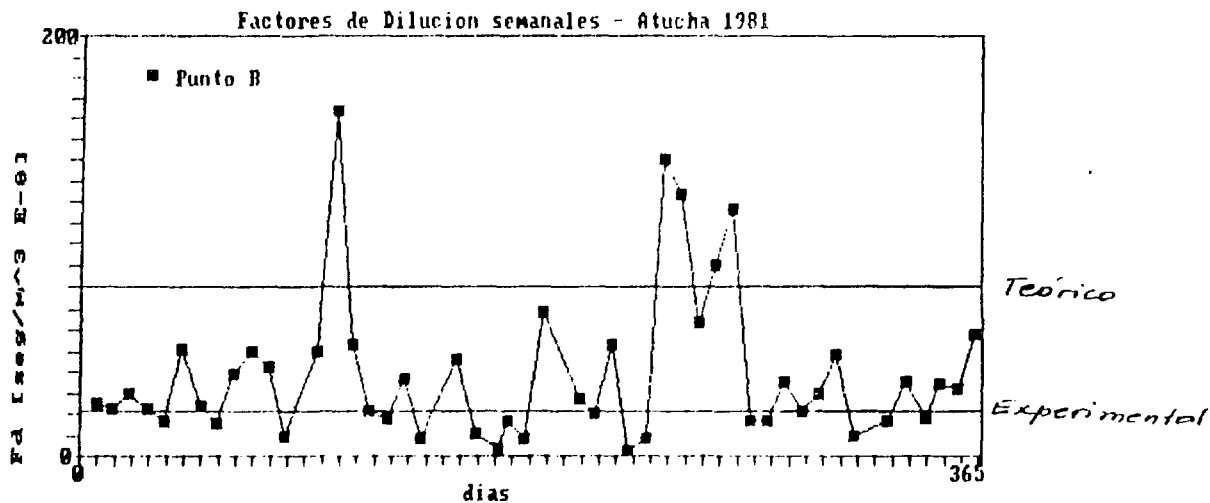


Figura 8

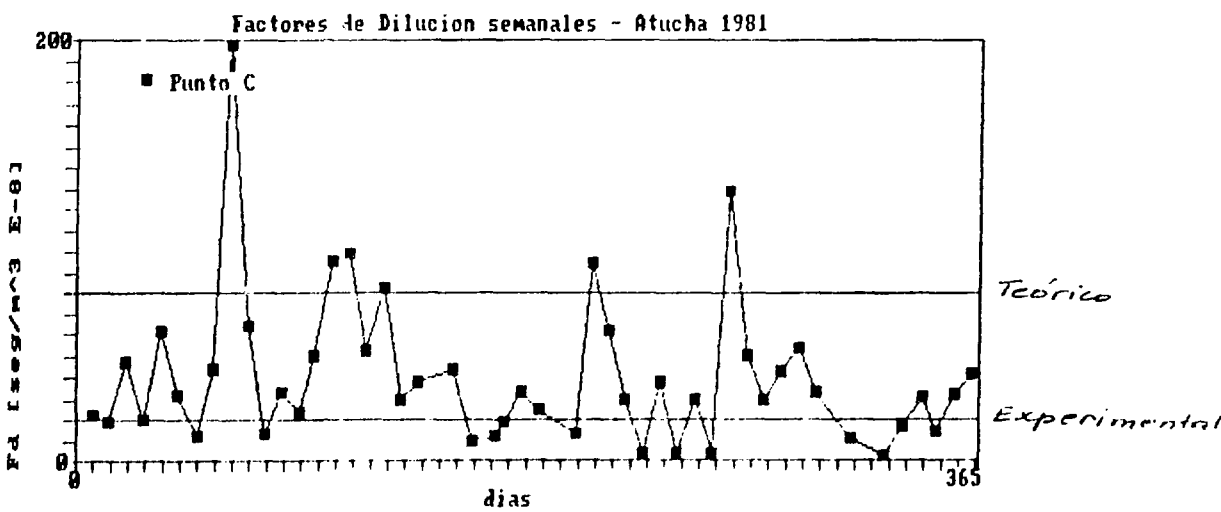


Figura 9

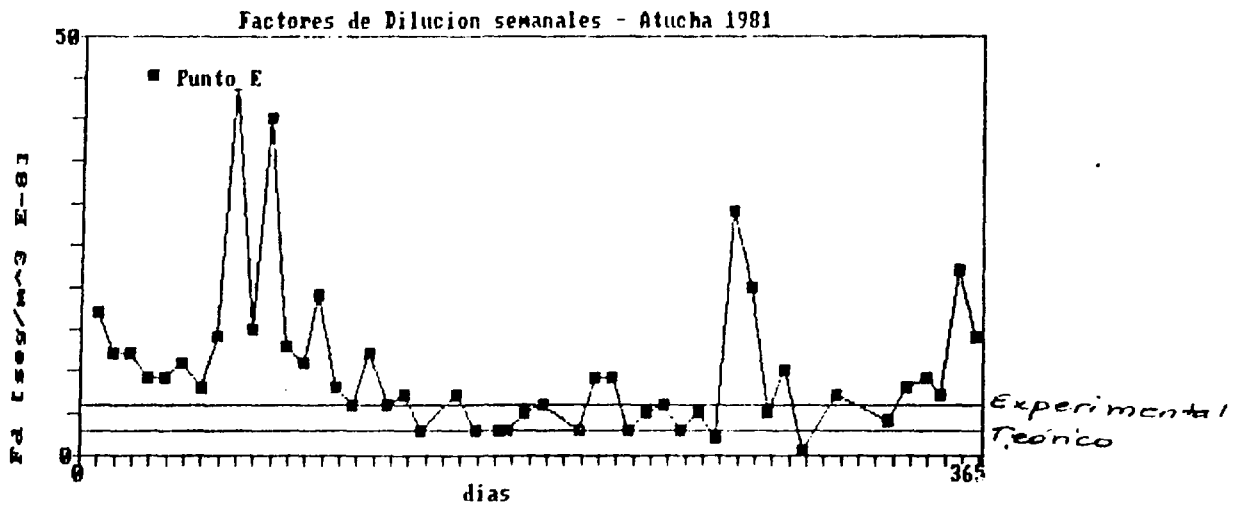


