

01179
2
2ef

INTEGRACION GEOLOGICA-GEOFISICA EN EL AREA DE LA PLANTA
NUCLEO ELECTRICA DE LAGUNA VERDE Y SUS ALREDEDORES

JESUS HERNAN FLORES RUIZ.

TESIS

Presentada a la división de Estudios de
Posgrado de la

FACULTAD DE INGENIERIA

de la

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

como requisito para obtener
el grado de

MAESTRO EN INGENIERIA
(Exploración)

CIUDAD UNIVERSITARIA
1990

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Página
RESUMEN	5
I. INTRODUCCION	<u>6</u>
II. ANTECEDENTES GEOLOGICOS Y GEOFISICOS	<u>8</u>
Caraterísticas estructurales	11
III. MAGNETOESTRATIGRAFIA Y PALEOMAGNETISMO	<u>13</u>
IV. SISMICIDAD	<u>16</u>
V. RIESGO SISMICO	<u>18</u>
VI. PERFIL AEROMAGNETICO	<u>23</u>
VII. CONCLUSIONES	<u>26</u>
Tablas y gráficas	
VIII. REFERENCIAS	<u>31</u>

RESUMEN

Generalmente, el tratamiento estadístico de la sismicidad corresponde a:

1). "El proceso de todos los datos" (Gutenberg-Fichter, 1944), calculando la función de frecuencia acumulada.

2) "El procesar parte de los datos "usando valores extremos.

La segunda alternativa es la más apropiada para los datos disponibles, es decir cuando es escasa la información y poder realizar un catálogo sísmico. En este trabajo se usó la distribución estadística de Gumbel de valor extremo (Burton, 1986) para calcular el riesgo sísmico basado en la aceleración con predicciones a 1, 25, 50, 100 y 200 años, alcanzando el valor del sismo base de operación OBE del reactor de 100 gales en 100 años y para un período de 200 años se alcanza el valor de 114 gales mayor que OBE, pero menor 200 gales del sismo de apagado seguro SSE, en un radio de 200 km entorno a la Planta Nuclear de Laguna Verde (PNLV), la sismicidad en el período (1920-1982) es de rango de magnitud de 3 a 7 con una profundidad focal promedio de 65 km, estos son sismos tensionales en el interior de la placa de Cocos, debidas a deformaciones que sufre por esfuerzos gravitacionales inducidos por su propio peso (Suaréz.F.et, 1990).

También se calculó la profundidad del basamento debajo de la PNLV que fué de 2.0 km aproximadamente y de 13 km en la cuenca de Veracruz.

Estos métodos geofísicos son integrados con los datos obtenidos por estudios previos geológicos-geofísicos en el área, para un mayor conocimiento de la misma, desde el punto de vista sin excesivos riesgos a la salud y a la seguridad pública, durante la vida útil de la (PNLV) que es de 40 años.

I

INTRODUCCION

En la selección del sitio de una planta nuclear se debe conocer un área de baja actividad sísmica, determinándose según los siguientes parámetros:

- 1). Datos de historia sísmica (catálogo)
- 2). Registro histórico de daños sísmos (paleosismicidad)
- 3). Estimación de la aceleración máxima de sísmos en el futuro (riesgo sísmico)
- 4). Estudio sismotéctónico

Para la actualización de la actividad del área, ya seleccionada es necesario hacer un catálogo sísmico (1) y estimar la aceleración máxima permisible (3), sin que rebase el sísmo de apagado seguro (SSE), que es de una aceleración de $A=200$ gales (según el código de regulación federal apéndice a, 10CFR100) el cual indica que se tiene que conocer del sitio: geología, sísmicidad y meteorología, para garantizar la seguridad del medio ambiente, así como el buen funcionamiento de la misma.

En el conocimiento de la sismotéctónica del área es necesario (4): La evaluación de la actividad tectónica, mediante las técnicas de geología (fallas activas), geofísica (paleosismicidad) y geodesia, con dichas técnicas se identifica y cuantifica la historia tectónica, para que posteriormente se pueda hacer predicciones de eventos futuros. Los puntos (2 y 4) están fuera del alcance que se pretende en este trabajo (Kinugasa, 1988).

El sitio de Laguna Verde es el lugar donde se encuentra ubicada la primera central nuclear en el estado de Veracruz (PNLV), que está en la parte más Oriental de la Faja Volcánica Mexicana (FVM). En la realización de este trabajo se desarrollaron los puntos (1 y 3), haciendo un catálogo sísmico en el área de estudio y la estimación de la aceleración máxima, así como el cálculo de la profundidad de basamento.

Para ello se hizo una revisión de los siguientes aspectos:

A) Antecedentes geológicos-geofísicos del Área se incluye el marco geológico regional, así como la sismicidad, los perfiles magnéticos marinos y la gravimetría (terrestre-marina), dando por resultado un basamento cristalino que buza hacia el Golfo de México, con una pendiente suave de 3° (Del Castillo, 1978) Capítulo II

b) Para el estudio de secuencias volcánicas jóvenes el paleomagnetismo ha sido de gran utilidad para resolver problemas estratigráficos, tal es el caso del basalto de Laguna Verde; el cual presenta una polaridad normal y corresponde a la época de Gauss (~ 2.24 a 3.41 m.a.), la formación más antigua se encuentra al sur en Villa Rica con una edad ~ 12.3 a 12.9 m.a. (ver Capítulo III).

c) La sismicidad en el periodo (1920-1982) en el Área (PNLV) cae en la zona clasificada como penisísmica cuyo rango de magnitud es de 3 a 7 en la escala de Richter con una profundidad focal promedio de 63 km, estos son sismos tensionales en el interior de la placa de Cocos, y su riesgo sísmico en estimación de aceleración en 200 años rebasa el valor del sismo base de operación OBE pero no el sismo de apagado seguro SSE. (ver Capítulos IV y V respectivamente).

d) Finalmente el Capítulo VI incluye el estudio del modelado del perfil aeromagnético (Agocs, 1958). Se calculó la profundidad del basamento debajo de la (PNLV) que es de 2 Km. y en la cuenca de Veracruz alcanza una profundidad promedio de 13km.

II. ANTECEDENTES GEOLOGICOS Y GEOFISICOS

La planta nucleoelectrica Laguna Verde (PNLV) se encuentra localizada en el estado de Veracruz en la costa del Golfo de México en Punta Limón cuyas coordenadas geográficas son: 19.71 de latitud Norte, 96.48 de longitud Oeste y 18 m de altitud media.

El área en estudio se situa entre los paralelos 18 y 20 de latitud Norte y entre los meridianos 96 y 98 de longitud Oeste, presenta los siguientes antecedentes geológicos -geofísicos (fig. 1.).

El Macizo de Teziutlán que ocupa la parte central de la llanura costera de Veracruz, limita al Norte con la cuenca Tampico-Misantla, al sur con la cuenca de Veracruz, al Este con el Golfo de México y al Oeste con los plegamientos del Mesozoico que forman la Sierra Madre Oriental. En la parte central y oriental del Macizo se encuentra la sierra de Chiconquiaco, constituidas por corrientes lávicas materiales piroclásticos, lo que le da un aspecto accidentado característico de regiones montañosas de origen igneo. Las zonas marginales del Macizo, con elevaciones más moderadas y escalonadas, forman la transición del Macizo hacia la planicie costera, dependiendo el tipo de topografía, de las formaciones geológicas que la cubren que son principalmente sedimentos piroclásticos y arcillo-arenosos del Cenozoico así como corrientes lavicas, basálticas y andesíticas.

En el macizo, las rocas más antiguas corresponden a unidades graníticas sobre las que descansan predominantemente algunos afloramientos de depósitos continentales del Jurásico y posiblemente del Triásico. Parece que existe reactivaciones del magma granítico que dieron lugar a intrusiones dentro de los Lechos Rojos de edad Jurásica (Viniestra, 1965). La cuenca de Veracruz que empieza a extenderse al Sur del Macizo de Teziutlán y se conjuga con el extremo meridional con la cuenca Salina del Istmo, limita al Oeste con los grandes plegamientos de las rocas Cretácicas que forman la Sierra Madre Oriental, al Este con el Golfo de México y al sur con con el Macizo de los Tuxtla y la Sierra de Oaxaca.

Se encuentra cubierta en su mayor parte por depósitos Cuaternarios consistente en aluviones y material piroclásticos reflejando la última retirada de los mares Cenozoicos con una topografía plana buzante hacia el Golfo de México (López Ramos, 1972).

