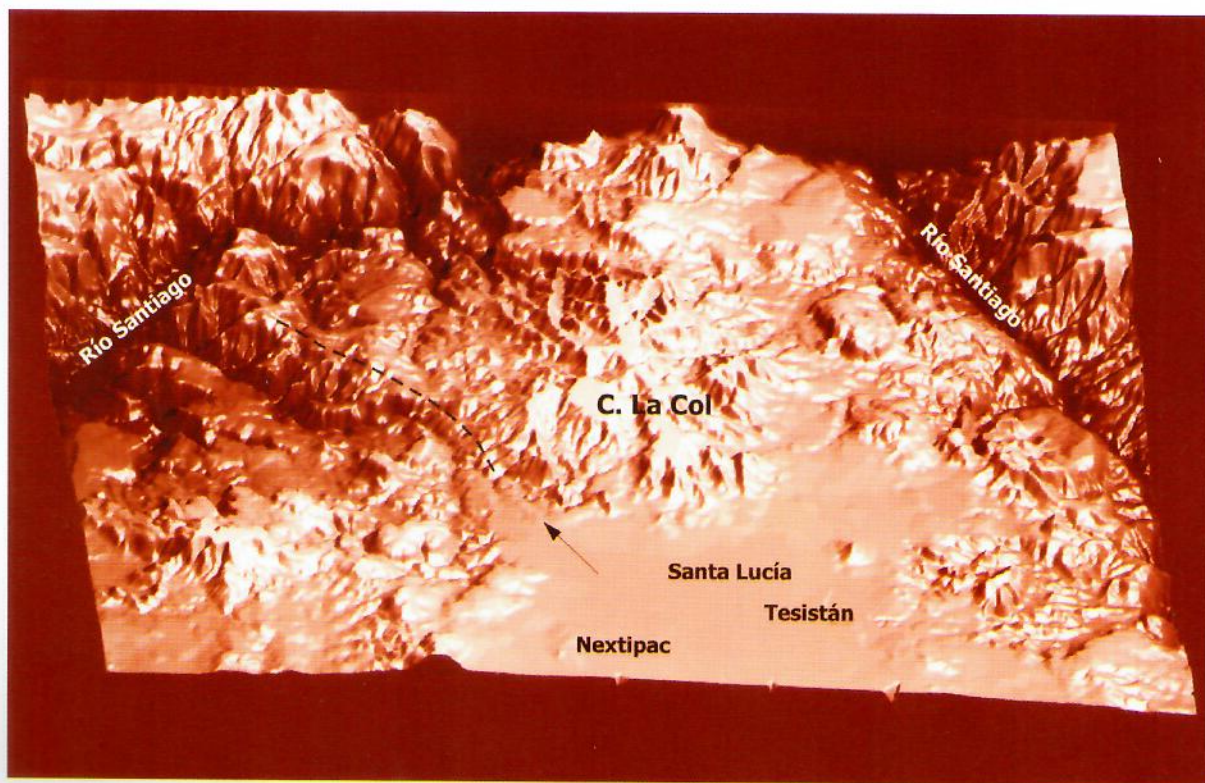


# Geofis



Volumen 25  
No. 2  
Junio de 2006

# GEOS

<http://www.ugm.org.mx/geos.html>

## BOLETÍN INFORMATIVO DE LA UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.

**GEOS** se publica tres veces al año patrocinada por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y editada conjuntamente por la UGM y el CICESE.

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.  
Mesa Directiva 2006-2007

**Dr. Julián Adem Chain**  
Presidente Honorario

**Dr. Luis Alberto Delgado Argote**  
Presidente

**Dr. Oscar Campos Enríquez**  
Vicepresidente

**Dr. José Manuel Romo Jones**  
Secretario General

**Dra. María Tereza Cavazos Pérez**  
Tesorero

**Dr. Roberto S. Molina Garza**  
Secretario de Investigación

**Dr. Modesto Ortiz Figueroa**  
Secretario de Difusión

**Dr. Thierry Calmus**  
Secretario de Educación

### Editores Principales

Luis A. Delgado Argote  
[ldelgado@cicese.mx](mailto:ldelgado@cicese.mx)  
CICESE

Modesto Ortiz Figueroa  
[ortizf@cicese.mx](mailto:ortizf@cicese.mx)  
UGM

### Comité Editorial

Harald Böhnelt, Instituto de Geofísica, UNAM  
Noel Carbajal Pérez, IPICYT  
Oscar Campos, Instituto de Geofísica, UNAM  
Gerardo Carrasco, Instituto de Geología, UNAM  
Ana Luisa Carreño, Instituto de Geología, UNAM  
Carlos Flores Luna, División de Ciencias de la Tierra, CICESE  
José Luis Frías Salazar, INEGI  
Juan García Abdeslem, División de Ciencias de la Tierra, CICESE  
René Garduño, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM  
Manuel Grajales N., Instituto Mexicano del Petróleo  
Margarita López Martínez, División de Ciencias de la Tierra, CICESE  
Alejandro Hinojosa Corona, División de Ciencias de la Tierra, CICESE  
Miguel Lavín Peregrina, División de Oceanología, CICESE  
Luis Munguía Orozco, División de Ciencias de la Tierra, CICESE  
Jorge Ledesma Vázquez, Facultad de Ciencias Marinas, UABC  
Guillermo Pérez, PEMEX  
Domitilo Pereyra, Universidad Veracruzana  
Francisco José Sánchez Sesma, UNAM  
Miguel Téllez, UABC  
Gustavo Tolson, Instituto de Geología, UNAM  
Carlos Suárez Plascencia, Universidad de Guadalajara  
Héctor Pérez de Tejada, Instituto de Geofísica, UNAM

### Apoyo Técnico Editorial

Gustavo Peinemann Le Duc - [peineman@cicese.mx](mailto:peineman@cicese.mx)  
María Cristina Álvarez Astorga  
Alejandro F. Nava Pichardo

**GEOS**, boletín informativo de la Unión Geofísica Mexicana, contiene artículos de investigación originales así como artículos de divulgación y notas cortas, sobre aspectos relevantes para la difusión de la actividad científica, tecnológica y docente en las Ciencias de la Tierra, así como noticias de interés para los miembros de la UGM. Las instrucciones para los autores se encuentran al final de cada revista y en <http://www.ugm.org.mx/geos.html>

Correspondencia a:  
Editorial GEOS  
División de Ciencias de la Tierra, CICESE  
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada  
Ensenada, B.C., México  
Tel.: (646)175-0500, Ext. 26060



EDITORIAL.....	339
----------------	-----

### ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

ECUACIONES DE LLUVIA INTENSA GENERALIZADA PARA OBTENER PRECIPITACIONES MÁXIMAS DE CORTA DURACIÓN Domitilo Pereyra-Díaz, Carolina A. Ochoa-Martínez y José Antonio Pérez-Sesma .....	340
---	-----

### ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN

DESARROLLO DE GRIETAS EN EL FRACCIONAMIENTO PRADOS DE NEXTIPAC, MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JALISCO Carlos Suárez-Plascencia, Felipe de Jesús Escalona-Alcázar y José de Jesús Díaz Torres .....	352
--	-----

PRESENCIA DE URANIO EN EL RÍO CHUVÍSCAR, ESTADO DE CHIHUAHUA, MÉXICO María de Lourdes Villalba, Luis Humberto Colmenero-Sujo, María Elena Montero-Cabrera, Guillermo Manjón, Rafael Chávez-Aguirre, Miguel Royo-Ochoa y Adán Pinales-Munguía .....	363
---	-----

### REPORTE TÉCNICO

LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA COMO HERRAMIENTA PARA OBSERVAR EL COMPORTAMIENTO DEL OZONO EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA Martha Cecilia Nájera Cedillo, Bertha Márquez Azúa, Rubén Sánchez Gómez y Juan P. Corona .....	368
---	-----

### NOTA

SE DICE... A. Nava, J. Frez y M. Echevarría .....	377
--	-----

### NOTICIAS DE LA UGM

ASAMBLEA GENERAL 2005 E INFORME DEL TESORERO .....	382
DIRECTORIO DE MIEMBROS DE LA UGM .....	385

### COMUNICACIONES

POLÍTICA EDITORIAL .....	405
--------------------------	-----



## Las geociencias y la planeación urbana

En este número de geos llama la atención que sus cuatro artículos técnicos tratan sobre temas de gran importancia en planeación urbana. El crecimiento acelerado de las zonas urbanas en el país también ha acelerado la explotación y contaminación de los recursos hídricos y ampliado las áreas vulnerables a los fenómenos naturales. Ese ritmo debería estar acompañado por un incremento similar, por lo menos, de estudios sobre peligros y sobre la evaluación de las zonas de riesgo, tanto en las grandes ciudades o zonas con infraestructura costosa, como en otras que se caracterizan por la inestabilidad del terreno, o por su actividad natural continua (por ejemplo, volcánica y sísmica). El conocimiento de esos fenómenos naturales es una cuestión vital para lograr un desarrollo que contemple la previsión y mitigación de riesgos. En ese sentido, somos testigos de acciones importantes como la Década Internacional para Reducción de Desastres 1990-2000, distintos programas de protección civil, cuatro foros mundiales del agua y otras que, por intereses distintos, poco aportan al estudio y a la regulación del uso de la superficie terrestre y sus recursos. La magnitud de dichas acciones muestra la importancia de los problemas relacionados con los fenómenos que ocurren en la tierra sólida, océanos y atmósfera y, es claro que las instancias gubernamentales lo tienen presente. Sin embargo, en la práctica, es observable que la legislación para proteger la vida humana y sus estructuras contra los riesgos y desastres naturales, así como el destino de los contaminantes, aun no es la adecuada por falta de información de calidad. Por esa razón, no es ocioso insistir en la necesidad de tener redes de monitoreo de fenómenos naturales y ambientales en zonas urbanas, así como programas de investigación y capacitación real para dar respuesta a las amenazas que se asocian con la naturaleza. Dichos programas deben ser transgubernamentales para garantizar su seguimiento y, en su diseño, deben participar también las instituciones académicas y sociedades de expertos para garantizar su calidad. El impacto económico y social de los desastres causados por fenómenos naturales es revisado después de que éstos se presentan y resulta ser un tema de oportunidad en el ambiente político. Sobre los temas anteriores, en varios foros se ha insistido en la necesidad de invertir en infraestructura y educación a todos los niveles para disminuir los efectos destructivos de los fenómenos naturales. Sin embargo, se menciona poco la perjudicial práctica de otorgar contratos para efectuar estudios innecesarios y menos aún se menciona la necesidad de tener supervisión experta de esos trabajos. El crecimiento más sano posible de nuestras ciudades se logrará a través de una rigurosa planeación urbana que necesariamente debe contemplar el conocimiento del medio físico en que se asientan.

## Ecuaciones de lluvia intensa generalizada para obtener precipitaciones máximas de corta duración

Domitilo Pereyra-Díaz, Carolina A. Ochoa-Martínez y José Antonio A. Pérez-Sesma

Carrera de Ciencias Atmosféricas de la Facultad de Instrumentación Electrónica, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, Xalapa, Veracruz. 91090 México.

E-mail: dpereyra@uv.mx; orac8a@hotmail.com;

### RESUMEN

Debido a la escasez de datos de intensidad para precipitación máxima de corta duración, del orden de minutos, en la República Mexicana, surge la necesidad de evaluar estas intensidades por medio de ecuaciones. En este estudio se presenta el modelo de lluvia intensa generalizada de Bell y Chen, que debe ajustarse a los registros pluviométricos; en este caso, de la ciudad de Xalapa, Veracruz (período 1927-2002). Para obtener los parámetros de ajuste de las ecuaciones, se utilizaron las precipitaciones máximas registradas en 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120 minutos y veinticuatro horas, para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25 y 50 años. Para lo anterior, se utiliza el método cuasi-newton de aproximaciones sucesivas. Realizada la estimación para las ecuaciones de lluvia intensa generalizada, se encontró que, para la duración de una hora, la ecuación de Bell subestima la precipitación para períodos de retorno de 2 a 25 años, mientras que la de Chen la sobrestima para períodos de retorno de 2 a 5 años y la subestima para períodos de 10 a 50 años. Con solo conocer las precipitaciones máximas en una y veinticuatro horas, que es información disponible en los observatorios meteorológicos de México, la aplicación de este modelo puede extenderse a otros lugares donde las precipitaciones máximas duran menos de dos horas.

**Palabras Clave:** Lluvia intensa generalizada, curvas intensidad-duración-período de retorno, estimación no lineal.

### ABSTRACT

Data of maximum precipitation intensity for periods in the order of minutes is scarce in Mexico. For that reason, we propose the usage of equations to evaluate such intensities. In this study, the equations of intense generalized rainfall of Bell and Chen are presented, adjusted to the pluviometric records of Xalapa city, Veracruz, (period 1927-2002). To obtain the adjustment parameters of the equations, we used the maximum precipitations registered for 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120 minutes and twenty-four hours, for return periods of 2, 5, 10, 25 and 50 years, using the Quasi-Newton method of successive approaches. The evaluation of the equations of intense generalized rainfall, showed that the Bell equation underestimates the precipitation for return periods from 2 to 25 years, while the Chen equation overestimates the return periods from 2 to 5 years and underestimates for periods from 10 to 50 years. We conclude that based only on the maximum precipitations in one and twenty-four hours, information available at the Mexican meteorological observatories, the application of this model is valid for other places where maximum precipitations are less than two hours long.

**Keywords:** Intense generalized rainfall, intensity-duration-return period curves, non lineal estimation.

**Cita:** Pereyra-Díaz, D., Ochoa-Martínez, C. A. y Pérez-Sesma, J. A. A., 2005, Ecuaciones de lluvia intensa generalizada para obtener precipitaciones máximas de corta duración, *GEOS*, Vol. 25, No. 2.

## INTRODUCCIÓN

Según Maidment (1993), las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia de la lluvia (IDF) permiten calcular la intensidad promedio para cierta probabilidad de excedencia y duración. Mientras que Campos (1998) se refiere a las curvas IDF como gráficas en las cuales se concentran las características de las tormentas de la zona o región, con respecto a sus 3 variables principales: magnitud, duración y frecuencia. Considerando que la frecuencia es el inverso del período de retorno (T) o intervalo de recurrencia, el cual es el tiempo promedio, en años, en el que el evento puede ser igualado o excedido por lo menos una vez en promedio (Campos, 1987), se puede hablar de curvas Intensidad-Duración-Período de retorno (IDT) como sinónimo de las curvas IDF. Zapata (1998), realizó un estudio en donde aplica las curvas IDF al sur de España, utilizando cinco estaciones pluviométricas; menciona que las relaciones IDF generalizadas pueden obtenerse a partir de mapas isopluviales editados para grandes regiones geográficas. El desarrollo de estas relaciones es descrito por Bell (1969), Chen (1983), Stedinger *et al.* (1993) y Froehlich (1993 y 1995). Genovez y Pegoraro (2001) presentan una validación y adecuación de las ecuaciones de lluvias intensas generalizadas propuestas por Bell (1969) y Chen (1983). Después de aplicar las ecuaciones a las precipitaciones de varias ciudades de Sao Pablo, Brasil, recomendaron que estas ecuaciones pueden ser utilizadas para localidades sin información pluviométrica.

Para México, Campos (1990) sugirió un procedimiento para estimar las curvas IDT a partir de registros pluviométricos, de 33 estaciones, usando el cociente lluvia-duración, que relaciona a la lluvia de una hora y período de retorno de 2 años (o cualquier otro) con la de 24 horas para el mismo período de retorno. En este estudio aplicó las condiciones de Bell (1969) y Chen (1983). Encontró que la ecuación de Bell es más útil para duraciones pequeñas y períodos de retorno de 2 a 10 años y la de Chen es más funcional para períodos de retorno mayores o iguales a 10 años. Pereyra *et al.* (2002) ajustaron tres ecuaciones a una serie pequeña de precipitaciones máximas de Xalapa, las cuales describen las curvas IDT para duraciones menores a 2 horas. Estas mismas ecuaciones fueron ajustadas a tres localidades del estado de Quintana Roo (Bando *et al.*, 2002); en ambos casos se obtuvieron buenos resultados.

Domínguez y Franco (2002) estimaron el coeficiente K que relaciona la precipitación máxima de una hora con la correspondiente a 24 horas, para la República Mexicana y para el Valle de México, considerando diferentes períodos de retorno, habiendo propuesto una posible relación con los procesos físicos de formación de nubes. Pereyra *et al.* (2004) presentan una recopilación de las ecuaciones que estiman las curvas intensidad-duración-período de retorno de la lluvia, para duraciones menores o iguales a dos horas, y las compara al ajustarlas a las precipitaciones máximas registradas en la ciudad de Xalapa, Veracruz.

El objetivo de este estudio fue ajustar las ecuaciones de lluvia intensa generalizada, propuestas por Bell (1969) y Chen (1983), a las precipitaciones máximas de la ciudad de Xalapa, con el propósito de poderlas usar en otras partes del país, y en especial del estado de Veracruz, cuando se cuenta con precipitaciones máximas horarias y diarias y se requiera de precipitaciones máximas de corta duración para diseñar obras hidráulicas.

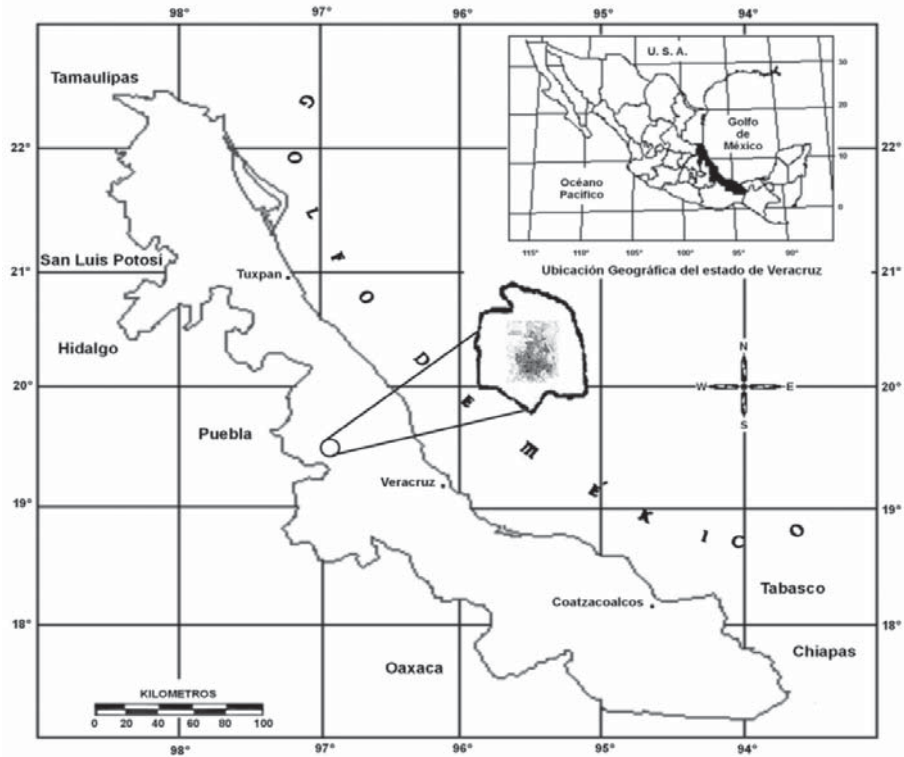
## METODOLOGÍA

La ciudad de Xalapa es la capital del estado de Veracruz y se ubica en la región central del estado, sobre la parte oriental del Cofre de Perote (4 200 m de altitud), a 19° 31' 35" latitud norte y 96° 54' 35" longitud oeste y a una elevación promedio de 1 400 msnm (Figura 1). Dentro de la ciudad se encuentra el cerro Macuiltépetl (1580 m de altitud). El clima de la ciudad de Xalapa es semicálido-húmedo con temperatura media anual de 19.6°C, la del mes más frío es de 10.0°C (enero) y la del mes más cálido es de 26.0 °C (mayo). La temporada de lluvia se presenta entre mayo y octubre, y la precipitación anual oscila entre 917.5 y 2 231.8 mm. La precipitación máxima registrada en una hora, en el período 1927-2002, varía entre 24.9 y 96.2 mm y en 24 horas entre 38.4 y 241.1 mm (CNA, 2004).

En este estudio se ajustaron las ecuaciones de lluvia intensa generalizada, propuesta por Bell (1969) y Chen (1983), a las precipitaciones máximas de la ciudad de Xalapa, Veracruz, registradas en el período 1927-2002. Las precipitaciones máximas utilizadas fueron para las duraciones de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110,







**Figura 1 Ubicación geográfica de la ciudad de Xalapa, Veracruz (Tomada de Pereyra et al., 2000).**

120 minutos y 24 horas, obtenidas de los pluviogramas proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN). A continuación se describen las ecuaciones.

a) Ecuación de Bell

Bell (1969) encontró una ecuación generalizada de intensidad-duración-periodo de retorno, combinando las razones; lámina de lluvia-frecuencia (Ec. 1) con la lámina de lluvia-duración (Ec. 2).

$$\frac{P'_T}{P'_{10}} = a \ln T + b \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde  $P'_T$  es la lámina de lluvia en el tiempo  $t$  (en minutos) para un período de retorno  $T$  (en años),  $P'_{10}$  es la lámina de lluvia para el tiempo  $t$  (minutos) y período de retorno de 10 años.

$$\frac{P'_T}{P'_T} = at^b + c \quad (\text{Ec. 2})$$

y  $P'_T$  es la lámina de lluvia para la duración de 60 minutos y período de retorno  $T$  (años).

Resolviendo las ecuaciones (1) y (2), y combinándolas obtuvo la ecuación generalizada para la lámina de lluvia-duración-frecuencia (Ec. 3),

$$P'_T = (0.21 \ln T + 0.52)(0.54t^{0.25} - 0.50)P'^{60}_{10} \quad (\text{Ec. 3})$$

para  $2 \text{ años} \leq T \leq 100 \text{ años}$  y  $5 \text{ minutos} \leq t \leq 120 \text{ minutos}$ .

b) Ecuación de Chen

Chen (1983) presentó una fórmula general de intensidad-duración-periodo de retorno, útil para estimaciones dentro del intervalo de 5 minutos a 24 horas. Para la aplicación de la fórmula de Chen se requiere conocer los cocientes:

1) lámina de lluvia-duración,  $R = \frac{R_1^T}{R_{24}^T}$

donde  $R_1^T$  es la precipitación acumulada en una hora y período de retorno  $T$  y  $R_{24}^T$  es la precipitación acumulada en 24 horas y período de retorno  $T$ .

2) lámina de lluvia-periodo de retorno,

$$X = \frac{R_1^{100}}{R_1^{10}}$$

donde  $R_t^{100}$  es la precipitación en el tiempo  $t$  (minutos) y período de retorno de 100 años y  $R_t^{10}$  es la precipitación en el tiempo  $t$  (minutos) y período de retorno de 10 años.

La fórmula propuesta por Chen para estimar la lluvia (en milímetros) de duración  $t$  (minutos) y período de retorno  $T$  (años) es

$$R_t^T = \frac{aR_1^{10} \log(10^{(2-x)}T^{(x-1)})}{(t+b)^c} \quad (\text{Ec. 4a})$$

la cual es válida para las siguientes condiciones:  $T \geq 1$  año y  $5 \text{ min} \leq t \leq 24$  horas. Donde  $R_1^{10}$  es la lluvia registrada para una duración de una hora y período de retorno de 10 años, en milímetros;  $a$ ,  $b$  y  $c$  son parámetros en función del cociente  $R$  y se determinan utilizando la Figura 2.

Chen (1983) supuso una condición promedio para la lluvia, considerando las variaciones geográficas, esto es, consideró que la razón  $R = 40\%$  y  $X = 1.48$ , con estas condiciones  $a = 22.57$ ,  $b = 7.48$  y  $c = 0.738$ , sustituyendo valores obtuvo la ecuación

$$R_t^T = \frac{22.57R_1^{10} \log(10^{(0.52)}T^{(0.48)})}{(t+7.48)^{0.738}} \quad (\text{Ec.4b})$$

La Tabla 1 muestra la lluvia máxima en los intervalos de tiempo utilizados para ajustar las ecuaciones de Bell y Chen a las precipitaciones de la ciudad de Xalapa, Veracruz.

Las precipitaciones máximas anuales de la ciudad de Xalapa, registradas en veinticuatro horas con su respectivo período de retorno, se muestran en la Tabla 2.

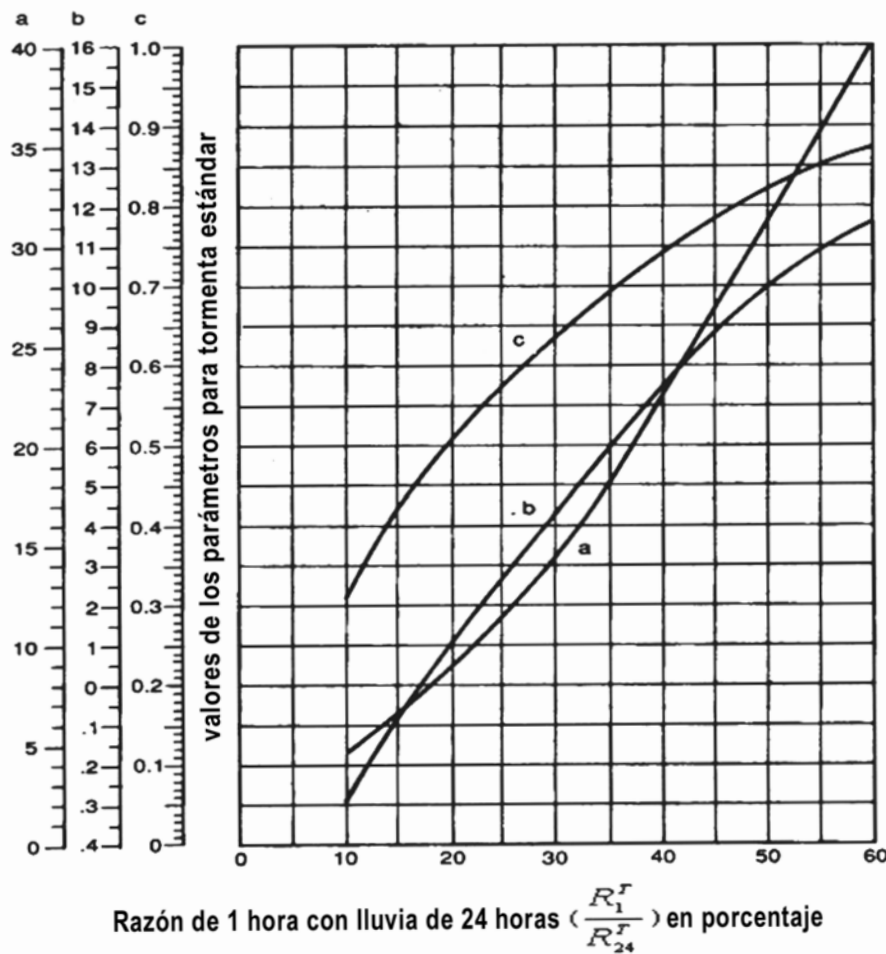


Figura 2. Relación entre los parámetros (a, b, c) de una tormenta estándar y la razón de la lluvia de una hora con la de 24 horas (Fuente: Chen, 1969).



**Tabla 1. Lluvia máxima (en mm) por intervalos de duración (en minutos, columnas), registrada en la ciudad de Xalapa, Veracruz para el periodo 1927-2002, ordenadas según el periodo de retorno (en años, renglones).**

N	7	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
1	50.000	30.0	45.0	60.0	73.0	81.0	87.0	92.0	97.0	101.5	105.5	107.5	108.0
2	25.0000	30.0	44.0	57.5	68.5	78.0	85.0	92.0	95.0	97.0	99.0	100.5	101.5
3	16.6667	25.0	44.0	54.0	64.0	73.0	77.5	82.5	89.5	94.0	96.5	98.0	99.0
4	12.5000	24.0	41.5	53.0	63.5	71.0	77.0	81.0	84.0	86.5	88.5	91.0	94.0
5	10.0000	24.0	40.0	52.0	63.5	69.5	75.0	80.5	83.5	86.0	88.0	90.5	92.5
6	8.33333	23.0	37.5	47.5	57.5	66.5	74.0	78.5	82.5	84.5	87.5	88.5	89.5
7	7.14286	21.0	37.0	47.5	57.0	63.0	68.5	74.0	79.5	84.0	85.0	85.5	86.0
8	6.2500	21.0	34.5	47.5	55.5	63.0	66.5	72.0	78.5	80.0	80.5	83.0	85.0
9	5.55556	20.0	34.0	46.5	54.0	62.0	63.0	69.5	74.0	77.0	80.0	81.0	81.5
10	5.0000	19.0	33.5	44.0	51.0	57.0	63.0	67.5	70.5	73.5	75.5	76.5	77.5
11	4.54545	19.0	32.5	42.0	50.0	56.5	62.5	67.5	70.5	71.0	71.2	72.5	74.5
12	4.16667	19.0	32.0	42.0	49.5	54.0	61.0	62.5	63.5	67.0	69.5	71.4	74.0
13	3.84615	18.0	30.0	42.0	48.0	53.5	60.0	61.0	63.0	66.5	69.0	70.5	71.6
14	3.57143	17.5	29.5	38.5	46.0	52.5	56.0	60.5	62.5	66.0	68.0	70.0	71.5
15	3.33333	17.0	29.0	37.0	43.5	50.0	54.5	58.0	62.5	65.0	67.0	70.0	71.0
16	3.1250	16.0	28.5	37.0	43.0	49.5	53.5	58.0	62.0	64.0	66.5	69.0	71.0
17	2.94118	15.5	28.0	36.5	43.0	49.0	53.0	57.5	62.0	62.5	66.5	68.5	70.0
18	2.77778	15.5	27.0	36.0	43.0	49.0	52.5	56.5	61.0	62.5	63.0	63.0	65.5
19	2.63158	15.0	27.0	35.5	42.5	48.5	52.5	56.0	59.0	62.0	62.5	62.5	63.0
20	2.5000	15.0	27.0	34.5	42.0	48.0	51.0	54.0	57.5	60.5	61.5	62.5	63.0
21	2.38095	14.5	26.5	34.0	41.5	47.5	50.5	54.0	57.0	59.0	60.5	62.0	63.0
22	2.27273	14.0	25.5	33.5	41.0	46.5	50.0	53.5	55.0	57.5	59.5	62.0	62.5
23	2.17391	14.0	24.0	33.0	41.0	45.5	49.5	52.5	55.0	57.0	59.0	61.0	62.0
24	2.08333	14.0	24.0	33.0	41.0	44.5	49.5	52.5	54.5	56.0	59.0	60.0	60.5
25	2.0000	14.0	24.0	33.0	40.0	44.5	49.5	51.5	54.5	55.5	57.0	58.5	59.5
26	1.92308	13.5	23.5	32.0	38.0	44.0	47.5	51.0	53.5	55.5	56.5	57.0	58.5
27	1.85185	12.5	23.5	31.0	38.0	43.5	47.5	51.0	52.5	54.5	55.5	56.5	57.5
28	1.78571	12.5	23.0	30.5	38.0	43.2	47.5	50.5	51.5	54.5	54.5	56.0	57.5
29	1.72414	12.0	22.5	30.0	36.6	43.0	46.6	50.5	51.5	51.5	53.5	54.5	55.4
30	1.66667	12.0	22.0	30.0	36.5	42.0	46.0	48.2	51.0	51.5	52.0	53.5	55.0
31	1.6129	12.0	22.0	30.0	36.0	42.0	45.0	47.5	48.6	50.5	51.5	53.2	54.5
32	1.5625	12.0	22.0	29.5	36.0	41.0	45.0	46.5	48.0	49.5	51.5	52.5	52.5
33	1.51515	12.0	21.5	29.0	35.5	38.5	43.5	45.5	47.5	49.0	50.6	51.5	51.5
34	1.47059	11.6	21.0	29.0	33.5	37.0	41.5	44.5	47.5	49.0	50.0	50.0	51.0
35	1.42857	11.5	21.0	29.0	33.0	36.5	40.5	44.0	47.5	48.0	49.2	49.6	51.0
36	1.38889	11.0	20.8	28.5	33.0	36.2	40.0	44.0	46.0	47.4	48.5	49.5	50.0
37	1.35135	11.0	20.6	28.0	32.5	36.0	40.0	42.4	44.6	46.5	48.0	49.4	49.5
38	1.31579	11.0	20.0	27.6	32.0	36.0	39.0	41.5	44.0	46.4	47.5	49.0	49.4
39	1.28205	10.0	20.0	27.5	32.0	36.0	37.0	40.4	43.5	45.5	47.0	47.5	48.0
40	1.2500	10.0	20.0	27.0	32.0	35.5	36.8	39.5	42.0	43.5	45.0	46.5	47.5
41	1.21951	10.0	20.0	27.0	31.5	35.5	36.5	38.5	40.0	42.0	43.5	44.5	45.0
42	1.19048	10.0	20.0	27.0	31.5	34.5	36.0	37.5	40.0	41.5	43.0	44.0	45.0
43	1.16279	10.0	20.0	26.5	31.0	34.0	36.0	37.0	39.0	40.5	41.5	42.5	43.0
44	1.13636	10.0	19.5	24.5	30.0	32.6	35.5	37.0	38.5	40.0	41.0	42.0	43.0
45	1.11111	10.0	18.5	24.0	29.0	32.5	35.0	36.5	37.0	37.5	38.0	39.5	40.5
46	1.08696	10.0	18.5	23.5	28.5	32.5	35.0	36.0	36.5	36.5	38.0	38.5	39.0
47	1.06383	9.5	18.4	23.2	28.0	32.0	35.0	36.0	36.0	36.0	36.5	36.5	36.5
48	1.04167	9.4	17.0	22.0	27.5	32.0	34.0	35.5	35.5	36.0	36.0	36.0	36.0
49	1.02041	8.5	16.5	22.0	27.0	30.5	32.0	32.0	34.0	35.5	35.5	35.5	35.5

Precipitación (mm)

## RESULTADOS

Para el ajuste de la ecuación generalizada propuesta por Bell (1969), para el caso específico de la ciudad de Xalapa, primero se obtuvo la razón entre la lluvia de una hora, con periodos de retorno de 1, 2, 5, 25 y 50 años, y la lluvia de una hora, con periodo de retorno de 10 años (Tabla 4).

Utilizando el método de Quasi-Newton del paquete Statistica v.6.0 (Statsoft, Inc., 2003), se encontraron los valores de los parámetros  $a$  y  $b$  de la ecuación (1) y se obtuvo para Xalapa la ecuación

$$\frac{P_t^r}{P_{10}^r} = 0.19 \ln T + 0.49 \quad (\text{Ec. 5})$$

**Tabla 2. Precipitación máxima anual en 24 horas entre 1920 y 2002, ordenadas de mayor a menor, con su respectivo período de retorno (T).**

N	T	Precipitación máxima anual en 24 horas(mm)	N	T	Precipitación máxima anual en 24 horas(mm)	N	T	Precipitación máxima anual en 24 horas(mm)	N	T	Precipitación máxima anual en 24 horas(mm)
1	82	241.1	22	3.72	103.1	43	1.9	81.9	64	1.28	68.1
2	41	211.2	23	3.56	102.9	44	1.86	81.5	65	1.26	67.1
3	27.3	194.4	24	3.41	101.8	45	1.82	81.4	66	1.24	66.2
4	20.5	183.8	25	3.28	98.7	46	1.78	80.6	67	1.22	66
5	16.4	175	26	3.15	95.5	47	1.74	80.6	68	1.2	65.2
6	13.6	158	27	3.03	95.5	48	1.7	80.4	69	1.18	65.2
7	11.7	153.2	28	2.92	94.1	49	1.67	78.8	70	1.17	64
8	10.2	152.7	29	2.82	94	50	1.64	77.9	71	1.15	63.3
9	9.1	149.2	30	2.73	93.3	51	1.6	77.2	72	1.13	63.3
10	8.2	120.6	31	2.64	90	52	1.57	76.1	73	1.12	62
11	7.4	120	32	2.56	89.7	53	1.54	75.5	74	1.1	61.2
12	6.8	111.6	33	2.48	89.4	54	1.51	74.8	75	1.09	57.1
13	6.3	111.5	34	2.41	89.3	55	1.49	74.5	76	1.07	57
14	5.8	109.8	35	2.34	87.4	56	1.46	74.1	77	1.06	54.5
15	5.4	109	36	2.27	86.6	57	1.43	73.5	78	1.05	53.1
16	5.1	109	37	2.21	85	58	1.41	72	79	1.03	50.6
17	4.8	108.3	38	2.15	83.4	59	1.38	71.2	80	1.02	47.8
18	4.55	107.5	39	2.1	83.3	60	1.36	71.2	81	1.01	32
19	4.31	107.5	40	2.05	83.2	61	1.34	70.5			
20	4.1	106.4	41	2	82.3	62	1.32	69.7			
21	3.9	105.6	42	1.95	82.2	63	1.3	68.6			

N es el número de orden, T es el período de retorno en años.

