

Comportamiento de la actividad β total en partículas suspendidas en el aire desde 1982 hasta 1990 en el área de influencia de la Central Nuclear Laguna Verde (CLV).

Cornelio A. Dorantes Muñoz.

Laboratorio de Monitoreo y Dosimetría Ambiental. Gerencia del Proyecto Nucleoeléctrico Laguna Verde. Comisión Federal de Electricidad, Apartado Postal # 35 Cd. Cardel Veracruz CP 91680.

Introducción

El programa de monitoreo del Laboratorio de Monitoreo y Dosimetría Ambiental (LMDA) de la Gerencia del Proyecto Nucleoeléctrico Laguna Verde (GPNLV), tiene entre uno de sus objetivos llevar un seguimiento de la actividad β total en partículas suspendidas en aire, ya que este tipo de análisis es el indicador más rápido de cambios en el medio ambiente causados por alteraciones radiológicas.

Aunque el análisis de partículas en el LMDA se ha hecho desde 1978, no fué sino hasta 1982 cuando se estandarizaron los métodos de muestreo y análisis, por lo que los resultados previos a esta fecha, aunque son válidos no se consideran como parte de este reporte.

Los datos analizados pertenecen a 7 estaciones localizadas en los alrededores de la CLV (fig 1), cabe aclarar que el número de estaciones se ha ido incrementando paulatinamente hasta un total de 15 en el año de 1990, con la finalidad de mejorar el seguimiento de las condiciones ambientales circundantes a la Central Nuclear. El objetivo del presente reporte es demostrar que la CLV no ha contribuido en la elevación de los niveles de radiación β total en el medio ambiente adyacente.

MÉTODOS:

El sistema colector de partículas está compuesto por un filtro, un integrador de flujo y

una bomba de succión, los cuales se encuentran ensamblados en serie dentro de una caseta de muestreo (fig 2), este sistema funciona continuamente durante los 365 días del año, efectuándose los cambios de filtro semanalmente, las bombas utilizadas tienen una capacidad de succión de 50 l / min por lo que el volumen de aire muestreado al final del período es de aproximadamente 500 m³/semana.

La detección de los filtros con partículas se realiza en un equipo proporcional de flujo para detección de partículas α y β , teniendo un límite mínimo de detección (LMD) de 0.82 fCi / m³/semana para este tipo de análisis.

Para el análisis estadístico, los datos se agruparon de la siguiente manera: a) un período que comprende 7 años (1982-1988), considerado como período preoperacional, b) un lapso comprendido por los años 1989 y 1990 considerado como período operacional, ya que fué durante el año de 1989 cuando la CLV entra en operación comercial y c) el lapso completo (1982-1990).

RESULTADOS Y DISCUSION:

En la tabla 1 se presenta la estadística descriptiva de los 3 períodos, observándose que las distribuciones para los 3 juegos de datos son sesgadas, como se puede verificar por medio de los