Figura 10

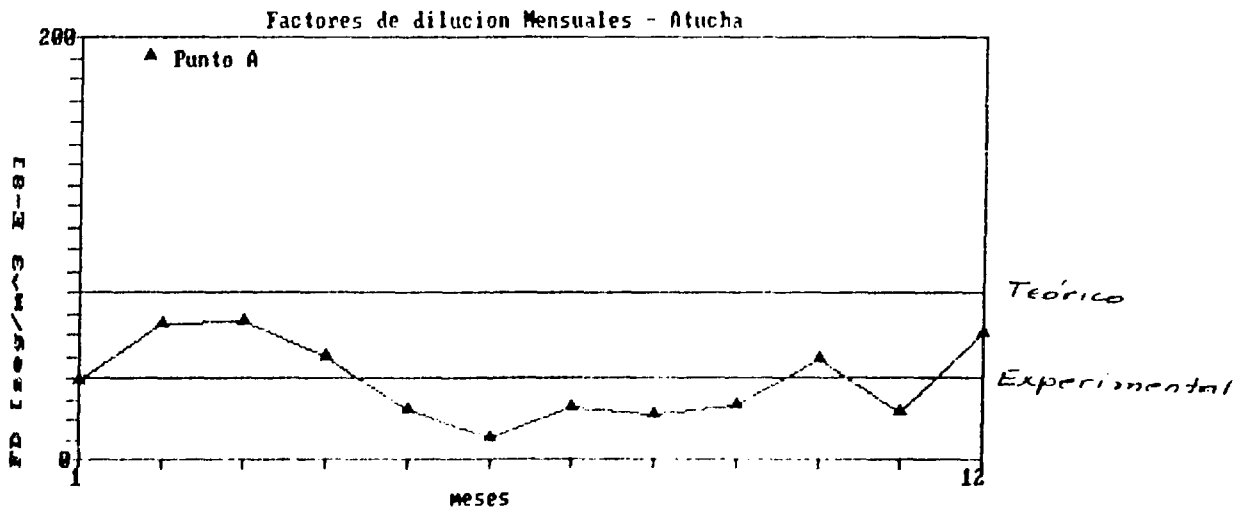


Figura 11

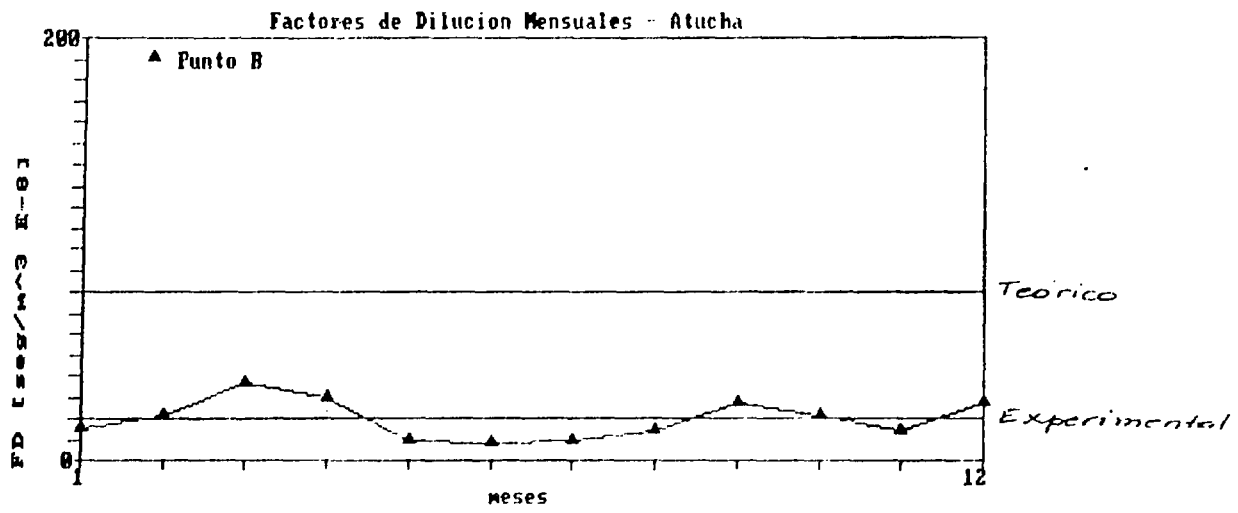


Figura 12