**Tabla 3. Precipitaciones máximas anuales en una hora, registradas en la ciudad de Xalapa, Veracruz entre 1920 y 2002.**

Año	Precipitación máxima anual en 1 hora (mm)	Año	Precipitación máxima anual en 1 hora (mm)	Año	Precipitación máxima anual en 1 hora (mm)	Año	Precipitación máxima anual en 1 hora (mm)
1920	62.5	1941	39.2	1962	48.2	1983	37.4
1921	38.5	1942	38.2	1963	39.5	1984	60
1922	44.2	1943	47.6	1964	40	1985	54.5
1923	50.5	1944	31	1965	65	1986	49
1924	62.8	1945	29.2	1966	51.5	1987	74.5
1925	45.4	1946	24.9	1967	37.5	1988	33.5
1926	96.2	1947	35	1968	50	1989	55.1
1927	40	1948	36.4	1969	32.8	1990	59.5
1928	43.7	1949	48.5	1970	75	1991	50.5
1929	48.2	1950	30.8	1971	54.3	1992	33.4
1930	40	1951	47.5	1972	52	1993	S/D
1931	52	1952	79	1973	56.5	1994	S/D
1932	32.5	1953	49	1974	56	1995	38.3
1933	50	1954	51	1975	69.5	1996	82.5
1934	70	1955	49	1976	30	1997	58.8
1935	40	1956	30	1977	48	1998	40
1936	46	1957	47.8	1978	53.5	1999	52.3
1937	65	1958	50	1979	48.5	2000	59
1938	47	1959	79	1980	50	2001	40.8
1939	50	1960	42.5	1981	71.9	2002	72.2
1940	52	1961	60	1982	43.5		



cuyo coeficiente de determinación  $R^2= 0.965$ . Esta ecuación es válida para periodos de retorno de  $2 \leq T \leq 50$  años.

El siguiente paso fue obtener las razones entre la lluvia con duración de 10 minutos hasta 120 minutos y periodos de retorno de 2, 5, 25 y 50 años, contra la lluvia de una hora y periodo de retorno de 10 años (como denominador) Tabla 5.

La Figura 3 muestra gráficamente las razones obtenidas, para diferentes periodos de retorno, para la ciudad de Xalapa, Veracruz.

Dado que sólo se tienen, en este caso, datos de una sola estación (Xalapa), para encontrar las razones suavizadas que eliminan la intersección entre las curvas obtenidas (Figura 3), se procedió a promediar los valores de los periodos de retorno de 5, 10 y 25 años con su inmediato anterior y posterior, dejando los mismos valores para T igual a 2 y 50 años (Tabla 6).

La Figura 4 muestra la gráfica de las razones suavizadas (Tabla 6) para la ciudad de Xalapa donde ya no se observan intersecciones entre las curvas.

Así, las razones mostradas en la Tabla 6, se utilizaron para cualquier duración con periodo de retorno de 10 años y mediante el módulo de estimación no lineal del paquete Statistica v.6.0 (Statsoft, Inc., 2003) se obtuvieron los parámetros de la ecuación (1), por lo que la ecuación para la ciudad de Xalapa es

$$\frac{P_T^t}{P_T^{60}} = 0.51t^{0.27} - 0.59 \quad (\text{Ec. 6})$$

con un coeficiente de determinación  $R^2= 0.987$ . Por último, combinando las ecuaciones [5] y [6] se obtuvo la ecuación

$$P_T^t = (0.19 \ln T + 0.49)(0.51t^{0.27} - 0.59)P_{10}^{60} \quad (\text{Ec. 7}),$$

que es similar a la de Bell (1969) para los registros de la ciudad de Xalapa y es válida para los intervalos siguientes:

- $2 \leq T \leq 81$  años
- $10 \leq t \leq 120$  minutos.

La Figura 5 muestra las curvas intensidad-duración-periodo de retorno generadas por la ecuación (7) de Bell obtenida para la ciudad de Xalapa con información pluviométrica del periodo 1927-2002.

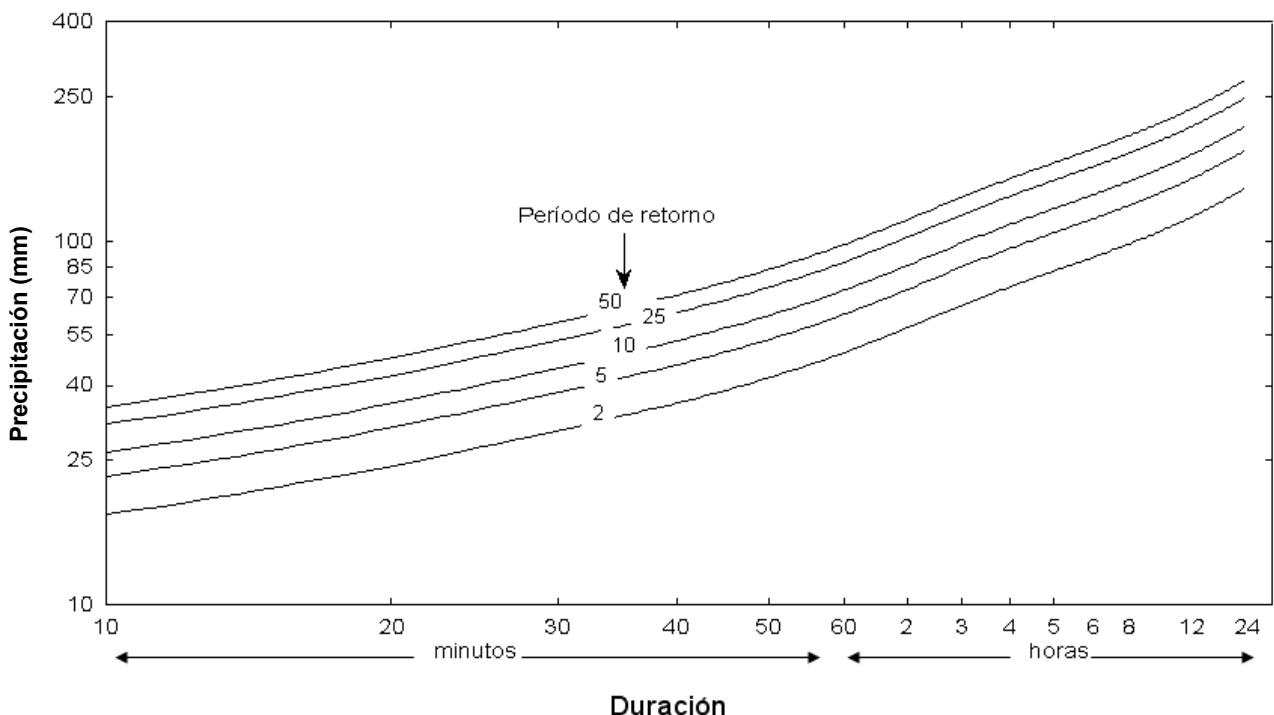


Figura 5. Curvas IDT del modelo de Bell para la ciudad de Xalapa, Veracruz.



**Tabla 4. Razones entre la lluvia de una hora, con periodos de retorno 1, 2, 5, 25 y 50 años, y la lluvia de una hora y período de retorno de 10 años.**

<b><i>T</i></b>	<b>Razón</b>
1	0.4267
2	0.6600
5	0.8400
25	1.1333
50	1.1600

**Tabla 5. Razones entre la lluvia con duración de 10 a 120 minutos (renglones), y periodos de retorno de 2, 5, 25 y 50 años (columnas), y la lluvia de 1 hora y período de retorno de 10 años (como denominador) para la ciudad de Xalapa, Veracruz.**

<b>Duración</b>	<b><i>T</i>=2</b>	<b><i>T</i>=5</b>	<b><i>T</i>=10</b>	<b><i>T</i>=25</b>	<b><i>T</i>=50</b>
10	0.187	0.2533	0.3200	0.4000	0.4000
20	0.320	0.4467	0.5333	0.5867	0.6000
30	0.440	0.5867	0.6933	0.7667	0.8000
40	0.533	0.6800	0.8467	0.9133	0.9733
50	0.593	0.7600	0.9267	1.0400	1.0800
60	0.660	0.8400	1.0000	1.1333	1.1600
70	0.687	0.9000	1.0733	1.2267	1.2267
80	0.727	0.9400	1.1133	1.2667	1.2933
90	0.740	0.9800	1.1467	1.2933	1.3533
100	0.760	1.0067	1.1733	1.3200	1.4067
110	0.780	1.0200	1.2067	1.3400	1.4333
120	0.793	1.0333	1.2333	1.3533	1.4400

**Tabla 6.- Razones suavizadas entre la lluvia con duración de 10 a 120 minutos (columnas) y periodos de retorno de 2, 5, 25 y 50 años (renglones) con la lluvia de 1 hora y período de retorno de 10 años (como denominador) para la ciudad de Xalapa, Veracruz.**

<b>Duración</b>	<b><i>T</i>=2</b>	<b><i>T</i>=5</b>	<b><i>T</i>=10</b>	<b><i>T</i>=25</b>	<b><i>T</i>=50</b>
10	0.187	0.2533	0.3200	0.4000	0.4000
20	0.320	0.4467	0.5333	0.5867	0.6000
30	0.440	0.5867	0.6933	0.7667	0.8000
40	0.533	0.6800	0.8467	0.9133	0.9733
50	0.593	0.7600	0.9267	1.0400	1.0800
60	0.660	0.8400	1.0000	1.1333	1.1600
70	0.687	0.9000	1.0733	1.2267	1.2267
80	0.727	0.9400	1.1133	1.2667	1.2933
90	0.740	0.9800	1.1467	1.2933	1.3533
100	0.760	1.0067	1.1733	1.3200	1.4067
110	0.780	1.0200	1.2067	1.3400	1.4333
120	0.793	1.0333	1.2333	1.3533	1.4400



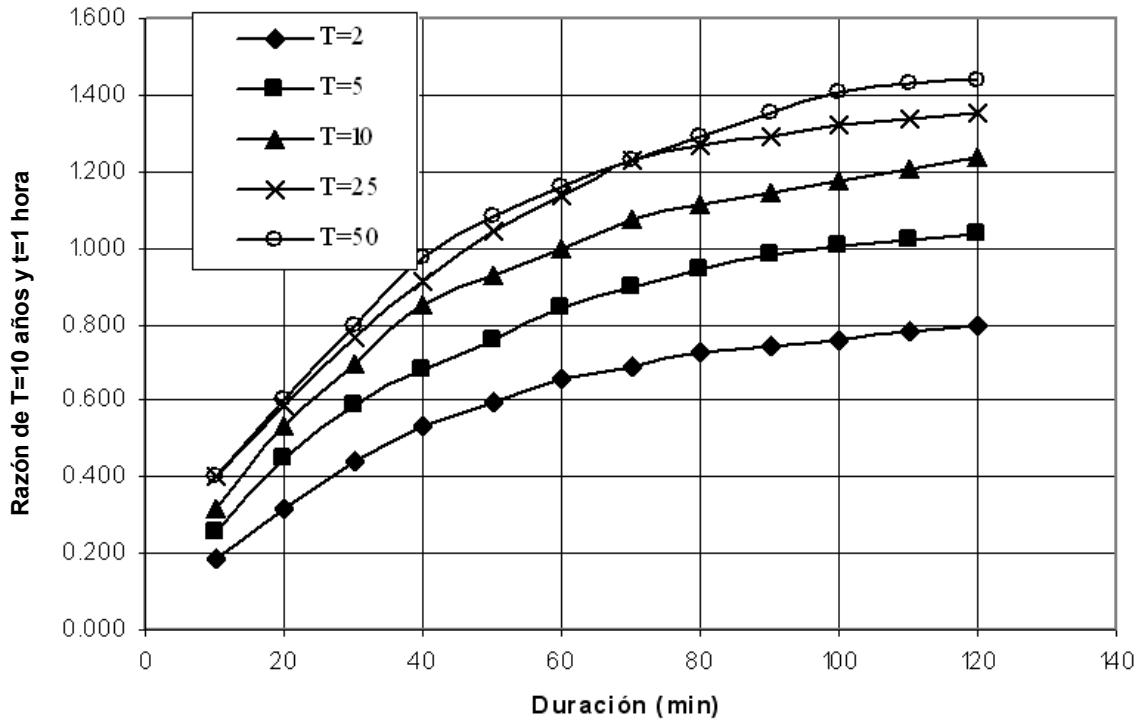


Figura 3. Razones de la lámina de lluvia- duración- período de retorno de la lluvia, para la ciudad de Xalapa, Veracruz.

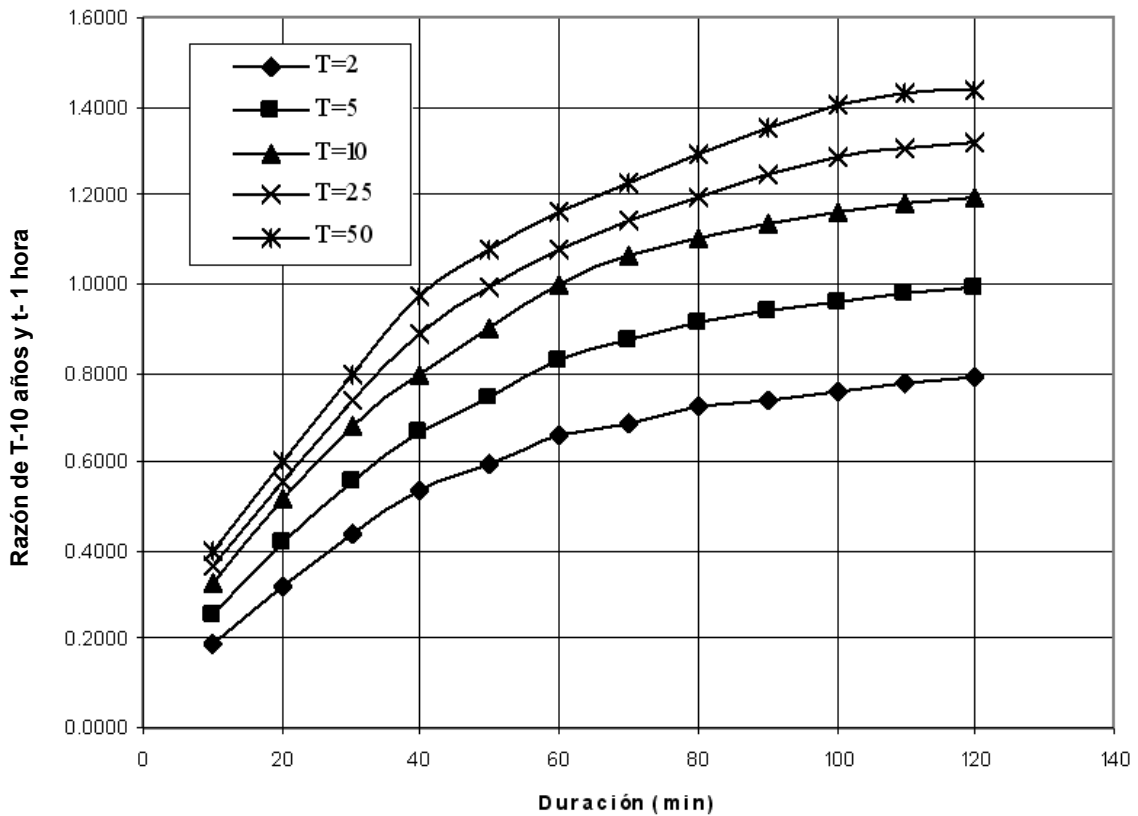


Figura 4. Razones de la lámina de lluvia- duración- período de retorno para la ciudad de Xalapa, Veracruz, con el denominador de T=10 años y t=1 hora.

Para la fórmula general de la intensidad de la lluvia-duración-período de retorno propuesta por Chen (1983) fue necesario conocer los cocientes lámina de lluvia-duración y lámina de lluvia-período de retorno. De los valores de lluvia estimados, correspondientes a las tablas 2 y 3, se tiene que las razones utilizadas en la formulación son:

$$R = \frac{R_1^{10}}{R_{24}^{10}} = \frac{75\text{mm}}{152.7\text{mm}} = 0.491 \quad (\text{Ec. 8})$$

y

$$X = \frac{R_1^{81}}{R_1^{10}} = \frac{96.2\text{mm}}{75\text{mm}} = 1.28 \quad (\text{Ec. 9})$$

Convirtiendo la razón obtenida en porcentaje y utilizando la Figura 2, se obtuvieron los valores  $a=30.1$ ,  $b=9.9$  y  $c=0.82$ ; sustituyendo los valores de  $a$ ,  $r_1^{10}$  y  $X$ , se obtiene

$$R_t^T = \frac{(30.1)(75) \log(10^{(2-1.28)T^{(1.28-1)}})}{(t+9.9)^{0.82}}$$

y simplificando valores, se obtiene

$$R_t^T = \frac{2257.5 \log(10^{(0.72)T^{(0.28)}})}{(t+9.9)^{0.82}} \quad (\text{Ec. 10})$$

Por lo que, la intensidad promedio de la lluvia para cualquier duración  $t$  (minutos) y período de retorno  $T$  (años) en la ciudad de Xalapa puede ser calculada por medio de la ecuación (10).

La Figura 6 muestra las curvas intensidad-duración-período de retorno generada por la ecuación (10) de Chen obtenida para la ciudad de Xalapa, con información pluviométrica del período 1927-2002.

Cabe aclarar que el ajuste realizado a la ecuación propuesta por Chen se hizo para 81 años (período 1920-2002; ver tablas 2 y 3), que es número total de años de registro de precipitación en la ciudad.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las ecuaciones 7 (tipo Bell) y 10 (tipo Chen), resultado del ajuste hecho a las precipitaciones máximas de la ciudad de Xalapa, Veracruz, muestran un error estándar de estimación de 6.2 mm/h y 5.5 mm/h,

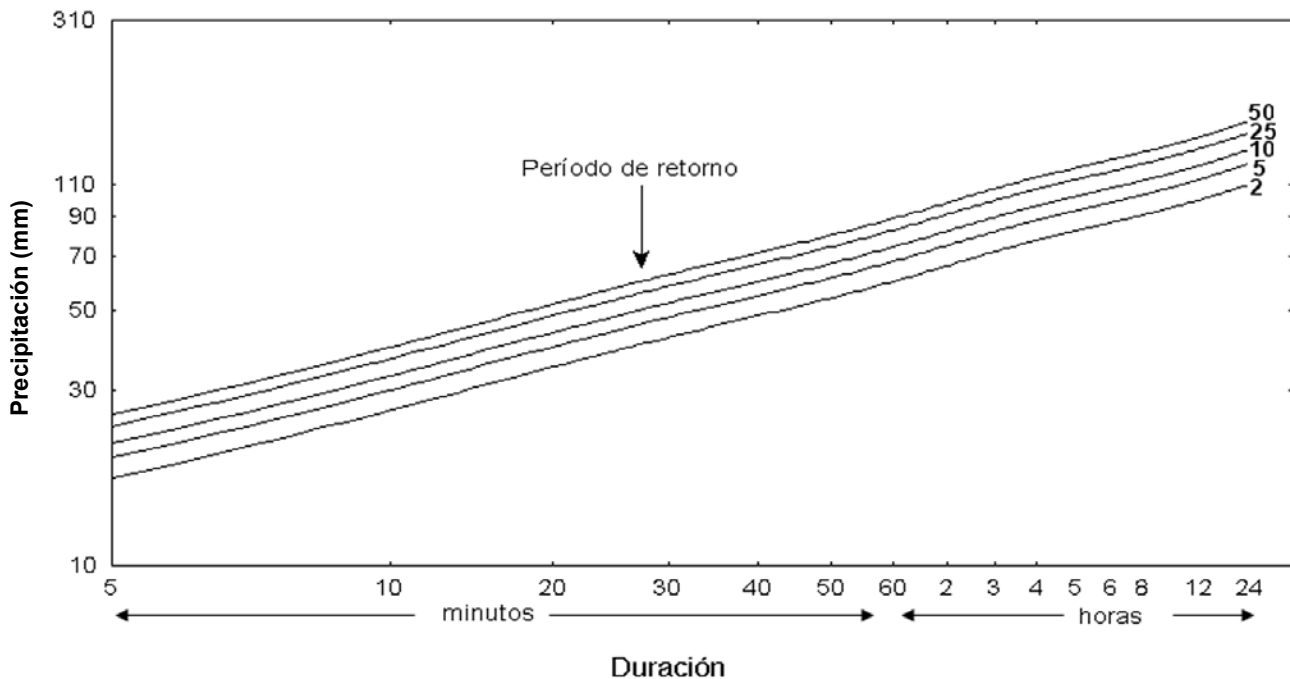


Figura 6. Curvas IDT del modelo de Chen para la ciudad de Xalapa, Veracruz.



respectivamente (Haber y Runyon, 1973). Considerando el error estándar de estimación de los modelos aplicados en este estudio, se puede decir que ambos son bastante aceptables al compararlos con los modelos de Koutsoyianis *et al.* (1998), Chow *et al.* (1994), Sherman (1931) y el de Bernard (1932) (en Raudkivi, 1979; Pereyra *et al.*, 2004) donde el error varió entre 2.7 mm/hr y 7.8 mm/hr.

**Tabla 7. Intensidades (mm/hr) calculadas por las ecuaciones de Bell y Chen ajustadas para la ciudad de Xalapa, para una duración de 60 minutos.**

T (años)	Valores observados (mm/hr)	Ec. Bell (mm/hr)	Bell-Valores Obsv. (mm/hr)	Ec.Chen (mm/hr)	Chen-Valores Obsv. (mm/hr)
2	49.5	44.3	-5.2	55.7	6.2
5	63.0	56.6	-6.4	63.5	0.5
10	75.0	66.0	-9.0	69.3	-5.7
25	85.0	78.3	-6.7	77.0	-8.0
50	87.0	87.6	+0.6	82.9	-4.1

La Tabla 7 muestra las intensidades de precipitación calculadas por las ecuaciones (7) y (10), para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25 y 50 años y una duración de 60 minutos, para la ciudad de Xalapa.

Al analizar la Tabla 7 se encontró que, para la duración de una hora, la ecuación de Bell subestima la precipitación para períodos de retorno de 2 a 25 años, mientras que la de Chen sobrestima para períodos de retorno de 2 a 5 años y subestima para períodos de 10 a 50 años. En el caso de diseño hidráulico, se debe utilizar la ecuación que sobrestima la precipitación para hacer obras que desalojen una mayor cantidad de escurrimiento para prevenir las inundaciones.

Los resultados obtenidos para una duración de una hora difieren de los obtenidos por Campos (1990) para la República Mexicana, quien afirma que la ecuación de Bell es más útil para duraciones pequeñas (del orden de minutos) y períodos de retorno de 2 a 10 años, y la de Chen es más funcional para períodos de retorno mayores o iguales a 10 años. Esta diferencia se puede deber a que en este estudio se consideró como duración una hora y no minutos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen, al Servicio Meteorológico Nacional por haber proporcionado los pluviogramas de las tormentas más intensas, registradas en el Observatorio Climatológico de la ciudad de Xalapa, Veracruz; a la DEPMI-UNAM por haber permitido el acceso a su biblioteca para realizar la investigación bibliográfica. También, agradecen a los árbitros que contribuyeron con sus comentarios para mejorar el artículo.

## REFERENCIAS

- Bando, U., Pereyra, D. y Natividad, M. A., 2002, Curvas intensidad de la lluvia-duración-período de retorno para tres localidades del estado de Quintana Roo, En *Mem. XII Congreso Nacional de Meteorología*, Cancún Quintana Roo, Octubre 23-26.
- Bell, F. C., 1969, Generalized rainfall duration-frequency relationships, *Journal of the Hydraulics Division*, ASCE, vol. 95, p. 311-327.
- Campos, A. D., 1987, Procesos del ciclo hidrológico. *Editorial Universitaria Potosina*, San Luis Potosí, 1ª reimpresión, 600 pp.
- Campos, A. D., 1990, Procedimiento para obtener curvas I-D-T a partir de registros pluviométricos, *Ingeniería Hidráulica en México*, vol. 5, núm. 2, p.39-52.
- Campos, A. D., 1998, Procesos del Ciclo Hidrológico, *Editorial Universitaria Potosina*, San Luis Potosí, México, 3ª impresión, 600 pp.
- Chen, C., 1983, Rainfall intensity-duration-frequency formulas, *Journal of the Hydraulics Division*, ASCE, vol. 109, núm. 12, p.1603-1621.
- Chow, V.T., Maidment, D.R. y Mays, L.W., 1994, Hidrología Aplicada, *McGraw Hill, Interamericana S.A.*, Colombia, 584 pp.
- CNA, 2004. Base de datos de precipitación de Xalapa, *Unidad de Hidrometeorología*. Comisión Nacional del Agua.
- Domínguez, M. R. y Franco, D. C., 2002, Análisis regional para la obtención de precipitaciones de diseño asociadas a duraciones menores que 2h, *Mem. del XX Congreso Latinoamericano de Hidráulica*, La Habana, Cuba. 2002.
- Froehlich, D.C., 1993, Shout-duration-rainfall intensity equations for drainage design, *Journal Irrigation and Drainage Engineering*, vol. 119, núm. 5, p. 814-828.
- Froehlich, D.C., 1995, Intermediate-duration-rainfall intensity equations, *Journal of Hydraulic Engineering*, vol. 121, núm. 10, p.751-756.
- Genovez A. M. y Pegogaro, R de C. F., 2001, Análisis y Evaluación de Ecuaciones de Lluvia Intensa Generalizada, *Ingeniería Hidráulica en México*, vol. XVI, núm. 3, pp.15-25.
- Haber, A. y Runyon, R. P., 1973, Estadística General, *Fondo Educativo Interamericano*, S.A., USA, 371 pp.

- Koutsoyannis, D., Kozonis, D. y Manetas, A., 1998, A mathematical framework for studying Rainfall Intensity-Duration-Frequency relationships, *Journal of Hydrology*, vol. 206, p.118-135.
- Maidment D.R., 1993, *Handbook of hydrology*, capítulo 3; Precipitation, McGraw-Hill, Inc. Primera edición, USA, p.3.1-3.47.
- Pereyra, D., Pérez, J.A., Natividad, M.A., Gómez, L., 2000, Influencia de la Niña y el Niño sobre la canícula de la región Xalapa, Veracruz, México, *Universidad y Ciencia*, vol. 16, núm. 32, p. 71-79.
- Pereyra, D., Bando, U. y Gómez, L., 2002, Aplicación de tres ecuaciones para estimar las curvas intensidad de la lluvia-duración-período de retorno de la ciudad de Xalapa, Veracruz, En *Mem. XII Congreso Nacional de Meteorología*, Cancún Quintana Roo, Octubre 23-26.
- Pereyra-Díaz, D., Pères-Sesma, J.A.A. y Gómez-Romero, L., 2004, Ecuaciones que estiman las curvas intensidad-duración-período de retorno de la lluvia, *GEOS*, vol. 24, núm.1, p. 46-56.
- Sherman, C.W., 1931, Frequency and intensity of excessive rainfall at Boston, Mass. *Trans. ASCE*, vol. 95, p. 951-960.
- Stedinger, J. R., Vogel, R. M. and Foufoula-Georgiou, E., 1993, *Handbook of hydrology*, cap. 18, Frecuency analysis of extreme events, McGraw-Hill, Inc. Primera edición, USA, p.18.1-18.66.
- Raudkivi, A.J., 1979, *Hydrology. An Advanced Introduction to Hydrological Processes and Modelling*, Pergamon Press Ltd., England, 479 pp.
- Statsoft, Inc., 2003, *Statistica for windows*, computer program manual, 03 edition, Tulsa Ok., USA.
- Zapata, A. J., 1998, Análisis de métodos alternativos para la obtención de las relaciones intensidad-duración-frecuencia en el sur de España. *Departamento de Ingeniería Rural*. Universidad de Almería, España, p.1-10.

Manuscrito recibido: 16 de marzo de 2005.

Manuscrito corregido recibido: 2 de junio de 2005.

Manuscrito aceptado: 24 de noviembre de 2005.

# Desarrollo de grietas en el fraccionamiento Prados de Nextipac, Municipio de Zapopan, Jalisco

Carlos Suárez-Plascencia<sup>1</sup>, Felipe de Jesús Escalona-Alcázar<sup>2,3</sup> y José de Jesús Díaz-Torres<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geografía y Ordenación Territorial de la Universidad de Guadalajara/SISVOC, Jalisco, México.

<sup>2</sup>Departamento de Ordenamiento Ecológico, Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas, México.

<sup>3</sup>Departamento de Geología, CICESE

## RESUMEN

Entre el 29 de junio y el 28 de septiembre del 2004 se formó un sistema de grietas al suroeste de la localidad de Santa Lucía, en el valle de Tesistán, municipio de Zapopan, Jalisco. Estas grietas se desarrollaron en una secuencia de pómez de caída, flujos piroclásticos y otros materiales epiclásticos. Las grietas aparecieron después de lluvias intensas. La estructura principal tiene longitud de 1073 m y rumbo N20°W, con segmentos orientados N-S. La profundidad promedio varía entre 8 y 10 m y la anchura entre unos cm hasta 3.5 m. La fisura afecta principalmente predios rústicos, agrícolas y una sección del fraccionamiento Prados de Nextipac.

**Palabras clave:** Socavación, Grietas, Valle de Tesistán, Nextipac, Santa Lucía.

## ABSTRACT

Between June 28 and September 28, 2004, after heavy rainfall, fissures were formed in Santa Lucia, in the Tesistán Valley, municipality of Zapopan, Jal. These fissures are in a sequence of pumice and pyroclastic flows, interbedded with epiclastic material. The main fissure is 1,073 m long, bearing N20°W, with some N-S segments. Its depth varies between 8 and 10 m, and its width ranges from a few centimeters up to 3.5 m. The fissure affects mainly rustic and agricultural lots, and a section of the Prados de Nextipac development.

**Key words:** Fissure, Tesistan valley, Nextipac, Santa Lucia.

**Cita:** Suárez-Plascencia, C., Escalona-Alcázar, F. J. y Díaz-Torres, J. J., 2005, Desarrollo de grietas en el fraccionamiento Prados de Nextipac, Municipio de Zapopan, Jalisco, *GEOS*, Vol. 25, No. 2.

## INTRODUCCIÓN

La zona de estudio se encuentra en el sector noroeste del área Metropolitana de Guadalajara, en el valle de Nextipac-Santa Lucía (Figura 1). El Río Grande de Santiago es el rasgo morfológico con asociación tectónica más importante cerca de la zona de estudio. En éste se identifica un sistema de fallas normales de rumbo N40-75°E y un sistema transcurrente que lo corta, cuyo rumbo varía entre S30°E y S70°E (Rosas-Elguera *et al.*, 1993). Estas tendencias son paralelas a las fallas que Garduño-Monroy y colaboradores (1998) identificaron en la zona del Volcán Colima, así como con las fallas cartografiadas en los alrededores de la ciudad de Guadalajara (Rossotti *et al.*, 2002).

En el valle de Tesistán se han reportado galerías filtrantes, también conocidas como qanats (Palerm-Viqueira *et al.*, 2001), que en su mayoría fueron construidas para el abasto de agua potable. En los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tala y El Arenal se han identificado galerías filtrantes que datan de finales del siglo XIX; algunas están destruidas y otras todavía están en uso, como la galería de La Venta del Astillero, que fue de una hacienda ubicada a 7.4 km al SSW (1620 m.s.n.m.) de la grieta de Prados de Nextipac (1600 m.s.n.m.), además de dos pequeñas galerías del rancho La Gotera, ubicado en la misma zona.



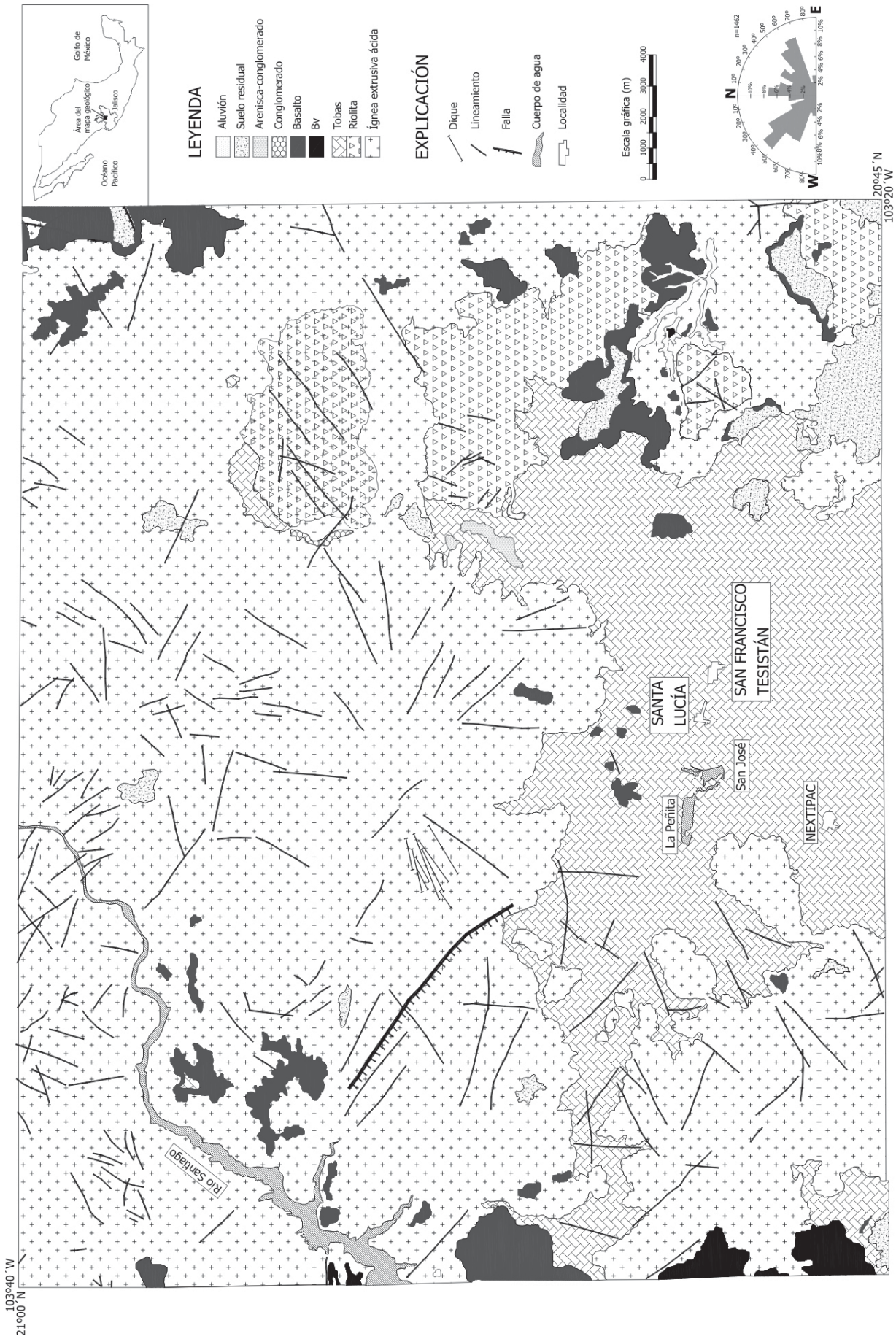
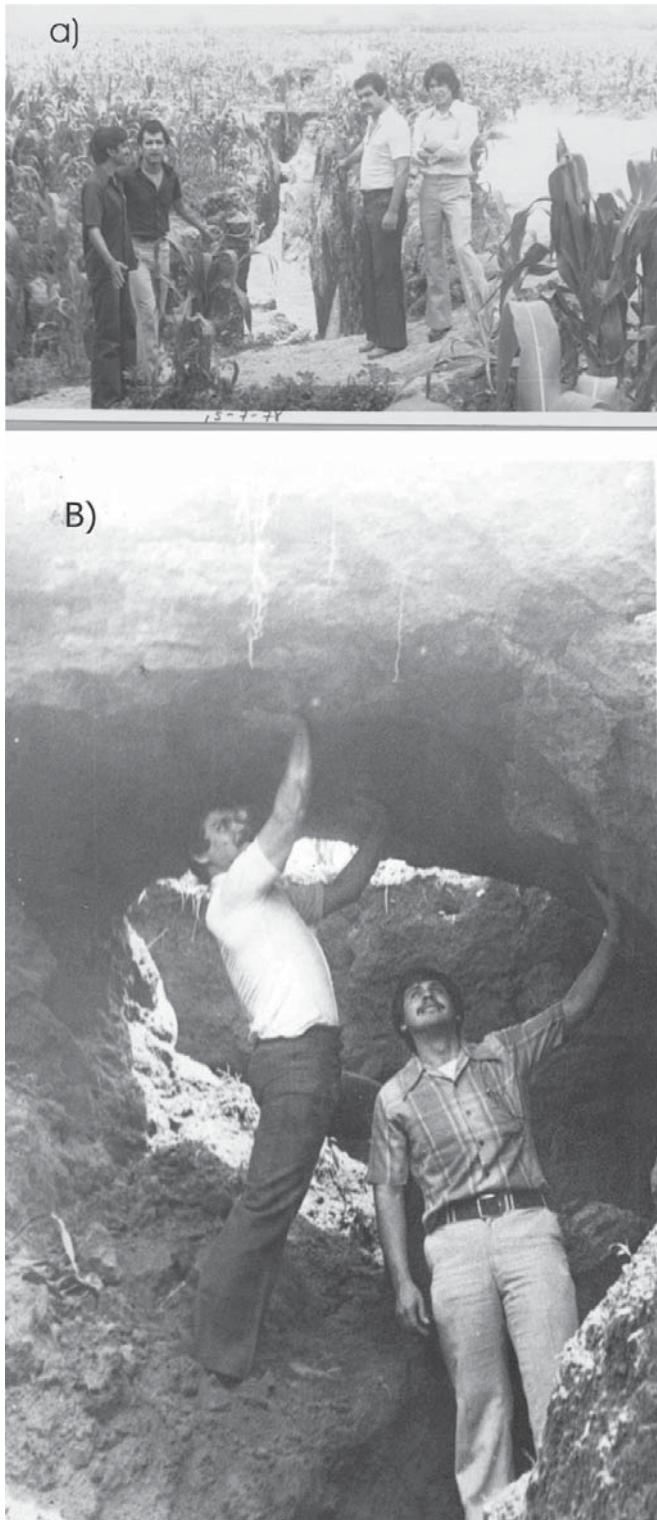


Figura 1. Mapa geológico de los alrededores del área de estudio. El recuadro de la parte superior derecha indica la ubicación geográfica del área de estudio. La leyenda muestra las unidades litológicas en orden estratigráfico descendente. La rosa de lineamientos se elaboró con 1462 datos. Mapa modificado de la carta geológica F13D55 escala 1:50,000 del INEGI.