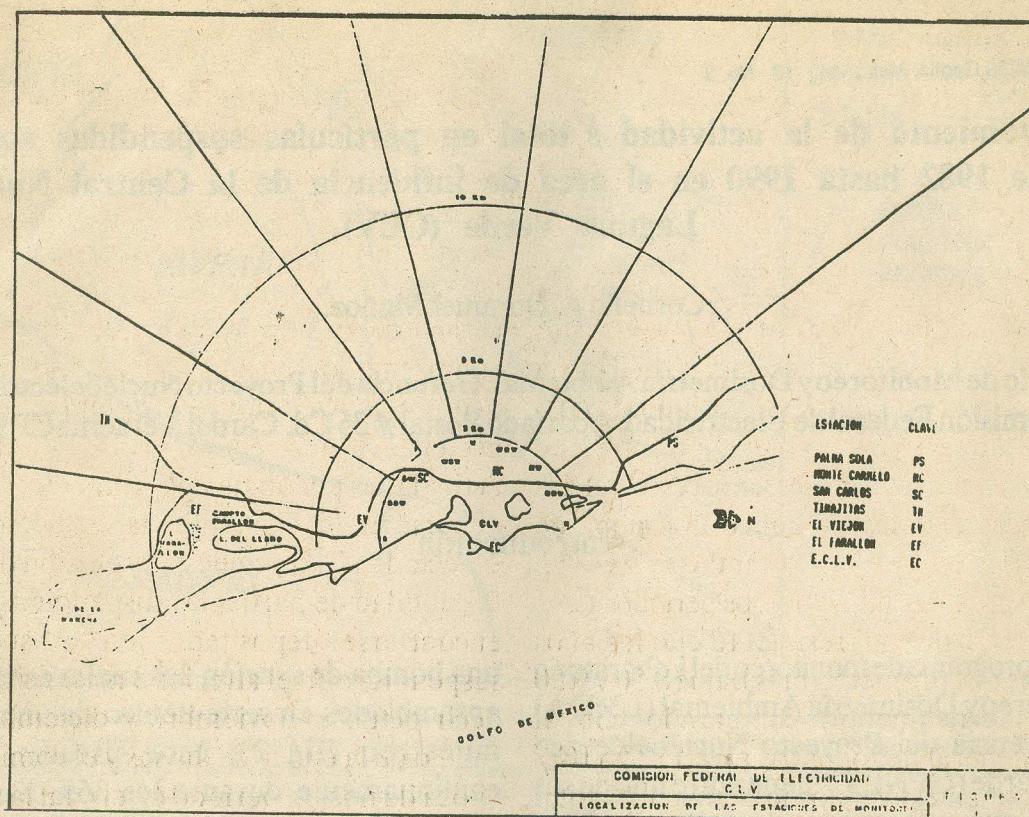


TABLA 1

SUMARIO DE LA ESTADISTICA DESCRIPTIVA DE LOS DIFERENTES PERIODOS.

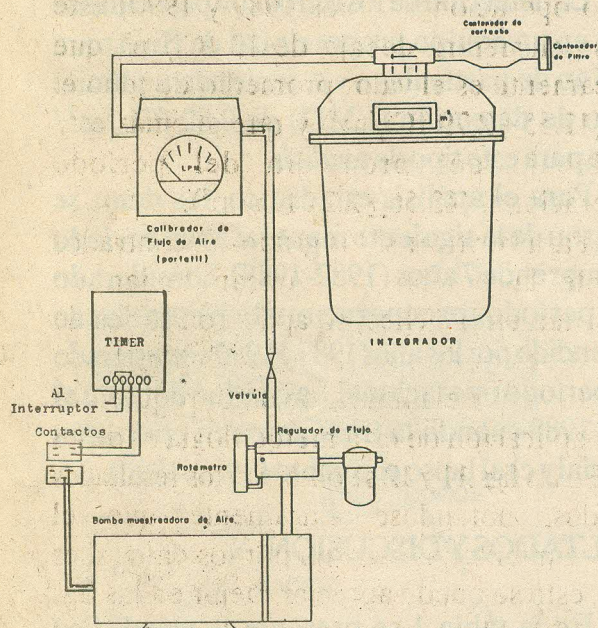
	PERIODO PREOPERACIONAL (fci/m ³)	PERIODO OPERACIONAL (fci/m ³)	PERIODO COMPLETO (fci/m ³)
MEDIA	13.56	9.00	12.55
VARIANZA	23.14	3.30	22.29
DESVIACION ESTANDAR	4.81	1.82	4.72
MINIMO	5.00	6.00	5.00
MAXIMO	36.00	13.00	36.00
MEDIANA	14.00	9.00	11.00
COEF DE SIMETRIA STD	4.89	0.53	6.00
COEF DE KURTOSIS STD	7.68	0.19	9.04
NUMERO DE OBSERVACIONES	84	24	108

TABLA 2

RESULTADOS DE ANALISIS DE VARIANZA.

	SC	GL	CM	F CALCULADA
AÑOS	745.35	8	93.17	8.27
MESES	647.66	11	58.88	5.22
ERROR	921.76	88	11.27	
TOTAL	2384.77	107		

F TABULADA 8/88 (95%) = 2.02
F TABULADA 11/88 (95%) = 1.75



los coeficientes de sesgo, así mismo los períodos preoperacional y el lapso completo presentan una forma platokurtica de su distribución y el operacional presenta una forma leptokurtica es decir "picuda" (figs 3, 4 y 5).