ANOMALIA DE BOUGUER (MGALS)

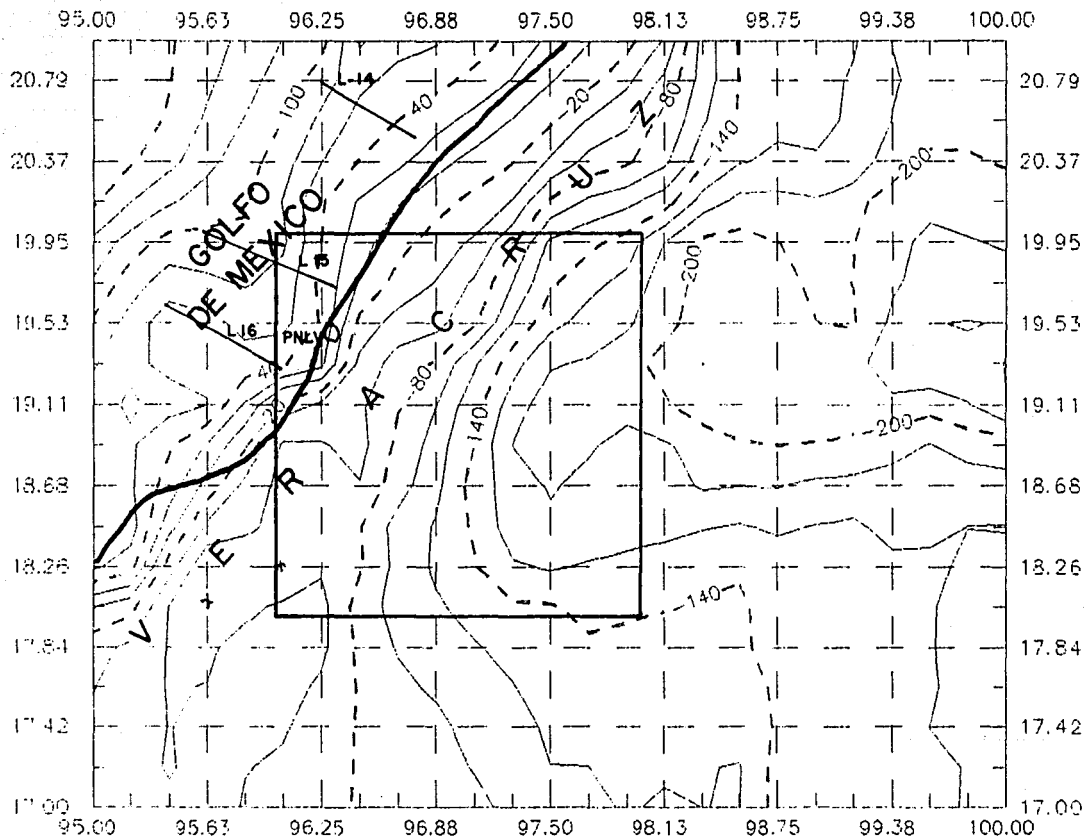
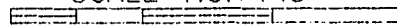


FIGURA 1



(Del Castillo, 1975)

En el aspecto sísmológico la República Mexicana se encuentra dentro de una zona donde la sísmicidad es frecuente, tanto en microsismos como en temblores de gran magnitud. Se registran en la zona de estudio alrededor de 20 a 30 sismos por mes como término medio y 2 ó 3 anuales de gran intensidad. Dicha área se localiza en la zona peninsular ó de sísmicidad media correspondiente a la clasificación de zonas sísmicas de la República Mexicana (Figueroa, 1984).

El trabajo geomagnético realizado en el área (Del Castillo, 1975) comprende a las líneas 14 y 15 del proyecto CICAR las mismas se encuentran localizadas en las cercanías del alto gravimétrico de la línea de costa (fig 1.). Las principales características de estas líneas son: La línea 14 presenta alta magnetización en las cercanías del continente (en relación al valor medio de todas las demás estudiadas con excepción de la línea 23, localizada al frente al Macizo de los Tuxtlas), descendiendo rápidamente cuando se aleja de la línea de costa.

El modelo deducido presenta un basamento con una suave pendiente hacia el Golfo de México, a una profundidad desde -3200 m hasta -5200 m.

La línea 15, al igual que la anterior, presenta alta magnetización aunque mayor a la de la línea 14. El modelo ajustado presenta una pendiente desde -1000 m hasta -4300 m. Esta línea presenta anomalías locales pueden deberse según (Del Castillo, 1975) a extensiones superficiales del eje Neovolcánico ó estructuras pequeñas del basamento.

La correlación entre la anomalía de Bouguer (fig 1.) y el mapa tectónico, indica que los principales elementos tectónicos que se pueden localizar en el área son:

- a) Dos anticlinales al NW del área.
- b) Los volcánes de Orizaba, Cofre de Perote, La Malinche y otros menores.
- c) Fallas de empuje indicando el esfuerzo provino del SW.
- d) Plegamientos anticlinales al SW de rocas sedimentarias.
- e) La parte Este del área presenta estratos del Cretácico inferior indicando su tope por líneas de nivel.

El bajo gravimétrico al SE sobre la plataforma continental se debe posiblemente a alguna cuenca en el basamento cubierta por material de baja densidad.

La anomalía negativa (-50 mgal) al SW del Área, así como la de - 80 mgal un poco más al Sur, se encuentra en la cuenca de Veracruz correspondiente a una tierra baja y pantanosa cubierta en su mayor parte por depósitos Cuaternarios, formados por aluvión y material piroclástico (Viniestra, 1965). Las anomalías de esta cuenca no muestran ninguna relación con la topografía; tampoco la anomalía positiva (100 mgal) localizada entre el extremo oriental del Eje Neovolcánico o Faja Volcánica Mexicana (FVM) y el Golfo de México, la gravimetría del área se reduce al perfil A - A' de la (fig 1.); este perfil corresponde a la transición de corteza continental a oceánica, cuyo modelo estructural deducido entre las anomalías gravimétricas observadas y calculadas se obtuvieron las siguientes densidades para los diferentes cuerpos que la componen : para el agua 1.03 gr/cm³, sedimento 2.2 gr/cm³, granito 2.60 gr/cm³ y para el manto se tomó la densidad de 3.40 gr/cm³ (fig 2).

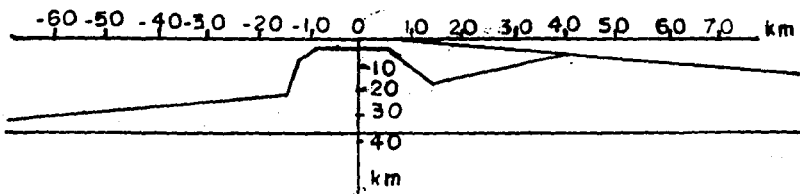
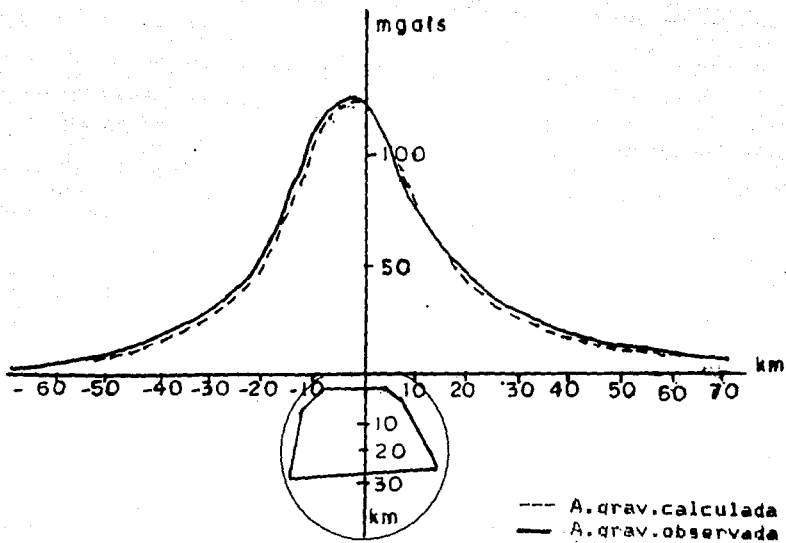


Fig.2. Comparación entre las anomalías gravimétricas observada y calculada. (González, 1976).

Características estructurales

En esta sección se incluyen las observaciones reportadas por Werle (1984), a partir de un estudio de imágenes LANDSAT-1. El análisis de lineamientos, posibles sistemas de fracturas y características circulares en imágenes de satélite puede ayudar a estimar patrones generales y controles aparentes en la distribución de actividad volcánica.