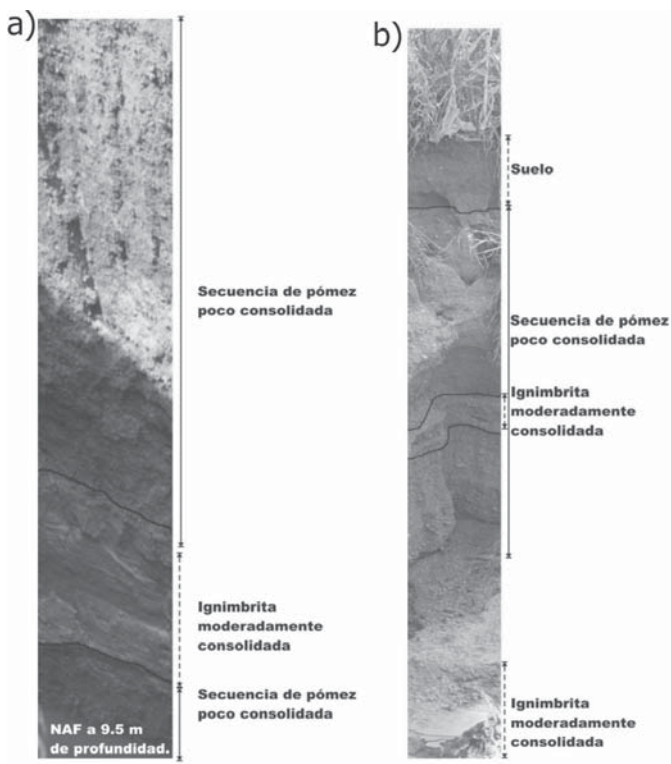
**Figura 2. Fotografías de la grieta que se formó en julio de 1978. a) Expresión superficial y b) estructura interna de la grieta en donde se observa el proceso de socavación.**

Recurrentemente, en el valle de Tesistán se han presentado agrietamientos de diferentes dimensiones desde hace por lo menos 110 años. En el área de Santa Lucía y Nextipac, las grietas se han presentado desde hace 35 años. En esa zona, la litología está formada por una secuencia de tobas volcánicas sin consolidar, en donde el nivel freático se encuentra casi en la superficie hasta una profundidad de 25 m. Ya que el agua subterránea disponible es abundante, se ha propuesto que el flujo subterráneo favorece los procesos de socavación que, con el tiempo, desarrolla galerías que posteriormente forman grietas al desplomarse su techo.

Hay reportes de formación de grietas desde el año de 1912 en el sector noroeste del municipio de Zapopan, Jalisco. En ese año las grietas se formaron tras un enjambre sísmico que afectó los municipios de Guadalajara y Zapopan. Sin embargo, la formación de grietas no estuvo relacionada con el evento sísmico (Waitz y Urbina, 1918). Una de las grietas fue descrita por esos autores como un abra de dos metros de profundidad y 70 m de longitud que aflora en superficie como una pequeña grieta no mayor a los dos centímetros de ancho y se menciona la desecación paulatina de una noria a causa de ella.

Waitz y Urbina (1918), señalan que en un reporte elaborado por el Pbro. Severo Díaz (1918) se describió que “en 1918, en vísperas del día de San Juan, sobre un camino que conducía de Tesistán a Zapopan, al llegar al pueblo de la Tuzanía, durante una noche debido a las corrientes aguas de una furiosa tormenta, la tierra se abrió allí, precisamente en medio del camino, que es por donde corrían las aguas, dejando surcos profundos y viéndose a uno y otro lado de dicho camino una grieta de cerca de un kilómetro de extensión”. Esta grieta fue bautizada “Grieta Ordóñez”; por ella escurrió agua durante la temporada completa de lluvias de 1918 y su trazo desapareció tres años después. Waitz y Urbina (1918) señalan que “por el rumbo de Tesistán a la Tuzanía existía una gran cantidad de afloramientos de aguas subterráneas, los cuales fueron absorbidos en los esponjosos terrenos de los alrededores; el subsuelo está constituido por capas permeables e impermeables que se entretrejen como hilos en burda trama”.

En el Congreso Internacional de Geología, celebrado en la ciudad de México en 1956, Alfonso de la O Carreño, refiere que “los pozos de la zona de Tesistán



**Figura 3. Fotografías de las grietas del a) 29 de junio y b) 28 de septiembre de 2004. En ambas fotografías se observan las unidades litológicas cortadas por las grietas. Los depósitos piroclásticos corresponden a la unidad de “Tobas” de la figura 1.**

al succionar agua provocan el frotamiento sobre los materiales pumicíticos que al ser succionados por las bombas acaban por desmenuzarse formando cavernas en torno a las tuberías de ademe, lo cual provoca el colapso brusco y obturación de los filtros, nulificando algunos pozos”. Este autor concluye afirmando que la aparición de estos hundimientos de pozos y grietas no se relaciona con fenómenos de carácter tectónico; sugiere que las cavernas se deben a un fenómeno de arrastre de materiales pumicíticos por aguas subterráneas (De la O-Carreño, 1956).

En 1975 se formó una nueva grieta en las inmediaciones de la Base Aérea de Zapopan y, el 14 de julio de 1978 (Figura 2), apareció una nueva grieta en la Universidad de Guadalajara. En 1988 la Facultad de Geografía de la Universidad de Guadalajara realizó un monitoreo de grietas nuevas que aparecieron, en julio de 1987, en Santa Lucía (Valdivia-Ornelas *et al.*, 1993).

En todos los trabajos se reporta que la aparición de las grietas ha ocurrido durante los meses de junio y julio, periodo en el que comienza la temporada de lluvias en el occidente del México. El objetivo de este trabajo es proponer un modelo que explique el origen y

## METODOLOGÍA

Los rasgos estructurales del área de estudio fueron tomados de la carta geológica F13D55 escala 1:50,000 del INEGI. Los lineamientos estructurales son de diferente longitud, por lo que para ponderar su orientación se utilizó una rejilla de 250 m de lado, que corresponde al tamaño del lineamiento más pequeño. Se utilizó un diagrama de rosas con ancho de clase de 10° para definir la orientación preferente de los lineamientos. Se utilizaron los datos vectoriales escala 1:50,000 de la carta topográfica F13D55, con curvas de nivel cada 10 m; con los que se elaboró el Modelo Digital de Elevaciones (MDT) que permitió, con base en los datos proporcionados por el organismo operador de agua potable y la CNA ubicar la profundidad del nivel freático. Con el MDT y el geoposicionador se estimó la elevación de los puntos de la grieta muestreada.

En la inspección de campo realizada el 30 de junio, se realizaron las siguientes acciones:

- o Se ubicó la grieta usando un geoposicionador Garmin modelo Vista con un error de 4 m;
- o Se midieron 13 puntos GPS;
- o Se midió el ancho y profundidad en varios puntos de la grieta;
- o Se identificó la estratigrafía de la zona;
- o Con un medidor de flujo se estimó el gasto del Río Húmedo, tributario del Río Blanco, el cual es capturado e infiltrado totalmente en la grieta en su intersección.



**Figura 4. Ubicación de la grieta de 2004 que se formó cerca de la localidad Potrero de la Soledad, aledaño a la localidad de Nextipac. La flecha indica la ubicación de la grieta.**



## RESULTADOS

### Geología

El área afectada por las grietas se encuentra en un valle formado por depósitos piroclásticos y aluviales cuyo espesor medido al hacer la perforación directa es de 20 m sin alcanzar roca sólida y de 37 m con el método de velocidades de ondas de corte (Vs) obtenidas mediante la refracción de microtemores (ReMi); a esa profundidad se observa una fuerte variación de las ondas de corte de 450 a 825 m/s (Salvador Lazcano Díaz del Castillo, comunicación personal, 2004).

La estratigrafía observada en las grietas del 29 de junio y 28 de septiembre, está formada de la cima a la base por un suelo de 0.50 m de espesor con textura

653940,2300623



656754,2298585

**Figura 5. Imagen Ikonos donde se señalan algunas de las grietas que se formaron en el valle Nextipac-Santa Lucía entre 1987 y 2004.**

**Tabla I. Observaciones realizadas a lo largo de la grieta que se formó el 29 de junio de 2004 en la localidad de Prados de Nextipac. Los espacios en blanco indican sitios en donde no se tienen observaciones relevantes del comportamiento.**

Coordenadas		Elevación m.s.n.m	Observaciones
X	Y		
654814	2 300 039	1546	Inicio de la grieta, parte NW. Grietas de 1 cm de espesor en la terracería.
655087	2 300 240	1586	Presa de Santa Lucía. No se observó fracturamiento en las cercanías de la Presa.
654892	2 299 450	1547	
654884	2 299 485	1563	
654864	2 299 528	1579	
654856	2 299 528	1585	Profundidad de 8.14 m con agua en el fondo.
654857	2 299 526	1586	Profundidad 9 m, por 2.6 m de ancho y 22 m de largo.
654853	2 299 574	1589	Captura de arroyo húmedo en una geoforma similar a una dolina. Profundidad de 10 m. El gasto aproximado que ingresa a la grieta es de 17.5 lt/s.
654838	2 299 637	1607	Grieta muy activa, con derrumbes constantes en sus bordes y presencia de arroyo subterráneo. Profundidad 8.8 m, ancho 3.5 m a 6.30 m, y 6.30 m a 74 m de largo. El nivel freático está a 6.30 m de profundidad y presenta una corriente que se pierde en el interior de la Grieta.
654835	2 299 720	1611	
654826	2 299 825	1546	
654925	2 299 199	1585	Nivel freático a 4.25 m de profundidad y un ancho máximo de 0.80 m, sin derrumbe.
654969	2 299 074	1590	Fin de la grieta en predios agrícolas en el sector SE. Grietas paralelas de 1 a 15 cm de ancho, las que en días posteriores alcanzaron hasta 0.50 m de ancho.

limosa y poca arcilla (Figura 3b). Lo subyace una secuencia de pómez poco consolidada asociada a la actividad eruptiva de la Sierra de la Primavera, que se localiza a aproximadamente 10 km al sur (Figuras 3a y 3b). Esta secuencia descansa sobre una ignimbrita moderadamente consolidada cuyo espesor aproximado es de 1.60 m y representa el nivel de los escurrimientos subterráneos del valle (Figuras 3a y 3b). Subyace a la ignimbrita una secuencia de pómez poco consolidada (Figura 3a).

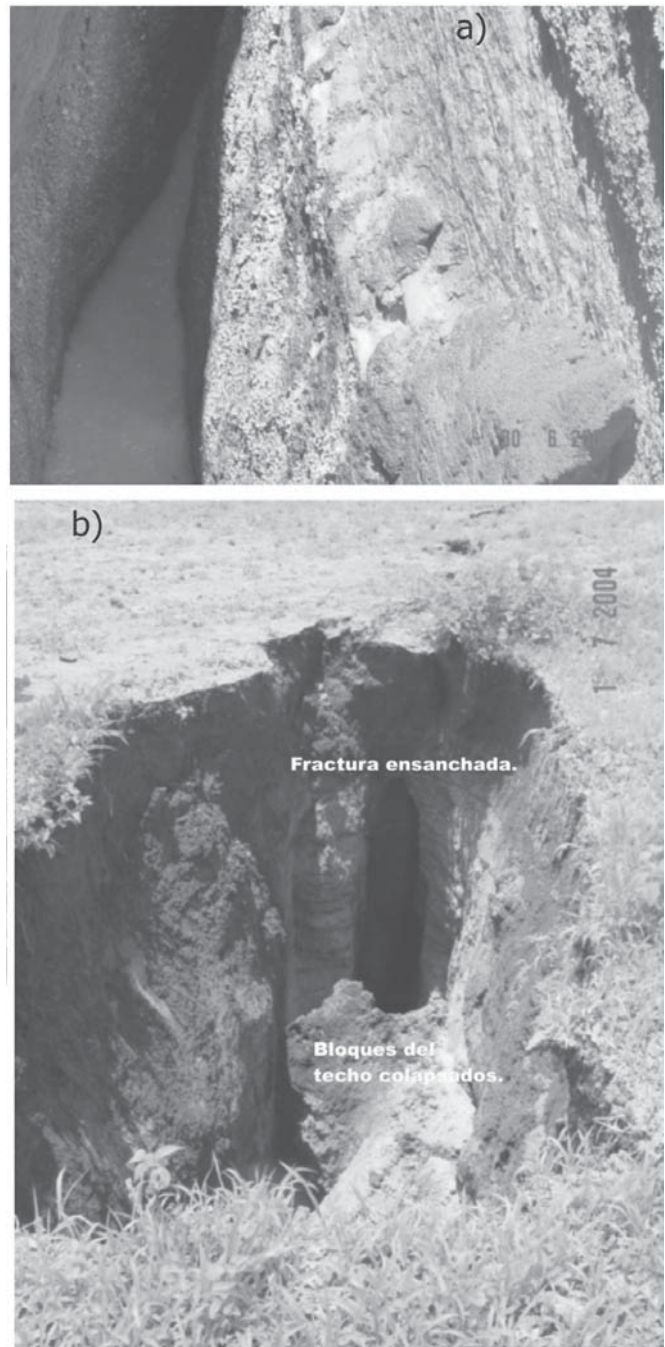
Los depósitos piroclásticos del valle de Tesistán corresponden a variaciones litológicas de la unidad “Tobas” de la Figura 1.

En la rosa de orientación de los lineamientos rectilíneos de la Figura 1 se observa que hay tres tendencias bien definidas: una que varía entre N30-50°W, N0-10°E y la última entre N50-70°E. En menor proporción se observan las siguientes orientaciones N50-70°W y N30-40°E, en ese orden de abundancia. La litología no provoca variaciones en la distribución de los lineamientos. La orientación de los lineamientos es paralela a un sistema de fallas reportado por Rosas-Elguera y colaboradores (1993).

### Desarrollo de las grietas

El 19 de junio del 2004 se presentó el primer reporte de un agrietamiento con una longitud de 150 m y orientación N22°W en la localidad de Potrero de la Soledad (Figura 4); esta grieta se hizo evidente después de una precipitación de aproximadamente 22 mm en la tarde y noche del 18 de junio. El espesor de la grieta fluctuaba de un centímetro hasta 80 cm y presentó algunos hundimientos de su sección superior.

La Figura 5 muestra la imagen Ikonos donde se señala la ubicación de las grietas de 19 y 29 de junio, 28 de septiembre y la de 1987 que afectó el sector suroeste de la localidad de Santa Lucía. La grieta que se estudió con detalle fue la que se formó en la tarde-noche del 29 de junio del 2004, cuando ocurrió una precipitación similar a la del 19 de junio que produjo la inundación en la localidad de Prados de Nextipac. Los habitantes reportaron un sonido estruendoso y el agua bajó su nivel hasta dejar al descubierto el agrietamiento. Las observaciones realizadas en la grieta horas posteriores a su formación, de Norte a Sur (Figura. 5), se resumen

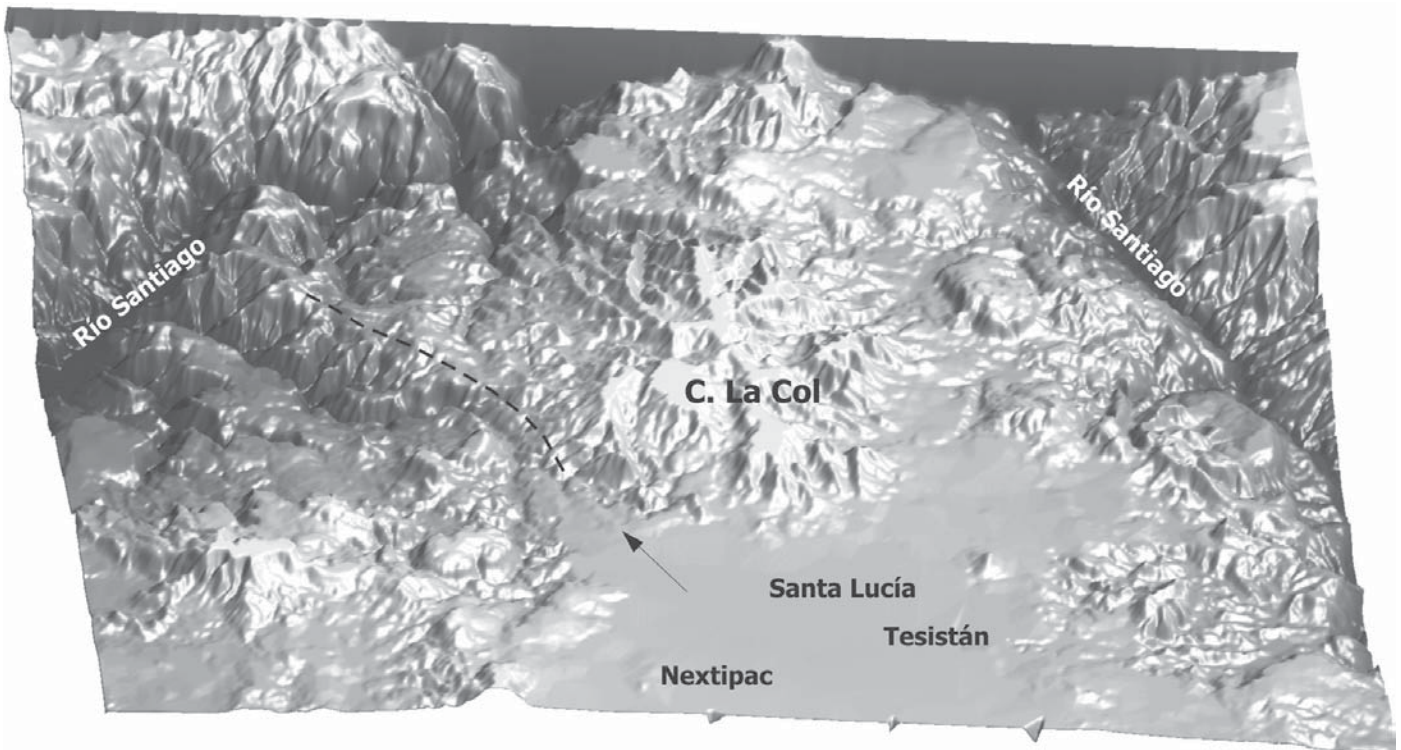


**Figura 6. En la temporada de lluvias, en el fondo de las grietas se presentan escurrimientos laminares en la paredes y flujo constante en el fondo además de la socavación a profundidad. a) Corriente en el fondo de una grieta; b) se observa una grieta de 4 cm de espesor que se formó el 30 de junio de 2004, 18 horas después mostró un agrietamiento de 2 m de espesor, 5.60 m de largo y 3.25 m de profundidad.**

en la Tabla I.

Con los datos de la Tabla I se calculó la longitud de la grieta en 1073 m, así como el rumbo general N20°W; en algunos trazos se observan fracturas con orientación N-S. La grieta inicia a 340 m al suroeste de la presa de





**Figura 7. Modelo de elevación con vista al norte e inclinación de 35°. El área que cubre el modelo es la misma que la del mapa geológico de la Figura 1. La flecha indica el sentido propuesto del flujo de sedimentos y agua. La línea punteada indica la ubicación aproximada de la falla normal y estructuras asociadas por la que fluirían los sedimentos hacia la cuenca del Río Santiago.**

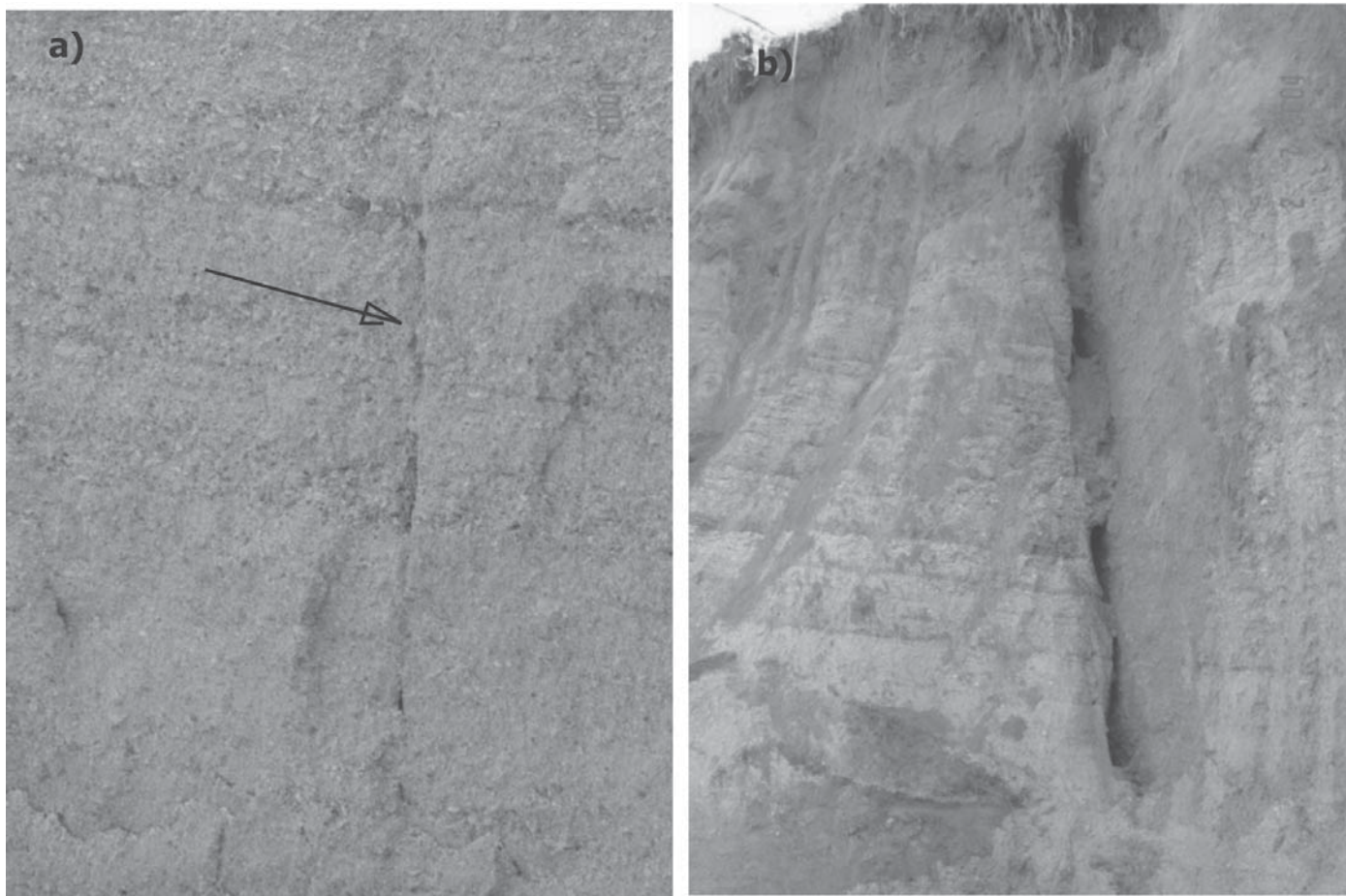
Santa Lucía y, en la mayor parte de su trazo, afecta tierras de cultivo y de pastizal. Sólo en el extremo sur dañó tres casas del caserío de Prados de Nextipac, así como calles, para después penetrar en parcelas cultivadas con maíz y terminar a 300 m al SSE del caserío.

El proceso de formación continuó después del evento principal, según se pudo observar el día 1 de julio, en el sector norte en donde el día 30 de junio sólo existía una fisura menor a 4 cm en la mayor parte del trazo. Al realizar un tercer recorrido se apreció la aparición de nuevas oquedades con dimensiones de 2 m de ancho, 5.60 m de largo y 3.25 m de profundidad (Figura 6), así como otra oquedad de 9.30 m de largo, 1.35 m de ancho y 5.76 m de profundidad. En algunos puntos de esta sección se apreciaron escurrimientos de agua. El 1 de julio se observó el desarrollo de nuevas fisuras con una orientación NE-SW, en el sector norte de la Colonia Prados de Nextipac.

## DISCUSIÓN

De acuerdo con los antecedentes históricos y al trabajo de campo realizado en las grietas de junio-

septiembre del 2004, se infiere que las grietas en la zona de Nextipac-Santa Lucía se formaron a partir del control estructural de las rocas volcánicas que rodean el área de estudio (Figuras 1 y 7). Grandes estructuras, como el Cerro La Col, se pueden observar en el modelo de elevación de la Figura 7, que junto con el mapa geológico de la Figura 1, muestran la tendencia de las estructuras en el norte del área afectada. En la zona de estudio los lineamientos estructurales son paralelos al patrón regional de deformación (N40°W), lo que confirma que las grietas del valle de Tesistán siguen ese patrón de deformación. Su ubicación y activación posiblemente se deben a variaciones en la consolidación y el comportamiento geomecánico del sustrato de los depósitos piroclásticos que yacen sobre las rocas que forman el basamento de la zona, así como al nivel de saturación de la roca y la carga que se ha adicionado. La falla normal de rumbo NW-SE (línea punteada de la Figura 7), con bloque caído hacia el oeste, puede tener estructuras sintéticas que facilitarían el movimiento de fluidos del valle de Tesistán hacia el norte, a la cuenca del Río Santiago (Figura 7). En la Figura 8a se muestra el fracturamiento del paquete de depósitos piroclásticos en el valle y se observa una fractura inicial en la



**Figura 8. La secuencia de tobas está cortada por fracturas por las que se desarrolla la socavación. a) Fractura en un depósito piroclástico y b) Desarrollo de tubificaciones verticales sobre los planos de fractura. Durante cada temporada de lluvias existe el desarrollo horizontal de “jarras” que al unirse van formando la grieta subterránea. En el inciso b) se nota que en la parte superior de la grieta aún no se presenta la tubificación.**

secuencia volcánica. Durante la temporada de lluvias se incrementa el flujo de las corrientes subterráneas y por ende la presión de poro en el flujo intersticial (movimiento del agua freática a través de los huecos entre las partículas de arena y tobas), ocasionando ciclos de erosión anual en las cavidades o fracturas existentes incrementando el proceso de tubificación y socavación durante cada temporal de lluvias (Figura 8b).

Una pregunta fundamental de este proceso es ¿dónde está el material removido o socavado? Con las dimensiones de las grietas se calculó un volumen aproximado de 13,000 m<sup>3</sup> de material removido, cuyo destino se desconoce aún: la dirección N y NW del flujo de las aguas subterráneas (tanto en el proceso de 2004 como en el de 1987; Figura 6), la presencia de las estructuras que afectan a ignimbritas y riolitas del sector norte y oeste (Figura 1), y la falla normal que se encuentra al NW del valle de Tesistán (Figuras 1 y 6)

sugieren la existencia de fallamiento normal asociado con el patrón regional de deformación, por el cual, a través de los cauces de los arroyos tributarios al Río Santiago el material removido fluye hacia la cuenca del Río Santiago.

En vista de que el techo de las galerías se adelgaza, las tubificaciones crecen a través de la unión de las “jarras o sinkholes”; se considera que este proceso es continuo en el tiempo y el aporte de material socavado y removido es constante conforme avanza el proceso de tubificación. Al continuar el trabajo de socavación por el flujo de agua subterránea, el techo de la galería se colapsa dejando al descubierto la grieta (Figura 8). En algunos puntos de la grieta se pueden apreciar bloques caídos que formaban parte del techo (Figura 8b) y que fueron parcialmente erosionados por las corrientes de aguas subterráneas que pueden ser laminares (Figura 8a). En gran parte de las secciones descubiertas de la



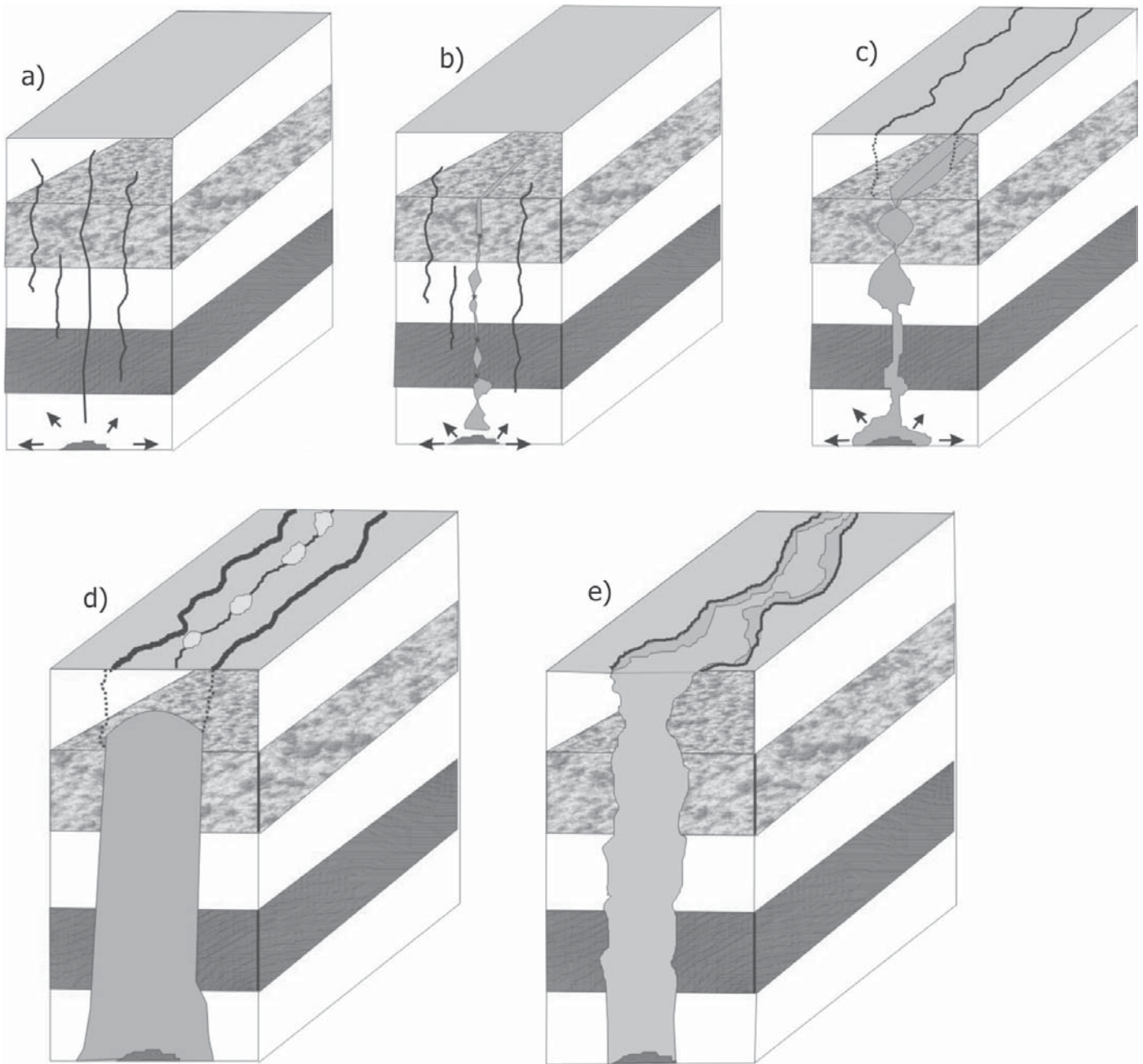


Figura 9. Diagramas que muestran el proceso de formación de grietas en el valle de Tesistán. Las líneas negras son fracturas, las capas horizontales representan las diferentes unidades litológicas y las flechas indican el desarrollo de la galería por el flujo de agua subterráneo. a) Fracturas preexistentes en el paquete de tobas poco consolidada; la presencia de un flujo subterráneo permite la formación de tubificaciones que se desarrollan a lo largo de las fallas y/o fracturas preexistentes. b) El proceso de socavación inicia en las fracturas preexistentes y verticalmente hacia abajo por la filtración de agua de lluvia (junio-octubre); al atravesar rocas poco consolidadas el proceso se vuelve horizontal y comienza la formación de “jarras” (*sinkholes*) que conforme la erosión continua las tubificaciones y socavación se unen para formar una galería subterránea. c) Con el paso del tiempo la galería sigue desarrollándose e intercepta el flujo subterráneo por lo que el ensanchamiento continua. En la superficie, durante la temporada de lluvia, se lleva a cabo el desarrollo de pequeñas fracturas por el asentamiento del paquete de tobas debido al crecimiento de las tubificaciones. d) En las siguientes temporadas de lluvia la galería continua creciendo y comienzan los hundimientos y colapsos de algunas secciones del techo, tal y como sucedió en la grieta del 19 de junio de 2004 en la localidad del Potrero de la Soledad. e) Durante una lluvia intensa se genera una fractura hidráulica cuando el agua pluvial irrumpe de forma brusca en el interior de las grietas superficiales. La carga hidráulica ejerce presión vertical y horizontal que acelera el proceso de socavación y ensancha las fracturas, lo que debilita el techo de la galería que ha incrementado su peso debido a la saturación con agua de lluvia. La conjugación de estos factores hacen que el techo colapse y permita que la galería subterránea quede expuesta por decenas o centenas de metros de longitud en el terreno.

grieta del 29 de junio, sobre todo en su sector norte, se observó la presencia de escurrimientos en el fondo, con escurrimientos hacia el NNW y "lloraderos" en la zona de contacto de tobas con poca consolidación con tobas consolidadas. En algunos puntos estos escurrimientos se infiltran a secciones más bajas y no apreciables de la grieta, por lo que supone la existencia de galerías más profundas en el valle.

Cabe acotar que la grieta presenta dos tipos de morfología: el primer tipo muestra una grieta de paredes paralelas, ancha tanto en la parte inferior como en la superior, lo que hace suponer el desarrollo la existencia de una galería; el segundo tipo muestra una morfología profunda en forma de "V", que parece estar relacionada al proceso de apertura general de la grieta y a su ensanchamiento por la unión de varias tubificaciones durante la entrada de agua al interior de la grieta. En ambos tipos el factor principal del proceso es por la acción del agua sobre fracturas preexistentes. Atendiendo a la morfología que presentan las paredes de la grieta, se observaron dos niveles de terrazas, que indican dos periodos de evolución en la formación de la galería subterránea. El colapso del techo de esta galería se debió probablemente a las intensas lluvias ocurridas en la zona 72 horas antes, en donde se generó un abundante escurrimiento.

Semanas después de la aparición de las grietas, se propuso que estos qanats y las grietas de Prados de Nextipac estaban relacionadas en su origen. El análisis del terreno nos indica poco probable esta relación, dado que a 3.5 km al sur de la grieta se localiza la localidad de Nextipac, ubicada en un lomerío formado de riolitas con altura de 1680 m.s.n.m.. Dadas las diferencias de altura entre la zona de la grieta y la Venta del Astillero, es casi imposible construir una galería filtrante de 7.4 km de longitud en tobas poco consolidadas, puesto que en caso de haber excavado una distancia de 3.9 km y al estar ubicado el túnel a 60 m de profundidad, los trabajadores se habrían encontrado con el lomerío de Nextipac, formado por derrames de riolitas, lo que habría constituido una barrera difícil de penetrar, para posteriormente alcanzar el valle de Santa Lucía. Además, las grietas no presentan indicios de construcción antrópica, ni en su desarrollo ni en su formación.