La tabla 2 muestra los resultados obtenidos del análisis de varianza aplicado a los datos, en este se puede apreciar la diferencia significativa existente entre los períodos (años) y entre los meses; para poder saber entre que períodos y entre que meses se presentan las diferencias detectadas, se aplicó la prueba de Duncan (figs 6 y 7) notandose que el comportamiento presentado por los períodos tiene como característica sobresaliente que los años 89 y 90 tienen el promedio más bajo (8.50 y 9.50 fCi/m³ respectivamente) comparado con el promedio general de todos los años (12.55 fCi/m³), es decir en estos años la actividad β total detectada estuvo por debajo del promedio registrado en todo el lapso, y los años de 1986 y 1982 fueron los mas altos (16.50 y 16.58 fCi/m³ respectivamente), esto puede ser debido a lo siguiente: a). Hasta antes de 1982 las pruebas de armamento nuclear eran realizadas en la atmósfera, por lo tanto en los años subsiguientes a las detonaciones era muy común detectar radionúclidos de fallout, trayendo como consecuencia que dentro del período preoperacional, fuera factible detectar valores de fondo elevados y b). En el mes de abril de 1986 fué el accidente de la central nuclear de Chernobyl Rusia, un mes más tarde (Mayo) se detectó en el LMDA el fallout resultante, elevando por consiguiente el promedio del año (tabla 3 y fig 6).

En la tabla 4 se observan los promedios mensuales de actividad β total de todo el lapso y en la fig 7 se muestran los resultados de la prueba de Duncan, encontrandose que los meses se agrupan en dos, cada grupo queda comprendido dentro de períodos climáticos característicos de la región; los meses de junio a septiembre, son considerados como los meses de lluvia y los meses de enero a mayo y de octubre a diciembre se consideran como meses

de secas, ahora bien los grupos caracterizados por la prueba de Duncan quedan formados de la siguiente manera: el grupo comprendido por los meses de junio a diciembre (grupo a) y el que comprende a los meses de enero a mayo (grupo b), como se puede apreciar los meses característicos de la época de lluvias, quedan comprendidos en el grupo a y los meses de octubre, noviembre y diciembre, aunque no pertenecen a la época de lluvias registraron actividades por abajo del promedio, esto puede deberse a lo siguiente, la actividad β total detectada en aire tiene una relación directa con la cantidad de partículas suspendidas tienden a encontrarse depositadas en el suelo y no suspendidas en el aire, los 3 meses siguientes es decir octubre, noviembre y diciembre, son el reflejo de la época de lluvias y el comienzo de la época de nortes, período en el cual la atmósfera se encuentra recién lavada y la cantidad de partículas suspendidas es mínima.

En las figs 8,9 y 10 se observa que el 98% de los valores de los 3 períodos se encuentra por debajo de 20 fCi/m³, siendo notorio que para el período operacional (años 1989 y 1990) este valor se encuentra debajo de 13 fCi/m³, que practicamente es el valor promedio de todo el lapso (12.55 ± 2.79 fCi/m³) y que además esta por debajo del promedio del período preoperacional (13.56 ± 2.21 fCi/m³).

Para verificar si los grupos encontrados mediante la prueba de Duncan tenían un comportamiento cíclico, se aplicaron series de tiempo al período preoperacional y al lapso completo ya que el mínimo de datos requeridos para la aplicación de esta metodología es de 48 datos. En las figs 11 y 12 se observan los resultados obtenidos, notandose claramente que el comportamiento presentado por los datos si es cíclico, esto se puede apreciar mejor en las figs 13, 14 y 15 donde el componente cíclico estacional de cada período se nota perfectamente; comparando las 3 gráficas se puede concluir que los meses de junio, julio, agosto y septiembre siempre presentan los promedios más bajos, octubre siempre se eleva con respecto a estos

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS
PERIODO PREOPERACIONAL (1982 a 1988)