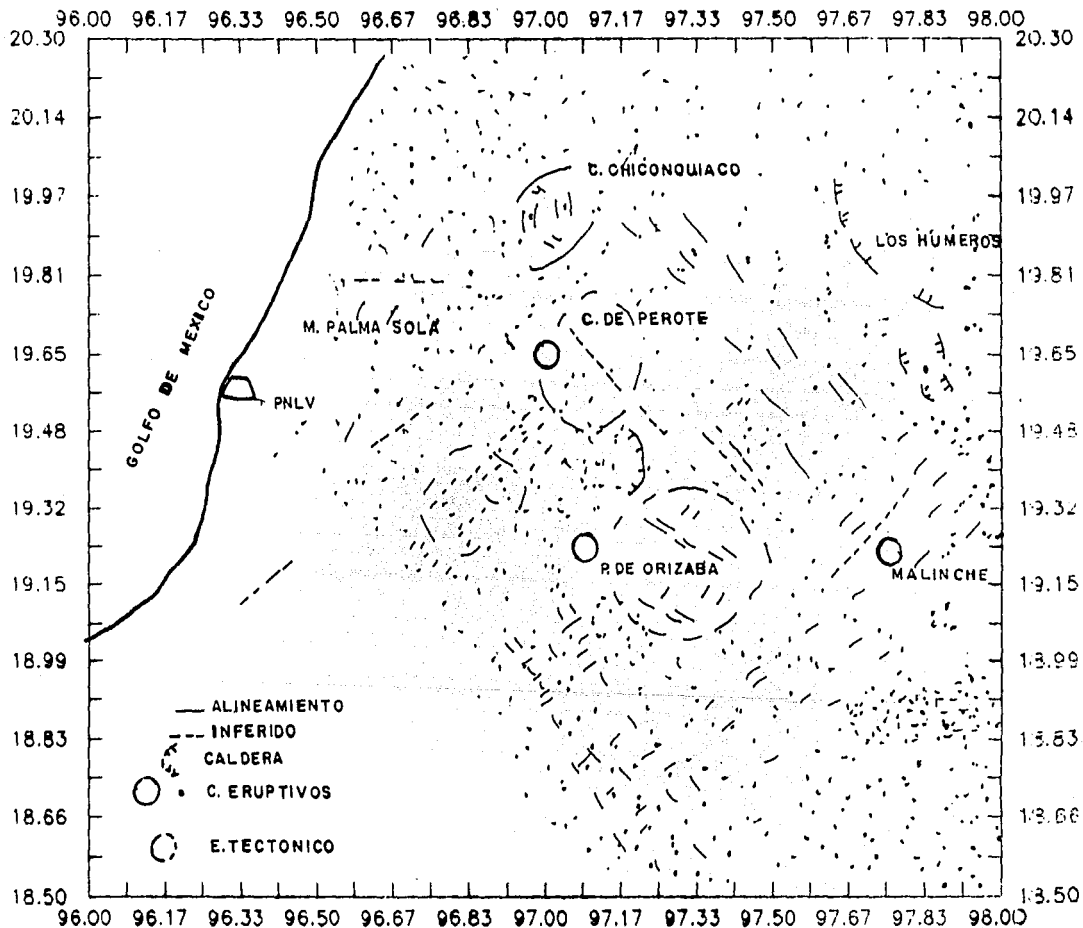
Werle (1984) analizó cerca de 300 lineamientos con una longitud total de 750 km., y tres características circulares mayores. Los datos de lineamientos se determinaron a intervalos de 5° y se checkaron en fotografías aéreas. Las tendencias principales pueden observarse del diagrama radial, en el que se tienen cinco tendencias máximas con 80-100 km., de longitud y direcciones de 280°, 340°, 25°, 55° y 70° (fig. 2.1). Alineamientos mayores de conos monogenéticos se observan en la porción central del área con tendencias de 25°. Algunos centros volcánicos pueden asociarse con tendencias de 340°, que podría relacionarse al plegamiento laramidico de sedimentos Cretácicos. Las tendencias ortogonales de 70° representarían fallas como las observadas por Mossman & Viniegra-Osorio (1976) al sur de esta área.

En la (fig.2.2) se presenta la distribución de centros volcánicos considerados, que corresponden a 230 conos volcánicos, 3 estratovolcanes, 3 calderas, 35 domos, 12 mares y 2 anillos de tobas. También se analizaron 170 flujos de lava asociados a los centros estudiados.

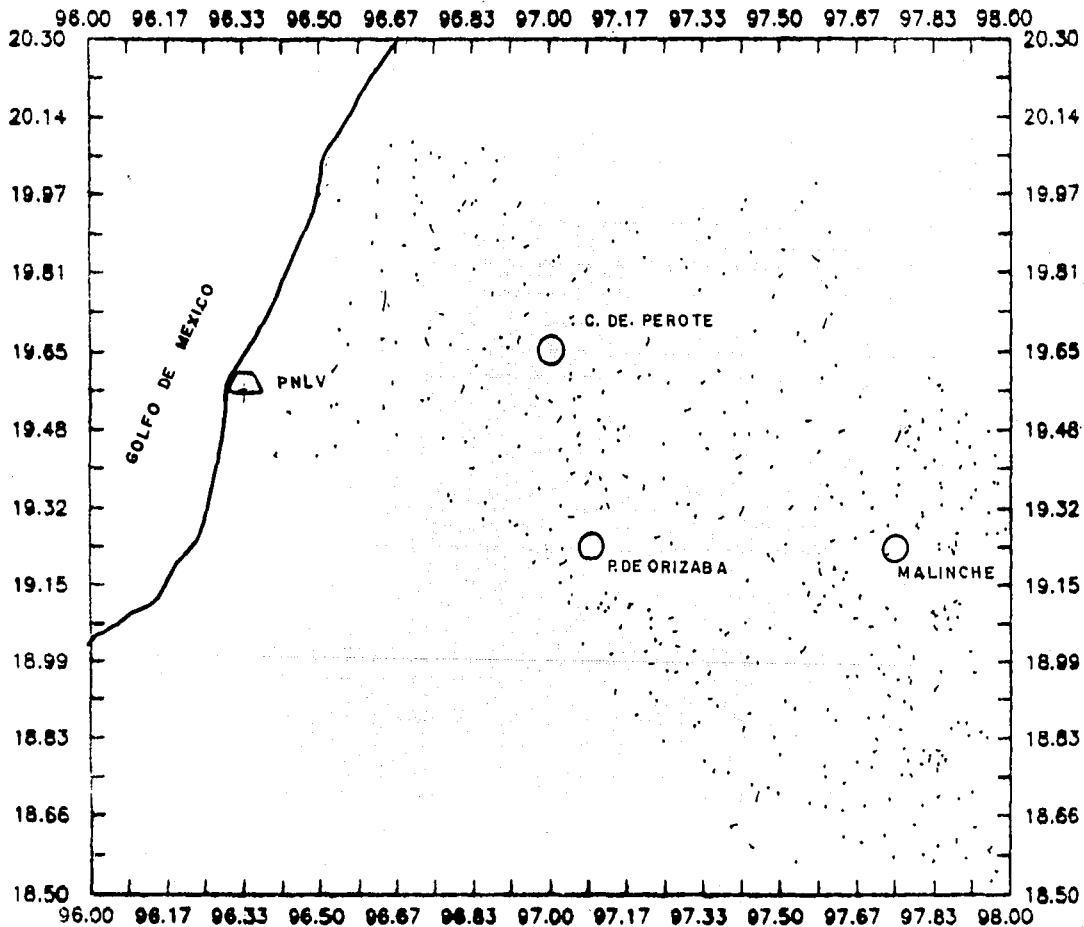
La distribución de los centros volcánicos (fig. 2.1 y 2.2) muestra una tendencia hacia el Golfo de México. La dirección general parece corresponder a la dirección de subducción de la placa de Cocos en el margen Pacífico del país.

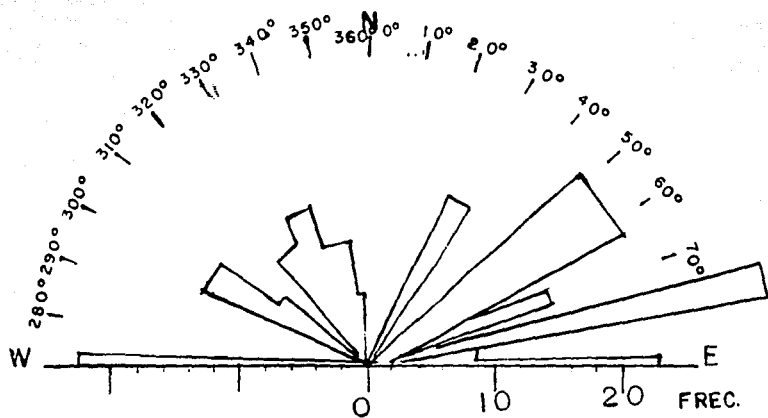
Para estudiar cuantitativamente la distribución de centros volcánicos, se analizaron las direcciones de separación entre los centros. Para ello, se usaron las líneas que unen un centro dado, con su vecino más cercano. Las frecuencias acumuladas para todos los centros volcánicos se representan en un diagrama de rosas (fig. 2.3).