En este trabajo se propone que el desarrollo de las galerías y grietas está relacionado con las estructuras geológicas que forman el Valle de Tesistán.

Esta hipótesis sugiere que las fallas y/o fracturas que afectan a la secuencia volcánica (Figura 9a) son los conductos por los que el agua de lluvia circula. En temporada de lluvias la filtración de agua remueve el material poco consolidado que forma el valle; junto con lo somero del nivel freático y el flujo hacia el Norte del agua subterránea da inicio a la formación (Figura 9b) y desarrollo de galerías (Figura 9c). En cada temporada de lluvias el proceso se acelera de diferente forma, dependiendo de la litología, las estructuras, del encauzamiento artificial del agua y de la etapa de desarrollo de cada galería. La expresión superficial comienza con pequeñas grietas (Figura 9d) hasta que estas colapsan y dejan al descubierto la galería (Figura 9e).

## CONCLUSIONES

La presencia de una alineación N-S y NW-SE de la mayor parte de estas grietas es paralela al patrón de fracturamiento regional y local. Estos esfuerzos han generado un fracturamiento en el valle de Tesistán que han sido aprovechados por los escurrimientos subterráneos en el valle para formar flujos subterráneos que generan procesos de socavación de la litología poco consolidada de la zona. Este trabajo plantea el origen de este proceso geológico-hidroológico y geomorfológico que deriva en la aparición de grietas de diferentes dimensiones sobre este valle, que se acentúa en la época de lluvias, entre junio y octubre de cada año. Con el objeto de identificar una posible relación entre los qanats y el desarrollo de las grietas, se deben realizar estudios geofísicos, tales como sondeos eléctricos o de gravimetría y análisis hidrogeológicos y geológicos que permitan identificar las estructuras que están sepultadas. Estos estudios deben de completarse con un análisis histórico del aprovechamiento de las aguas en el valle desde la época de la Colonia.

En la zona afectada no se debe permitir ningún uso de suelo que no sea el agropecuario por lo que se recomienda que los habitantes de la Colonia Prados de Nextipac sean reubicados en otro sitio, dado que la grieta afectó a este poblado, y puede reactivarse en el temporal de lluvias del 2005.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Información Territorial del Estado de Jalisco por facilitar la imagen Ikonos de la

figura 5. A la Unidad Estatal de Protección Civil del Estado de Jalisco por el apoyo logístico brindado para la elaboración de este trabajo. Al Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas por el apoyo para la realización de este trabajo, a Luis A. Delgado Argote por sus valiosos comentarios y a Miguel Alberto Camarena por su apoyo en el manejo de la imagen de satélite. Las observaciones de Ricardo Antonio Carpio contribuyeron a la mejora de este documento.

Manuscrito recibido: 8 de junio de 2005

Manuscrito corregido recibido: 22 de agosto de 2005

Manuscrito aceptado: 12 de enero de 2006

## REFERENCIAS

- De la O Carreño, Alfonso, 1956, *Actas del XX Congreso Internacional de Geología*, Ciudad de México, p. 56.
- Garduño-Monroy, V.H., Saucedo-Girón, R., Jiménez, Z., Gavilanes-Ruiz, J.C., Cortés-Cortés, A. y Uribe-Sifuentes, R.M., 1998, La falla Tamazula, límite suroriental del Bloque Jalisco y sus relaciones con el Complejo Volcánico de Colima, México, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, Vol. 15 (2), p. 132-144.
- Palerm-Viqueira, J., Pimentel-Equihua, J.L. y Sánchez-Rodríguez, M., 2001, Técnicas hidráulicas en México, paralelismos con el Viejo Mundo: II. Galerías Filtrantes (*qanats*). *II Encuentro sobre Historia y Medio Ambiente* 24 al 26 de octubre 2001, Huesca, España, p. 36.
- Rosas-Elguera, J.G., Nieto-Obregón, J. y Urrutia-Fucugauchi, J., 1993, Ambiente estructural en la frontera norte del Bloque Jalisco: En: L.A. Delgado-Argote y A. Martín-Barajas (eds.), *Contribuciones a la Tectónica de México, Monografía No.1 de la Unión Geofísica Mexicana*, p. 175-192.
- Rossotti, A., Ferrari, L., López-Martínez, M. y Rosas-Elguera, J.G., 2002, Geology of the boundary between the Sierra Madre Occidental and the Trans-Mexican Volcanic belt in the Guadalajara region, western Mexico, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, Vol. 19 (1), p. 1-15.
- Valdivia-Ornelas, L., Suárez-Plascencia, C., Saavedra de la Cruz, G., 1993, El relieve de Guadalajara asociado a los principales fenómenos naturales que causan riesgo, *Boletín Informativo del Departamento de Geografía*, N° 5-6, p. 6-20.
- Waitz, P. y Urbina, F., 1918, Reporte de los sismos ocurridos en la Ciudad de Guadalajara en 1912, *Instituto Geológico de México, UNAM*.



## Presencia de Uranio en el río Chuvíscar, Estado de Chihuahua, México

María de Lourdes Villalba<sup>1</sup>, Luis Humberto Colmenero-Sujo<sup>2,3</sup>, María Elena Montero-Cabrera<sup>2</sup>, Guillermo Manjón<sup>4</sup>, Rafael Chávez-Aguirre<sup>1</sup>, Miguel Royo-Ochoa<sup>1</sup> y Adán Pinales-Munguía<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Chihuahua  
Apartado Postal 1528 "C". Ciudad Universitaria, Chihuahua, Chih., México 31160

<sup>2</sup> Centro de Investigación de Materiales Avanzados (CIMAV),  
Av. Miguel de Cervantes Saavedra 120. Chihuahua, Chih., México 31109

<sup>3</sup> Instituto Tecnológico de Chihuahua II (ITECH II)  
Av. Industrial 11101. Complejo Industrial Chihuahua. Chihuahua, Chih., México

<sup>4</sup> Universidad de Sevilla. Departamento de Física Aplicada I. E.U.I.T.A. Carretera de Utrera km.1. 41013-Sevilla, Spain. <sup>3</sup> Universidad de Sevilla. Departamento de Física Aplicada II. E.T.S.A. Av. Reina Mercedes 2, 41012-Sevilla, Spain. (FAMN).

E-mail: mvillalb@uach.mx, luis.colmenero@cimav.edu.mx, elena.montero@cimav.edu.mx, manjon@cica.es, rchavez@uach.mx, mroyo@uach.mx, apinale@uach.mx

### RESUMEN

En el estado de Chihuahua se encuentran numerosas localidades con anomalías de minerales radiactivos distribuidos en su territorio. Es por ello que se inició el estudio de la influencia de algunas de ellas en la concentración de uranio en las aguas del río Chuvíscar, cercano a Ciudad Aldama, Chihuahua, localizada 50 km al sur del distrito uranífero más importante del país, Peña Blanca. En las inmediaciones de esta ciudad se instaló durante la época del desarrollo del distrito, una planta de procesamiento de mineral de uranio de la Comisión Nacional de Energía Nuclear - URAMEX. Para la determinación del contenido de uranio en las muestras del río Chuvíscar se empleó el método radioquímico de extracción solvente con tributilfosfato. La medida de la actividad de los isótopos de uranio se realizó mediante espectrometría alfa con detectores tipo PIPS. Los resultados obtenidos indican que el contenido de uranio en disolución se encuentra por encima de los niveles típicos en aguas naturales. Los valores de la relación de la actividad entre isótopos  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  muestran un fuerte desequilibrio entre ambos isótopos, muy por encima de los valores característicos del agua (1.2 - 1.5).

**Palabras clave:** Uranio, radiactividad, agua

### ABSTRACT

In the state of Chihuahua there can be found numerous localities with radioactive minerals anomalies distributed over the territory. For that reason we started a study to know how some localities influence in the concentration of uranium in the water of the Chuvíscar river, near to Aldama City, Chihuahua. The city is located about 50 km south of Peña Blanca, which is the most important uranium-mining district of the country. In the vicinity of the Aldama City, the Comisión Nacional de Energía Nuclear - URAMEX, also installed a processing plant of uranium minerals. We used a radiochemical method of solvent extraction with tributyl phosphate to determine the content of uranium in the samples from Chuvíscar River. The activity of the uranium isotopes was done by alpha spectrometry by using PIPS type detectors. We observed that dissolved uranium content is above the typical levels for natural waters. The values of the relation  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  show a strong imbalance between both isotopes and far beyond the characteristic values for water (1.2 - 1.5).

**Key words:** Uranium, radioactivity, water

**Cita:** Villalba, M., L., Colmenero-Sujo, L. H., Montero-Cabrera, M.E., Manjón, G., Chávez-Aguirre, R., Royo-Ochoa, M. y Pinales-Munguía, A., 2005, Presencia de Uranio en el río Chuvíscar, Estado de Chihuahua, México, GEOS, Vol. 25, No. 2.



## INTRODUCCIÓN

El estudio de la presencia y dispersión de radionúclidos naturales en el medio ambiente adquiere cada día más importancia. En concreto, las cadenas naturales del  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  y  $^{232}\text{Th}$ , proveen de un conjunto de radionúclidos de amplio rango de semivida (Martínez, 1989), cuya evolución en los distintos compartimientos naturales enseña sobre el comportamiento del medio ambiente (Villalba *et al.*, 2001).

En el estado de Chihuahua se encuentran más de 50 yacimientos uraníferos distribuidos a lo largo y ancho de la entidad (Montero *et al.*, 2000). Es por ello que se inició el estudio de la influencia de los yacimientos en la concentración de uranio en el agua del río Chuvíscar, el cual se encuentra cercano a ciudad Aldama, Chihuahua, localizada a aproximadamente 50 km al sur del distrito más importante del país, Peña Blanca. En las inmediaciones de esta ciudad se instaló, durante la época del desarrollo del distrito, una planta de procesamiento del mineral de uranio de la Comisión Nacional de Energía Nuclear - URAMEX (Colmenero *et al.*, 2004).

El área del río Chuvíscar se ubica fisiográficamente en la porción occidental de la provincia Sierras y Valles (Raisz, 1959), caracterizada por la

presencia de extensos valles aluviales de origen tectónico, sobre los cuales sobresalen notables bloques montañosos calcáreos paralelos y fallados, que constituyen sierras extremadamente alargadas, de rumbo NNO – SSE, cuyos flancos presentan casi siempre un relieve escarpado.

La provincia de Sierras y Valles pasa transicionalmente hacia el oeste a la provincia de la Sierra Madre Occidental, de tal manera que el área posee una fisiografía compleja, pues presenta rasgos inherentes a las dos provincias mencionadas. Debido a esta complejidad, Hawley (1969) divide a la provincia Sierras y Valles en dos sectores, correspondiendo la zona de estudio al sector denominado "Subsección de los Bolsones", donde destacan las amplias llanuras aluviales con drenaje endorreico en cuyo centro se encuentran regularmente lagunas efímeras.

El área de estudio se encuentra situada hidrográficamente, en la parte baja de la extensa cuenca del río Chuvíscar, el cual, a unos cuantos kilómetros del área de estudio, tributa sus aguas al río Conchos. En esta porción de la cuenca no se aprecian tributarios de importancia, sólo pequeños arroyos y escurrideros cuyos cauces normalmente desaparecen antes de alcanzar al río Chuvíscar.

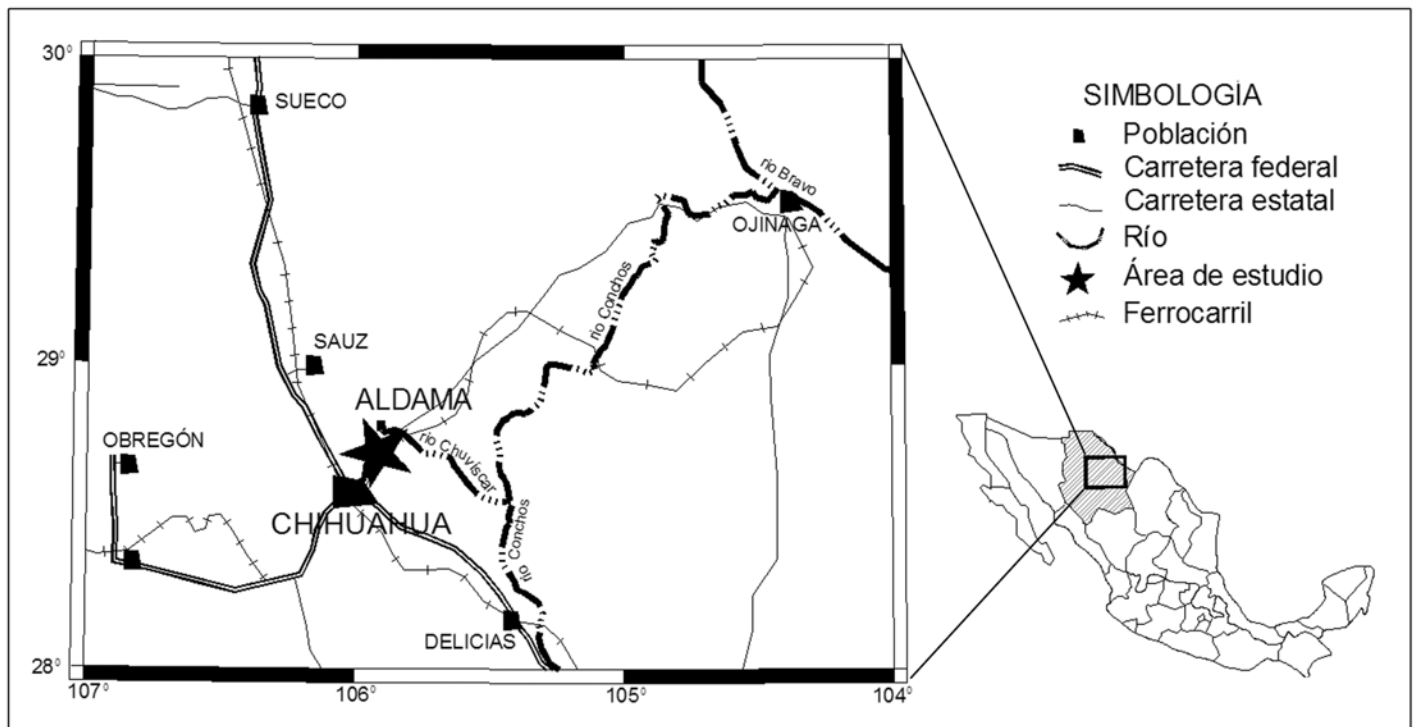


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio.

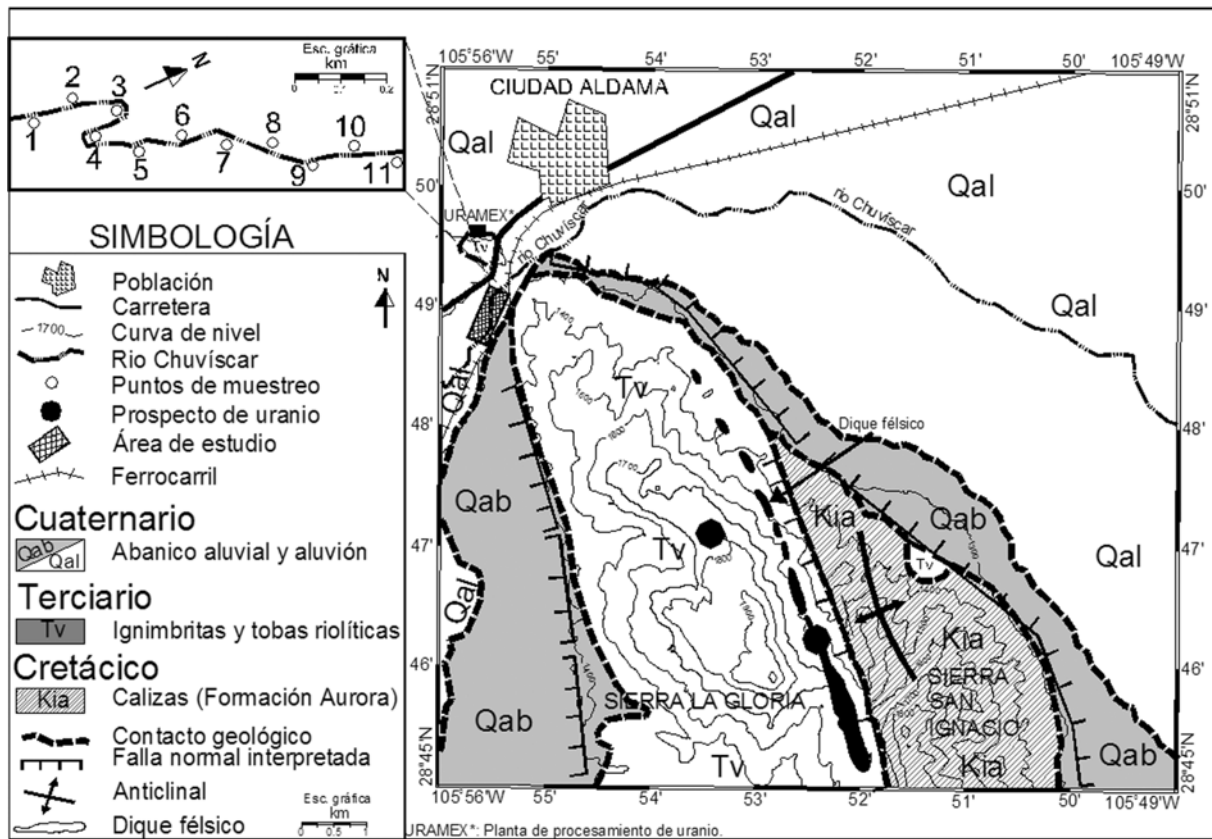


Figura 2. Geología general y puntos de muestreo en el área del río Chuvíscar.

La cuenca alta del río Chuvíscar se desarrolla sobre un entorno geológico de carácter principalmente volcánico, compuesto por rocas piroclásticas y lávicas de composición esencialmente riolítica, a excepción de la Sierra Azul, constituida por calizas, cuya porosidad secundaria da lugar al sitio conocido como “los Ojos del Chuvíscar”. La cuenca baja del Chuvíscar, surca un terreno de carácter mixto, compuesto en su mayor parte por rocas sedimentarias calcáreas y volcánicas, que afloran en las sierras Nombre de Dios, Santa Eulalia, La Gloria- San Ignacio y El Cuervo-Peña Blanca.

El estudio se llevó a cabo en el área conocida localmente como “El Bosque de Aldama”; se encuentra situada hacia el sureste de la población de Aldama, justo en lo que se conoce como “la Boquilla de Aldama”, por constituir un puerto topográfico, formado por la unión de la sierra La Gloria y la sierra del Cuervo- Peña Blanca, y en el cual discurre el río Chuvíscar. El bosque se ubica principalmente entre la margen izquierda del río y su estrecha llanura de inundación. La margen derecha del río prácticamente va adyacente al flanco occidental de la sierra La Gloria, al final de su extremo noroeste; por ello, no existe llanura de inundación hacia esta margen,

pues a escasa distancia se levanta el flanco escarpado y fallado de esta sierra, cuya altitud máxima es de unos 2000 msnm.

## DESCRIPCION DE LAS MUESTRAS Y METODOLOGIA

Se recolectaron 11 muestras durante el mes de Agosto (verano boreal) cada 100 metros a lo largo del río Chuvíscar en el área de “El Bosque de Aldama”; en el momento de la toma se determinó el pH y la temperatura. Todas las muestras presentaron valores de pH de 7.1 y una temperatura de 21°C. En cada punto de muestreo se recolectaron tres litros de agua; se acidificó hasta un pH de 2 con ácido nítrico concentrado; se evaporó a un litro y se procedió a la realización del método radioquímico para la separación de los isótopos de uranio (Alhassanieh *et al.*, 1999). Las figuras 1 y 2 muestran la localización geográfica y la geología general del área de estudio del río Chuvíscar, así como los puntos de muestreo, respectivamente.

Es importante mencionar que actualmente existen diversos métodos para la determinación de



uranio en muestras ambientales, y que la espectrometría alfa es una técnica valiosa para el análisis cualitativo de radionúclidos que presenta ventajas tales como su alta eficiencia relativa de medición y bajo nivel de fondo. Ello convierte a este método en uno de muy alta sensibilidad. Sin embargo, esta forma de medición posee una desventaja, que podría resumirse como la complejidad que existe en cuanto a la preparación de la muestra para la medición (Villalba, 2003).

### MEDIDA DE ISOTOPOS DE URANIO

El método radioquímico empleado en este trabajo fue el método de Tributilfosfato para la determinación del uranio. El detector utilizado fue el Analist ALPHA ANALYST a, modelo CANBERRA que pertenece al Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear de la Universidad de Sevilla, España.

El método de Tributilfosfato se basa en un procedimiento de extracción con tributilfosfato (TBP) como solvente, que permite la extracción del uranio de las muestras de agua. Una vez obtenido todo el uranio mediante este método se procede a la electrodeposición, método desarrollado por Talvitie en 1972.

La actividad específica del uranio extraído de las muestras se determinó con la siguiente ecuación:

$$A_i = \frac{N_i}{t \times Rq \times \epsilon} \quad (1),$$

donde N es el área neta bajo el pico, t el tiempo de medida de la muestra,  $\mu$  la eficiencia del detector y Rq el rendimiento químico de preparación de la muestra,

igual para cada isótopo. Para poder determinar el rendimiento químico en la separación de la muestra es necesario añadir, antes de iniciar el proceso, un isótopo del mismo radionúclido que no se encuentre en la muestra. En nuestro caso se utilizó el trazador de <sup>232</sup>U (Martínez y Morón, 1991).

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

La Tabla 1 presenta los resultados de las actividades de <sup>238</sup>U y <sup>234</sup>U (mBq/l) obtenidos de las muestras de agua del río Chuvíscar mediante el método de espectrometría alfa.

Las actividades específicas de los isótopos de uranio presentes en el agua del río Chuvíscar presentan variaciones de unas muestras a otras, oscilando entre 47 y 280 mBq/l para <sup>238</sup>U y entre 211 y 1260 mBq/l para el <sup>234</sup>U.

Se encontraron actividades altas de uranio en las muestras recolectadas, por encima de los valores normales reportados en el agua de ríos, los cuales varían entre 3.0 y 370 mBq/l (Ivanovich y Harmon, 1982). Las elevadas actividades de uranio en las muestras del río pueden deberse probablemente a los escurrimientos provenientes de las Sierras denominadas La Gloria y El Cuervo Peña Blanca, o a la explotación e instalación de la planta de procesamiento del mineral de uranio.

La relación de las actividades de <sup>234</sup>U/<sup>238</sup>U correspondientes al estudio de las muestras se presenta también en la Tabla 1. Las relaciones <sup>234</sup>U/<sup>238</sup>U en todos los puntos muestreados del río Chuvíscar fueron

**Tabla 1. Resultados de las actividades de <sup>238</sup>U y <sup>234</sup>U (mBq/l) en muestras de agua del río Chuvíscar.**

Clave	Localización	<sup>238</sup> U			<sup>234</sup> U			<sup>234</sup> U/ <sup>238</sup> U		
		280	±	10	1260	±	50	4.5	±	0.2
1	RCh-d	280	±	10	1260	±	50	4.5	±	0.2
2	RCh-c	280	±	40	1220	±	170	4.4	±	0.9
3	RCh-b	188	±	7	830	±	30	4.4	±	0.2
4	RCh-a	209	±	8	940	±	30	4.5	±	0.2
5	Rio Chuvíscar	226	±	10	923	±	40	4.1	±	0.3
6	RCh-f	215	±	9	870	±	13	4.0	±	0.2
7	RCh-g	139	±	5	599	±	18	4.3	±	0.2
8	RCh-h	166	±	7	680	±	30	4.1	±	0.2
9	RCh-i	144	±	5	610	±	20	4.2	±	0.2
10	RCh-Uramex	60	±	4	237	±	12	4.0	±	0.3
11	Berna	47	±	2	211	±	5	4.5	±	0.2

mayores que 4. Los valores de la relación de actividades entre los isótopos de  $^{234}\text{U}$  y  $^{238}\text{U}$  muestran un fuerte desequilibrio entre ambos isótopos y éstos se encuentran muy por encima de los valores típicos del agua natural (1.2-1.5). Por lo tanto los valores de la relación de actividades  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  encontrados en la mayoría de las muestras analizadas se consideran indicio de contaminación antropogénica (Ivanovich y Harmon, 1982).

## CONCLUSIONES

Los resultados de las muestras tomadas en el río Chuvíscar pueden deberse principalmente a la lixiviación del uranio procedente tanto de los abanicos aluviales que descienden del flanco oeste de la Sierra La Gloria, como de la secuencia volcánica que constituye a dicha sierra, la cual es correlacionable con la geología del distrito uranífero de Peña Blanca que, al igual que la Sierra de Peña Blanca, tiene varias anomalías radiométricas, tanto en la cima de la sierra, como en su flanco oriental.

Por otra parte, los valores de la relación de la actividad entre isótopos de uranio  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  encontrados en las muestras del río Chuvíscar revelan un fuerte desequilibrio entre ambos isótopos dando indicios de contaminación antropogénica que comenzó durante la operación y cierre de la planta de procesamiento de minerales con uranio, URAMEX. Es necesario entonces un estudio amplio de la influencia del sustrato geológico y de la posible contaminación antropogénica en el río Chuvíscar y sus alrededores.

## REFERENCIAS

- Alhassanieh, O., Abdul-Hadi, A., Ghafar M. and Aba A., 1999, Separation of U, Pa, Ra and Ac from natural uranium and thorium series, *Applied Radiation and Isotopes*, Vol. 51, p. 493-498.
- Colmenero, L., Montero, M.E., Villalba, L., Rentería, M., Torres, E., García, M.L., García, R., Mireles, F.G., Herrera, E.F and Sánchez, D.A., 2004, Uranium-238 and thorium-232 series concentrations in soil, radon-222 indoor and drinking water concentrations and dose assessment in the city of Aldama, Chihuahua, Mexico, *Journal of Environmental Radioactivity*, Vol. 7, p. 205-219.
- Hawley, J.W., 1969, Notes of the geomorphology and Late

Cenozoic geology of northwestern Chihuahua, *New México Geological Society, Guidebook of the Border Region, 20<sup>th</sup> Field Conference*, p. 131-142.

- Ivanovich, M. and Harmon, R. S. (Eds.), 1982, Uranium Series Disequilibrium Applications to Environmental Problems, *Oxford University Press*, 604 pp.
- Martínez, A., 1989, Medidas de isótopos de U, Ra y  $^{210}\text{Po}$  en muestras ambientales, *Programa del tercer ciclo de Física Atómica Molecular y Nuclear*. Universidad de Sevilla, Sevilla, España.
- Martínez, A., Morón, M.C. y García-León, M., 1991, Measurements of U and Ra-isotopes in rainwater samples, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Vol. 152-1, p. 37-46.
- Montero, M.E, Villalba, L. y Colmenero, L., 2000, Puesta en marcha de un programa de vigilancia radiológica ambiental para el Estado de Chihuahua, *Memoria del Congreso Nacional de la Sociedad Nuclear Mexicana*.
- Raisz, E., 1959, Landforms of México, map scale 1:3,000,000, *Geography Branch of the Office of Naval Research*, Cambridge, Massachusetts.
- Talvitie, N. A., 1972, Electrodeposition of actinides for alpha spectrometric determination, *Analytical Chemistry*, Vol. 44, p. 280-283.
- Villalba, L., Martínez, A., Colmenero, L. y Montero, M.E., 2001, Determinación de Uranio y Radio en muestras de agua de los alrededores de la ciudad de Chihuahua, *Memorias del XII Congreso Anual de la Sociedad Nuclear Mexicana y XXV Aniversario de la Sociedad Mexicana de Seguridad Radiológica*, Zacatecas, Zacatecas.

Manuscrito recibido: 10 de octubre de 2005.

Manuscrito corregido recibido: 11 de enero de 2006.

Manuscrito aceptado: 10 de febrero de 2006.





# Los sistemas de información geográfica como herramienta para observar el comportamiento del ozono en la Zona Metropolitana de Guadalajara

Martha Cecilia Nájera Cedillo <sup>1</sup>, Bertha Márquez Azúa <sup>2</sup>, Rubén Sánchez Gómez <sup>3</sup>, Juan P. Corona <sup>4</sup>

1. Departamento de Física, CUCEI, Universidad de Guadalajara, cecyn@yahoo.com.mx

2. Departamento de Geografía, CUCSH, Universidad de Guadalajara, bmarquez@cencar.udg.mx,  
(01-33) 38193381 ext. 3445

3. Departamento de Matemáticas, CUCEI, Universidad de Guadalajara, rsanchez@ccip.udg.mx, (01-33) 36199552

4. Departamento de Geografía, CUCSH, Universidad de Guadalajara, autlann@hotmail.com, (01-33) 38193381

## RESUMEN

El comportamiento del ozono urbano en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) está influenciado por sistemas anticiclónicos que producen estabilidad atmosférica e intensa radiación solar. Dichos sistemas, aunados a las características geográficas y meteorológicas de la ciudad propician una atmósfera altamente foto-reactiva que favorecen la concentración de niveles altos de contaminantes atmosféricos en general y de ozono en particular que, con frecuencia, sobrepasa las normas de calidad del aire.

En este trabajo, se muestra un análisis del comportamiento del ozono troposférico, utilizando los datos registrados en la Red Automática de Monitoreo Ambiental, y su relación con las condiciones geográficas de la ZMG. Se utiliza un Sistema de Información Geográfica (SIG) para analizar desde una perspectiva espacio-temporal la información disponible. Se observa que las concentraciones de ozono el 17 de octubre de 1996 en la zona de estudio no fueron homogéneas y se identifican regiones con niveles de concentración altos. El SIG es una herramienta que ayuda a visualizar el desempeño espacio-temporal del ozono urbano que, con datos en tiempo real, puede ayudar a tomar medidas preventivas.

**Palabras clave:** ozono urbano, SIG.

## ABSTRACT

The behavior of the urban ozone in the Metropolitan Zone of Guadalajara, Jalisco (ZMG) is controlled by anti cyclonic systems that produce atmospheric stability and intense solar radiation. Such systems are influenced by the geographic and meteorological characteristics of the city. By consequence, the ZMG shows a highly photo reactive atmosphere that favors the concentration of atmospheric pollutants, and the ozone in particular, being the last frequently over the quality standards.

An analysis of the behavior of the tropospheric ozone and its relation with the geography of the ZMG is presented by using the information of the Automatic Environmental Monitoring Network (Red Automática de Monitoreo Ambiental -RAMA). A Geographic Information System (GIS) is used to analyze the data form RAMA under a spatial and temporal perspective. It is observed that the concentrations of ozone on October 17, 1996 were not homogeneous and some regions with high levels of concentration were identified. It is shown that GIS is a useful tool to visualize the behavior of ozone of urban origin. If this technique is used in real time it should help to inform the community about potential risks.

**Key words:** urban ozone, GIS.

**Cita:** Nájera Cedillo, M.C., Márquez Azúa, B., Sánchez Gómez, R. y Corona, J.P., 2005, Los sistemas de información geográfica como herramienta para observar el comportamiento del ozono en la Zona Metropolitana de Guadalajara, GEOS, Vol. 25, No. 2.

## INTRODUCCIÓN

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) complementa la forma definida en el plano de cualquier localidad específica, con los datos disponibles en sus atributos temáticos asociados, es decir, combina información cartográfica y bases de datos en forma simultánea, estableciendo una sola base de datos. Esta capacidad de asociación de bases de datos temáticos con la descripción espacial de objetos geográficos y las relaciones entre los mismos, marca la diferencia entre un SIG y otros sistemas informáticos. Esta característica del SIG permite obtener en forma esquemática el desempeño de una variable en función de su magnitud; en este estudio en particular el análisis de la magnitud de la concentración de contaminantes en el aire, como el ozono troposférico es de gran interés, por sus efectos dañinos a la población y al medio ambiente cuando se tienen altas concentraciones, así como para establecer medidas preventivas y/o correctivas.

Por los daños que genera el ozono, el crecimiento urbano y las características geográfico-meteorológicas adversas presentes en la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG), se podría pensar que existen varios trabajos de investigación acerca del ozono en la zona de interés. No obstante, en la literatura se pueden encontrar pocos trabajos, entre ellos: Tereshchenko y Filonov (1997), en donde se analiza una observación extrema de ozono buscando argumentar posibles causas atmosféricas que pudieron provocar la presencia de estos valores; Sánchez (2001) y Sánchez et. al. (2001), que presenta dos estudios detallados de tendencia temporal de excedencias de  $O_3$  arriba de la norma (110 ppb).

En este trabajo se presenta un análisis del comportamiento de las concentraciones de ozono en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) utilizando los datos que registra la Red Automática de Monitoreo Ambiental (RAMA). Con la información en forma vectorial en el SIG, se obtiene una apreciación visual amplia y detallada del desempeño del ozono ( $O_3$ ) en la ZMG, logrando diferentes análisis desde una perspectiva espacio-temporal y planteando algunas hipótesis sobre este contaminante. El paquete utilizado es el ARC-VIEW (versión 2), integrando el trabajo en tres módulos: el primero es la cartografía base que contiene topografía,

hidrología, toponimia, traza urbana y usos del suelo entre otras capas; el segundo módulo son los datos de ozono con su capa temática y el tercer módulo lo conforman los resultados con la cartografía e interpolación espacial.

Para establecer la relevancia de un estudio de ozono urbano en la ZMG, a continuación se describen brevemente conceptos básicos de ozono y sus efectos, la zona de estudio y los datos disponibles en este trabajo de investigación.

### El ozono troposférico

El ozono ( $O_3$ ) es un gas altamente reactivo que se encuentran en la tropósfera y en la estratósfera. Este alótropo formado por tres átomos de oxígeno en cada molécula, se presenta en niveles altos en la tropósfera como resultado de las reacciones fotoquímicas involucradas con la contaminación antropogénica.

En la Figura 1 se presenta el perfil vertical de presencia de  $O_3$  en la atmósfera; en esta figura se puede observar que hay presencia de  $O_3$  en la parte más baja de la atmósfera en proporciones muy reducidas, usualmente unas pocas decenas de partes por billón (ppb) en razón de mezcla (moléculas de  $O_3$ /moléculas de aire, en donde 10 ppb equivale a  $2.5 \times 10^{11}$  moléculas/cm<sup>3</sup> al nivel del mar y 298°K), mientras que en la capa

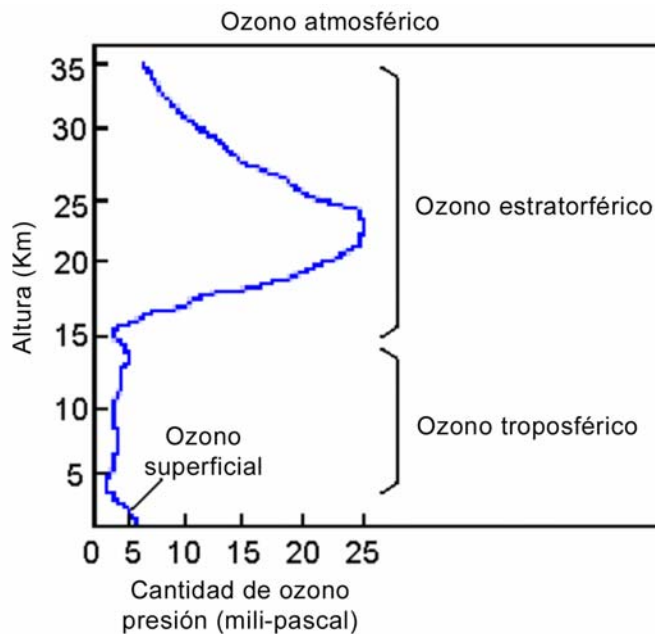


Figura 1. Concentraciones naturales de ozono en la atmósfera.

atmosférica que va de los 19 a los 48 km se tiene mayor contenido en ozono, producto de la radiación solar ultravioleta.

El aspecto más crítico del problema de ozono troposférico es su formación en áreas urbanas grandes, en donde, bajo ciertas condiciones meteorológicas, emisión de óxido nítrico y dióxido de nitrógeno (NOx) y componentes orgánicos volátiles (VOCs), pueden resultar en concentraciones de ozono tan altas como de 200-400 ppb, cuando internacionalmente el valor límite tolerable es de 110 ppb. Es importante señalar que el tiempo máximo aceptable de exposición a una concentración promedio de 110 ppb (Tabla 1) no debe

produce efectos tóxicos en las personas y en los animales, ya que es irritante del tejido pulmonar; debido a su baja solubilidad en el agua, el ozono inhalado penetra hacia el interior del pulmón, alcanzando las mayores dosis por unidad de superficie en los bronquios terminales y conductos alveolares (Moreno, 2003).