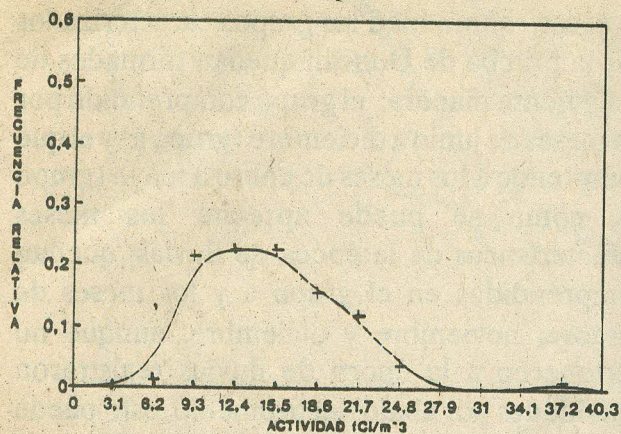


FIGURA 3

FIGURA 6

RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DUNCAN PARA AÑOS
(fCi/m³)

MEDIA	8.50	9.50	11.33	11.58	12.00	13.17	13.75	16.50	16.58
AÑO	1989	1990	1988	1983	1984	1987	1985	1986	1982

FIGURA 7

RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DUNCAN PARA MESES
(fCi/m³)

MEDIA	8.8	9.7	10.4	10.6	11.2	11.3	12.4	14.3	14.9	15.0	15.6	16.1
MES	AGO	JUL	JUN	SEP	NOV	DIC	OCT	FEB	ABR	ENE	MAR	MAY

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS
PERIODO OPERACIONAL (1989 y 1990)

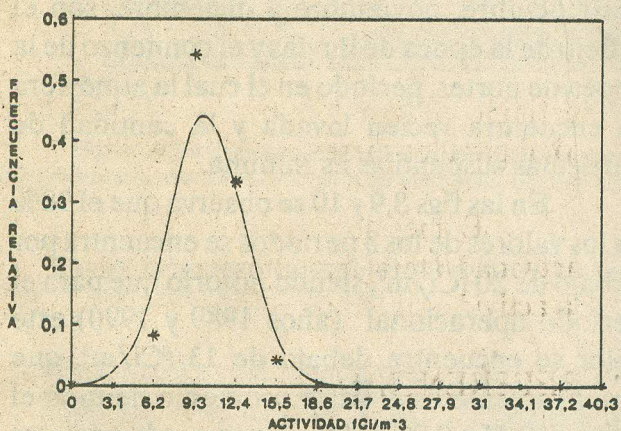


FIGURA 4

TABLA 3

PROMEDIOS DE LOS AÑOS ANALIZADOS.

AÑO	ACTIVIDAD fCi/m³
1982	16.58
1983	11.58
1984	12.00
1985	13.75
1986	16.50
1987	13.17
1988	11.33
1989	8.50
1990	9.50

PERIODO	ACTIVIDAD fCi/m³
PREOPERACIONAL	13.56
OPERACIONAL	9.00
1982/1990	12.55

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS
LAPSO COMPLETO (1982 a 1990)

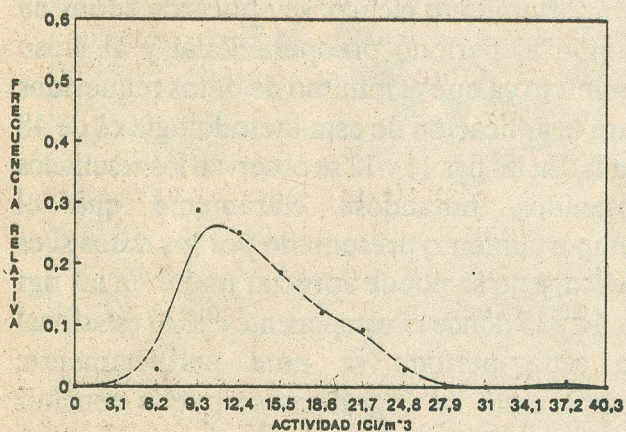


FIGURA 5

TABLA 4

PROMEDIOS MENSUALES DEL LAPSO 1982/1990.