ESTRUCTURAS FIG 2.1 (WERLE, 1983)



C.ERUPTIVOS FIG 2.2 (WERLE,1984)





C.ERUPTIVOS.

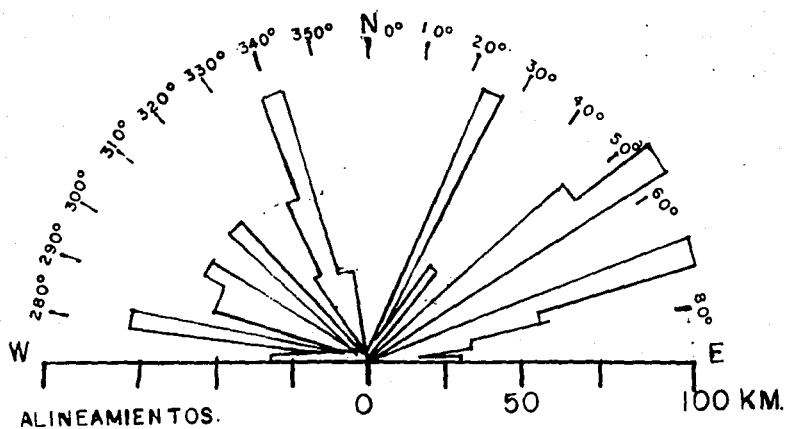


Fig.2.3. Diagramas de separación de centros eruptivos y tendencias de lineamientos en la porción este de la FVM.

En este diagrama pueden observarse 3 máximos (> 20 en frecuencia), que son: sector NE-SW (50°-60°), sector ENE-WSW (80°) y sector E-W (270°). Otras tendencias de interés son: sector NW-SE (300°), sector NNW-SSE (325°-345°) y NNE-SSW (25°). Las tendencias corresponden a alineaciones locales de conos mono genéticos, y algunas representan erupciones de fisura.

Werle (1984) reporta que no hay indicaciones en las imágenes LANDSAT-1 de tectónica de grabens y fallamiento norte-sur como fue postulado por Cantagrel & Robin (1979) y Mooser & Soto (1980).

La orientación Norte-Sur de Pico de Orizaba-Cofre de Perote otros volcanes y calderas (fig. 2.1) no tiene reflejo aparente en los datos de lineamientos y tendencias (fig. 2.3).

Varios autores han comentado y discutido sobre este fenómeno. Robin & Tournon (1978) han propuesto que esta alineación N-S refleja una discontinuidad o zona de debilidad antigua entre una región de corteza continental más gruesa a una más delgada. Robin & Tournon mencionan que varias fallas distensivas N-S (Mioceno-Cuaternario) separan la zona de la planicie costera. Mooser & Soto (1980) no observaron evidencias para fallas distensivas N-S y postularon una tectónica de grabens NE-SW y NNW-SSE como control estructural para el Cofre de Perote y la caldera Tecomales.

Werle (1984) no apoya estas interpretaciones y considera a los lineamientos NNW-SSE como relacionados al plegamiento Laramidico. Cabe mencionar que en la Faja Volcánica se tienen varios otros alineamientos de estructuras aproximadamente N-S (Urrutia, 1981). Los datos de estructura cortical, aún escasos y con pobre distribución, parecen sugerir que la corteza es más gruesa en la zona cercana al alineamiento Pico de Orizaba-Cofre de Perote (Urrutia, 1986).

III.

MAGNETOESTRATIGRAFIA Y PALEOMAGNETISMO

Las investigaciones paleomagnéticas han permitido estudiar las variaciones del campo geomagnético para períodos anteriores al período histórico de observaciones directas. Estas investigaciones han revelado que el campo geomagnético ha experimentado cambios con períodos de 100-1000 años hasta 10^7 años, tales como variaciones paleoseculares, cambios de polaridad y excursiones (Tarling, 1983). Los resultados de estos estudios han demostrado ser de gran utilidad para resolver problemas estratigráficos. En particular, en el estudio de secuencias volcánicas jóvenes, el paleomagnetismo ha sido de gran utilidad ya que las rocas volcánicas poseen generalmente intensidades de magnetización remanente altas y un registro magnético sencillo lo que proporciona resultados de gran precisión. Para estudios de estratigrafía volcánica se puede hacer uso de diferentes datos, tales como: (a) direcciones de magnetización o posiciones polares, (b) polaridad y (c) propiedades magnéticas.

En los últimos años, se han estimado los cambios de polaridad para diversas épocas. La polaridad normal actual es la de (Brunes) y comenzó hace $\pm 720\ 000$ años. Dentro de estas épocas se tienen eventos de polaridad con intervalos menores, de ~ 1000 años tales como el Jaramillo dentro de la época reversa de Matuyama. Además de estos cambios, se han estudiado otros fenómenos tales como las excursiones, que corresponden a cambios en la dirección y posición polar que no llegan a ser una reversión. Los cambios de polaridad y excursiones son de utilidad para estudios de correlación y datación. Ejemplos de estos estudios en México se tienen para el campo geotérmico de Los Azufres, Mich. (Urrutia y colaboradores, 1985) y para el Valle de Toluca, Mex. (Bremer & Urrutia, 1985).

Magnetoestratigrafía.

Investigaciones paleomagnéticas se han realizado en las áreas de Cofre de Perote, Los Humeros y Pico de Orizaba y de Jalapa, Chiconquiaco y Palma Sola. Algunos resultados han sido reportados por Urrutis (1979) y Böhnel & Negendank (1981). En el área de Palma Sola se estudió el basalto (\approx 30-50 mts. de espesor) de Laguna Verde, sobre el cual se erige la planta nucleoelectrónica.

Böhnel & Negendank (1981). Dividieron las unidades estudiadas en dos grupos informales, uno de unidades del Cuaternario y otro de unidades del Terciario Superior. El grupo más joven presenta intensidades de magnetización mayores que el grupo antiguo (fig. 3.) la polaridad del grupo más joven es predominantemente normal; con 30 sitios de polaridad normal y solo 2 sitios de polaridad reversa (fig 3.1.a). En el grupo más antiguo, formado por 20 sitios se tienen las dos polaridades normal y reversa (fig. 3.1.b). En el grupo más joven, al menos dos sitios tienen edades mayores que 0.7 m.a. (anteriores a la época magnética de Brunhes).

Negendank y colaboradores (1985) han propuesto, usando los datos paleomagnéticos, dataciones radiométricas de K-AR y observaciones de campo, un rango de edad para las unidades volcánicas de la zona (tabla 1).

Las unidades al este del Cofre de Perote-Pico de Orizaba presenta polaridades reversas, lo que sugiere una edad de Matuyama o Gilbert (Pleistoceno-Plioceno).

Las secuencias se caracterizan por alternancias de lavas y lahares frecuentemente intemperizados (como entre Jalapa y Huatusco), con unidades ignimbríticas en la base (como cerca de Jacocomulco). Estos resultados no están en la tabla 1.

Dentro del área de Jalapa-Naolinco-Chiconquiaco-Palma Sola (tabla 1), se tiene las lavas Chiconquiaco de la caldera del mismo nombre. La actividad volcánica de la caldera está representada por el flujo lávico que se extienden al SE, hacia la costa del golfo cruzando el macizo de Palma Sola. Se reconocen los complejos del antiguo Chiconquiaco (Plioceno medio) y del nuevo Chiconquiaco (Plioceno superior). Entre domos ácidos.

En esta área se tienen además numerosos conos monogenéticos. Los estudiados tienen polaridad normal y pertenecen posiblemente a la época Brunhes (más joven de 0.7 m.a.).

Otras unidades con polaridad normal (Brunhes) en la zona son las del complejo La Olla Grande, las que posiblemente sean relativamente recientes (de 0.03 - 0.01 m.a.). Los flujos lávicos al S. de Actopan son probablemente más viejos, Plioceno o Pleistoceno.

TABLA 1. MAGNETOESTRATIGRAFIA DE LAS ROCAS VOLCANICAS DE LA PORCION DE LA FAJA VOLCANICA MEXICANA.