El ejercicio físico incrementa la dosis recibida, por lo que se cree que el sector de la población potencialmente más expuesto al ozono está constituido por las personas que realizan con frecuencia actividades físicas al aire libre. Se han realizado numerosos estudios en voluntarios sobre el efecto en el sistema respiratorio de la exposición a ozono en bajas concentraciones,

**Tabla 1. Valores normados para los contaminantes del aire de México (Diario Oficial de la Federación, 23 de diciembre de 1994)**

Contaminante	Valores límite		
	Exposición aguda		Exposición crónica
	Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable	(Para protección de la salud de la población susceptible)
Ozono (O <sub>3</sub> )	0.11 ppm (1 Hrs.) (216 mg/m <sup>3</sup> )	1 vez cada 3 años	-
Monóxido de carbono (CO)	11 ppm (8 Hrs.) (12595 mg/m <sup>3</sup> )	1 vez al año	-
Bióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	0.13 ppm (24 Hrs.) (341 mg/m <sup>3</sup> )	1 vez al año	0.03 ppm (media aritmética anual)
Bióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.21 ppm (1 Hrs.) (395 mg/m <sup>3</sup> )	1 vez al año	-
Partículas suspendidas totales (PST)	260 mg/m <sup>3</sup> (24 Hrs.)	1 vez al año	75 mg/m <sup>3</sup> (media aritmética anual)
Partículas con diámetro menor a 10 µm (PM10)	150 mg/m <sup>3</sup> (24 Hrs.)	1 vez al año	50 mg/m <sup>3</sup> (media aritmética anual)
Plomo (Pb)	-	-	1.5 mg/m <sup>3</sup> (promedio aritmético en 3 meses)

exceder más de una hora y solamente una vez cada 3 años (Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 1994).

El interés particular en O<sub>3</sub>, radica en los daños que puede ocasionar a la gente, plantas y animales sometidos a altas concentraciones de este contaminante, ya que cuando hay acumulación de este gas o bien de otros oxidantes, como peróxidos, en las capas bajas de la atmósfera se producen efectos nocivos para la salud: irritación en los ojos y membranas mucosas. Investigaciones recientes indican que el ozono

similares a las encontradas en ambientes urbanos contaminados (Lippmann, 1992). Los resultados de esos estudios afirman que ocurre una disminución progresiva de la función pulmonar durante el periodo de exposición al ozono. Los efectos del ozono son de tipo morfológico, funcional, inmunológico y bioquímico.

La exposición al ozono en el ser humano tiene una fuerte componente estacional, ya que se produce más en el verano, cuando la radiación solar es más intensa, y además aumenta el periodo medio de estancia al aire libre (Moreno, 2003).

La comunidad científica tiene fuertes razones para creer que las concentraciones de ozono troposférico se están incrementando en regiones urbanas extensas de latitudes medias, ya que durante la década pasada mostró un incremento aproximado al 1% anual en Europa (WMO, 1990).

Por lo anterior, se deben implementar programas para tratar de reducir los niveles de concentración de ozono en el aire, y la forma de medir el efecto de estos programas es monitorear los registros de ozono en el tiempo para detectar algún tipo de tendencia (Sánchez et al. 2001).

### Condiciones meteorológicas que influyen en los niveles de ozono.

Además de las reacciones químicas que se presentan en la atmósfera, ciertas variables meteorológicas también contribuyen a concentraciones altas de  $O_3$ ; esto quiere decir que, aún si las emisiones diarias de precursores de  $O_3$  fueran constantes todos los días, ciertas condiciones meteorológicas provocarían distintos niveles de las concentraciones diarias de  $O_3$ . De hecho, las variaciones diarias del clima son la mejor explicación de los cambios día a día en las concentraciones de  $O_3$  (EPA 1999).

Entre las condiciones favorables a concentraciones altas de  $O_3$ , sobresale el fenómeno conocido como inversión térmica, que se caracteriza por un cambio en el perfil vertical normal de temperatura. La temperatura del aire disminuye conforme se incrementa la altura, de tal manera que en una atmósfera normal hay una disminución de 0.64 a 1° C cada 100 metros en la zona más próxima a la superficie de la tierra (troposfera). Este gradiente térmico "normal", se ve alterado bajo determinadas condiciones orográficas y climatológicas, de manera que la temperatura del aire es superior a la de una altura inferior, como se ejemplifica en la figura 2. Este fenómeno incrementa la estabilidad atmosférica impidiendo la dispersión vertical de los contaminantes vertidos en la atmósfera por industrias, calefacciones, motores de explosión, actividades urbanas, etc. Es así como las inversiones térmicas actúan como fronteras naturales que frenan los desplazamientos ascendentes de la atmósfera. En efecto, el aire no puede elevarse en una zona de inversión, puesto que es más frío y, por tanto, más denso

que el aire de la zona superior a la frontera de inversión. Las inversiones térmicas pueden atrapar nubes, humedad, contaminación y polen de capas próximas a la superficie, pues interrumpen la elevación del aire desde las capas bajas. Cuando la velocidad del aire es baja a consecuencia de la inversión, los gases antropogénicos y otros contaminantes naturales no se dispersan, alcanzando concentraciones elevadas, sobretudo en torno a centros urbanos, tales como la Zona Metropolitana de Guadalajara. Cabe mencionar que, en la ZMG más del 80% del año se presentan

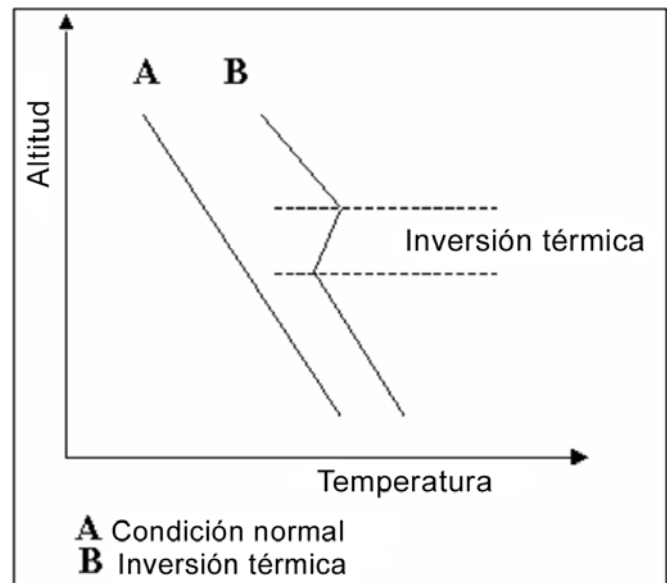


Figura 2. Esquema de inversión térmica.

inversiones térmicas (Tereschenko y Sánchez, 1997) y estas inversiones de temperatura pueden ser duraderas bajo un sistema estacionario de altas presiones unido a una baja velocidad del viento. Un periodo de tan sólo tres días de escasa mezcla atmosférica puede llevar a concentraciones elevadas de productos peligrosos en áreas de alta contaminación y, en casos extremos, producir enfermedades crónicas e incluso la muerte.

### La zona de estudio

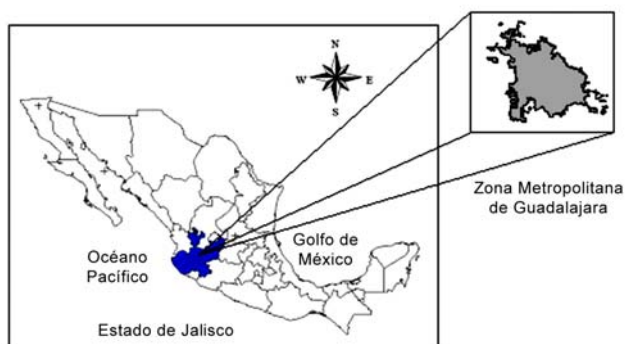
La ZMG se ubica en el centro del Estado de Jalisco a una latitud de 20°39'54" N, longitud de 103°18'42" W y a una altitud promedio de 1,540 metros sobre el nivel medio del mar (Figura 3). Comprende los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá; está situada en la cuenca del Valle del Río Grande de Santiago, en los Valles de Atemajac y la Planicie de Tonalá, entre las zonas montañosas de la



Sierra Madre Occidental y el Cinturón Volcánico Transmexicano.

Las montañas que circundan la ZMG son: al noroeste la Sierra de San Esteban; al sureste, la Serranía de San Nicolás y los conjuntos montañosos Cerro Escondido-San Martín y el Tapatío-La Reyna; al sur, el Cerro del Cuatro-Gachupín-Santa María; y al oeste, la Sierra de la Primavera. Estas sierras constituyen parcialmente una barrera física natural para la circulación del viento, impidiendo el desalojo del aire contaminado fuera de la ciudad. (Programa para mejoramiento la calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara, 1997).

La ZMG, se encuentra afectada por la afluencia de aire marítimo tropical y está sujeta a la influencia de sistemas anticiclónicos, generados en el Golfo de México y en el Océano Pacífico, estos sistemas ocasionan gran estabilidad atmosférica inhibiendo la mezcla vertical del aire generando poca ventilación. Se recibe abundante radiación solar debido a su latitud (20° N), lo que provoca que la atmósfera sea altamente fotorreactiva; y en



**Figura 3. Localización de la Zona Metropolitana de Guadalajara.**

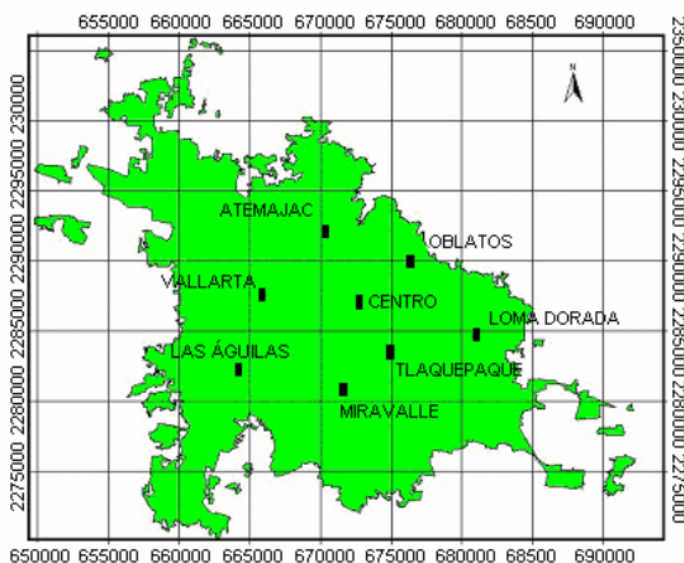
presencia de luz solar, los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno reaccionan fácilmente para formar ozono y otros oxidantes. (Programa para mejoramiento la calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara, 1997). En resumen, la ZMG tiene características geográfico-meteorológicas que influyen de manera determinante en el comportamiento de las concentraciones de contaminantes y en particular del ozono, dado que la evolución de los niveles de ozono es el resultado de la interacción de un conjunto de factores en los que destacan el comportamiento de sus precursores, como lo son hidrocarburos (HC), NO<sub>x</sub> y la evolución del clima.

**DATOS DISPONIBLES**

Los datos utilizados son observaciones horarias registradas en las 8 estaciones de la Red Automática de Monitoreo Ambiental (RAMA) en el área de la ZMG (Figura 4). La serie de tiempo comprende desde noviembre de 1995 hasta agosto del 2004; estos datos constan de mediciones horarias de monóxido de carbono (CO), óxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), Partículas con diámetro menor a 10 μm (PM10), Humedad Relativa (RH), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), hidrocarburos (THC, MHC), temperatura (TMP), dirección (WDR) y velocidad (WSP) del viento. Nominalmente se tendrían 74520 datos; no obstante hay en promedio 74511 valores por estación, ya que algunos valores se perdieron cuando el equipo estuvo fuera de servicio.

En la Figura 5 se muestra por ejemplo la serie temporal de la concentración de O<sub>3</sub> en la estación Vallarta, en donde la línea horizontal indica el valor umbral o máximo permitido (Sánchez et al., 2001). Se puede observar que la serie presenta un gran número de días por arriba del umbral y que el 17 de octubre de 1996 se registró el máximo de concentración (311 ppb) de toda la serie con una desviación estándar de 23.8129.

Este es el motivo principal por analizar los datos registrados en esta fecha, es decir, se presentó un caso anómalo de concentraciones de O<sub>3</sub> superiores a los 110 ppb en todas las estaciones de la red y manteniéndose



**Figura 4. Localización de las 8 estaciones de monitoreo ambiental en la Zona Metropolitana de Guadalajara.**

por más de 3 horas después del medio día, en donde el valor máximo absoluto fue registrado en la estación Miravalle (Figura 4) a las 16 hrs con 311 ppb y desde las 14 hrs se sobrepasó la norma en todas las estaciones excepto en la de Oblatos; este fenómeno se extendió hasta las 18 hrs, sobrepasándose la norma a las 17 hrs. en todas las estaciones de monitoreo ambiental de la ZMG (tabla 2).

## METODOLOGÍA

Como primer paso, para localizar las estaciones en un mapa de la ZMG, se disponía únicamente de las direcciones de cada estación; entonces fue necesario crear una tabla (Tabla 3) con valores que contienen los objetos geográficos.

Esta tabla se construye a partir de las ortofotos,

mapas y toponímicos disponibles, que permitieron localizar puntualmente cada estación de la RAMA en la ZMG (Figura 6).

Enseguida, se procedió a integrar los valores registrados de ozono cada hora, en la fecha de estudio (Tabla 4).

Con el procedimiento descrito hasta este momento, se han incluido en el ArcView los valores observados de concentración de  $O_3$  en ocho puntos localizados en la región de interés. Sin embargo, se quiere conocer además una estimación del comportamiento del ozono en toda la ZMG, es decir, obtener una estimación de la concentración en los puntos vecinos a los valores observados. Para lograr esto, el ArcView tiene en su herramienta de interpolación espacial tres alternativas: Spline, IDW y Kriging, de los cuales el método utilizado en este trabajo fue Kriging, ya que es la herramienta que provee una estimación del valor de un proceso aleatorio en una región específica, a partir de un conjunto de datos registrados en algunos puntos (Cliff y Ord, 1975); el método Kriging permite obtener un valor aproximado  $Z_k^*$  de un atributo en un

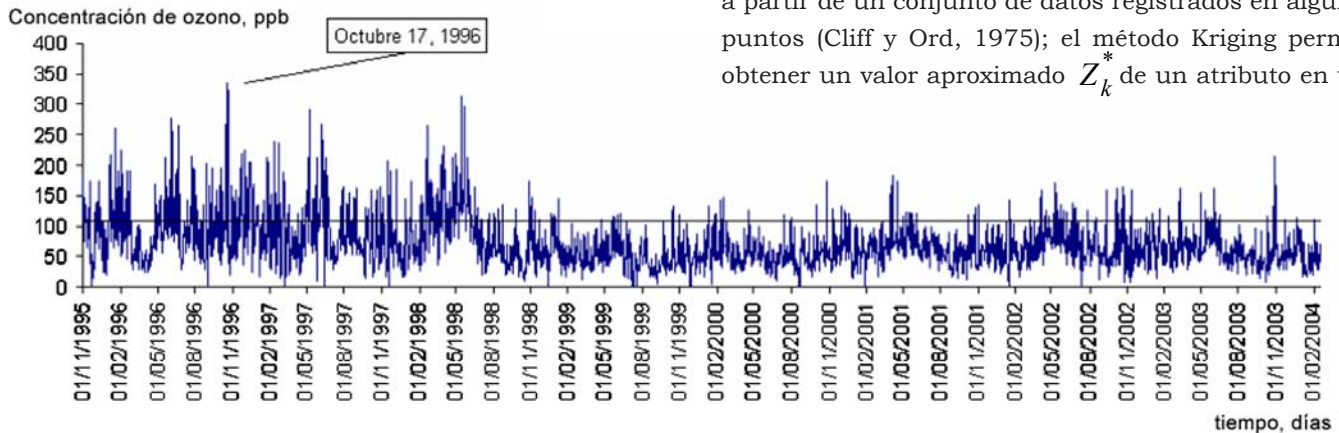


Figura 5. Serie temporal de los niveles de concentración de ozono de la estación Vallarta. La línea horizontal indica el valor umbral (110 ppb); el 17 de octubre de 1996 se registró el máximo de concentración (311 ppb) de toda la serie.

Tabla 2 Valores de ozono (ppb) en las estaciones de la RAMA de las 14 a las 18 Hrs del 17 octubre de 1996.

ESTACIÓN	14 hrs	15 hrs	16 hrs	17 hrs	18 hrs
Centro	158.0	113.0	117.0	112.0	88.0
Oblatos	0.0	97.0	77.0	142.0	106.0
Miravalle	124.0	310.0	331.0	295.0	265.0
Aguilas	149.0	207.0	199.0	180.0	76.0
Vallarta	291.0	262.0	249.0	167.0	75.0
Atemajac	291.0	238.0	192.0	167.0	130.0
Tlaquepaque	184.0	228.0	200.0	193.0	206.0
Loma Dorada	117.0	162.0	222.0	183.0	127.0

**Tabla 3. Atributos de estaciones de la Red Automática de Monitoreo Ambiental (RAMA) de la Zona Metropolitana de Guadalajara**

Shape	ID	Estación	X-coord	Y-coord	Altura	Ubicación
Point	1	Centro	673626.44458	2286962.84396	1540	Calle Churubusco 143
Point	2	Oblatos	677358.65805	2289950.18289	1570	Avelino M. Presa 1685
Point	3	Miravalle	672550.83149	2280713.73864	1570	Av. Gobernador Curiel, Clínica
Point	4	Águilas	665055.75422	2282261.22440	1610	Av. López Mateos 5250
Point	5	Vallarta	666855.57069	2287566.58437	1600	Calle Coras, Plaza México
Point	6	Atemajac	671255.67644	2291986.64849	1520	Calle Zaragoza, U. Admón. Ate
Point	7	Tlaquepaque	675751.20170	2283335.40141	1560	Calle Constitución 159
Point	8	Loma Dorada	681676.69646	2284569.25578	1570	Calle Loma Plana, Registro Civ

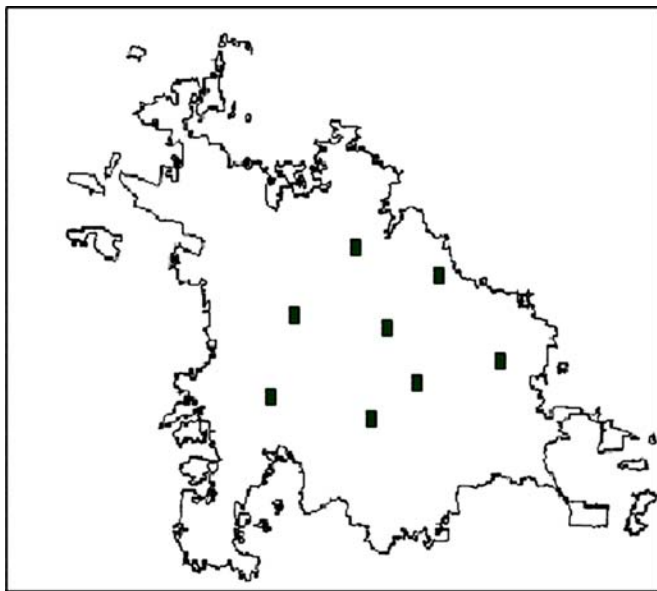
sitio no muestreado a partir de las mediciones disponibles en puntos localizados dentro de la misma área o región incluyendo en el procedimiento efectos de variabilidad aleatoria, mediante la expresión

$$Z_k^* = \sum_{\alpha=1}^n \lambda_{\alpha} Z_{\alpha}$$

en donde  $n$  es el tamaño de la muestra en cada punto de observación,  $\lambda_{\alpha}$  son pesos que se calculan asegurando que el estimador no es sesgado y de varianza mínima; esto se logra con la condición

$$\sum_{\alpha=1}^n \lambda_{\alpha} = 1.$$

En particular, el ArcView utiliza el método de Kriging universal, generando estimaciones lineales



**Figura 6. Zona Metropolitana de Guadalajara y las 8 estaciones de monitoreo ambiental.**

insesgadas de las concentraciones en puntos no observados y una estimación de la covarianza o variograma en cada uno de ellos, dando la posibilidad de obtener una estimación del error cuadrático medio (ECM).

En la Figura 7 se pueden observar las interpolaciones espaciales Kriging desde las 12 hasta las 19 hrs., periodo en que inician y terminan las concentraciones mayores a 110 ppb. de ozono. Es importante resaltar que en la figura 7 se detectan algunas regiones con concentraciones de ozono similares, por ejemplo para en el cuadro de las 12:00 hrs la región noroeste de la ZMG tiene niveles de ozono superiores a la norma (110 ppb), mientras que en la región sureste los valores son aceptables de acuerdo a la norma. Se aprecian zonas con niveles persistentemente altos de ozono, por ejemplo la zona noroeste y suroeste muestran niveles altos durante un periodo de cuatro horas consecutivas. Se puede notar además la evolución horaria del ozono en el aire sobre la superficie de la ZMG, generando evidencia clara y observable para notificar a las autoridades y dependencias correspondientes.

## CONCLUSIONES

Se analizó el comportamiento espacial del ozono troposférico para el día más extremo registrado durante el periodo de observaciones de la RAMA en la ZMG, el 17 de octubre de 1996, apoyados en el ArcView, resaltando que este SIG es un instrumento de apoyo indispensable para la caracterización y el diagnóstico del ozono en la ZMG.

Tabla 4. Atributos de cada estación; ozono en ppb del 17 de octubre de 1996.

Estación	hr.1	hr.2	hr.3	hr.4	hr.5	hr.6	hr.7	hr.8	hr.9	hr.10	hr.11	hr.12	hr.13	hr.14	hr.15	hr.16	hr.17	hr.18	hr.19	hr.20	hr.21	hr.22	hr.23	hr.24
Centro	16.0	17.0	22.0	20.0	22.0	21.0	16.0	10.0	10.0	10.0	17.0	48.0	126.0	158.0	113.0	117.0	112.0	88.0	33.0	18.0	10.0	9.0	9.0	0.0
Oblatos	20.0	25.0	29.0	30.0	28.0	19.0	9.0	7.0	0.0	2.0	14.0	49.0	98.0	0.0	97.0	77.0	142.0	106.0	69.0	39.0	16.0	4.0	12.0	0.0
Miravalle	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	8.0	6.0	4.0	12.0	27.0	63.0	124.0	310.0	311.0	295.0	265.0	68.0	48.0	8.0	4.0	5.0	0.0
Águilas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	13.0	22.0	69.0	149.0	207.0	199.0	180.0	76.0	43.0	22.0	10.0	13.0	6.0	0.0
Vallarta	21.0	27.0	21.0	16.0	25.0	21.0	16.0	1.0	1.0	1.0	0.0	117.0	245.0	291.0	262.0	249.0	167.0	75.0	58.0	28.0	4.0	14.0	21.0	0.0
Atemajac	33.0	35.0	41.0	36.0	36.0	27.0	27.0	15.0	8.0	12.0	32.0	151.0	266.0	291.0	238.0	192.0	167.0	130.0	84.0	52.0	26.0	16.0	16.0	0.0
Tlaquepaque	9.0	10.0	9.0	11.0	16.0	14.0	11.0	9.0	9.0	9.0	13.0	33.0	89.0	184.0	228.0	200.0	193.0	206.0	61.0	23.0	10.0	9.0	10.0	0.0
Loma Dorada	5.0	5.0	6.0	6.0	12.0	13.0	7.0	5.0	10.0	10.0	13.0	35.0	79.0	117.0	162.0	222.0	183.0	127.0	108.0	20.0	6.0	5.0	5.0	0.0

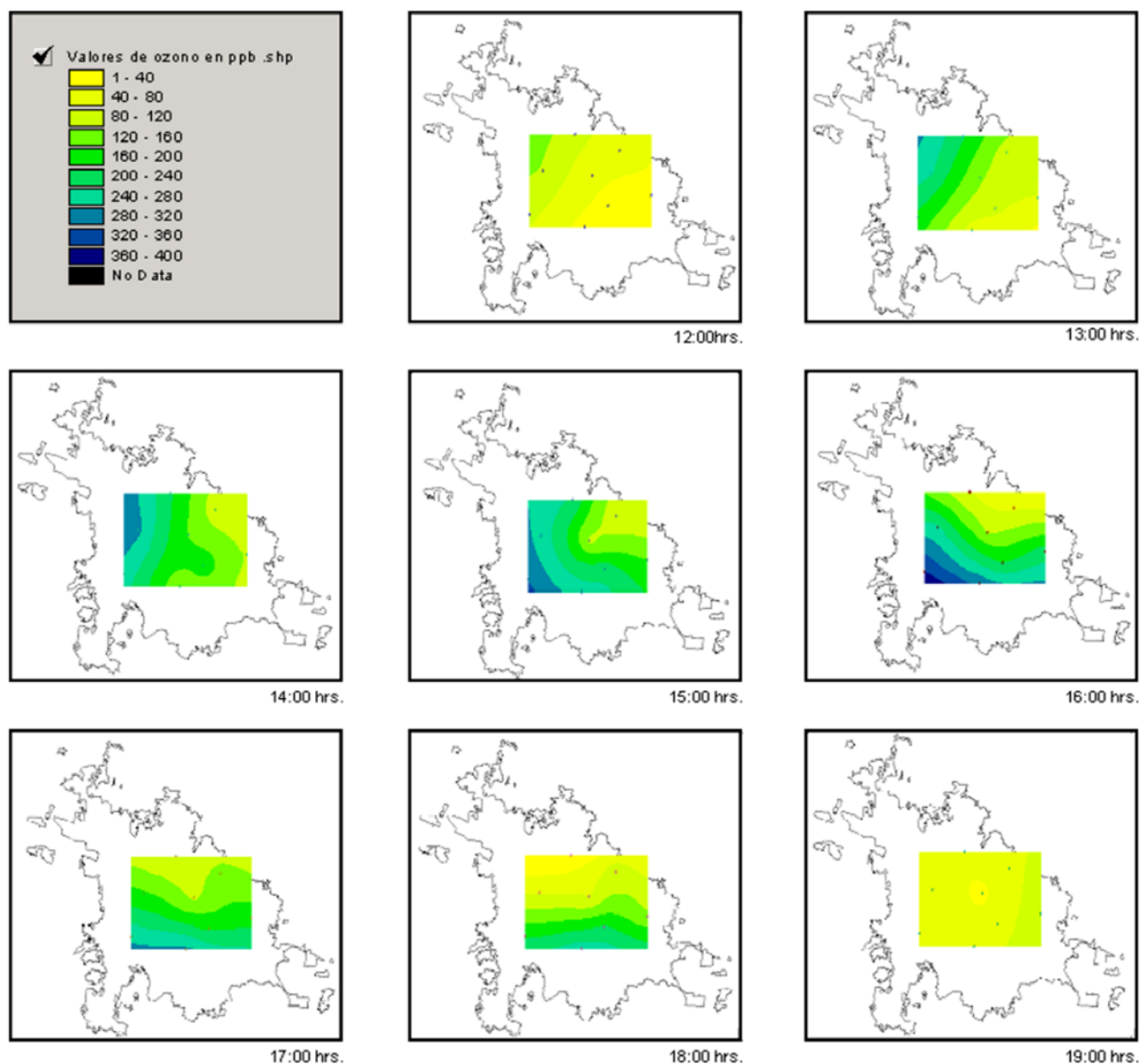


Figura 7. Interpolación espacial Kriging de las concentraciones de ozono registrado en la Zona Metropolitana de Guadalajara a distintas horas del día 17 de octubre de 1996.





Los análisis realizados permiten observar que las concentraciones de ozono en la ZMG no son homogéneas, es decir, que existen regiones que están sometidas a niveles más altos de ozono que otras, con lo que se tiene la posibilidad de difundir a la comunidad esta información para que se tomen las medidas pertinentes.

Se detecta que el SIG provee una herramienta visual que da la pauta para establecer hipótesis sobre el desempeño espacio-temporal del ozono urbano, de hecho, permite obtener estimaciones de las concentraciones de ozono en cualquier punto de la ciudad.

Finalmente, en este trabajo se presenta una metodología que genera resultados preliminares, utilizando un SIG que es aplicable tanto al ozono como a cualquier otro contaminante en la región de interés con el respaldo de una herramienta eficiente.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Secretaría del Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable en Jalisco, por facilitar los datos necesarios, en especial al Ing. Ramón Núñez González, Secretario de Medio Ambiente, y al Coordinador del Programa Red Automática de Monitoreo Atmosférico Ing. Ramón A. Limón Flores por su siempre cordial cooperación. De manera muy especial al Ing. Mario Alberto Martínez Director del Centro de Información Ambiental por su amable atención y su conversación informativa con respecto al monitoreo ambiental.

Así mismo se agradece al Dr. Heriberto Cruz Solís, Jefe del Laboratorio de Nuevas Tecnologías, en el Departamento de Geografía, CUCSH, Universidad de Guadalajara, por su inigualable cooperación. Y de manera muy especial al Dr. Luis A. Delgado-Argote, Departamento de Geología, CICESE, por su orientación y comentarios, tan acertados como apreciados, muchas gracias.

Finalmente, agradecemos las revisiones de dos árbitros anónimos, cuyas sugerencias ayudaron a mejorar el manuscrito.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cliff, A. D. and Ord, J. K., 1975, Model building and the analysis of spatial pattern in human geography, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 37, p. 297-328.
- Gobierno del Estado de Jalisco; Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Secretaría Salud, 1997, *Programa para mejoramiento la calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara 1997-2001*.
- Lippmann, M., 1992, Environmental Toxicants. *Human Exposures and Their Health Effects*. Ed. Van Nostrand Reinhold, Nueva York.
- Moreno Grau, María Dolores, 2003, Toxicología Ambiental. *Evaluación de riesgo para la salud humana*, Ed. Mc Graw Hill, p. 325-326.
- Sánchez, G. R. (2001). Análisis de tendencia en excedencias sobre un umbral alto, con aplicación en ozono urbano. *Disertación doctoral, Colegio de Postgraduados*, 152 pp.
- Sánchez, G. R, Cantú, S. y Vaquera, H., 2001, Uso del modelo de regresión Pareto generalizado para analizar tendencia temporal en las concentraciones de ozono en la Zona Metropolitana de Guadalajara, *Cuadernos de Investigación, CGEPI, Área I: Física-Matemáticas e Ingeniería*, Núm. 27, Universidad Autónoma de Coahuila, p.21-35.
- Tereshchenko, I.E. y Filonov, A.E., 1997, Acerca de las causas de las elevadas concentraciones de ozono en la atmósfera de la Zona Metropolitana de Guadalajara en Octubre de 1996, *GEOS*, Vol. 17, No. 2, p.54-59.
- Tereshchenko, I.E. y Sánchez Gómez, R., 1997, Resultados de los estudios de las inversiones térmicas sobre la ciudad de Guadalajara, México, *GEOS*, Vol. 17, No. 4, p. 195-196.
- U.S. Environmental Protection Agency, 1999, *Guideline For Developing An Ozone Forecasting Program EPA-454/R-99-009*, July, p. 2-6.
- WMO (United Nations Environment Program and World Meteorological Organization) (1990). Scientific Assessment of Ozone. Vol. I, *World Meteorological Organization Global Research and Monitoring Project*, Report No. 20, 486 pp.

Manuscrito recibido: 2 de agosto de 2005.

Manuscrito corregido recibido: 6 de marzo de 2006.

Manuscrito aceptado: 5 de abril de 2006

## SE DICE...

Alejandro Nava escribió *SE DICE...* con la inquietud por discutir algunas formas de expresión escrita en nuestro ambiente académico. En particular, el pronombre *se*, usado para formar expresiones impersonales y de pasiva, puede dar lugar a imprecisiones indeseables que, en las notas siguientes, tanto A. Nava, como J. Frez y M. Echevarría, discuten desde algunos puntos de vista distintos.

Decidí acompañar el texto original de A. Nava con los comentarios de J. Frez y M. Echevarría para que el lector tenga oportunidad de formar su opinión acerca del uso del pronombre *y*, al mismo tiempo, decida sobre la conveniencia de utilizarlo.

Es probable que al perseguir un deseo de pulcritud en la escritura que, con frecuencia sacrifica la claridad, creo que todos hemos sido corregidos en nuestros escritos por editores, revisores, instructores e incluso compañeros, algunas veces correctamente y otras no. En un trabajo, ahora clásico, P. Feyerabend menciona que “idiosincrasias de estilo y expresión a las que un observador neutral no presta atención son advertidas con seguridad por impresores o editores, y se derrocha mucha energía en disputas sobre una frase o la posición de una coma”. La intención última de las notas siguientes no es buscar lo que el autor antes referido llama un lenguaje aséptico, sino acercarse a expresiones más precisas que permitan una comunicación de ideas de la mejor forma posible, sin sacrificar la personalidad del autor.

**Luis A. Delgado Argote**  
**Editor**  
**GEOS**

Feyerabend, Paul K., 1974, *Contra el método; Esquema de una teoría anarquista del conocimiento*, Editorial Ariel, 207 pp.

## SE DICE...

**F. Alejandro Nava P.**  
Depto.Sismología,CICESE  
fnava@cicese.mx

Ah, qué encantadora modestia la de los científicos, que les impide decir “yo vi”, “yo hice”, “nosotros hicimos” o, simplemente, “vi”, “hice” o “hicimos”, y les obliga a utilizar el impersonal “se vio”, “se hizo”, etc. Para los lectores acostumbrados al impersonal usual en los artículos científicos, el uso de primeras personas en éstos puede dar la impresión de que el autor está sacando a su ego de paseo y restarle, de alguna manera, objetividad a sus resultados científicos. Sin entrar en el asunto de qué estilo, personal o impersonal, es más claro y directo (véase, por ejemplo, *How to write and publish a scientific paper*, Organización Panamericana de la Salud, pág.160), aceptemos que el impersonal es el acostumbrado y usémoslo, pero... hagámoslo bien.

En otros idiomas hay distintas palabras para el impersonal y para el reflexivo, por ejemplo, en francés:

*on* y *se*, en alemán: *man* y *sich*, respectivamente; pero en español se utiliza la misma palabra *se* para el impersonal y para el reflexivo, y esto causa problemas.

Cuando el complemento de una oración está en singular, por ejemplo:

“Se vio la formación X y se analizó su composición química...”.

no hay problema alguno, la frase impersonal está muy bien.

Pero, cuando el complemento está en plural es común, muy común, leer o escuchar:

“**Se vieron** las formaciones X y Y y **se analizaron** sus composiciones químicas..”,

frase gramaticalmente errónea, pues en español: a) el impersonal *se* es siempre singular de tercera persona, b) el verbo debe concordar en persona y número con el

sujeto de la oración. En la frase de ejemplo se está haciendo concordar el verbo ¡con el complemento! Pero, peor aún, esta concordancia es absurda lógicamente pues convierte al complemento en sujeto y al impersonal en reflexivo. La frase ya no es impersonal; ahora describe formaciones *viéndose* entre sí o a sí mismas como en la figura (gracias, M. Zegarra) y composiciones químicas *analizándose* ellas (figura demasiado compleja que se deja a la imaginación del lector).

Obviamente, la oración correcta es:

**“Se vio** las formaciones X y Y **y se analizó** sus composiciones químicas..”,

pues está siendo escrita en vez de:

**“Uno** vio las formaciones X y Y **y analizó** sus composiciones químicas.”, o

**“El autor vio** las formaciones X y Y **y [el autor] analizó** sus composiciones químicas.”.

En caso de duda, basta imaginar “el autor” o “uno” en vez de “se” para saber cómo debe ir el verbo.

El problema es aún más difícil en frases donde el complemento se disfraza de sujeto, como:

“Los cálculos se realizaron con precisión doble”, que, como los cálculos no se realizan ellos solos, quiere decir:

“Los cálculos fueron realizados con precisión doble”.

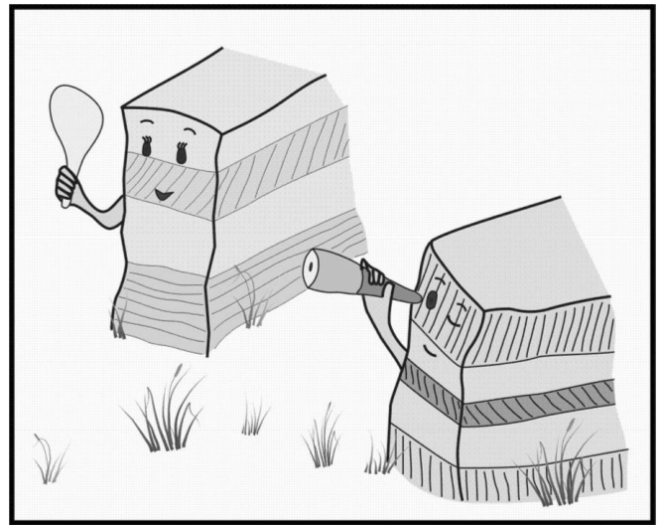
Este es un ejemplo de cómo puede (o debe) usarse el pasivo en vez del impersonal cuando se desea comenzar la frase con “Los cálculos...” y no se quiere usar el impersonal correcto: “Se realizó los cálculos...” (que, admitámoslo, suena raro). De hecho, en inglés (que es actualmente la lengua científica internacional) el pasivo “The computations were made...” es generalmente usado en vez del impersonal “One made the computations...”.