MES	ACTIVIDAD fCi/m³
ENERO	15.00
FEBRERO	14.33
MARZO	15.78
ABRIL	14.89
MAYO	16.11
JUNIO	10.44
JULIO	9.67
AGOSTO	8.78
SEPTIEMBRE	10.56
OCTUBRE	12.44
NOVIEMBRE	11.22
DICIEMBRE	11.33

PROMEDIO DEL LAPSO 12.55

GRAFICA DE PROBABILIDAD NORMAL
PERIODO PREOPERACIONAL (1982 a 1988)

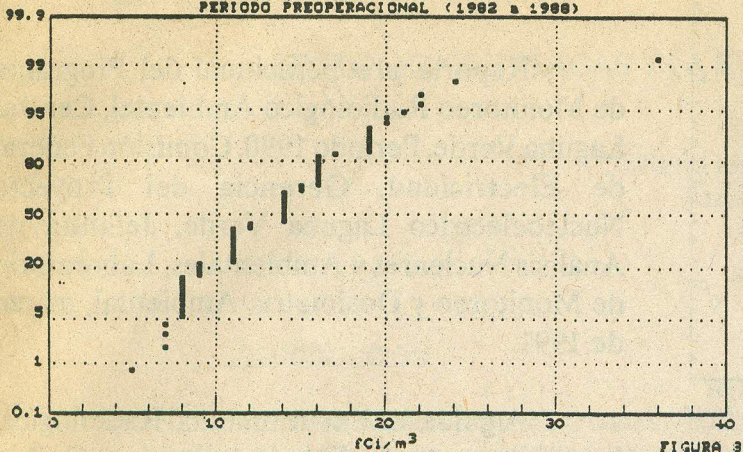


FIGURA 8

GRAFICA DE PROBABILIDAD NORMAL
PERIODO OPERACIONAL (1989 Y 1990)

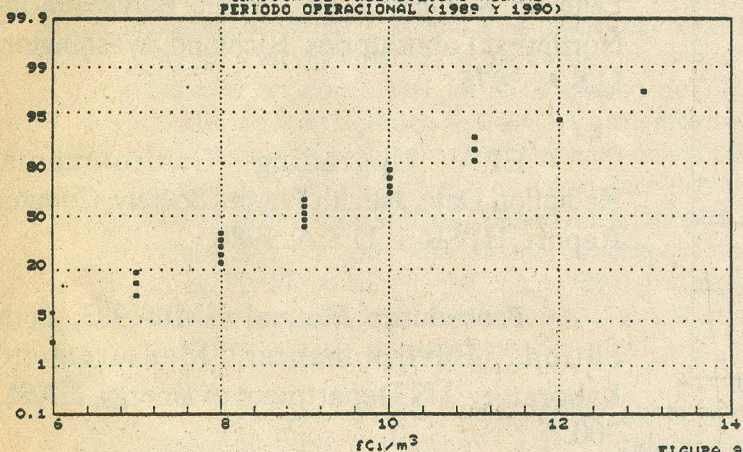


FIGURA 9

GRAFICA DE PROBABILIDAD NORMAL
LAPSO COMPLETO (1982 a 1990)

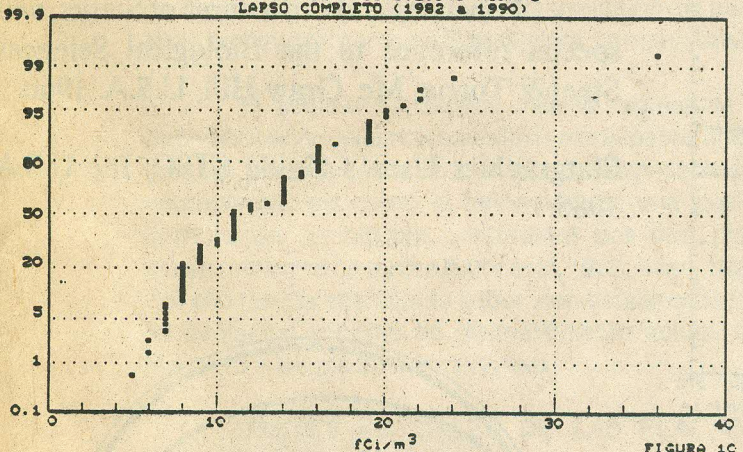


FIGURA 10

VALORES, VALORES AJUSTADOS Y PREDICCIONES
PERIODO PREOPERACIONAL (1982 a 1988)