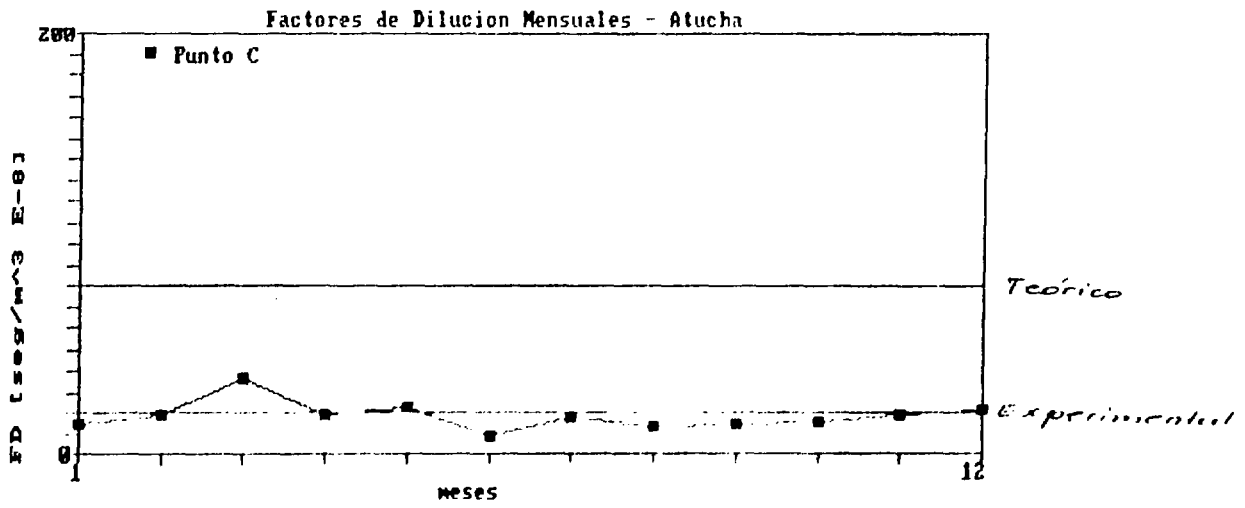


Figura 13

Factores de dilucion Mensuales - Atucha

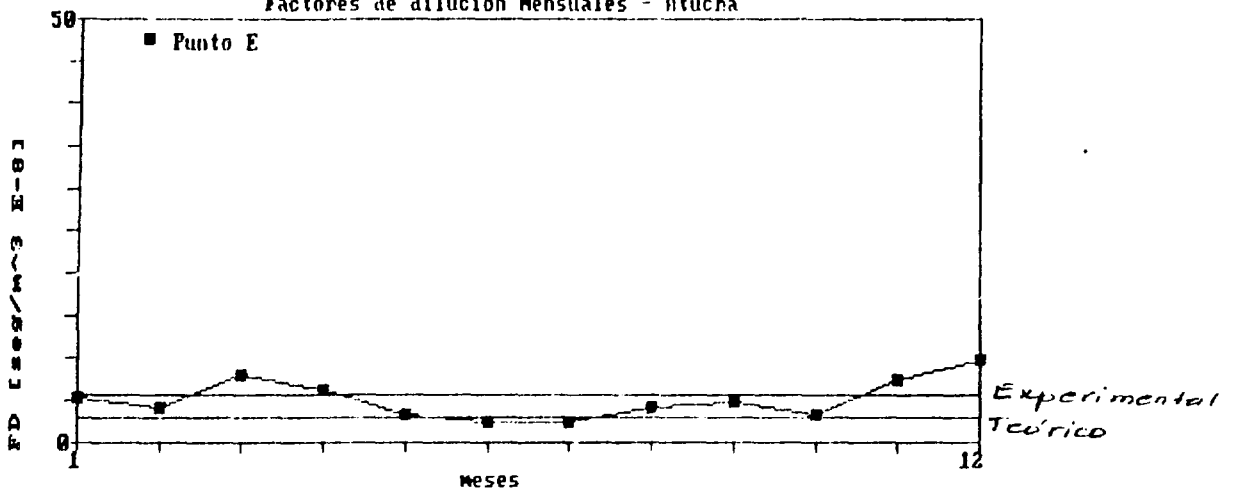


Figura 14