Por alguna razón, muchos correctores de estilo no gustan del pasivo y tienden a “corregir” un pasivo perfectamente bien empleado, substituyén-dolo por un impersonal defectuoso.

Es importante señalar que el error en cuestión es tan común que ya es aceptado por las instancias que rigen nuestro idioma (*i.e.* ya no es oficialmente error, aunque esté mal), y frases reflexivas en vez de impersonales pueden ser encontradas en la prensa en

general (lo cual no significa gran cosa) y aún en revistas serias, como *Geos* y *Ciencia*, y en libros de editoriales respetables.

El lector puede en este momento preguntarse “¿Entonces, para qué esta discusión?” Esta discusión es para plantear que, si bien dicho uso incorrecto e ilógico es permitido,... ¿es por eso recomendable? ¿No deberíamos los científicos buscar la precisión lógica en lo que escribimos? Por favor, correctores de estilo, editores y directores de tesis, si ustedes no desean usar la forma correcta en sus escritos, por lo menos no la “corrijan” a quien si la emplea. En realidad, no cuesta mayor trabajo escribir de manera, no sólo permitida, sino gramatical y lógicamente correcta. ¡Hagámoslo!



## EL USO DE “SE” EN NUESTRO IDIOMA

José Frez Cárdenas

División de Ciencias de la Tierra, CICESE.

jofrez@cicese.mx

El uso de este pronombre presenta dificultades. El lector puede consultar, por ejemplo, <http://culturitalia.uibk.ac.at/hispanoteca/> (todas las citas y ejemplos son de ahí), donde encontrará decenas de páginas dedicadas al tópico. La discusión acerca del uso “correcto” es enredada. Sin embargo, puedo hacer un resumen.

a) Como en Filosofía, el valor “corrección” es poco claro en Gramática y, al final, implica riesgos para la persona que encuentra una solución a un problema como éste. En nuestra lengua, prima la autoridad –que cambia de tiempo en tiempo y de lugar en lugar– así como los antecedentes históricos y lexicológicos que son poco claros y determinantes. Por último, el sentido común, el uso generalizado y el sentido lógico son ambiguos en este problema.

b) En primer lugar, “se” es un pronombre; luego, siempre indica un nombre, que designa al que realiza la acción –“se agredió a los sismólogos”– o la recibe –“Se lo pasó”. Dejamos de lado las conjugaciones que, en tercera persona, usan el pronombre “se”, como es el caso, como en la forma reflexiva y otros, de verbos como *acordarse*, *arrepentirse*, *jactarse*, *olvidarse*, *quejarse*, *suicidarse*, *vanagloriarse*, *atreverse*, *acostumbrarse*.

c) Aunque existe una clasificación muy complicada del uso del pronombre “se”, reducimos esta discusión a las formas pasiva, de sujeto indeterminado o impersonal, recíproca y reflexiva. *Nuestro problema es reconocer cuál de ellas es la utilizada en cierta sentencia*. Pienso que no vale la pena utilizar clasificaciones mixtas como son las formas “pasiva refleja”, “impersonal refleja” y exquisiteces adicionales ya que el problema sigue igual: es necesario distinguir la componente principal. Generalmente, no hay dificultad en reconocer las formas recíproca y reflexiva, *los niños se lavan*. [Oración reflexiva], *Los niños se pegan (unos a otros)*. [Oración recíproca] aunque, si dejamos tácito al sujeto cuando es la tercera persona, puede haber confusión: *se lavan con mucho jabón*.

d) De tal modo que queremos distinguir la forma pasiva de la de sujeto indeterminado o impersonal. La regla gramatical es que si el complemento refiere a personas precedido con la preposición “a”, tenemos sujeto indeterminado: “*no se permitirá a expositores latosos*” mientras que el caso en que complemento indica alguna cosa corresponde al caso pasivo: “*se venden textos de Geología*”. Si algún estudiante inquisitivo pregunta el porqué de la regla recibe o silencio o referencia a la autoridad o a antecedentes históricos oscuros. De tal modo que el problema queda reducido a elegir entre *Se venden botellas* y *Se vende botellas*, elección (cito) “tan discutida por los gramáticos, (que) depende de que prevalezca la idea de que las botellas *son vendidas*, concertando el verbo con su sujeto pasivo, o bien de que un sujeto indeterminado *vende botellas*” Yo prefiero (mi riesgo) la segunda interpretación.

e) Sin embargo, la forma *Se vendió las casas*, (cito) “aunque es **anormal** ... en el español de **España**, está tan arraigada en el español de **América** que se encuentra atestiguada en sus escritores más prestigiosos, e incluso instituciones idiomáticas como la Academia Chilena declaran igualmente aceptables allí ...” ambas (*se vendieron las casas* o *se vendió las casas*) oraciones con sus interpretaciones (pasivas o de sujeto impersonal) implícitas.

f) ¿Cuál es la conclusión particular? Mi punto de vista es utilizar lo que parezca más adecuado para los propósitos del escrito. Además, confío que la eufonía de la lectura de una sentencia (y sus opciones) casi siempre entrega la mejor solución. Utilizo la preposición “a”, como se menciona en el punto anterior. Tengo cuidado con el uso de sujeto tácito y de pronombres que cumplen la misma función, para reservarlos sólo a casos en que dicho sujeto se subentiende claramente.

g) Mi conclusión general es: eviten el uso excesivo del pronombre “se”. No hacer esto lleva, por lo menos, a un estilo reiterativo. Mejor; no lo usen. Esta regla de estilo está justificada porque, casi siempre, es preferible la forma activa a la pasiva; lo explícito a lo implícito. Por lo tanto, no miro con cariño la expresión *Se concluyó lo siguiente* porque prefiero *Las conclusiones son las siguientes* o *Mis conclusiones son las siguientes*. El uso del “se” tiende a esconder (con poco éxito) la responsabilidad de lo afirmado, aunque este



enmascaramiento no sea consciente. Algo parecido a las formas verbales condicionales que aparecen a menudo en exposiciones y textos de Tesis: “se concluiría”, “sería”, etc.

h) El minimizar o eliminar el uso de “se” es una solución cuando lo reemplazamos por una redacción más explícita y directa, ya sea pasiva o de sujeto indeterminado. En los ejemplos de A. Nava, me quedo con *Después de verlas, las formaciones X y Y fueron analizadas ...* o, mejor, *El análisis de las formaciones X y Y ....*

Finalmente, predico con el ejemplo: la parte que no corresponde a citas o ejemplos de estos comentarios no contiene el pronombre “se”.

**Sobre SE DICE... de A. Nava**  
**María Isabel Echevarría**  
Departamento de Comunicación, CICESE

Alejandro Nava publica en este mismo número una nota sobre lo equivocados que estamos todos los hablantes al usar oraciones como ésta:  
[...]donde se vendieron & compraron las dignidades por preçio... (Alfonso X, *General estoria*).

En el español, existen varios tipos de oraciones introducidas por la partícula *se* que cumplen distintas funciones y tienen diversos matices en el sistema de la lengua. La partícula *se* no tiene un significado específico, como lo tuvo en su origen cuando funcionaba como marca de reflexivo y, además, estas oraciones se parecen en la forma, por lo que, a veces, es difícil distinguir unas de otras. Estas son las construcciones que suelen confundirse: activas impersonales (1), pasivas (2) y reflexivas (3).

Se vive bien aquí.

Se obtuvieron los resultados deseados.

Se peinó con esmero.

En lingüística, cuando hablamos de voz, nos referimos a la relación de significado que existe entre el verbo y los otros participantes de la acción. En términos muy amplios, podemos decir que una oración en voz activa es aquella en la que “el sujeto {alguien o algo} realiza una acción que recae sobre el objeto {alguien o algo}”, una oración pasiva es aquella en la que “el sujeto {alguien o algo} sufre o padece lo que el agente {alguien o algo} hace” y una oración reflexiva es aquella en la que “el sujeto {alguien o algo} recibe, sufre, padece la acción efectuada por sí mismo” (Mendikoetxea: §26.1.1).

Ninguna de estas construcciones tiene un sujeto visible. En (1) es “{alguien/la gente/el que sea} vive bien aquí”, el sujeto es genérico, universal, puede ser cualquiera, todos o nadie; en cambio, en (2), el agente es indeterminado, pero no general, “{alguien/algunos} obtuvieron los resultados”; es decir, existe un agente X que obtuvo los resultados. Para el hablante, la función de las oraciones pasivas es quitar relevancia al que realiza la acción y enfocar al que la recibe; no es que el objeto directo “se disfrace” de sujeto, sino que el

hablante decide dar al paciente, al objeto nocional, la función sintáctica de sujeto y saca de foco al agente; es por esto que el verbo concuerda en número con la frase nominal que le sigue. Otra es la situación en (3), “{él/ella} peinó con esmero su propio pelo”; es decir, la partícula *se* nos indica que el agente realizó la acción sobre sí mismo, es una marca de reflexivo.

Históricamente, en latín existían las construcciones <se+verbo> para expresar reflexividad, reciprocidad, matiz medio, pero no existían las impersonales ni las pasivas con *se*. Sin embargo, en las lenguas romances, las oraciones pasivas con *se* aparecen muy temprano –siglo X– (Lapesa: §57.3), mientras que las impersonales aparecen prácticamente en el siglo XX (Toledo: 27).

La mayoría de las lenguas romances tienen oraciones pasivas con *se* y en todas concuerda el verbo con la frase nominal que le sigue:

#### **Catalán**

Es poden esmentar les obres literàries de Ramon Llull.

(se) poder-PRES-3pl. mencionar las obras literarias de Ramon Llull.

*Se pueden mencionar las obras literarias de Ramón LLull.*

#### **Italiano**

Qui si leggono troppi libri.

Aquí (se) leer-PRES-3pl. muchos libros

*Aquí se leen muchos libros.*

#### **Portugués**

Alugam- se casas.

Alquilar-PRES-3pl. (se) casas

*Se alquilan casas.*

Por alguna razón, el hablante de español (no el corrector de estilo) prefiere usar la voz activa y no la pasiva; y entre la pasiva perifrástica (*Las casas son alquiladas*) y la pasiva con *se*, el hablante prefiere esta última. La pasiva perifrástica se usa muy poco en el lenguaje común, es más propia del lenguaje periodístico y jurídico.

En lingüística, y en épocas recientes también en gramática, no se usan los términos “forma correcta

o incorrecta”, sino que hablamos de “formas normales y anómalas”. La norma lingüística es el conjunto de los usos habituales, gramaticales, léxicos y fonéticos que hacen los hablantes de una lengua determinada. El lingüista comprueba cómo se dice, no establece cómo se debe decir; así se oponen lo *normal* y lo *anormal*, y no lo *correcto* y lo *incorrecto* (Coseriu: 90). Así pues, en español, la forma normal de la pasiva con *se* es la forma concordada, aunque en algunas zonas de América se usa la forma anómala: *Se vende casas*.

No imagino que todos anduviéramos por ahí diciendo:

Se vendió las casas, se toca las campanas, se necesita secretarias.

¿O sí?

## **Referencias**

- Alfonso X. *General estoria V*. Electronic Texts and Concordances of the Madison Corpus of Early Spanish Manuscripts and Printings. Prepared by John O'Neill. (Madison and New York, 1999). CD-ROM. (ISBN 1-56954-122-1).
- Coseriu, E. (1989) *Teoría del lenguaje y lingüística general*, Madrid: Gredos.
- Lapesa, R. (1981) *Historia de la lengua española*, Madrid: Gredos
- Mendikoetxea, A. (1999) “Construcciones con *se*: medias, pasivas e impersonales”. En: Bosque, Ignacio y Violeta Demonte (eds.), *Gramática descriptiva de la lengua española*, Madrid: Espasa Calpe, vol. 2, cap. 26.
- Toledo, N. (2001) *Oraciones impersonales con se. Diacronía y variación de la concordancia*, Tesis de licenciatura, México: UNAM.



## Asamblea UGM 2005

**Inicia a las 15:50 con asistencia de 75 personas.**

1. Fernando García, Secretario de Educación comentó sobre las formas y criterios de evaluación de las tesis que concursaron en el premio Francisco Medina: a) originalidad, b) planteamiento del problema y pertinencia de las técnicas utilizadas, c) relevancia e impacto del trabajo.

Participaron 2 de licenciatura, 1 de maestría y 6 de doctorado.

### Tesis de doctorado:

a. Arturo Iglesias Mendoza, 2004. Algunos eventos recientes asociados a la brecha sísmica de Guerrero: implicaciones para la sismotectónica y el peligro sísmico de la región. Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM.

b. Claudia Soledad Herrera Oliva, 2005. Investigación sobre las variantes del método de cadenas de Markov para la estimación de peligro sísmico. División de Ciencias de la Tierra, CICESE.

c. Denis Filatov, 2004. Construcción de condiciones de frontera artificiales locales para la solución numérica del problema de transporte de masa en un medio complejo en tiempo real. Posgrado en Ciencias de la Computación, IPN.

d. Vlad Manea, 2004. Modelos termo-mecánicos para las zonas de subducción de Guerrero y Kamchatka. Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM.

e. Marina Manea. La cordillera de Tehuantepec como un límite tectónico entre el norte de la placa de Cocos y la cuenca de Guatemala: estructura y origen.

f. David Ernesto Serrano Hernández, 2004. Procesos termodinámicos en el lago volcánico de Santa María del Oro, Nayarit. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Se resolvió otorgar un empate en el primer lugar a Arturo Iglesias y Denis Filatov.

### Tesis de maestría:

a. Hugo Enrique Júnez Ferreira, 2004. Diseño de una red de monitoreo de la calidad del agua para el acuífero

Irapuato-Valle, Guanajuato. División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería (Campus Morelos), UNAM. Se nombró ganador al único participante.

### Tesis de licenciatura:

a. Beatriz Adriana Díaz Bravo, 2005. Estratigrafía volcánica y estructuras tectónicas de la porción norte de la sierra de Huautla, Estado de Morelos. Facultad de Ingeniería, UNAM.

b. Fabiola Nayeli López Arellano, 2005. Modelos de equilibrio químico de fase gaseosa de yacimientos geotérmicos. Departamento de Ingeniería Química, Universidad de las Américas-Puebla.

La ganadora en este nivel fue Fabiola N. López.

2. Se felicitó a Shri Krishna por haber recibido el Premio Nacional de Ciencias y a Saúl Álvarez Borrego por haber recibido el premio estatal de Ciencia.

3. Informe de Tesorería sobre los ingresos de la reunión hasta ese momento (500 personas registradas hasta el miércoles) y se informa que en ese momento se tiene en la cuenta bancaria \$226,000 y que además, contamos con un fondo de contingencia de \$100,000 puesto en inversión.

i. Se reporta un ingreso hasta el momento de \$440,000 por registrados y expositores y se comenta que el informe detallado se presentará en el número siguiente de GEOS.

ii. En respuesta a preguntas, se informó la razón del pago de IVA por parte de ECODSA, y sobre el uso de los \$200 por resumen.

iii. Se explica por qué no se entregan constancias de participación a cada uno de los coautores.

4. El presidente informa que en 2006 será la V Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra y que recibió una invitación informal (verbal) para que la UGM participe. Se preguntó que si la UGM participará o se unirá a la reunión de primavera de la AGU que será en México. La respuesta es que no se tiene una invitación formal.

5. El presidente informa sobre el interés de José Valdez, director del Inst. de Geofísica de buscar la inserción de Geofísica Internacional en el SCI y sobre el cambio del comité editorial en un 50%.

6. Información sobre GEOS

7. Votación para elección de vicepresidente.

i.El presidente informa sobre el proceso que se siguió y que se recibieron las solicitudes y semblanzas de dos candidatos: Oscar Campos y Francisco Núñez Cornú

ii.Se dio lectura a las semblanzas por parte de los candidatos, quienes expusieron además las razones por las que desean ser vicepresidentes.

iii.Se procedió a la votación y el resultado fue:

Oscar Campos: 36 votos

Francisco Núñez Cornú: 28 votos

8. Se presentó a la nueva mesa directiva, constituida de la siguiente forma:

Presidente Dr. Luis Alberto Delgado Argote de la División de Ciencias de la Tierra , CICESE.

Vicepresidente Dr. Oscar Campos Enríquez del Instituto de Geofísica, UNAM.

Secretario general Dr. José Manuel Romo Jones de la División de Ciencias de la Tierra, CICESE.

Secretario de investigación Dr. Roberto S. Molina Garza del Centro de Geociencias, UNAM.

Secretario de difusión Dr. Modesto Ortiz Figueroa de la División de Oceanología, CICESE.

Secretario de educación Dr. Thierry Calmus de la ERNO, Instituto de Geología, UNAM.

Tesorera Dra. María Tereza Cavazos Pérez de la División de Oceanología, CICESE

El presidente saliente le tomó protesta a la nueva mesa y se invitó a la audiencia a asistir a la cena de la reunión, con lo que se dio por terminada la asamblea general 2005.



### Asamblea general 2005 e informe del Tesorero

Saldo en banco 2004	294,734.00
<b>INGRESOS</b>	
Membresías	23,000.00
<b>Ingresos en la RAUGM</b>	
*Inscripciones (519)	405,900.00
Resúmenes	45,400.00
Cenas	10,150.00
<i>Stands</i>	37,098.00
<b>total ingresos</b>	<b>521,548.00</b>
<b>EGRESOS</b>	
Pagos a Personal de apoyo	52,500.00
Edición GEOS	11,595.00
<i>Gastos para reunión 2005:</i>	
Logo, posters, carpetas y camisetas	27,123.00
Viáticos personal apoyo	16,083.00
Impresión GEOS - resúmenes	55,062.00
Impresión programas reunión	15,015.00
** Costo ECODSA y Hotel Fiesta Americana	302,343.04
Premios XI Olimpiadas	6,000.00
<i>Gastos generales:</i>	
Papelería, publicidad, dominio página	6,581.90
Anticipo para reunión 2006	60,375.00
<b>total egresos</b>	<b>582,677.90</b>

#### Descripción:

\* Socios \$113,900.00; No socios 169,500.00; Estudiantes \$122,500.00

\*\*ECODSA cobró \$36,330 (equivalente a \$70.00 por 519 inscripciones).

El hotel cobró \$296,013 según la siguiente distribución: a. \$58,505 de mamparas y mantas; b. \$27,565 de equipo de sonido y pantallas; c. \$2,886 por comisión de tarjetas de crédito; d. \$43,930 por la cena; e. \$19,574 por cuartos apartados no ocupados; f. \$97,922 por recesos de café; g. \$45,475 de rompehielos y \$156 de llamadas telefónicas.

## DIRECTORIO DE MIEMBROS DE LA UGM 2006

La base de datos de la Unión Geofísica Mexicana, A.C., contiene información general de los miembros así como la información de la antigüedad de sus membresías. En ella, se ha asignado a cada miembro un número de afiliación que permitirá efectuar búsquedas más eficientes acerca de su estatus. La base de datos permite tener, también, un historial por miembro de la asistencia a las reuniones.

Con base en este directorio se efectuarán los envíos de los números de las revistas GEOS y GEOFÍSICA INTERNACIONAL. Por lo anterior, lo invitamos a que verifique si sus datos están correctos y completos y, en caso de que exista algún error u omisión, nos lo haga saber vía correo electrónico ([ugm@cicese.mx](mailto:ugm@cicese.mx)) o por medio de nuestra página (<http://www.ugm.org.mx>). Junto con el primer número de GEOS de cada año estaremos enviando una credencial de afiliación, la cual le permitirá identificarse para recibir precios especiales en la adquisición de los libros y revistas que la UGM edita, así como obtener precios especiales en la Reunión Anual.

Finalmente, agradeceremos que divulgue la existencia de este directorio entre sus compañeros de institución, con el fin de que aquellas personas que por algún error no hayan recibido las revistas puedan conocer su situación.



GEOS, Vol. 25, No. 2, 2005  
**Unión Geofísica Mexicana A.C. 2006 - Miembros 2006**

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
487	Acedo Espinoza Manuel Humberto	UNAM	dhrhacedo@correo.unam.mx	Canal de Miramontes, 3040-104, Fraccionamiento Girasoles, Coyoacán	4920	México	Distrito Federal	México											X
298	Aceves Quesada Fernando	UNAM		Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X										
477	Aco Palestina Abel	CICESE	abelaco@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México									X		
405	Aguayo Ríos Alejandra	UNAM	ale@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México						X					
16	Aguirre Díaz Gerardo J.	UNAM	gjad@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México	X	X	X			X		X	X		
360	Aguirre González Jorge	UNAM	joagg@pumas.iingen.unam.mx	Hueycalco, 20, San Andres Ahuayucan Xochimilco	16810	México	Distrito Federal	México			X	X				X	X		
457	Aguirre Sáenz Benito	UACH	baguirre@uach.mx	Cd. Universitaria, S/N		Chihuahua	Chihuahua	México										X	
13	Alaniz Álvarez Susana A.	UNAM	alaniz@geociencias.unam.mx	Carret. 57 QRO-SPL, Km 15.5, Juriquilla	76230	Querétaro	Querétaro	México	X	X		X	X	X	X				
444	Alarcon Ferreira Ana María	CENAPRED	mariana@cenapred.unam.mx	Av. Delfin Madrigal, 665, Col. Pedregal de Santo Domingo	4360	México	Distrito Federal	México								X			
153	Alatorre Zamora Miguel Ángel	UDG	alatorre@quantum.ucting.udg.mx	Prol. El Mediero, 517-Mod. F-101, Col. San Gilberto	45150	Zapopan	Jalisco	México		X		X							X
15	Alatriste Vilchis David Rey	UNAM	david_alatriste@yahoo.com	Temaca, 6241, Col. Aragón Inguarán	7820	México	Distrito Federal	México	X	X		X	X	X					
288	Alva Valdivia Luis Manuel	UNAM	lalva@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X		X				
379	Alvarado Cano Rodney Radames	UAZ	elcano@elfoco.com	Hda. El Cuidado, 11, Fracc. Nuevo Bernárdez	98600	Guadalupe	Zacatecas	México					X	X					
403	Álvarez Béjar Román	UNAM	rab@eibniz.iimas.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México						X	X				
4	Álvarez Borrego Josué	CICESE	iosue@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X							
3	Álvarez Borrego Saúl	CICESE	saul@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X		X	X	X		
296	Álvarez Manilla Alfonso	IMT	amanilla@imt.mx	Circuito Jardín, 356-3, Col. Álamos 3ª Sección	76160	Querétaro	Querétaro	México	X										
152	Álvarez Sánchez Luis Gustavo	CICESE	lalvarez@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X			X				X			
154	Amador Buenrostro Alberto	CICESE	aamador@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México				X	X						
8	Aragón Arreola Manuel de Jesús	CICESE	maragon@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X						
157	Aranda Gómez Jorge Javier	UNAM	jjaag@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México			X	X		X					
14	Arellano Gómez Victor Manuel	IIE	vag@axp2.iie.org.mx	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México	X		X	X	X				X		
156	Arellano Guadarrama José Francisco	CFE		Km 26.5, Carret. Pascualitos-Pescadero, Cerro Prieto	21100	Mexicali	Baja California	México		X									
18	Argote Espinoza María Luisa	CICESE	argote@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México				X			X	X			
17	Armienta Hernández María Aurora	UNAM	victoria@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X			X						
12	Arredondo Fragoso Jesús	CFE	cfeinf@mail.giga.com	Alejandro Volta, 655, Col. Electricistas	58290	Morelia	Michoacan	México			X								
372	Arreygue Rocha Eleazar	UMICH	arrocha@zeus.umich.mx	Pino Humboldtzi, 392, Fracc. Los Pinos	58080	Morelia	Michoacan	México				X	X	X	X		X		
384	Arteaga Flores Lorenzo	INEGI		Salto de los Salados, 409, Fracc. Ojo Caliente	20190	Aguascalientes	Aguascalientes	México					X						
10	Arzate Flores Jorge Arturo	UNAM	arzatej@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México			X								
351	Ávila Serrano Guillermo E.	UABC	gavila@bahia.ens.uabc.mx	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México				X							
160	Axen Gary	UCLA	gaxen@ess.ucla.edu	P.O. Box 951567, UCLA	90095-1567	Los Ángeles	California	USA	X	X	X	X	X	X	X				
390	Backstrom Lars	UNAM	backstrom_lars@hotmail.com	Verdi, 412, Col. León Moderno	37480	León	Guanajuato	México					X						
161	Bandy William L.	UNAM	bandy@geofisica.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22	Barajas Díaz Pablo	ITESO	pablobd@colima.com	Manuel M. Dieguez, 539, Zona Centro	44600	Tlaquepaque	Jalisco	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23	Barradas Miranda Víctor Luis	UNAM	vbarrada@miranda.ecologia.unam.mx	Apdo. Postal No. 70-275, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X	X					

**Unión Geofísica Mexicana A.C. 2006 - Miembros 2006**

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
24	Barragán Reyes Rosa María	IIE	rmb@iie.org.mx	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México	X		X	X	X		X	X		
361	Bautista Belmonte Aarón	IPN	sjimenez@vmredipn.ipn.mx	Meza de Anahuac, 17-A, Col. Volcanes		Oaxaca	Oaxaca	México				X						
317	Bautista Romero José Jesús	CIBNOR	jbautro@cibnor.mx	Lic. Primo Verdad, 206-Depto 7, Zona Centro		La Paz	Baja California Sur	México			X		X					
162	Beier Martín Emilio José	CICESE	ebeier@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México		X						X		
25	Belmonte Jiménez Salvador	IPN	sbelmont@prodigy.net.mx	Mesa de Anahuac, 207-A, Col. Volcanes	68020	Oaxaca	Oaxaca	México					X	X			X	
462	Benammi Mouloud	UNAM	mouloud	Circuito Exterior, S/N, Ciudad Universitaria	4510	México	Distrito Federal	México								X		
20	Bermúdez Angulo María Luisa	UNAM	maria@gea.iingen.unam.mx	Calle 128A, 2915-Depto. 403	70472	Santa Fé de Bogota	Bogota	Colombia	X	X								
208	Bermúdez Juárez María Blanca	BUAP	bbj@xanum.uam.mx	Priv. 29 Ote., 1816, Col. Mirador	72540	Puebla	Puebla	México			X							
324	Bernal Franco Gladys	UABC	gbernal@bahia.ens.uabc.mx	Villa de San Miguel, 36, Fracc. San Miguel	22760	Ensenada	Baja California	México		X								
485	Berumen Rodríguez Marco Antonio	TGN	tgnuelo@telnor.net	Alvaro Obregón, 1-1, Guadalupe Victoria	22370	Tijuana	Baja California	México									X	
29	Birkle Peter	IIE	birkle@iie.org.mx	Apdo. Postal No. 1-475	62001	Cuernavaca	Morelos	México			X		X					
467	Borboa Gómez Martín	MEX. ATLANTICA	m_borboa@yahoo.com	VID 282, 282, Nueva Santa Maria	2800	México	Distrito Federal	México								X		
475	Bori Segura Efraín	CRM	ebsegura@coremisg.m.gob.mx	Real del Monte, 5-B, Venta Prieta	42080	Pachuca	Hidalgo	México										
426	Bote Cab Gilmer Eduardo	ITLP	eduardobotec@hotmail.com	Márquez de León, 343, Col. Centro	23000	La Paz	Baja California Sur	México						X				
27	Brassea Ochoa Jesús	CICESE	jbrassea@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México		X								
21	Bravo Cabrera José Luis	UNAM	jibravo@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X		X	X		X	X			
19	Brito Castillo Luis	CIBNOR	lbrito@cibnor.mx	Km 2.35, Camino al Tular, Estero de Bacoichibampo	85454	Guaymas	Sonora	México	X		X	X			X	X		
26	Buendía Carrera Enrique	UNAM		Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X								
275	Bulgakov Sergey N.	UDG	sbulgano@udgserv.cencar.udg.mx	Av. Vallarta, 2602, Sector Juárez	44100	Guadalajara	Jalisco	México	X	X	X	X	X		X			
232	Burrola Sánchez María Sara	CIBNOR	sburrola@cibnor.mx	Km 2.35, Camino al Tular, Estero de Bacoichibampo	85465	Guaymas	Sonora	México	X	X								
28	Böhnel Norbert Harald	UNAM	harald@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
166	Caballero Miranda Cecilia	UNAM	maga@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X	X							
318	Cabral Cano Enrique	UNAM	ecabral@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México			X				X	X	X	
396	Calderón Macías Carlos	IMP	ccalderon@imp.mx	Pino, 8, Col. Lomas Quebradas	10000	México	Distrito Federal	México						X				
33	Calmus Thierry	UNAM	tcalmus@servidor.unam.mx	Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México		X	X	X	X			X	X	
399	Camarillo Barranco Lucio	Sin Institución		Anaxágoras, 814, Col. Narvarte	3020	México	Distrito Federal	México						X				
143	Campa Uganda María Fernanda	UAEG	mfernanda@data.net.mx	Hda. Xajay, 426, Fracc. Hda. Echegaray	53300	Naucalpan	Estado de México	México		X	X	X	X					
347	Campos Emiliano	UNAM	camposm@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X					
167	Campos Enriquez Oscar	UNAM	ocampos@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X		X	X	
214	Candela Pérez Julio	CICESE	jcandela@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México			X					X		
258	Cañón Tapia Edgardo	CICESE	ecanon@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X				X	
34	Carbajal Pérez Noel	IPICYT	noelc@ipicyt.edu.mx	Apdo. Postal No. 3-74	78231	Tangamanga	San Luis Potosí	México	X	X	X	X	X		X	X		
243	Carbonell Ramón	CSIC	rcarbonell@ija.csic.es	Lluis Solé i Sabaris, S/N	8028	Barcelona	Barcelona	España	X									
36	Carcione José M.	OGS		P.O. Box 2011	34016	Opicina	Trieste	Italy		X								
165	Cárdenas Soto Martín	UNAM	martinc@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X				X		X			



GEOS, Vol. 25, No. 2, 2005  
**Unión Geofísica Mexicana A.C. 2006 - Miembros 2006**

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	País	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
395	Carranza Castañeda Oscar	UNAM	oscar@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México						X				
169	Carrasco Núñez Gerardo	UNAM	gerardoc@geociencias.unam.mx	Apdo. Postal No. 1-742, Zona Centro	76001	Querétaro	Querétaro	México	X			X						
168	Carreño Ana Luisa	UNAM	anacar@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X		X						
310	Carrillo García Verónica Karina	CENAM	vcarrill@cenam.mx	Cerrada Heriberto Jara, 18, Fracc. V. Querétaro	76000	Querétaro	Querétaro	México			X							
435	Castillo Roman Jose	CUPD	jocaroman@hotmail.com	3 Sur, 303 Altos, Centro Historico	72000	Puebla	Puebla	México							X			
412	Castillo Romano Cervando	IMTA	cervando@taloc.imta.mx	Paseo Cuauhnahuac, 8532, Col. Progreso	62550	Jiutepec	Morelos	México						X				
284	Castrejón González Israel	UAEG		Ex-Hacienda de San Juan Bautista, Taxco El Viejo	40200	Taxco	Guerrero	México	X	X	X							
235	Castrejón Pineda Héctor Ricardo	UNAM	castrejo@sacbe.fi-a.unam.mx	10 Oeste, Manzana 33-Lote 6, Col. Isidro Fabela	14030	México	Distrito Federal	México	X		X	X						
31	Castro Escamilla Raúl	CICESE	raul@sismo.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
30	Castro Govea Renato	UNAM		Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X		X							
32	Castro Leyva Teresa	IMP	tcastro@agc-cdc.com.mx	Apdo. Postal No. 224	24101	Ciudad del Carmen	Campeche	México		X								
437	Castro Valdes Ruben	UABC	rubenc@uabc.mx		22830	Ensenada	Baja California	México							X			
6	Centeno García Elena	UNAM		Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X	X				
35	Cerca Martínez Luis Mariano	UNAM	mcerca@geociencias.unam.mx	Apdo. Postal No. 1-742, Zona Centro	76001	Querétaro	Querétaro	México		X	X	X				X	X	
37	Cervantes Duarte Rafael	IPN	rcervan@ipn.mx	Av. IPN, S/N, Playa Palo de Santa Rita	23096	La Paz	Baja California Sur	México						X	X			
459	Cervantes Pérez Juan	UV	jcervantes@uv.mx	Av. Lazaro Cardenas, 47, Hidalgo	91140	Xalapa	Veracruz	México								X		
391	Cervantes Sánchez Alfredo	UAT	alcervan@uamac.uat.mx	Matamoros entre 8 y 9, Zona Centro	87000	Victoria	Tampico	México					X					
481	Chapa Guerrero José Rosbel	UANL	jochapa@ccr.dsi.uanl.mx	Carretera a Cerro Prieto, Km 8	67700	Linares	Nuevo León	México								X		
285	Charre Meza Adolfo Salomé	IMP	acharre@yahoo.com	Av. Universidad, 12, Col. Petrolera	24180	Ciudad del Carmen	Campeche	México	X	X								
41	Chávez Cabello Gabriel	UANL	gchavez@ccr.dsi.uanl.mx	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México				X					X	
409	Chávez González Mario	UNAM	chavez@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México						X				
43	Chávez Pérez Sergio	Sin Institución		Shetland, 348, Col. Cosmopolita	2670	México	Distrito Federal	México		X	X	X	X	X	X	X	X	
158	Choumiline Evguine	IPN	eshumili@vmredipn.ipn.mx	Apdo. Postal No. 592	23000	La Paz	Baja California Sur	México			X	X	X					
272	Cifuentes Nava Gerardo	UNAM	gercifue@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X									
336	Cisneros Stoianowski Gerardo	SILICON	gerardo@cray.com	Av. Vasco de Quiroga, 3000, Col. Santa Fé	1210	México	Distrito Federal	México		X	X	X	X	X	X			
364	Concha Dimas Aline	UNAM		Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México				X	X	X	X			
341	Contreras Pérez Juan	CICESE	juanco@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México			X							
394	Cordero Angeles Edgar	UNAM	once25@yahoo.com	24 de Febrero, 6, Col. Polvora, Primera Sección	1100	México	Distrito Federal	México						X				
504	Cordero Tercero Ma. Guadalupe	UNAM	gcordero@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México										X
244	Córdoba Barba Diego	UCM	dcordoba@eucmos.si.m.ucm.es	Av. Complutense, S/N	28040	Madrid	Madrid	España	X	X	X	X						
303	Corona Chávez Pedro	UMICH	pcorona@zeus.umich.mx	Edificio U, Cd. Universitaria	58070	Morelia	Michoacan	México		X	X							
38	Corona Ruiz Martín	CFE		Km 26.5, Carret. Pascualitos-Pescadero, Cerro Prieto	21100	Mexicali	Baja California	México	X									
248	Correa Mora Francisco	UNAM	pancho@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X							X		
333	Cortés Abel	UCOL	cortes@cgic.ucol.mx	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastián	28045	Colima	Colima	México		X	X	X						