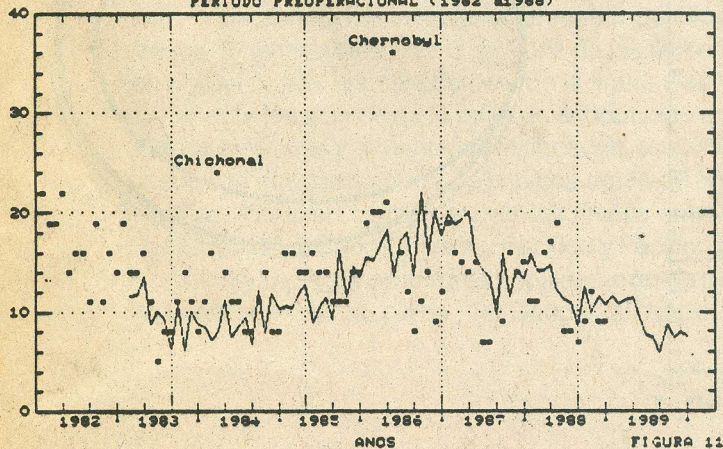


FIGURA 11

meses y noviembre y diciembre bajan nuevamente. Mayo siempre es el mes con valores más altos y de enero a abril los valores siempre son más elevados con respecto al promedio de los meses comprendidos en el grupo a.

CONCLUSIONES:

Existe una diferencia entre los períodos preoperacional. El promedio de actividad β total es más alto en el período preoperacional (13.56 fCi/m^3) que en el operacional (9.00 fCi/m^3).

Se encontraron dos grupos en cuanto a la actividad β total de acuerdo a la época del año.