EDAD

	Oligoceno	Mioceno	Plioceno	Pleistoceno	Holoceno
Coplejo volcanico		21 m.a.	5 m.a. Gil-Gauss 5.44-3.4	0.8 m.a. Matuyama 2.47--.72 m.a.	0.1 m.a. Brunhes
P.ORIZABA C.DE PEROTE				***?	*****
C.Perote				-----	
NE Y SE caldera				-----	-----
C.de las Cumbres				-----	-----
P.Orizaba				*****	*****
JALAPA-NOALINCO				-----	-----
Jalapa				*****	*****
Noalincó de V.				*****	*****
Olla Grande				*****	*****
Actopan				-----	-----
Chicnquiaco				-----	-----
PALMA SOLA					*****
Formación vieja Punta delgada			***	-----	
Espinazo V.				---	
Quahuixtlan Dacita			*	---	

El Corral, El Oro
Complejo volcánico

?***

Laguna Verde

Chiconquiaco lavas

C. El Abra y C. Cruz

LEYENDA:

20 m.a. datos radiométricos Yanés García (1982)

0.34 m.a. datos de polen Ohnigemace (1973)

--- estimación geológica

*** estimación paleomagnética

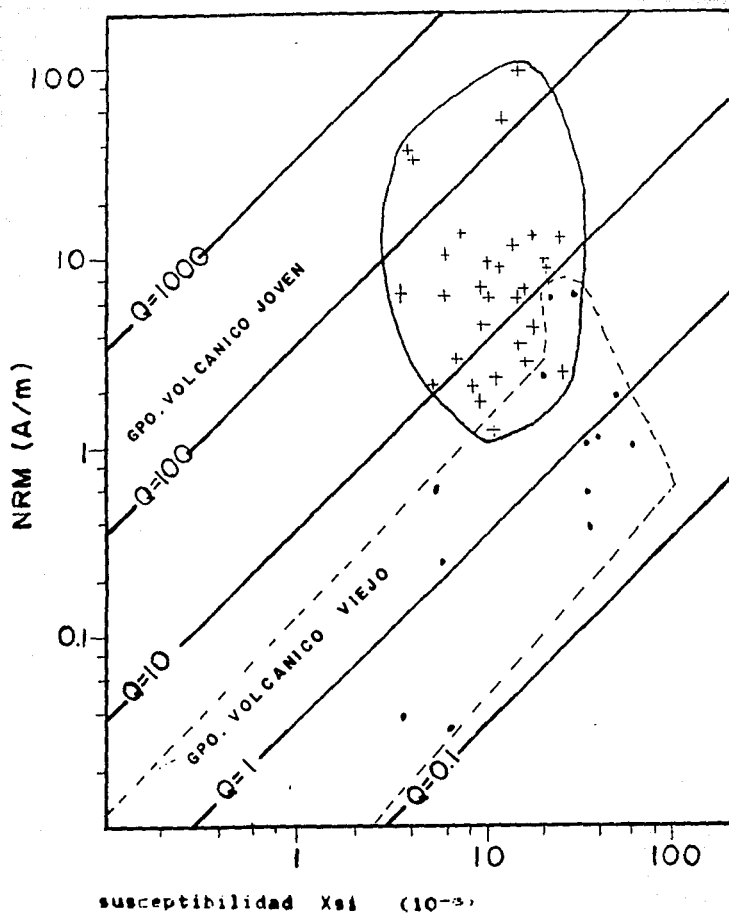


Fig.3. Gráfica de intensidades de magnetización remanente (NRM en A/m) y de susceptibilidad ($X_{si} \cdot 10^{-3}$) para rocas volcánicas de la porción de Faja Volcánica Mexicana. Grupo volcánico joven (+) y Gpo volcánico viejo (-)

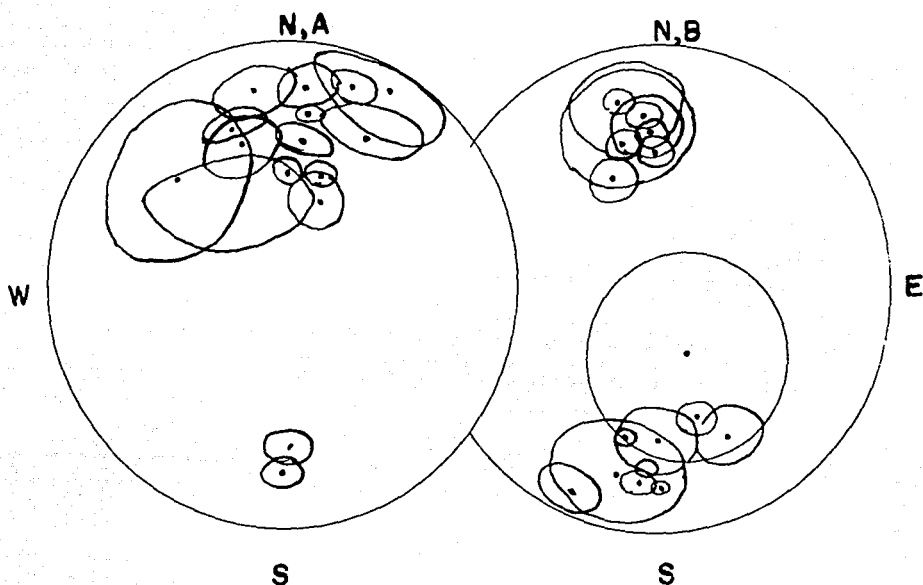


Fig.3.1. Direcciones medias de magnetización remanente para los sitios estudiados en rocas volcánicas de la porción de la FVM.

(a) qpo volcánico joven

(b) qpo volcánico viejo

Direcciones graficadas en redes estereográficas de igual área.

Los círculos alrededor de las direcciones representan errores estadísticos (95% de confianza).

Las unidades estudiadas en el Macizo de Palma Sola presentan edades más antiguas, del Mioceno al Plioceno; con excepción de lavas y cenizas de los conos volcánicos de El Abra y la Cruz (Tabla 1). La única unidad estudiada con paleomagnetismo es el basalto de la Laguna Verde; el cual presenta polaridad normal y corresponde posiblemente a la época de Gauss.

Las unidades más antiguas son de la formación Vieja (Punta Delgada, Villa Candelaria y Colorado), que incluye rocas alcalinas y calco-alcalinas (por ejem. la diorita al S. de Villa Candelaria de 12.3-12.9 m.a.).

Las siguientes unidades son las volcánicas de Espinazo y Hierbabuena y la dacita de Quiahuixtlan (al Oeste de Punta Villa Rica). Esta última presenta estructura dómica.

Las unidades del complejo El Corral-El Oro-Cerro Azul son más jóvenes, probablemente Plioceno inferior, e incluyen rocas muy ácidas y dioritas, dacitas y riolitas con alteración hidrotermal. Se presentan algunos diques. Las siguientes unidades son el basalto alcalino de Laguna Verde y las lavas calco-alcalinas y alcalinas de Chiconquiaco.

La polaridad del basalto de Laguna Verde es normal, la que se correlaciona con la época normal de Gauss (~ 2.47-3.41 m.a.). Ello correlaciona bien con la datación de 3.1 m.a reportada para el basalto. Esta unidad descansa sobre una capa de 30 a 60 m. de aluvión Pliocénico.

Cerca de Punta Delgada, en la costa se tienen varios diques de composición predominantemente alcalina, los cuales son probablemente más jóvenes que la formación Vieja.

La actividad volcánica más joven son las lavas y cenizas de los conos El Abra y de La Cruz, de composición hawaítica-toleítica. La edad se infiere del Cuaternario tardío.

Otros estudios de interés de la zona del Macizo de Palma Sola son los Cantagrel & Robin (1979) y los de Mooser & Soto (1980), en los cuales se reportan algunas dataciones de K-Ar.

IV. SISMICIDAD

El estudio tectónico de México hasta ahora ha consistido en la extensión y prolongación de las unidades tectónicas de Norteamérica hacia el suroeste a la trinchera de Acapulco (fig. 4.). Actualmente mediante datos paleomagnéticos se proporciona información cuantitativa sobre el campo geomagnético en el pasado, proveyendo así un sistema de paleo-coordenadas (espacio-temporales) que permiten resolver los movimientos relativos de la corteza terrestre y la litósfera (Maxwell, 1984) y proporciona elementos de correlación y fechamientos. Las aplicaciones son en tectónica de placas, el esparcimiento de fondos oceánicos y deriva continental proporcionando así una nueva visión sobre la historia del planeta. Así como también la evolución tectónica de México (Urrutia, 1984).



La trinchera de Acapulco se encuentra al Suroeste de la línea de costa y se extiende en la dirección Noroeste por el paralelo 19, esta zona es la principal zona productora de los sismos.