**Unión Geofísica Mexicana A.C. 2006 - Miembros 2006**

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006		
427	Cosio Castro Héctor Guillermo	Sin Institución	kraftwer@yahoo.com	Unidad Misioneros, Andador Bahía Las Pal, Edificio 621-Depto. 301, Col. Turapan		La Paz	Baja California Sur	México											X	
452	Cossio Torres Tomás	UANL		Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México												X
315	Cruz Atienza Víctor Manuel	FJBS	victor@ollin.igeofcu.nam.mx	5 de Mayo, 117, Col. Tepepan	16020	México	Distrito Federal	México			X	X								
39	Cruz Castillo Manuel	IMP	mcrucz@imp.mx	Av. Volcán Fernandina, 92, Col. El Mirador	14449	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
450	Cruz Medina Isidro Roberto	ITSON		5 de Febrero, 818 Sur, Zona Centro		Ciudad Obregón	Sonora	México												X
371	Cruz Orozco Rodolfo	UABCS	rroca@balandra.uabc.s.mx	Carret. Al Sur, Km 5.5	23080	La Paz	Baja California Sur	México					X							
163	Cuenca Julio César	UNAM	julio@gea.iingen.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X										
304	Cupul Magaña Amilcar Levi	UDG	amilcarc@pv.udg.mx	Av. Universidad de Guadalajara, 203, Deleg. Ixtapa	48280	Puerto Vallarta	Jalisco	México		X										
245	Dañobeitia Juan José	CSIC	jjdanobeitia@ija.csic.es	Lluis Solé i Sabaris, S/N	8028	Barcelona	Barcelona	España	X	X	X									
172	Davydova Belifskaya Valentina	UDG	vdavidov@udgserv.cencar.udg.mx	San Francisco 606-PH, 03100, Col. del Valle	3100	México	Distrito Federal	México	X					X						X
45	De La Cruz Reyna Servando	UNAM	sdelacrr@geofisica.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X	X					X	X			
46	De León Gómez Héctor	UANL	hdeleon@ccr.dsi.uanl.mx	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México					X							
418	De Mets Charles Dennis	UW	chuck@geology.wisc.edu	W. Dayton St., 1215	53706	Madison	Wisconsin	USA						X						
44	DeCserna Gömbös Zoltan	UNAM		Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X			X				
357	Del Río Jesús Antonio	UNAM	antonio@servidor.unam.mx	Apdo. Postal No. 34	62580	Temixco	Morelos	México			X	X								
49	Delgado Argote Luis Alberto	CICESE	ldelgado@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
47	Delgado Contreras Juan Antonio	CICESE	jdelgado@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X		X									
170	Delgado Granados Hugo	UNAM	hugo@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X	X	X		X			X			
305	Díaz Navarro Ricardo	IMP	rdiazn@imp.mx	Hda. Ajuluapan, 107, Fracc. Hda. Echegaray	53310	Naucalpan	Estado de México	México		X	X	X								
440	Díaz Viera Martín Alberto	UNAM	mdiaz@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México												X
205	Diego Orozco Arturo	IMP	adiego@imp.mx	Eje Central Lázaro Cárdenas, 152, Col. San Bartolo Atepehuacán	7730	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X								
50	Dominguez Reyes Tonatiuh	UCOL	tonatiuh@ucol.mx	Av. Universidad, 333		Colima	Colima	México			X		X	X		X				
468	Durand Manterola Héctor Javier	UNAM		Circuito Exterior, S/N, Ciudad Universitaria	4510	México	Distrito Federal	México								X	X			
48	Durazo Arvizu Reginaldo	UABC	rdurazo@faro.ens.uabc.mx	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México									X			
171	Dworak Robinson Juan A.	SEP	jdworak@cicese.mx	Km 4, Carret. a Varadero Nacional, Sector Playitas	85425	Guaymas	Sonora	México	X	X	X	X	X	X						X
252	Eliás Herrera Mariano	UNAM	elias@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X											
257	Escalona Alcázar Felipe de Jesús	GODEZAC	fescalona@hotmail.com	Av. México, 151, La Florida	98600	Guadalupe	Zacatecas	México				X	X			X				
173	Escobar Sánchez Alejandra	UANL		Col. Fundadores	25015	Saltillo	Coahuila	México			X									
51	Esparza Hernández Francisco Javier	CICESE	fesparz@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X								
52	Espindola Castro Juan Manuel	UNAM	jme@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
53	Espinosa Cardeña Juan Manuel	CICESE	jespinos@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X				X				
55	Fabriol Beauville Hubert	BRGM	h.fabriol@brgm.fr	Avenue de Luminy, B.P. 167, 117	13276	Sin Ciudad	Marseille cedex 9	France	X			X								
464	Farfán Molina Luis M	CICESE	farfane@cicese.mx	Miraflores, 334, La Paz	23050	México	Distrito Federal	México												X
174	Farreras Sanz Salvador	CICESE	sfarrera@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



GEOS, Vol. 25, No. 2, 2005  
**Unión Geofísica Mexicana A.C. 2006 - Miembros 2006**

Miembro	Nombre	Institución	Correo electrónico	Dirección	C. P.	Ciudad	Estado	País	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
488	Fernández Heredia Avelina Idalmis	CENAI		Calle 10, 132-1/2 e/11 y A, Mariana de la Torre	90200	Santiago de Cuba	Santiago	Cuba										X
54	Ferrari Luca Pedraglio	UNAM	luca@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
85	Filonov Anatoly E.	UDG	afilonov@udgserv.cenar.udg.mx	Río Atlán, 2180-34, Sector Atlas	44421	Guadalajara	Jalisco	México	X	X	X	X	X		X	X		
59	Fletcher John Mackrain	CICESE	jfletche@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X								
299	Flores Cruz Fernando	Sin Institución		Antonia Nava, S/N, Col. Carmen Serdán	4910	México	Distrito Federal	México	X									
362	Flores Estrella Hortencia	UNAM	flori@data.net.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México				X						
175	Flores Luna Carlos Francisco	CICESE	cflores@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X		X		X	
375	Flores Maciel Roberto	UDG	romaciel@cucba.udg.mx	Cruz Verde, 594, Zona Centro	44200	Guadalajara	Jalisco	México					X	X			X	
130	Flores Saldaña Ricardo	IIE	rsf@p.iee.org.mx	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México		X		X	X	X				
58	Frez Cárdenas José	CICESE	jofrez@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X			
300	Fuentes Vargaz Carlos	UNAM	carlos@geociencias.unam.mx	Plaza del Carmen, 69, Col. Plazas del Sol, 2a. Sección	76090	Querétaro	Querétaro	México	X	X	X	X	X					
64	Galicia Pérez Marco Antonio	UCOL	galicia@volcan.ucol.mx	Apdo. Postal No. 275, Zona Centro	28200	Manzanillo	Colima	México	X	X	X	X	X			X		
255	Gallegos Cruz Apolonio	IPN		Te, 950, Col. Iztacalco	8400	México	Distrito Federal	México	X	X							X	
350	Garatuzza Payan Jaime	ITSON	garatuzza@yaqui.itson.mx	5 de Febrero, 818 Sur, Zona Centro		Ciudad Obregón	Sonora	México				X	X		X			
62	García Abdeslem Juan	CICESE	jpgarcia@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
63	García Arthur Rosalía Eugenia	CICESE	arthur@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X		X	
183	García Córdoba Joaquín Alberto	CICESE	joaquin@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México				X						
377	García Cueto Rafael	UABC	rcueto@iing.mx.uabc.mx	Blvd. Benito Juárez, S/N, Col. Insurgentes Este	21280	Mexicali	Baja California	México					X	X				
378	García Daniel	UANL		Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México					X					
181	García García Fernando	UNAM	ffgg@atmosfera.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
233	García Gutiérrez Alfonso	IIE	aggarcia@iie.org.mx	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México			X		X	X	X			
5	García López Ramón Victorino	UAS	rgarcia@uas.uasnet.mx	Galileo, 1175, Col. Villa Universidad	80010	Culiacán	Sinaloa	México					X	X		X		
423	García Puga José Luis	UDG	puga@pv.udg.mx	Apdo. Postal No. 96-B	48280	Puerto Vallarta	Jalisco	México						X				
184	García y Barragán Juan Carlos	UNAM	jcarlosg@servidor.unam.mx	Luis Donaldo Colosio y Madrid, S/N, Campus UNISON	83000	Hermosillo	Sonora	México				X	X	X			X	X
178	Garduño López René	UNAM	rene@atmosfera.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X	X	X	X			X	X	
61	Garduño Monroy Victor Hugo	UMICH	vgmonroy@zeus.umich.mx	Av. Rey Tariacuri, 374-D, Col. Villabella	58090	Morelia	Michoacan	México	X	X		X			X	X		
182	Garef Ziehl Federico	CICESE	fgraef@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X		X						
280	Garza Rocha Daniel	UANL	dagarza@ccr.dsi.uanl.mx	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México			X							
334	Gavilanes Ruiz Juan Carlos	UCOL	gavilan@cgic.ucol.mx	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastián	28045	Colima	Colima	México		X	X	X						
72	Gaviño Rodríguez Juan Heberto	UCOL	gavino@volcan.ucol.mx	Apdo. Postal No. 275, Zona Centro	28200	Manzanillo	Colima	México	X	X	X	X	X		X	X	X	X
180	Gay García Carlos	UNAM	cgay@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X	X	X	X	X				
74	Glowacka Ewa	CICESE	glowacka@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
498	Godínez Orta Lucio	CICMAR	lorta@ipn.mx		23000	La Paz	Baja California Sur	México									X	
176	Gómez González Juan Martín	UNAM	gomez@geociencias.unam.mx	Apdo. Postal No. 1-742, Zona Centro	76001	Querétaro	Querétaro	México				X		X		X	X	X
369	Gómez López David Roberto	UVV	dgomez@xal.megared.net.mx	Mendez Alcalde, 3, Col. Salud	91070	Xalapa	Veracruz	México				X	X		X			

**Unión Geofísica Mexicana A.C. 2006 - Miembros 2006**

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
73	Gómez Treviño Enrique	CICESE	egomez@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
67	Gómez Valdés José	CICESE	igomez@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
292	González Fernández Antonio	CICESE	mindundi@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X					
68	González García José Javier	CICESE	javier@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X		X						X	
354	González Ibarra Alfonso	IMP	agibarra@imp.mx	Magdalena, 410-Depto. 303, Col. Del Valle	3100	México	Distrito Federal	México				X	X	X				X	
69	González León Carlos M.	UNAM	cmgleon@servidor.unam.mx	Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México					X		X	X			
496	González Martínez Francisco Javier	UV		Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán, s/n, Ciudad Universitaria	91000	Xalapa	Veracruz	México										X	
471	González Matos O'Leary Fernando	CENAI	oleary@cenais.ciges.inf.cu	Calle 17, 61 e/4 y 6, Reparto Vista Alegre	90400	Santiago de Cuba	Santiago de Cuba	Cuba								X	X		
60	González Morán Tomás	UNAM	tglez@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X		X							
400	González Navarro Juan Ignacio	CICESE	ignaci@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México						X					
70	González Pomposo Guillermo	BUAP	gugonzal@siu.buap.mx	Blvd. Valsequillo y Circuito CU, S/N, Cd. Universitaria		Puebla	Puebla	México						X	X				
366	González Yajimovich Oscar	UABC		Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México				X							
307	Gorsline Donn S.	USC	gorsline@earth.usc.edu	S. Vermont Ave. KAP-246, 3620	90089-2538	Los Ángeles	California	USA		X									
189	Grajales Nishimura Manuel	IMP	grajales@geologia.unam.mx	Tokio, 921-202-B, Col. Portales	3300	México	Distrito Federal	México	X	X									
250	Green Ruíz María de Jesús	ODU	mxgreen@odu.edu	Elkhorn Ave., 4600	23529	Norfolk	Virginia	USA	X	X		X	X	X					
415	Grijalva Noriega Francisco Javier	UNISON	grijalva@marina.geologia.uson.mx	Alejandro García, 522, Col. Jardines	83113	Hermosillo	Sonora	México				X		X		X			
436	Grimalsky Volodymyr	INAOE	vgrim@inaoep.mx	Luis Enrique Erro, 1, Col. Santa María Tonantzintla	72000	Puebla	Puebla	México							X				
66	Guerrero García José C.	UNAM	josec@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X									
466	Guerrero Grajeda Jose	UNAM		Circuito Exterior, S/N, Ciudad Universitaria	4510	México	Distrito Federal	México								X			
65	Guerrero Guadarrama José Luis	CFE	geoexplo@mich1.tel.mex.net.mx	Alejandro Volta, 655, Col. Electricistas	58290	Morelia	Michoacan	México			X								
407	Guevara O. Enrique	CENAPRED	ego@cenapred.unam.mx	Av. Delfín Madrigal, 665, Col. Pedregal de Santo Domingo	4360	México	Distrito Federal	México						X					
177	Gutiérrez de Velasco Guillermo	CICESE	ggutierr@cicese.mx	Miraflores entre Muleg y La Paz, 334, Fracc. BellaVista	23050	La Paz	Baja California Sur	México					X						
479	Gutiérrez Martínez Carlos Antonio	CENAPRED	cgm@cenapred.unam.mx	Delfín Madrigal, 655, Pedregal de Santo Domingo	4360	México	Distrito Federal	México								X			
179	Guzmán Speziale Marco	UNAM	marco@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México				X							
490	Guzzy Arredondo Gabriela Sara	UNAM	gguzzy@servidor.unam.mx	Meseta, 226-1, Del. Alvaro Obregón	1900	México	Distrito Federal	México											
461	Gzebennikov Alexandre	UAP	agzebe@fem.buap.mx	19 sur, 3504-11, Reforma Agua Azul	72430	Puebla	Puebla	México								X			
76	Helenes Escamilla Javier	CICESE	jhelenes@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X										
75	Herguera García Juan Carlos	CICESE	herguera@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México		X	X	X	X		X	X	X		
251	Hernández Bernal María del Sol	UNAM	msol@quetzalcoatl.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X					
259	Hernández Guerrero Joel	PEMEX	zyanya@hotmail.com	Av. Sitio Grande, 2000-Edif. 3, Piso 1, Fracc. Carrizal	86035	Villahermosa	Tabasco	México	X										
247	Hernández Treviño Teodoro	UNAM	tht@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X								X		
456	Hernández Walls Rafael	UABC	rwalls@uabc.mx	Km 103, Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México							X				
343	Herrera Aztegui Luis Eduardo	UNAM	electron@altavista.com	Cerro Chinaco, 121, Col. Campestre Churubusco	4200	México	Distrito Federal	México				X							
306	Herrera Charles Roberto	IPN	charles@citedi.mx	Av. Del Parque, 1310, Col. Mesa de Otay	25510	Tijuana	Baja California	México		X									





GEOS, Vol. 25, No. 2, 2005  
**Unión Geofísica Mexicana A.C. 2006 - Miembros 2006**

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	País	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
484	Herrera Oliva Claudia Soledad	CICESE	cherrera@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México											
186	Herrera Revilla Ismael	UNAM	iherrera@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X					X	
188	Hinojosa Corona Alejandro	CICESE	alhinc@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México		X	X	X			X				
187	Huerta López Carlos Isidro	CICESE	huerta@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México			X	X	X						
289	Hughes Simon	UNAM	shuhs@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X										
77	Huidobro González Adolfo	UNAM	lermo@inti.ingen.unam.mx	Av. México, 120, Col. Del Carmen	4100	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
78	Huizar Álvarez Rafael	UNAM	huizar@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X									
432	Hurtado Artunduaga Angel David	UNAM	adhurtado@yahoo.com	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México							X				
331	Hutton Wallis	UNAM	wallis@geology.wisc.edu	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X	X	X	X	X					
474	Ibarra Serrano Atanacio	FRISCO	aibarra@grupofrisco.com.mx	Inglatera, 1283, Fracc. Villafontana	21180	Mexicali	Baja California	México									X		
316	Iglesias Mendoza Arturo	FJBS	amg@tornado.com.mx	Siracusa, 130-Edif. 5 B-22, Col. Lomas Estrella	9890	México	Distrito Federal	México			X								
332	Israde Alcántara Isabel	UMICH	aisrade@zeus.umich.mx	Edificio U, Cd. Universitaria	58070	Morelia	Michoacan	México		X									
80	Jacques Ayala César	UNAM	jacques@geologia.unam.mx	De la Rivera, 21	83288	Hermosillo	Sonora	México		X	X						X		
79	Jáuregui Ostos Ernesto	UNAM	ejos@atmosfera.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X								X	
82	Jiménez Illescas Ángel R.	IPN	ajimenez@ipn9021.ipn.mx	Colegio Militar, 192, Col. Esterito	23020	La Paz	Baja California Sur	México	X										
81	Jiménez Jiménez Zenón	UNAM	zenon@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X										
442	Jimenez Romano Gerardo	CENAPRED	termica@cenapred.unam.mx	1a. Cda. De Acanto, Manzana 73-Lote 21, Col. Ampliacion Miguel Hidalgo	14250	México	Distrito Federal	México						X					
340	Jiménez Sergio	UABC		Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México			X								
411	Juárez Aguilar Luis	IMP	ljuarez@imp.mx	Talcolulita, Edificio 17-Depto. 12, Fracc. Las Brisas	24178	Ciudad del Carmen	Campeche	México					X						
482	Juárez Ramírez Zeferino	BUAP		5 Norte, 645, Centro	74200	Atlixco	Puebla	México										X	
190	Juárez Sánchez Faustino	UNAM	fino@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X	X								
349	Jödicke Hartmut	UNIMUNSTER	jodike@earth.uni-munster.de	Corrensstr, 24-D-48149	48149	Munster	Sin Estado	Germany				X	X						
90	Keller Torres Jaime	UNAM	keller@servidor.unam.mx	Fuente de la Juventud, 64, Fracc. Tecamachalco	53950	Naucalpan	Estado de México	México			X								
387	Kepiie Jhon Duncan	UNAM	duncan@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X						
138	Koshevaya Svetlana S.	INAOE	svetlana@tonali.inaoep.mx	Apdo. Postal No. 51	72000	Puebla	Puebla	México			X	X							
83	Kostoglodov Vladimir	UNAM	vladimir@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X		X	X	X		
438	Kotsarenko Anatoliy	UNAM	kotsarenko@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México							X				
84	Kouzoub Nikolai	UANL	nkouzoub@ccr.dsi.ua.nl.mx	Pedro Noriega Sur, 569	67700	Linares	Nuevo León	México	X										
283	Kuraica Ogie	KINEMETRICS	sales@kmi.com	Vista Avenue, 222	91107	Pasadena	California	USA	X	X	X	X							
454	Ladrón de Guevara María A.	SEP				Sin Ciudad	Sin Estado	Sin País							X				
40	Lara José Rubén	CICESE	rlara@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México			X								
261	Lares Reyes María Lucila	CICESE	llares@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X					X					
87	Lavin Peregrina Miguel Fernando	CICESE	mlavin@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X		X		X				
439	Leal Lupercio Juan Carlos	IMADES	lcleal@cideson.mx	Reyes y Aguascalientes, S/N, Col. San Benito	83190	Hermosillo	Sonora	México							X				
216	Ledesma Vázquez Jorge	UABC	ledesma@bahia.ensuabc.mx	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X		X				

**Unión Geofísica Mexicana A.C. 2006 - Miembros 2006**

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
193	Lermo Samaniego Javier Francisco	UNAM	lermo@inti.ingen.una.m.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X		X	X		X	X				
492	Lesage Philippe	UNAM	lesage@geofisica.unam.mx	Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México											X
385	Lesser Luis E.	ASU	lesser@asu.edu	Arizona State University, P.O. Box 875306	85287-5306	Tempe	Arizona	USA					X	X					
443	Leyva Contreras Amando	UNAM				México	Distrito Federal	México							X		X		
262	Lira Herrera Héctor	CFE		Km 26.5, Carret. Pascualitos-Pescadero, Cerro Prieto	21100	Mexicali	Baja California	México	X	X	X								
376	Lizarraga Celaya Carlos	UNISON	carlos@fisica.uson.mx	José M. Salvatierra, 33, Col. Los Arcos	83250	Hermosillo	Sonora	México					X	X	X				
338	Lluch Cota Daniel Bernardo	CIBNOR	dbluch@cibnor.mx	Apdo. Postal No. 128	23000	La Paz	Baja California Sur	México		X	X								
339	Lluch Cota Salvador Emilio	CIBNOR	slluch@cibnor.mx	Km 0.5, Carret. al Conchalito	23000	La Paz	Baja California Sur	México		X									
155	Lobato Sánchez René	IMTA	rlobato@taloc.imta.mx	Paseo Cuauhnahuac, 8532, Col. Progreso	62550	Jiutepec	Morelos	México		X					X				
414	López Dorcel Rubén	UASLP	rlopez@uaslp.mx	Av. Dr. Manuel Nava, 5, Zona Universitaria	78240	San Luis Potosí	San Luis Potosí	México						X					
301	López Loera Héctor	UNAM	lopezdes@col1.telme.x.net.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México			X				X				
89	López Mariscal Juan Manuel	CICESE	malopez@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X		X					X			
445	Lopez Martinez Cesar Honorio	CENAPRED		Av. Delfin Madrigal, 665, Col. Pedregal de Santo Domingo	4630	México	Distrito Federal	México							X				
308	López Martínez Juana	CIBNOR	jlopez@cibnor.mx	Retorno Mondorica, 2056, Col. Infonavit	23070	La Paz	Baja California Sur	México			X								
88	López Martínez Margarita	CICESE	marlopez@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X						
380	López Pineda Leobardo	CESUES	odranoel@yahoo.com	Ley Federal del Trabajo y Perimetral, S/N, Col. Apolo	83100	Hermosillo	Sonora	México					X	X					
191	Lozada Zumaeta Manuel	IMP	mlozada@imp.mx	Eje Central Lázaro Cárdenas, 152, Col. San Bartolo Atepehuacán	7730	México	Distrito Federal	México	X										
269	Machain Castillo María Luisa	UNAM	machain@ola.icml.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X			X						
91	Macias Vázquez José Luis	UNAM	macias@tonatihu.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X					X	
282	Magaña Rueda Víctor Orlando	UNAM	victormr@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X										
236	Makarov Vyacheslav G.	IPN	smakarov@redipn.ipn.mx	Av. IPN, S/N, Playa Palo de Santa Rita	23096	La Paz	Baja California Sur	México			X	X	X						
428	Malagón Montalvo Arturo	UDG	malagon_arturo@hotmail.com	La Paz, 63-Casa 51, Atemajac del Valle		Zapopan	Jalisco	México						X					
429	Maldonado Sánchez Guadalupe	UNAM	magmaldonado@hotmail.com	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México							X				
368	Malishewsky Peter G.	UNIJENA	mail@geo.uni.jena.de	Burgweg, 11	7749	Jena	Sin Estado	Germany				X	X						
497	Manea Vlad	CALTECH		4200 E, California Blvd		Pasadena	California	USA											X
448	Marie Baur Juan Luis	REPSOL YPF	mariej@repslypf.com	Jaime Balmes, 8-701	11510	México	Distrito Federal	México							X				
102	Marinone Moschetto Silvio Guido L.	CICESE	marinone@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X					X					
93	Márquez Azúa Bertha	UDG	bmarquez@udg.serv.cencar.udg.mx	Maestros y Mariano Bárcena, S/N	44260	Guadalajara	Jalisco	México	X	X	X	X	X	X	X				
381	Márquez García Antonio Zoilo	UAM	azmg@xanum.uam.mx	Av. Purísima y Michoacán, S/N, Col. Vicentina	9340	México	Distrito Federal	México					X						
297	Márquez González Álvaro	UCM	alvaromg@eucmax.siem.ucm.es	Av. Complutense, S/N	28040	Madrid	Madrid	España	X	X									
164	Marshall Kyle Jeffrey	FANDM	i_marshall@fandm.edu	W. Chestnut St., 625	17604	Lancaster	Pennsylvania	USA			X								
293	Martín Atienza Beatriz	CICESE	batiienza@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X		X				
2	Martín Barajas Arturo	CICESE	amartin@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X		X				X	
348	Martínez DíazdeLeón Asdrúbal	UABC	asdrubal@faro.ens.uabc.mx	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México				X							



GEOS, Vol. 25, No. 2, 2005  
**Unión Geofísica Mexicana A.C. 2006 - Miembros 2006**

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
194	Martínez García Mario	CIBNOR	mmartine@cibnor.mx	Km 1, Carret. San Juan de la Costa, Col. El Comitán	23000	La Paz	Baja California Sur	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
9	Martínez Gutiérrez Genaro	UABCS	martingg@uabcs.mx	Carret. Al Sur, Km 5.5	23080	La Paz	Baja California Sur	México					X						
373	Martínez Hernández Enrique	UNAM	emar@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X						
408	Martínez Noriega César	UABCS	martinez@uabcs.mx	Km 5.5, Carret. al Sur, Zona Universitaria	23080	La Paz	Baja California Sur	México						X					
422	Martínez Retana Silvia	UNISON		Blvd. Transversal y Rosales, S/N, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México						X					
404	Martínez Reyes Juventino	UNAM		Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México						X					
92	Martínez Serrano Raymundo G.	UNAM	rms@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X						X	X			
273	Martínez Zatarain Alejandro	UDG	amartine@udgserc.encar.udg.mx	Av. Vallarta, 2602, Sector Juárez	44100	Guadalajara	Jalisco	México	X				X						
96	Martiny Kramer Bárbara	UNAM	martiny@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X						
367	Mascareño Gastelum Ramón Alejandro	UAS	alejandro_trami@hotmail.com	Las Lichis, 1839, Fracc. La Campiña	80060	Culiacán	Sinaloa	México				X							
287	Matthes Miguel	APASCO		Campos Eliseos, 345-Piso 16, Col. Polanco	11550	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X		X				
313	Mazariegos Alfaro Rubén Alberto	PANAM	rubenm@panam.edu	Pacific Ave., 810	78539	Edinburg	Texas	USA			X								
480	Medina Chena Alejandro	IE	medina@ecologia.edu.mx	Km 2.5, Carret. Ant Coatepec, 351	91070	Xalapa	Veracruz	México								X			
200	Mejía Trejo Adán	UABC	amejia@bahia.ens.uabc.mx	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X										
97	Méndez Delgado Sóstenes	UANL	somendez@ccr.dsi.uanl.mx	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México	X	X	X	X				X	X		
198	Mendieta Jiménez Francisco Javier	CICESE	jmendiet@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México			X	X							
11	Mengelle López Jorge Jaime	IPN	se_vinculacion@hotmail.com	Av. Ticomán, 600, Col. San José Ticomán	7340	México	Distrito Federal	México					X						
274	Meulener Peña Ángel R.	UDG	ameulene@udgserc.encar.udg.mx	Av. Las Praderas, 320, Prados Vallarta	45020	Zapopan	Jalisco	México		X									
57	Michaud Francois	UPMC	micho@ccrv.obs-vlfr.fr	La Darse B-P, 48	6230	Villefranche sur Mer	Paris	France	X										
94	Mikumo Kamura Takeshi	UNAM	mikum@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México						X					
323	Milan Valdés Marcos	IPN	milan@mexico.com	Acueducto, 63, Col. Acueducto de Guadalupe	1120	México	Distrito Federal	México			X								
202	Miranda Ubaldo	IIE	umiranda@iie.org.mx	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México						X					
98	Mitre Salazar Luis Miguel	UNAM	lmitre@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México					X						
388	Molina Garza Roberto	UNAM	rmolina@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México					X	X		X	X		
494	Molina Saucedo Edgardo	CCS		Av. de las Américas, 271 Norte		Culiacán	Sinaloa	México										X	
483	Montalvo Arrieta Juan carlos	UANL	montalvo@fct.uanl.mx	Carretera a Cerro Prieto, Km 8, Ex Hacienda de Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México								X			
99	Montesinos Silva Genaro	UGTO	genaros@dulcinea.ugto.mx	Apdo. Postal No. 311, Zona Centro	36500	Irapuato	Guanajuato	México	X	X		X	X	X	X	X	X		
419	Montijo González Alejandra	UNISON	amontijo@geologia.unson.mx	Blvd. Transversal y Rosales, S/N, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México						X					
196	Monzón César Octavio	UDG	monzon@cucei.udg.mx	Marcelino García Barragán y Olímpica, 1421	44421	Guadalajara	Jalisco	México		X	X		X	X	X				
195	Moraila V. Carlos Ramón	UAS	cmoraila@uas.uasnet.mx	Mutualismo, 1277, Fracc. Los Pinos	80120	Culiacán	Sinaloa	México						X	X	X			
203	Morales Blake Alejandro	UCOL	mblake@volcan.ucol.mx	Villa Florencia, 54, Fracc. Soleares	28869	Manzanillo	Colima	México			X								
197	Moran Zenteno Dante Jaime	UNAM	dante@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X			X					X	
101	Morandi Soana María Teresa	ULA	maria@ciens.ula.ve		5101	Mérida	Mérida	Venezuela	X	X	X	X	X						
455	Moreles Vázquez Miguel Ángel	CIMAT	moreles@cimat.mx	Callejon Jalisco, S/N, Mineral de Valenciana	36240	Guanajuato	Guanajuato	México							X				

**Unión Geofísica Mexicana A.C. 2006 - Miembros 2006**

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
194	Martínez García Mario	CIBNOR	mmartine@cibnor.mx	Km 1, Carret. San Juan de la Costa, Col. El Comitán	23000	La Paz	Baja California Sur	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Martínez Gutiérrez Genaro	UABCS	martingg@uabcs.mx	Carret. Al Sur, Km 5.5	23080	La Paz	Baja California Sur	México					X					
373	Martínez Hernández Enrique	UNAM	emar@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X					
408	Martínez Noriega César	UABCS	martinez@uabcs.mx	Km 5.5, Carret. al Sur, Zona Universitaria	23080	La Paz	Baja California Sur	México						X				
422	Martínez Retana Silvia	UNISON		Bld. Transversal y Rosales, S/N, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México						X				
404	Martínez Reyes Juventino	UNAM		Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México					X					
92	Martínez Serrano Raymundo G.	UNAM	rms@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X						X	X		
273	Martínez Zatarain Alejandro	UDG	amartine@udgser.v.encar.udg.mx	Av. Vallarta, 2602, Sector Juárez	44100	Guadalajara	Jalisco	México	X				X					
96	Martiny Kramer Bárbara	UNAM	martiny@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X					
367	Mascareño Gastelum Ramón Alejandro	UAS	alejandro_trami@hotmail.com	Las Lichis, 1839, Fracc. La Campiña	80060	Culiacán	Sinaloa	México				X						
287	Matthes Miguel	APASCO		Campos Eliseos, 345-Piso 16, Col. Polanco	11550	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X		X			
313	Mazariegos Alfaro Rubén Alberto	PANAM	rubenm@panam.edu	Pacific Ave., 810	78539	Edinburg	Texas	USA			X							
480	Medina Chena Alejandro	IE	medina@ecologia.edu.mx	Km 2.5, Carret. Ant Coatepec, 351	91070	Xalapa	Veracruz	México								X		
200	Mejía Trejo Adán	UABC	amejia@bahia.ens.uabc.mx	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X									
97	Méndez Delgado Sóstenes	UANL	somendez@ccr.dsi.uanl.mx	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México	X	X	X	X				X	X	
198	Mendieta Jiménez Francisco Javier	CICESE	jmendiet@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México			X		X					
11	Mengelle López Jorge Jaime	IPN	se_vinculacion@hotmail.com	Av. Ticomán, 600, Col. San José Ticomán	7340	México	Distrito Federal	México					X					
274	Meulener Peña Ángel R.	UDG	ameulene@udgser.v.encar.udg.mx	Av. Las Praderas, 320, Prados Vallarta	45020	Zapopan	Jalisco	México		X								
57	Michaud Francois	UPMC	micho@ccrv.obs-vlfr.fr	La Darse B-P, 48	6230	Villefranche sur Mer	Paris	France	X									
94	Mikumo Kamura Takeshi	UNAM	mikumo@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México						X				
323	Milan Valdés Marcos	IPN	milan@mexico.com	Acueducto, 63, Col. Acueducto de Guadalupe	1120	México	Distrito Federal	México			X							
202	Miranda Ubaldo	IIE	umiranda@iie.org.mx	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México						X				
98	Mitre Salazar Luis Miguel	UNAM	lmitre@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México					X					
388	Molina Garza Roberto	UNAM	rmolina@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México					X	X		X	X	
494	Molina Saucedo Edgardo	CCS		Av. de las Américas, 271 Norte		Culiacán	Sinaloa	México										X
483	Montalvo Arrieta Juan carlos	UANL	montalvo@fct.uanl.mx	Carretera a Cerro Prieto, Km 8, Ex Hacienda de Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México								X		
99	Montesinos Silva Genaro	UGTO	genaros@dulcinea.ugto.mx	Apdo. Postal No. 311, Zona Centro	36500	Irapuato	Guanajuato	México	X	X		X	X	X	X	X	X	
419	Montijo González Alejandra	UNISON	amontijo@geologia.unson.mx	Bld. Transversal y Rosales, S/N, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México						X				
196	Monzón César Octavio	UDG	monzon@cucei.udg.mx	Marcelino García Barragán y Olímpica, 1421	44421	Guadalajara	Jalisco	México		X	X		X	X	X			
195	Moraila V. Carlos Ramón	UAS	cmoraila@uas.uasnet.mx	Mutualismo, 1277, Fracc. Los Pinos	80120	Culiacán	Sinaloa	México						X	X	X		
203	Morales Blake Alejandro	UCOL	mblake@volcan.ucol.mx	Villa Florencia, 54, Fracc. Soleares	28869	Manzanillo	Colima	México			X							
197	Moran Zenteno Dante Jaime	UNAM	dante@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X			X					X
101	Morandi Soana María Teresa	ULA	maria@ciens.ula.ve		5101	Mérida	Mérida	Venezuela	X	X	X	X	X					
455	Moreles Vázquez Miguel Ángel	CIMAT	moreles@cimat.mx	Callejon Jalisco, S/N, Mineral de Valenciana	36240	Guanajuato	Guanajuato	México							X			
472	Moreno Toiran Bladimir	CENAI	bladimir@ssn.ciges.inf.cu	Calle 17, 61 e/4 y 6, Reparto Vista Alegre	90400	Santiago de Cuba	Santiago	Cuba								X	X	



Unión Geofísica Mexicana A.C. 2006 - Miembros 2006

Miembro	Nombre	Institución	Correo electrónico	Dirección	C. P.	Ciudad	Estado	País	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
270	Mortera Gutiérrez Carlos A.	UNAM	carlosm@ollin.igeofc.u.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X		X	X		X		X	
406	Mouloud Bennami	UNAM		Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México						X				
265	Moya Juan Carlos	UC	moya@creep.colorado.edu	30th, A1-24, 1300	80303	Boulder	Colorado	USA	X									
95	Munguía Orozco Luis	CICESE	lmunguia@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X							
302	Muñoz Diosdado Alejandro	IPN	amunoz@acei.upibi.ipn.mx	Valle del Po, 16, Col. Valle de Aragón	55280	Ecatepec	Estado de México	México			X	X	X					
328	Murillo Nava Janette	IPN		Av. IPN, S/N, Playa Palo de Santa Rita	23096	La Paz	Baja California Sur	México						X				
486	Murillo Zapien Juan	TGN	tgnsuelo@telnor.net	Alvaro Obregón, 1-1, Guadalupe Victoria	22370	Tijuana	Baja California	México										X
199	Murrieta Hernández José Luis	UV	josel@dino.coacad.edu.mx	Zona Universitaria, S/N, Cd. Universitaria	91090	Xalapa	Veracruz	México	X	X		X	X		X			
374	Nájera Garza Jesús	Sin Institución	jng1207@hotmail.com	Ventura Salazar, 334-2, Zona Centro	98000	Zacatecas	Zacatecas	México					X			X		
473	Narcía López Carlos	UNICACH	cnarcia@unicach.edu.mx	Av. Rosario, 546, Santa Ana	29090	Tuxtla Gutierrez	Chiapas	México								X	X	X
103	Natividad Baizabal Miguel Ángel	UV	navidad@dino.coacad.edu.mx	Apdo. Postal No. 278, Zona Centro	91000	Xalapa	Veracruz	México		X		X		X	X			
410	Nava de la Riva Julio César	GODEZAC		Rebote de Barbosa, 605, Zona Centro	98000	Zacatecas	Zacatecas	México						X				
104	Nava Pichardo Alejandro Fidencio	CICESE	fnava@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X			
290	Nava Sánchez Enrique H.	IPN	enava@redipn.ipn.mx	Apdo. Postal No. 592	23000	La Paz	Baja California Sur	México	X	X		X			X	X		
266	Nevárez Martínez Manuel Otilio	INP	nevarez@altavista.net	Blvd. Las Plazas, 75, Fracc. Las Plazas	85430	Guaymas	Sonora	México			X							
416	Nieto Obregón Jorge	UNAM	nieto@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X					
105	Nieto Samaniego Ángel Francisco	UNAM	afns@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México	X	X		X	X	X				
312	Norzagaray Campos Mariano	IPN	mnorzaga@ipn.mx	Av. Ticomán, 600, Col. San José Ticomán		Culiacán	Sinaloa	México		X	X		X		X			
106	Núñez Cornú Francisco Javier	UDG	fcornu@vallarta.cuc.udg.mx	Apdo. Postal No. 96-B	48280	Vallarta	Jalisco	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
500	Núñez Peña Ernesto	UAZ				Zacatecas	Zacatecas	México										X
370	Núñez Peralta Marco Antonio	UAM	manp@xanum.uam.mx	Apdo. Postal No. 55-534	9340	México	Distrito Federal	México				X	X					
108	Obeso Nieblas Maclovio	IPN	mniebla@redipn.ipn.mx	Av. IPN, S/N, Playa Palo de Santa Rita	23096	La Paz	Baja California Sur	México					X	X	X		X	
107	Ocampo Torres Francisco Javier	CICESE	ocampo@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X		X	X		X	X	
204	Ochoa DelaTorre José Luis	CICESE	jochoa@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X		X	X	X			X	X	
206	Oda Noda Bertha	UNAM	oda@atmosfera.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X			X		X			
356	Oesterreich Masuch Dirk	UANL	dmasuch@ccr.dsi.ua.nl.mx	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México				X	X					
327	Oleshko Lutkova Klaudia	UNAM	olechko@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X	X							
420	Olivos Ortiz Aramis	UCOL		Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastián	28045	Colima	Colima	México						X				
465	Oropeza Rosales Fernando	IMTA	foropeza@tlaloc.imta.mx	Paseo Cuauhnáhuac, 8532, Progreso	62550	Jiutepec	Morelos	México									X	
353	Oropeza Villalobos Beatriz	UNAM		Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X					
249	Orozco Esquivel María Teresa	UNAM	torozco@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México	X	X	X	X		X				
286	Orta Francisco	APASCO		Campos Eliseos, 345-Piso 16, Col. Polanco	11550	México	Distrito Federal	México	X	X	X							
417	Ortega Guerrero Beatriz	UNAM	bortega@geofisica.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México							X			
281	Ortega Guerrero Marcos Adrián	UNAM	maog@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México			X							