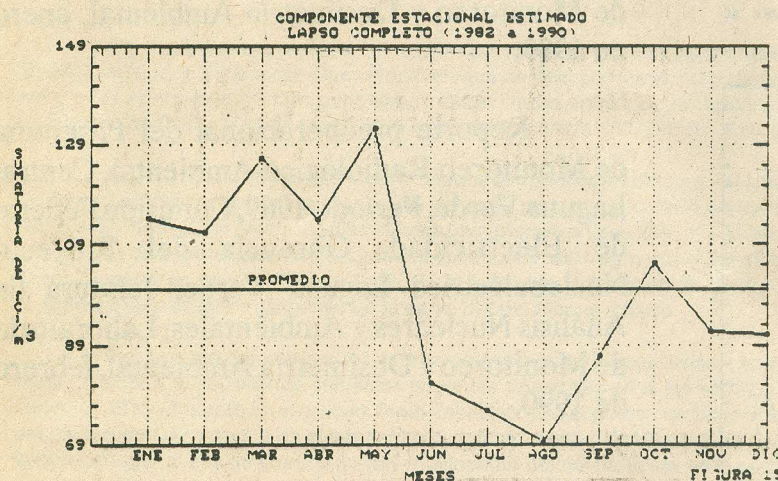
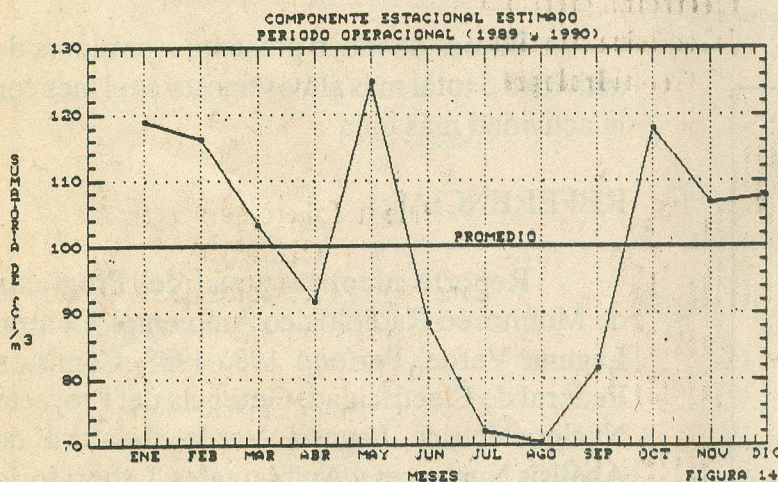
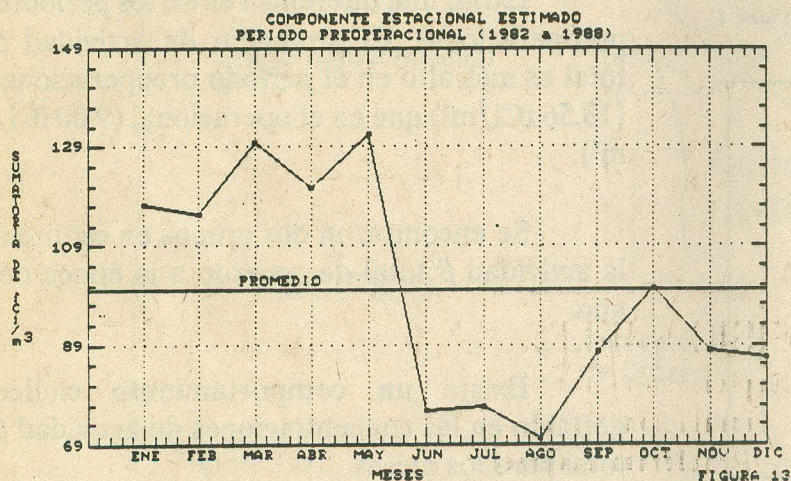
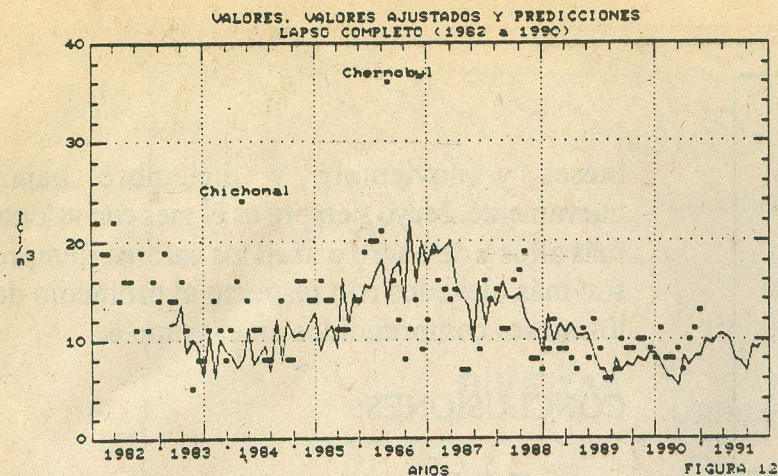
Existe un comportamiento cíclico definido en las concentraciones de actividad β total para los meses.

El mes de mayo presenta los valores de actividad β total más altos y agosto es el mes con la actividad más baja.

REFERENCIAS:

Reporte preoperacional del Programa de Monitoreo Radiológico Ambiental, Central Laguna Verde, Período 1986-1988, Comisión Federal de Electricidad, Gerencia del Proyecto Nucleoeléctrico Laguna Verde, Jefatura de Análisis Nucleares y Ambientales, Laboratorio de Monitoreo y Dosimetría Ambiental, enero de 1989.

Reporte preoperacional del Programa de Monitoreo Radiológico Ambiental, Central Laguna Verde, Período 1989, Comisión Federal de Electricidad, Gerencia del Proyecto Nucleoeléctrico Laguna Verde, Jefatura de Análisis Nucleares y Ambientales, Laboratorio de Monitoreo y Dosimetría Ambiental, febrero de 1990.



Reporte preoperacional del Programa de Monitoreo Radiológico Ambiental, Central Laguna Verde, Período 1990, Comisión Federal de Electricidad, Gerencia del Proyecto Nucleoeléctrico Laguna Verde, Jefatura de Análisis Nucleares y Ambientales, Laboratorio de Monitoreo y Dosimetría Ambiental, marzo de 1991.