Demant (1978) reitera que el vulcanismo que afectó a la parte central de México es solo plio-cuaternario y su distribución no sigue una tendencia (E-W) sino que puede diferenciar 5 principales focos de actividad con orientación y características y explicar las diferentes orientaciones entre la faja volcánica mexicana FVM o eje neo-volcánico y la cadena volcánica de América Central, se considera un desplazamiento izquierdo de Norteamérica respecto a la placa caribeña, a lo largo de las fallas Motagua-Polochic y de su prolongación oriental, la falla de Bartlett (Fig. 4.); el movimiento permitiría explicar la edad plio-cuaternario del vulcanismo de la FVM, puesto que la zona de subducción de la fosa de Acapulco se pudo desarrollar únicamente después del movimiento hacia el Oeste de la placa de Norteamérica; siendo que en el cambio de polo de rotación de la placa de Cocos durante el Mioceno tardío, aparecería también como un factor importante en el desarrollo de la FVM .

El vulcanismo asociado debido a la subducción se efectúa al sur de México debajo de la placa continental deformada y fracturada, cuyo límite es de creación reciente, a lo que se añaden las diferentes características del fondo o piso oceánico que desaparece con un ángulo débil y orientación oblicua en México y con un ángulo mayor y ortogonalmente a la placa caribeña en América Central.

TECTONICA DE MEXICO (CENOZOICA)

FUENTE: (FSAR, 1979)

- F - FRACTURA
- - VOLCANES
-  FAJA VOLCANICA MEXICANA
-  VOLCANES OLIGOCENO MIOCENO
- II T II T II T II T - PLIESES LARAMIDICOS

- I - IX, MESAS CRATONICAS
- A - GUADALAJARA - TEPIC
- B - ARCO CHAPALA
- C - ARCO TARASCO - OAXACA
- D - ARCO EXTERNO CHICONQUIACO - TUXTLA

- 1 - GRABEN DE COLIMA
- 2 - SERIE AMECA
- 3 - SERIE SAN LUIS
- 4 - SERIE QUERETARO
- 5 - SERIE HUICHAPAN
- 6 - ARCO DE PALMASOLA
- 7 - GRABEN NEVADO - MALINCHE

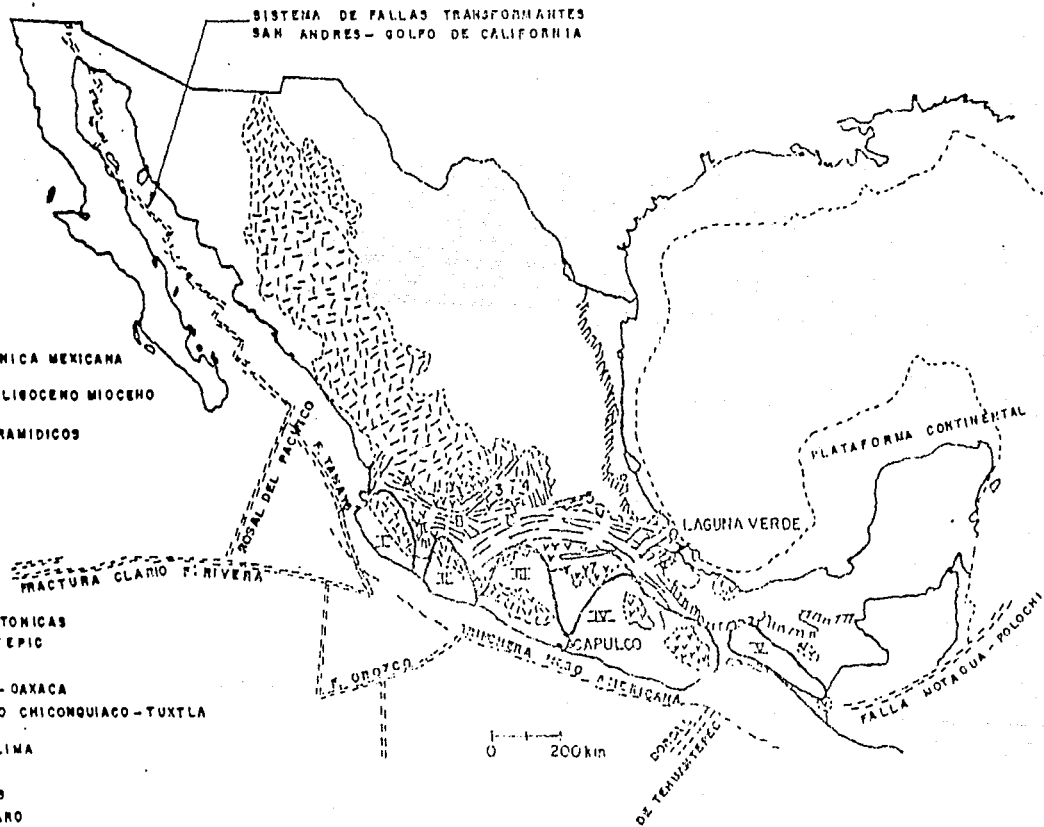
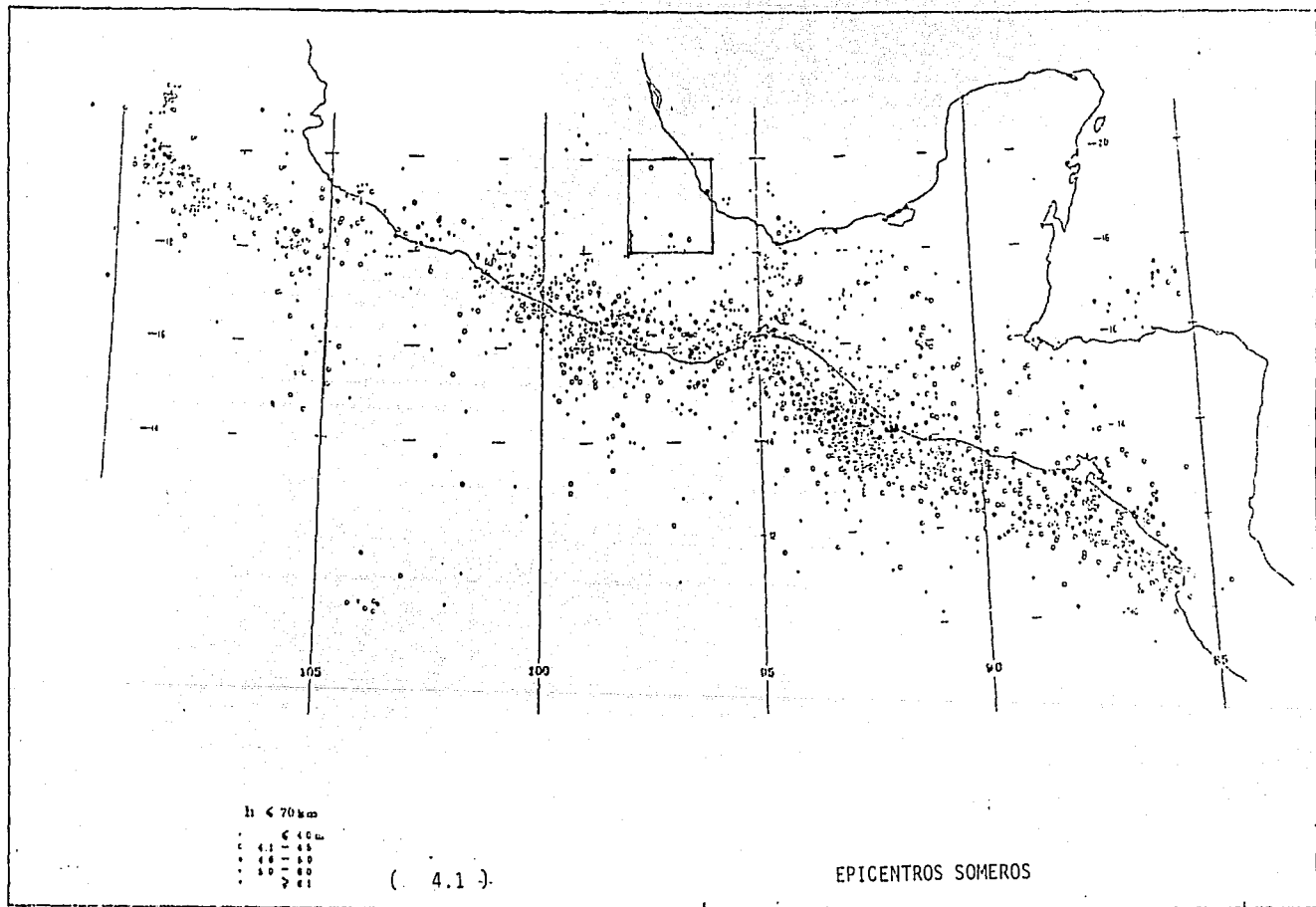
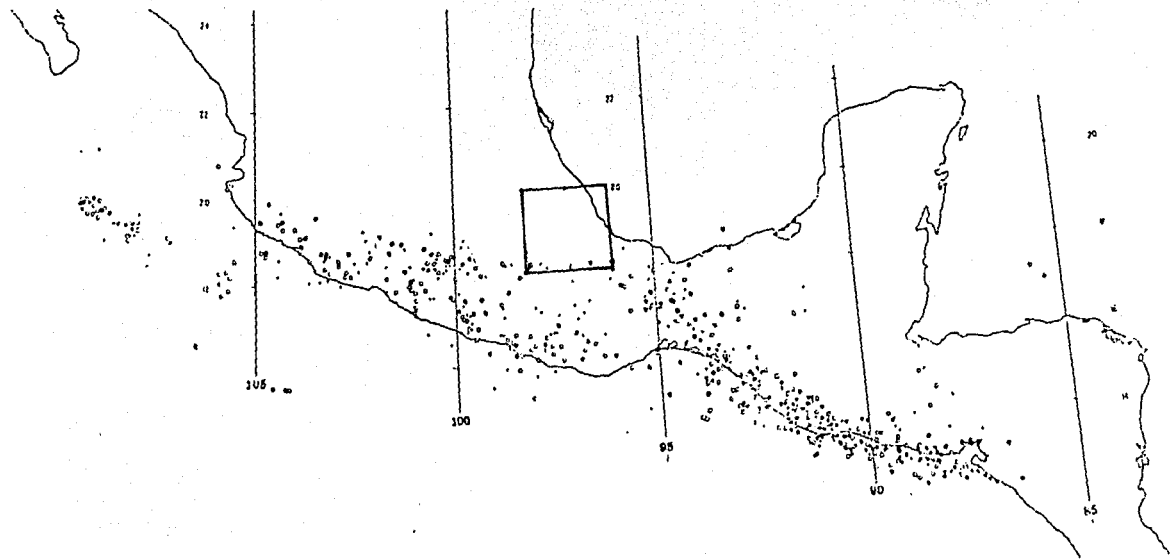