**Unión Geofísica Mexicana A.C. 2006 - Miembros 2006**

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
210	Ortega Rivera María Amabel	UNAM	amabel@geociencias.unam.mx	Carret. 57 QRO-SLP, Km 15.5, Juriquilla	76230	Querétaro	Querétaro	México			X	X	X					
478	Ortiz Aguilar José Luis	APASCO	orvaing@prodigy.net.mx	CALLE 12, 1870, FFCC	44440	Guadalajara	Jalisco	México								X		
326	Ortiz Alemán Carlos	FJBS	carloso@servidor.unam.mx	Carret. Al Ajusco, 203, Col. Héroes de Padierna	14200	México	Distrito Federal	México	X	X		X	X					
126	Oskin Michael	CALTECH		N. Poema Place 201, 11507	91311	Chatsworth	California	USA						X				
359	Ostroumov Mikhail	UMICH	ostroum@zeus.umich.mx	Edificio U, Cd. Universitaria	58070	Morelia	Michoacan	México				X	X	X				
111	Pacheco Alvarado Francisco Javier	UNAM	javier@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
242	Padilla Arredondo Gustavo	CIBNOR	gpadilla@cibnor.mx	Km 2.35, Camino al Tular, Estero de Bacoichibampo	85465	Guaymas	Sonora	México	X									
237	Pal Verma Jaiswal Mahendra	IIE	mahendra@iie.org.mx	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México	X		X	X						
109	Palma Guzmán Sergio Hugo	CFE		Lic. Angel Compers, 65, Col. Dr. Miguel Silva	58120	Morelia	Michoacan	México		X								
110	Palma Pérez Oswaldo	CFE		El Greco, 5181, Col. Real Vallarta	45020	Zapopan	Jalisco	México		X								
398	Paniagua Quiroga Jesús Darío	UV		Loma del Estadio, S/N, Cd. Universitaria	91090	Xalapa	Veracruz	México						X				
115	Pavía López Edgar Gerardo	CICESE	epavia@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X						
118	Payero De Jesús Juan S.	UASD	jpayero@tricom.net	Ciudad Universitaria		Santo Domingo	Santo Domingo	República Dominicana		X								
116	Paz Moreno Francisco Abraham	UNISON	paz@marina.geologia.uson.mx	Apdo. Postal No. 847, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México	X	X	X	X						
42	Pedrin Aviles Sergio	CIBNOR	spedrin@cibnor.mx	Km 2.35, Camino al Tular, Estero de Bacoichibampo	85465	Guaymas	Sonora	México	X			X						
159	Peláez Salvador Roberto	PEMEX	pelaez_fi_unam.@yahoo.com	, Manzana 72-Lote 1, Fracc. José M. Morelos, 5a. Sección	55070	Ecatepec	Estado de México	México			X	X	X					
446	Peña Alonso Tomás	ITCM	topeax@hotmail.com	Calle Sexta, 902, Col. Jardín 20 de Noviembre		Ciudad Madero	Tampico	México							X			
320	Peraza Vizcarra Ramón	UAS				Mazatlán	Sinaloa	México		X								
114	Pereyra Díaz Domitilo	UV	dpereyra@uv.mx	Circuito Gonzalo Aguirre Beltran, S/N, Zona Universitaria	91000	Xalapa	Veracruz	México	X			X	X	X	X	X		
489	Pérez Brunius Paula	CICESE	brunius@cicese.mx	Km. 107, carr. Tijuana-Ensenada	225860	Ensenada	Baja California	México									X	
463	Pérez Campos Xyoli	UNAM		D MZ XIII, 10, Educación, Coyoacán	4400	México	Distrito Federal	México							X	X		
207	Pérez de Tejada Héctor	UNAM	hector@ifuname.ifisic.aen.unam.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México		X	X	X	X	X				
209	Pérez Enríquez Román	UNAM	roman@geociencias.unam.mx	Carret. 57 QRO-SLP, Km 15.5, Juriquilla	76230	Querétaro	Querétaro	México		X		X	X	X	X	X		
425	Pérez Flores Marco Antonio	CICESE	mperez@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México									X	
254	Pérez García Ismael	UNAM	ismael@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México			X							
499	Pérez Peraza Jorge	UNAM		Circuito Exterior, Cd. Universitar, Delegación Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México									X	
112	Pérez Rocha Luis Eduardo	FJBS	perezrocha63@hotmail.com	Santa María, 214, Col. Malinalco		Azcapotzalco	Estado de México	México		X	X					X		
352	Pérez Sesma José Antonio A.	UV	pereyra@dino.coacad.e.uv.mx	Zona Universitaria, S/N, Cd. Universitaria	91090	Xalapa	Veracruz	México				X	X				X	
113	Pérez Venzor José Antonio	UABCS	japerez@calafia.uabcs.mx	Km 5.5, Carret. al Sur, Zona Universitaria	23000	La Paz	Baja California Sur	México	X	X	X	X	X			X		
421	Pervago Evgueni	IMP		Eje Central Lázaro Cárdenas, 152, Col. San Bartolo Atepehuacán	7730	México	Distrito Federal	México						X				
146	Peterson Villalobos Héctor	LIBRA	libra@telnor.net	Priv. Ixtlachuatl, 100, Col. La Sierra	22170	Tijuana	Baja California	México	X	X		X						
460	Plata Rosas Javier	UABC	lplata@yahoo.com	Edificio 6C Dpto. 11 Vallarta, 500, Vallarta	48315	Puerto Vallarta	Jalisco	México								X		
117	Pola Simuta Cosme	UANL	cpola@ccr.dsi.uanl.mx	16 de Septiembre, 606 Poniente	67770	Linares	Nuevo León	México				X						
402	Posada Sánchez A.E.	BUAP		Bldv. Valsequillo y Circuito CU, S/N, Cd. Universitaria		Puebla	Puebla	México						X	X			
495	Pretelin Canela Jacinto Enrique	UV		Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán, s/n, Ciudad Universitaria	91000	Xalapa	Veracruz	México									X	

Unión Geofísica Mexicana A.C. 2006 - Miembros 2006

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
291	Prieto Mendoza Jesús José	UABCS	jprieto@calafia.uabcs.mx	Retorno Mango, 1855, Col. Infonavit	23070	La Paz	Baja California Sur	México	X										
493	Quintanar Robles Luis	UNAM	luisq@geofisica.unam.mx	Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México											X
397	Quintero Núñez Margarito	UABC		Av. Gran Lago de los Osos, 964, Col. Jardines del Lago, Primera Sección	21330	Mexicali	Baja California	México					X	X					
358	Ramírez Aguilar Isabel	CICESE	iramirez@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X					X			
453	Ramírez Cruz Luis Cuauhtémoc	IMP				México	Distrito Federal	México							X				
294	Ramírez Hernández Jorge	UABC	jramirez@iing.mx.ua.bc.mx	P.O. Box 3439	92232	Calexico	California	USA	X	X	X	X				X	X		
277	Ramírez Herrera María Teresa	CALSTAT ELA	ramirez@csulb.edu	BellFlower Boulevard, 1250	90840	Long Beach	California	USA		X	X	X							
491	Ramírez Luna Ángel	UNAM	rangel@geofisica.unam.mx	Cd. Universitaria, Circuitos Inst., Deleg. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México											
220	Ramírez Ruíz Juan José	UCOL	ramirez@cgic.ucol.mx	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastián	28045	Colima	Colima	México	X	X	X	X	X			X	X		
447	Ramírez Sánchez Elisa Leonor	CICESE	eramirez@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México							X	X			
121	Ramírez Trejo Ana Rosa	Sin Institución		Apdo. Postal No. 343	45920	Ajijic	Jalisco	México	X	X	X	X							
122	Ramírez Vázquez Carlos Ariel	UCOL	carlosr@cgic.ucol.mx	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastián	28045	Colima	Colima	México	X										
434	Ramos H. Silvia	UCAC	silviaramos@terra.com.mx	Rio de Cantela, 221, Fracc. Paraiso II	29019	Tuxtla Gutierrez	Chiapas	México							X				
120	Ramos Jiménez Esteban	CENAPRED	erj@cenapred.unam.mx	Av. Delfín Madrigal, 665, Col. Pedregal de Santo Domingo	4360	México	Distrito Federal	México			X								
309	Ramos Leal José Alfredo	IPN		Av. Hornos, 1003, Col. Ampliación Indeco	71230	Xoxocotlan	Oaxaca	México		X									
7	Ramos Martínez Jaime	IMP	jrmartin@imp.mx	Eje Central Lázaro Cárdenas, 152, Col. San Bartolo Atepehuacán	7730	México	Distrito Federal	México					X						
119	Randall Roberts John	UGTO	randall@redes.imt.com.mx	Mineral de la Valenciana, 2, Col. Marfil	36250	Guanajuato	Guanajuato	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
123	Rebollar Bustamante Cecilio Javier	CICESE	rebollar@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X		X	X	X		X		X		
449	Reyes Cortes Ignacio A.	UACH	ireyes@uach.mx	Tehuque, 6722, Karike	31140	Chihuahua	Chihuahua	México							X	X	X		
124	Reyes Dávila Gabriel Ángel	UCOL	gabrielr@cgic.ucol.mx	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastián	28045	Colima	Colima	México	X	X	X	X	X	X					
344	Reyes Rodríguez de la Gala Jorge	CICESE	jreyes@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México				X							
346	Reyes Trujeque Javier	UACAMP		Agustín Melgar, S/N		Campeche	Campeche	México			X								
260	Reyes Zamora César Alfonso	CICESE	reyesz@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México		X									
219	Rivera Rodríguez Jesús	UNAM	jrivera@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X						
329	Rocha Fernández José Luis	UV	abraxas@speedy.coacade.uv.mx	Altamirano, 99, Zona Centro	91000	Xalapa	Veracruz	México		X									
217	Rodríguez Castañeda José Luis	UNAM	jlrod@servidor.unam.mx	Misión de la Caborica, 14, Col. Bachoco	83148	Hermosillo	Sonora	México				X	X	X	X	X	X		
215	Rodríguez Castillo Ramiro	UNAM	rrdz@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X										
256	Rodríguez González Miguel	UNAM	mrod@gea.iingen.unam.mx	Río Bamba, 674, Col. Lindavista	70472	México	Distrito Federal	México		X	X			X				X	
127	Rodríguez Ramírez Joel	CICESE	joel@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México		X	X								
433	Rodríguez Torres Rafael	UNISON		Ingenieros, 22, Fracc. Status	83210	Hermosillo	Sonora	México							X				
314	Rodríguez Zuñiga José Luis	FJBS	sanz@mpsnet.com.mx	Carret. Al Ajusco, 203, Col. Héroes de Padierna	14200	México	Distrito Federal	México		X									
218	Roldán Quintana Jaime	UNAM	jaimer@servidor.unam.mx	Quinta Mayor, 133, Col. Las Quintas	83240	Hermosillo	Sonora	México					X	X	X	X			
413	Romero delaCruz Oscar Mario	UNAM	oromero@geologia.unam.mx	Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México						X					
246	Romero Pascual Mercedes	UCM	romero@eucmos.sim.ucm.es	Av. Complutense, S/N	28040	Madrid	Madrid	España	X										

**Unión Geofísica Mexicana A.C. 2006 - Miembros 2006**

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
125	Romo Jones José Manuel	CICESE	jromo@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
213	Ronquillo Jarrillo Gerardo	IMP	gerardo@orion.explimp.mx	Eje Central Lázaro Cárdenas, 152, Col. San Bartolo Atepehuacán	7730	México	Distrito Federal	México	X		X			X				
268	Rosales Álvarez Julio	CFE		Km 26.5, Carret. Pascualitos-Pescadero, Cerro Prieto	21100	Mexicali	Baja California	México	X									
267	Rosales Grano Pedro	SEP		Km 4, Carret. a Varadero Nacional, Sector Playitas	85480	Guaymas	Sonora	México	X									
253	Rosas Helguera José	UDG	josas@quantum.ucting.udg.mx	Apdo. Postal No. 4-045, Sector Reforma	44840	Guadalajara	Jalisco	México	X		X	X	X	X	X			
322	Royo Ochoa Miguel	UACH	mroyo@uach.mx	Priv. Altamirano, 3511, Col. Santo Niño	31320	Chihuahua	Chihuahua	México	X		X	X		X	X	X	X	
278	Rubio Culebras Eduardo	CSIC	erubio@ija.csic.es	Lluis Solé i Sabaris, S/N	8028	Barcelona	Barcelona	España	X									
401	Rueda Gaxiola Jaime	IPN		Golondrina, 53, Col. M. del Bosque	54500	Atizapán	Estado de México	México						X	X			
140	Sabina Ciscar Federico	UNAM	fjs@uxmym1.iimas.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
383	Sakai Ricardo K.	SUNY	sakai@asc.cestm.bany.edu	Fuller Road, 251	12203	Albany	New York	USA					X					
212	Saldívar Medina Eric	UMICH	saldivar@zeus.umich.mx	Ganadería La Laguna, 38, Col. Jardines del Toreo		Morelia	Michoacan	México	X									
264	Salinas Prieto José Antonio	IMTA	jsalinas@tlaloc.imta.mx	Paseo Cuauhnahuac, 8532, Col. Progreso	62550	Jiutepec	Morelos	México			X							
458	Sánchez Andrés Raquel	ITSON	rsanchez@itson.mx	5 de Febrero, 818 Sur		Ciudad Obregón	Sonora	México									X	
392	Sánchez Carrillo Salvador	ITSON	sscarril@itson.mx	5 de Febrero, 818 Sur, Zona Centro		Ciudad Obregón	Sonora	México					X			X		
325	Sánchez Gómez Rubén	UDG	rsanchez@ccip.udg.mx	Calzada del Obrero, 1503, Col. Federalismo	44350	Guadalajara	Jalisco	México		X				X	X			
128	Sánchez Monclú Alfredo	IMP	alfredo_sanchez@hotmail.com	Apdo. Postal No. 224	24101	Ciudad del Carmen	Campeche	México	X	X								
223	Sánchez Pérez Juan	CFE	jsanchez@cfe.gob.mx	Oklahoma, 85-Piso 4, Col. Napoles	3810	México	Distrito Federal	México				X						
129	Sánchez Zamora Osvaldo	UNAM	osvaldo@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X		X		X	X	X		
139	Santamaría Saldaña Dora Elva	CFE	sismo00@cfe.gob.mx	Zaragoza, 17, Col. Tulyahualco	16700	México	Distrito Federal	México	X									
227	Sarmiento López Citlali	IMP	csarmien@imp.mx	Calle 42, 28, Col. Tacubaya		Ciudad del Carmen	Campeche	México	X		X		X					
201	Sawada Munehisa	CENAPRED	sawada@cenapred.unam.mx	Av. Delfín Madrigal, 665, Col. Pedregal de Santo Domingo	4360	México	Distrito Federal	México			X							
131	Schaaf Peter	UNAM	pschaaf@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X			X			
389	Schiller Friedrich	UNIJEANA	mali@geo.uni-jena.de	#NAME?		Jena	Sin Estado	Germany					X					
382	Sekerzh Zenkovich Sergey	UDG	seker@ccip.udg.mx	Marcelino García Barragán y Olímpica, 1421	44421	Guadalajara	Jalisco	México					X					
469	Sheinbaum Pardo Julio	CICESE		Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México									X	
337	Shultz David M.	NSSL	schultz@nssl.noaa.gov	Halley Circle, 1313	73069	Norman	Oklahoma	USA		X								
134	Silva García José Teodoro	IPN	tsilva@redipn.ipn.mx	Justo Sierra, 28		Jiquilpan	Michoacan	México		X	X	X	X	X		X		
1	Singh Shri Krishna	UNAM	krishna@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X					X
133	Skiba Yuri Nickolaevich	UNAM	skiba@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X	X							
224	Soler Arechalde Ana María	UNAM	anesoler@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X			X					
424	Solis Pichardo Gabriela	UNAM	gsolis@geofisica.unam.mx	Cerro Dos Conejos, 108, Col. Romero de Terreros	4310	México	Distrito Federal	México						X	X	X	X	
135	Sosa Uscanga Ignacio	UV		Loma del Estadio, S/N, Cd. Universitaria	91000	Xalapa	Veracruz	México				X						
363	Sotelo Parra Anselmo	GEM		8 Norte, Manzana 262-Lote 11, Col. Los Robles	62500	Jiutepec	Morelos	México				X						
431	Spelz Madero Ronald	CICESE	rspelz67@msn.com	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México						X	X			
365	Staines Urias Francisca	UABC		Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México				X						



Unión Geofísica Mexicana A.C. 2006 - Miembros 2006

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
136	Steinich Birgit	UNAM	birgit@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México	X	X	X	X	X						
226	Stock Joanne M.	CALTECH	jstock@gps.caltech.edu	Shakespeare Drive, 2824	91108	San Marino	California	USA	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
276	Suárez Arriaga Mario César	UNAM	msuarez@zeuz.ccu.unam.mx	Patzimba, 438, Col. Vistabella	58090	Morelia	Michoacan	México	X			X							
132	Suárez Plascencia Carlos	UDG	csuarez@udgserv.cenar.udg.mx	Kilimanjaro, 1727, Sector Independencia	44240	Guadalajara	Jalisco	México	X	X	X	X	X	X	X		X		
225	Suárez Reynoso Gerardo	UNAM	gerardo@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X										
137	Suárez Vidal Francisco	CICESE	fsuarez@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X			X	X	X		X			
222	Suter Cargnelutti Max	UNAM	sutemax@aol.com	Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México	X										
430	Szynkaruk Ewa	UNAM	ews@uaemex.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México						X					
231	Talavera Mendoza Oscar	UAEG		Ex-Hacienda de San Juan Bautista, Taxco El Viejo	40200	Taxco	Guerrero	México			X								
319	Tapia Armenta Juan	IPN	jittapia@citedi.mx	Av. Del Parque, 1310, Col. Mesa de Otay	22510	Tijuana	Baja California	México		X									
145	Taran Yuri	UNAM	taran@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X		X	X							
141	Tejada Martínez Adalberto	UV	atejada@uv.mx	Zona Universitaria, S/N, Cd. Universitaria	91090	Xalapa	Veracruz	México				X	X	X			X		
330	Téles Duarte Miguel Ángel	UABC		Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México			X								
142	Tereshchenko Irina E.	UDG	itereshc@ccip.udg.mx	Río Autlán, 2180-34, Sector Atlas	44421	Guadalajara	Jalisco	México	X	X	X	X	X		X	X			
230	Tolson Jones Gustavo	UNAM	tolson@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X		X			X		
144	Torres Hernández José Ramón	UASLP		Av. Dr. Manuel Nava, 5, Zona Universitaria	78240	San Luis Potosí	San Luis Potosí	México				X	X	X	X				
263	Torres Orozco Ernesto	UCOL	etorres@cgic.ucol.mx	Constitución, 37, Col. Morelos	28217	Manzanillo	Colima	México	X	X	X								
228	Trasviña Castro Armando	CICESE	trasvi@cicese.mx	Miraflores entre Mulegé y La Paz, 334, Fracc. BellaVista	23050	La Paz	Baja California Sur	México	X	X			X			X			
386	Ulacco Humberto	UASL		Chacabuco, 917-5700		San Luis	San Luis	Argentina				X	X						
271	Urrutia Fucugauchi Jaime	UNAM	juf@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X		X	X			X	X		
355	Vai Rossana	IMP		Eje Cantrel Lázaro Cárdenas, 152, Col. San Bartolo Atepehuacán	7730	México	Distrito Federal	México				X							
241	Valdés González Carlos	UNAM	carlos@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México			X	X	X	X	X	X	X		
393	Valencia Moreno Martín Andres	UNAM		Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México					X			X			
86	Valenzuela Wong Raúl	UNAM	raul@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
229	Valle Levinson Arnoldo	ODU	arnoldo@ccpo.odu.edu	52nd St., 768	23529	Norfolk	Virginia	USA			X								
503	Vázquez Becerra G. Esteban	OSU	estebanv_99@yahoo.com	2418 Indianola Ave.	43202	Columbus, OH	Ohio	USA									X		
147	Vázquez González Rogelio	CICESE	rvazquez@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X			X			
311	Vázquez Jaimes María Elena	ENVIRON	evazquez@environcorp.com	Wishire Boulevard, Suite 4950, 707	90017	Los Ángeles	California	USA		X	X								
335	Vega Granillo Ricardo	UNISON	rickvega@geologia.unison.mx	Blvd. Transversal y Rosales, S/N, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México		X									
238	Velasco Clímato Néctor	IMP	nvelasco@imp.mx	Calle 42, 28, Col. Tacubaya		Ciudad del Carmen	Campeche	México	X										
239	Venegas Salgado Saúl	CFE	cfeinf@mail.giga.com	Alejandro Volta, 655, Col. Electricistas	58290	Morelia	Michoacan	México			X								
342	Vera Sánchez Jorge Ramón	PEMEX		Isidoro Olvera, 26, Col. Presidente Ejidal	440	México	Distrito Federal	México				X							
502	Victor Ramón Vargas Gutiérrez	UNISON	volcanovictor@hotmail.com	Ignacio Hernández, 152-A, Jesús García	83140	Hermosillo	Sonora	México									X		
100	Victoria Morales Alfredo	UNAM	victoria@servidor.unam.mx	Luis Martínez del Campo, 39, Col. Romero de Terreros	4310	México	Distrito Federal	México	X			X	X	X	X				
234	Vidal Villegas Antonio	CICESE	vidalv@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**Unión Geofísica Mexicana A.C. 2006 - Miembros 2006**

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
240	Villanueva Urrutia Elba Elsa	UNAM	eevu@atmosfera.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X					X			
279	Villegas García César José	SCINTREX	cvillega@intercable.net	Sierra Nevada, 207, Col. Villas del Valle	66288	Garza García	Nuevo León	México	X				X	X		X		
148	Villicaña Cruz Francisco Javier	UNAM		Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X									
345	Watts Christopher	IMADES		Reyes y Aguascalientes, S/N, Col. San Benito	83190	Hermosillo	Sonora	México			X	X		X	X			
451	Weber Bodo	CICESE	bweber@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México							X			
149	Wong Ortega Víctor Manuel	CICESE	vwong@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X		X	X
185	Yussim Guarneros Sergio	UNAM	yussim@servidor.unam.mx	Atotonilco, 88, Col. San Felipe de Jesús	7510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X					
501	Yutis Vsevolod	UANL	vyutis@ccr.dsi.uanl.mx	Carr. a Cerro Prieto, Km. 8, Ex-Hacienda de Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México								X	X	
151	Zárate DelValle Pedro F.	UDG	pzarate@quantum.ucting.udg.mx	Isla Sombrero, 2917, Col. Jardines de la Cruz	44950	Guadalajara	Jalisco	México	X	X		X	X		X	X		
321	Zárate Vázquez María	UNAM	mariaz@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X								
56	Zavala Hidalgo Jorge	UNAM	jzavala@atmosfera.unam.mx	Circuito Exterior, Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X						X		
295	Zavala Sanson Luis	CICESE	lzavala@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México						X				
150	Zobin Vyacheslav M.	UCOL	vzobin@cgic.ucol.mx	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastian	28045	Colima	Colima	México	X	X	X	X		X	X	X		
211	Zuñiga Davila-Madrid F. Ramón	UNAM	ramon@geociencias.unam.mx	Tanganitos, 1	36000	Guanajuato	Guanajuato	México						X				



## Política Editorial

**GEOS** es el boletín informativo de la Unión Geofísica Mexicana, contiene artículos de investigación originales así como artículos de divulgación y notas cortas sobre aspectos relevantes para la difusión de la actividad científica, tecnológica y docente en las Ciencias de la Tierra, así como noticias de interés para los miembros de la UGM; se publican tres números en el año tanto en forma impresa como electrónica.

Los artículos de investigación publicados en **GEOS** deben ser **originales** son **arbitrados** por al menos dos expertos en el tema; mientras que los trabajos de divulgación son arbitrados por un especialista en el tema. Los editores se reservan el derecho decidir sobre la publicación de notas o reportes.

Son particularmente bienvenidas todas aquellas contribuciones que coadyuven a la difusión y a la enseñanza de las Ciencias de la Tierra.

Una vez concluido el proceso de arbitraje, el manuscrito será devuelto al primer autor con los comentarios de los árbitros y del editor. El manuscrito corregido en forma final será editado por el Editor Técnico de **GEOS** para su publicación impresa y electrónica. El autor principal tendrá oportunidad de revisar la versión final de su trabajo antes de publicarlo en la página WEB de la UGM ([www.ugm.org.mx](http://www.ugm.org.mx)).

Cualquier cambio a la política editorial de **GEOS** se publicará en el primer número de cada volumen.

### Instrucciones para los autores

Publicar en **GEOS** es gratuito, todos los manuscritos deberán enviarse en forma electrónica a cualquiera de los editores principales:

**Luis Alberto Delgado Argote** (CICESE)  
[ldelgado@cicese.mx](mailto:ldelgado@cicese.mx)

**Modesto Ortíz Figueroa** (UGM)  
[ortizf@cicese.mx](mailto:ortizf@cicese.mx)

### Preparación de texto:

Podemos procesar manuscritos en formato **WORD**, texto ASCII o **LaTex**. Se recomienda que los manuscritos no excedan 12 páginas en el formato de la revista (una página contiene aproximadamente 900 palabras).

### Preparación de figuras e ilustraciones:

Las ilustraciones y figuras se pueden enviar en cualquiera de los siguientes formatos: **TIF, EPS, PS, DXF, DWG, PDF, JPG** o **WMF**; y **deben enviarse en archivos individuales y separados del texto**.

La publicación de **figuras a color** en la versión impresa de **GEOS** no es posible por ahora, sin embargo la versión electrónica puede contener ilustraciones a todo color, se recomienda a los autores preparar sus figuras pensando en ambas ediciones.

### Secciones

Con excepción de las notas, todas las contribuciones deberán incluir: título, resumen (en español y en inglés), introducción, una sección de métodos, una sección de resultados, una sección de discusión y/o conclusiones y una sección de referencias bibliográficas.

### RESUMEN

El resumen no deberá exceder 350 palabras. Al prepararlo haga énfasis en los objetivos de la investigación, los resultados más importantes y las conclusiones alcanzadas. En el resumen no deben aparecer citas bibliográficas.

### INTRODUCCIÓN

La introducción deberá destacar la relevancia del problema e incluir una revisión adecuada de



publicaciones antecedentes sobre el tema. El objetivo de la introducción es enmarcar el problema dentro del estado general del conocimiento en el área que le corresponde, destacar la contribución del trabajo y motivar la lectura del artículo completo.

## METODOLOGÍA

La metodología empleada en el trabajo deberá ser descrita con suficiente detalle para que otros miembros de la comunidad puedan comprenderla, pero al mismo tiempo, debe ser sencilla para que un lector inexperto pueda comprender las ideas fundamentales. Los desarrollos demasiado detallados, pero necesarios, deben diferirse a una sección apéndice.

## RESULTADOS

Usualmente, los resultados de la aplicación de cualquier metodología pueden presentarse en forma de tablas o figuras. Evite redundancias mediante una adecuada selección de sus resultados. Los pies de figura deberán ser lo suficientemente explicativos para resaltar la importancia de lo que se ilustra sin necesidad de acudir al texto.

## DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

En esta sección se deben discutir las implicaciones de los resultados, su concordancia o divergencia con hipótesis anteriores, construir nuevas hipótesis derivadas de ellos, discutir sus aplicaciones prácticas y posibles limitaciones.

## REFERENCIAS

Todas las referencias deberán estar agrupadas en orden alfabético por apellido del primer autor. Si un autor es citado más de una vez el mismo año, utilice el sufijo, a, b, etc. para distinguir el trabajo. Aquellos manuscritos que no estén en publicados (aceptados o en prensa) no deberán incluirse en las referencias. Los artículos de divulgación podrán agregar una sección de referencias recomendadas.

## FORMATO PARA CITAS

Para cada autor o co-autor, escriba con mayúscula únicamente la primera letra del apellido y

después las iniciales. Utilice letras mayúsculas sólo en la primera letra del título y para los nombres propios. Incluya el nombre completo de la revista o editorial que la publicó, volumen y páginas. Por ejemplo:

Alvarez-Borrego, S., 1996, Satellite derived photosynthetic pigment surveys: A review of marine phytoplankton biomass and productivity, *Geofísica Internacional*, v. 35, p. 51-61.

Lomnitz, C., 1995, Diez años después: Una reinterpretación de la catástrofe de 1985. En: F. Medina-Martínez, L. A. Delgado-Argote y G. Suárez-Reynoso, editores, La Sismología en México: 10 años después del temblor de Michoacán del 19 de Septiembre de 1985 (M=8.1), Unión Geofísica Mexicana, *Monografía No. 2*, p. 61-67.

Ripa, P., y Velázquez, G., 1993, Modelo unidimensional de la marea en el Golfo de California, *Geofísica Internacional*, v. 32, p. 41-56.

Sánchez-Sesma, F.J., and Luzón, F., 1994, Seismic response of three-dimensional alluvial valleys for incident P, S, and Rayleigh waves, *Bulletin of the Seismological Society of America*, v. 85, p. 269-284.

Winkler, H.G.F., 1967, Petrogenesis of metamorphic rocks, 2nd Ed., Springer-Verlag, New York, 237 pp.

## Unidades

Con algunas excepciones, todas las unidades físicas deberán expresarse en el Sistema Internacional de unidades (SI). Las siguientes excepciones son aceptables:

densidad en g/cm<sup>3</sup>

presión en bar

## Expresiones matemáticas

Escriba sus ecuaciones en la forma más simple posible, utilizando signos de puntuación. Utilice itálicas para todos los símbolos, exceptuando las letras griegas. Vectores y matrices se escribirán con negrillas. Numere en forma consecutiva y entre paréntesis todas las ecuaciones que aparezcan en el texto.

$$g(r) = g_0 \int_{r_0}^r \frac{r(r_0)}{|r - r_0|^2} dr_0^3$$



Recordamos a todos los miembros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.  
que la cuota para el 2006 es de \$400.00 para investigadores  
y \$300.00 para estudiantes.

página internet: [www.ugm.org.mx](http://www.ugm.org.mx)

Favor de hacer llegar su cuota a:

Ivonne Pedrín Morales  
División de Ciencias de la Tierra  
CICESE  
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada  
Ensenada, 22860, B.C., México  
Correo electrónico: [ipedin@cicese.mx](mailto:ipedin@cicese.mx)

Mónica Nava  
Unidad de Apoyo Editorial, Instituto de Geofísica  
UNAM  
Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán  
México, 04510, D.F., México  
Correo electrónico: [achaman@igeofcu.unam.mx](mailto:achaman@igeofcu.unam.mx)

Con un cordial saludo

Luis A. Delgado Argote y Modesto Ortíz Figueroa  
Editores

### Costo anual de anuncios en GEOS

Instituciones:	Comerciales y Gubernamentales	Académicas
Página completa	\$4,000.00	\$2,000.00
Media página	\$2,000.00	\$1,000.00

## GEOS

Revista a la venta con:

Costo del ejemplar \$60.00

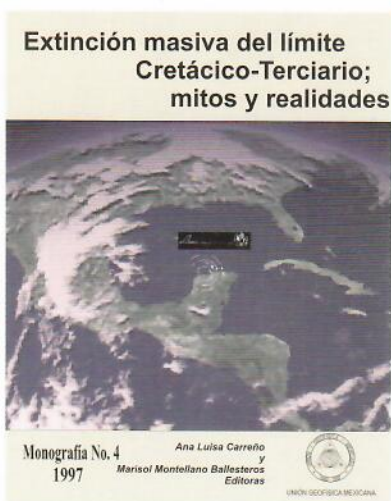
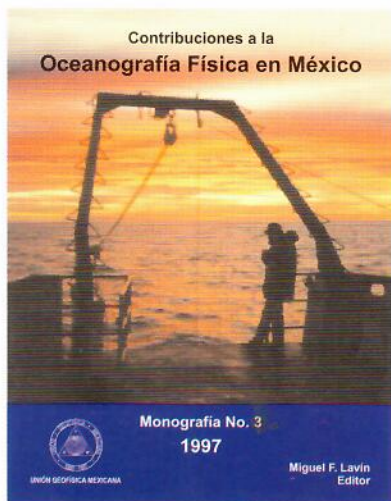
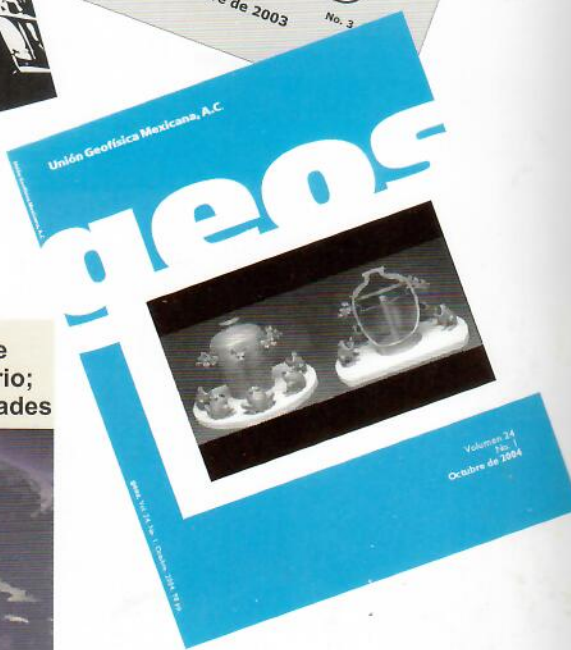
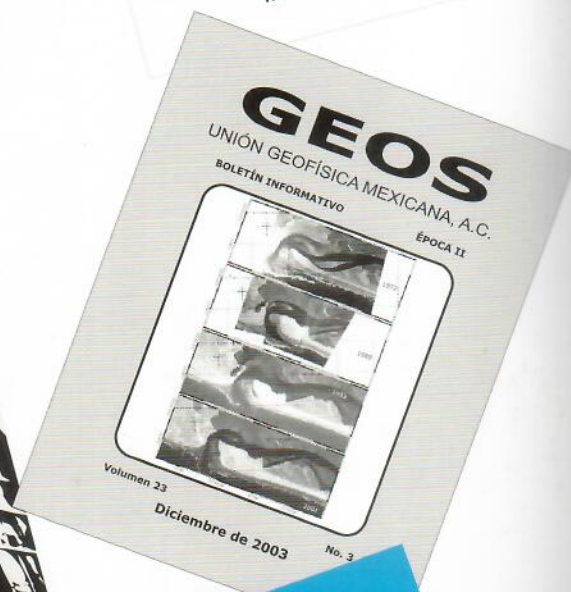
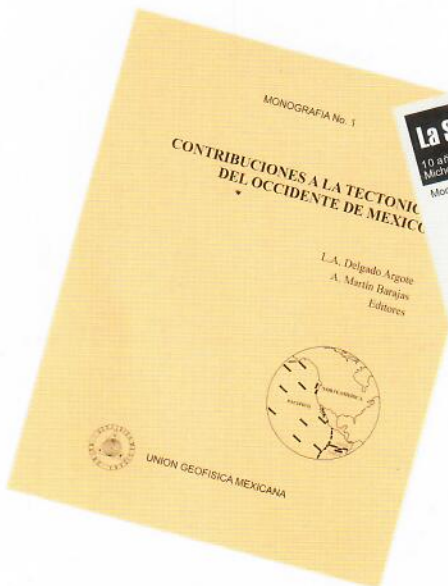
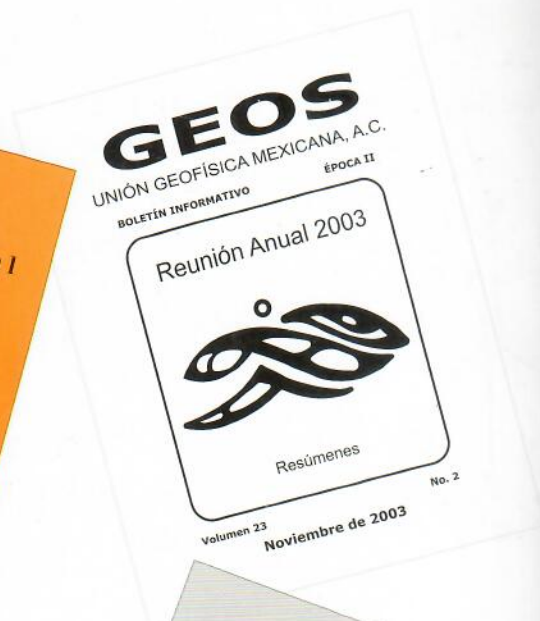
Ivonne Pedrín Morales  
División de Ciencias de la Tierra  
Tel: 01(646)174-5050  
Ext: 26004

Correo electrónico: [ipedin@cicese.mx](mailto:ipedin@cicese.mx)

Mónica Nava  
Unidad de Apoyo Editorial  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Tel: (01)5622-4115 y 5550-2486

Correo electrónico: [monica@igeofcu.unam.mx](mailto:monica@igeofcu.unam.mx)





Tus trabajos de investigación y divulgación tienen cabida en estos foros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.