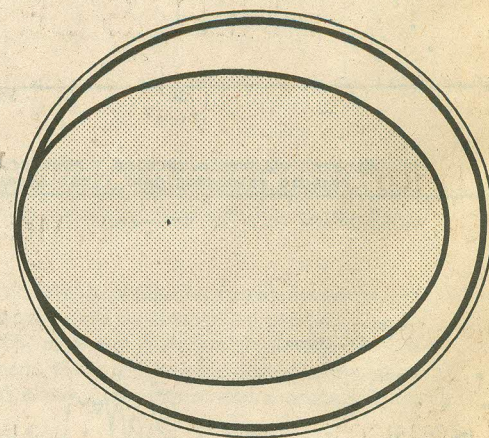
A guide for Environmental Radiological Surveillance at ERDA Installations, Corley, Denham, Michels, Olsen & Waite, Batelle, Pacific Northwest Laboratories, Richland, Washington, U.S.A. 1975.

EPA Upgrading Environmental Radiation Data, Health Physics Society, Comitee Report, HPSR-1, U.S.A. 1980.

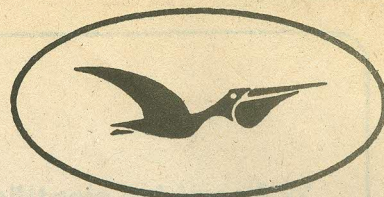
Procedures Manual EML-1983, 26th. edition, Environmental Measurements Laboratory, US Department of Energy, HASL-300.

Principles and Procedures of Statics, with special reference to the Biological Sciences, Steel & Torrie, Mc Graw-Hill, U.S.A. 1960.

Statgraphics User's Guide STSC, Inc U.S.A. 1985.



POSGRADO



CICESE

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA

SISMOLOGÍA

Peligro y Riesgo Sísmico
Propagación de Ondas
Simulación Numérica
Problemas Inversos
Fuentes Sísmicas
Sismotectónica

GEOFÍSICA APLICADA

Exploración Geofísica
Simulación Numérica
Problemas Inversos
Electromagnetismo
Geofísica Marina
Geohidrología

GEOLOGÍA

Geología Estructural
Geología Marina
Geocronología
Vulcanología
Petrología
Tectónica

PARA EGRESADOS DE CARRERAS DE CIENCIAS E INGENIERÍA:

Físicos
Químicos
Matemáticos
Oceanólogos
Geólogos
Geofísicos

Civil
Mec. y Elec.
Geodesia
Electrónica
Computación
Sistemas

Pide tu folleto informativo:
CICESE

Dirección de Estudios de Posgrado
Apartado Postal 2732
km 107 Carretera Tij. - Eda.
Ensenada, Baja California
C.P. 22800 México
Tel. (667) 4-50-50 ext. 2050
Fax. (667) 4-48-80

TRAMITAMOS TU BECA

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA

7ª Asamblea científica IAGA

**Agosto 7 - 20 1993
Buenos Aires -Argentina**

Informes

**M. Gadseb IAGA, Phys. Unit
Fraser Noble Building
Aberdeen Univ.
Aberdeen ABG ZUE Scotland U.K.**

**III CONFERENCIA LATINOAMERICANA
DE GEOFISICA ESPACIAL**

1 - 5 Noviembre 1993

LA HABANA - CUBA

Informes

**Dr. Juan Perez Hernandez
Inst. Geofisica y Astronomia
Acad. de Ciencias de Cuba
Calle 212 # 2906 e/29 y 31
La Lisa, La Habana, Cuba
Fax (537) 331 697**

**DECIMA CONFERENCIA TEMATICA
SENSORES REMOTOS EN GEOLOGIA**

1994

9 - 12 DE MAYO

SAN ANTONIO TEXAS

Informes:

**Erim
P.O. Box 134001
Ann Arbor MI 48113-4001 USA
Tel 3131 994-1200 Ext 3234
Fax: 313 994-5123**

**CIENCIAS DE LA TIERRA
INGENIERO GEOFÍSICO**

**Instituto Politecnico Nacional
E.S.I.A. Unidad Ticomán**

Becas

**Las otorgan PEMEX, IMP, CIAS.
Mineras, etc. a los estudiantes de la
carrera.**

Informes:

**Av. Ticomán No. 600
Col. San José Ticomán
México 07330, D.F.**

Tels:

586-54-36

586-23-71

586-24-91

Fax. 586-22-16