FIG. 4

La profundidad total de los eventos sísmicos que ocurren en esta zona es de un rango de 60 a 300 kms., (fig. 4.1.4.2. y 4.3). Mediante el uso de estos datos sísmicos se definió la geometría de la zona de Benioff mas allá de los 60 kms., de profundidad ha sido delimitada la placa en el área de Tehuantepec. Los hipocentros se encuentran confinados con un estrato de 45 kms., de espesor, rumbo N45°E y echado de 45° (Havskov et al.,1982).



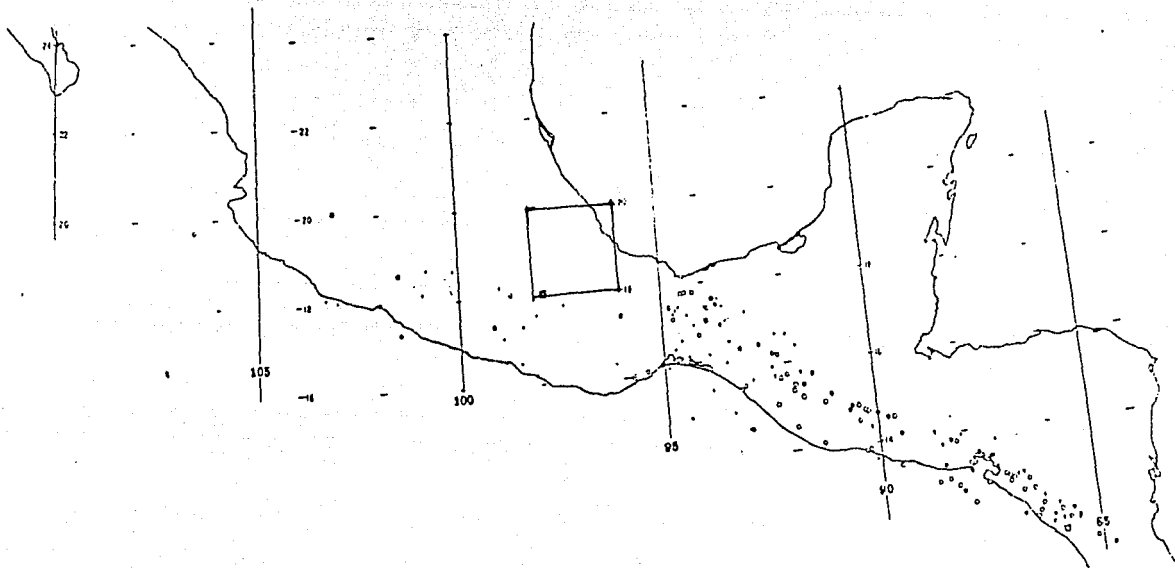


70 Km < h ≤ 150 Km

- 4.1 - 4.5
- 4.6 - 5.0
- 5.1 - 5.5
- 5.6 - 6.0
- 6.1 - 6.5

(4.2)

EPICENTROS INTERMEDIOS



180 Km < h ≤ 300 Km

• h > 300 km

• 4.1 - 4.9

• 4.0 - 4.5

• 3.0 - 3.5

• 2.0 - 2.5

(4.3)

EPICENTROS PROFUNDOS

V. RIESGO SISMICO.

En la evaluación de la ocurrencia de temblores y los daños asociados a los efectos del movimiento del terreno incluye varios problemas: tener un catálogo homogéneo de los sismos, seleccionar la estadística apropiada para describir la ocurrencia de ellos, la omisión de parámetros estadísticos inciertos y ley de atenuación del área en estudio.

Estadística del valor extremo.

La probabilidad de una función $f(x)$ de la variable aleatoria x es:

$$f(x) = p(x \leq m) \quad (1)$$

Buscando el valor extremo de la variable x si $f(x)$ es muestreada, la probabilidad de que m sea un valor extremo obtenido de n muestras independientes está dado por:

$$G(m) = p(x_1 \leq m_1, x_2 \leq m_2 \dots x_n \leq m_n) \quad (2)$$

puesto que:

$$G(m) = f^n(x) \quad (3)$$

Gumbel demostró que: si $f(x)$ es una de varias "distribuciones exponenciales", entonces $G(m)$ sería una distribución asintótica de valores extremos en 3 posibilidades.

La primera distribución asintótica extrema Gumbel (I)

$$GI(m) = \exp\{-\exp(-\alpha(m - u))\} \quad (4)$$

Esta distribución tiene dos parámetros: α que la caracteriza y el extremo u .

Epstein & Lomnitz (1966), han demostrado la aplicación de esta distribución de frecuencia acumulada en los sismos de California. El primer tipo de distribución asintótica es recomendado para calcular el pico de aceleración, velocidad y desplazamiento. Burton & Makropoulos (1986).

CATALOGO (1920-1982) SISMOS PNLV (RICHTER)

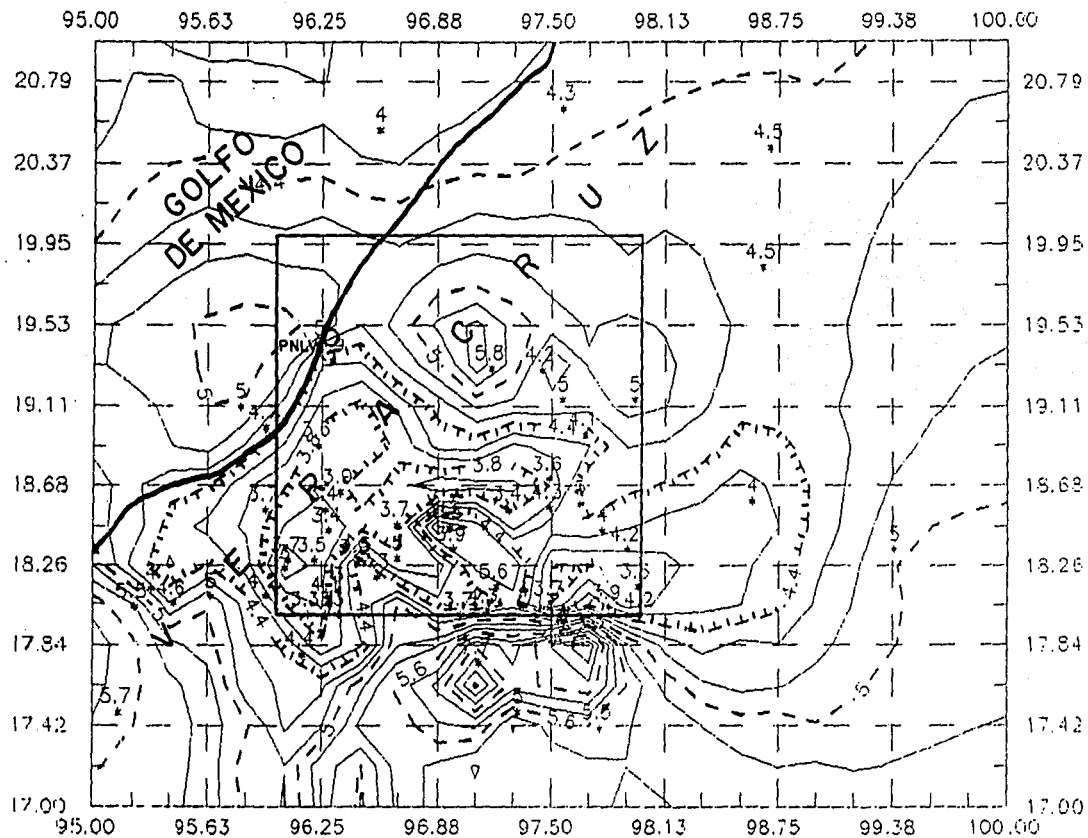
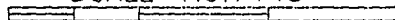


FIGURA 5.0

SCALE 1:0.7143



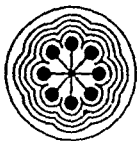
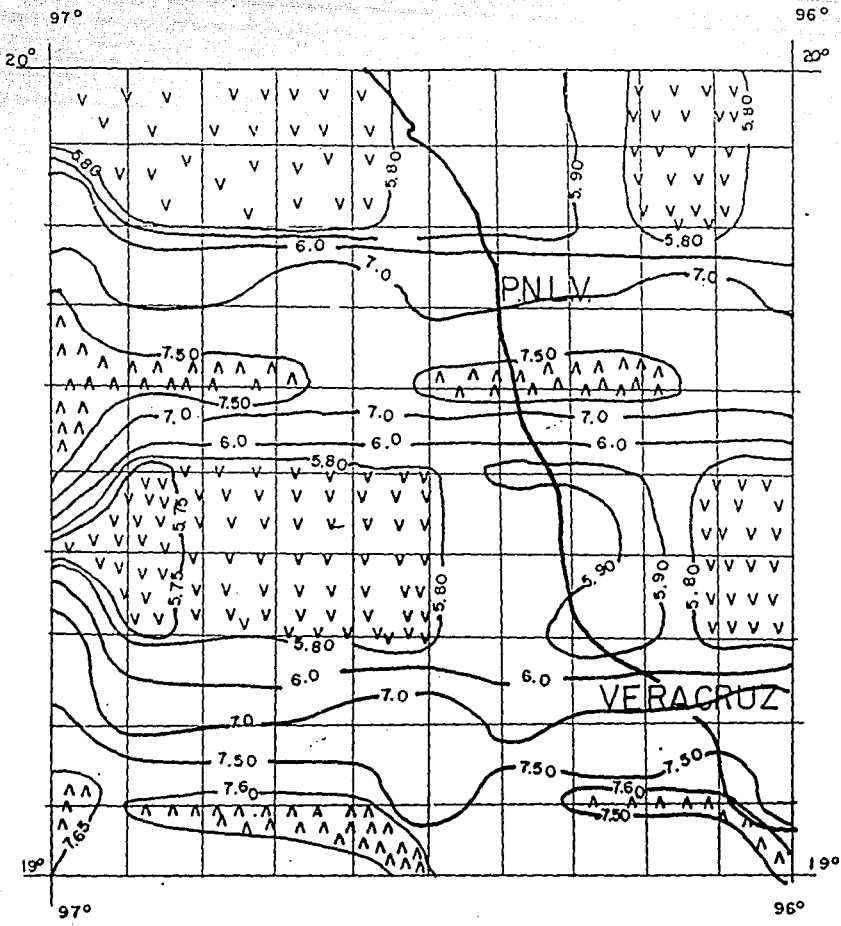
También se analizó el riesgo sísmico basado en la predicción de la magnitud más probable anual (AN Mode), con 90% de probabilidad que no exceda el modo anual (90% NBE), la magnitud máxima probable durante los siguientes 75 años a partir del análisis (75 y MODE), la máxima magnitud con 90% de probabilidad que no exceda a los 75 años siguientes (75 y 90% NBE) y finalmente la máxima magnitud observada en el área en estudio en una región de 1° y 2° que equivale respectivamente 1° = 111.1 km., y 2° = 222.2 km.

A) Análisis entre las coordenadas geográficas Lat (19°, 20°N) y Long (96°, 97° W).

B) Análisis entre: Lat (18°, 20°N) y Long (96°, 97° W).

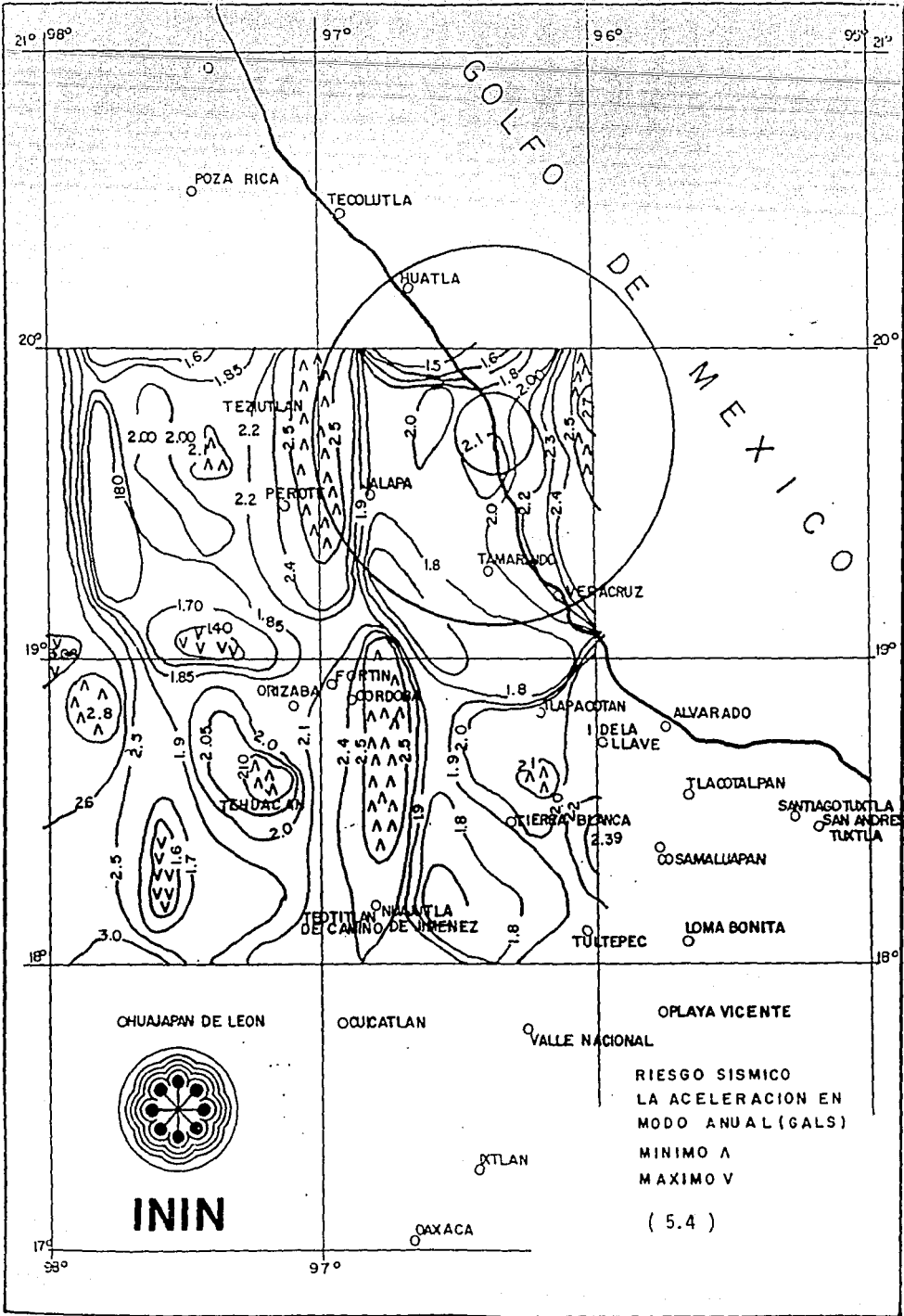
En las figuras (5.1,5.2,y 5.3) se graficó el riesgo sísmico basado en la magnitud más probable anual y la predicción más probable dentro de los siguientes 75 años.

Las figuras (5.4,5.5,y 5.6) se graficó el riesgo sísmico basado en la aceleración con predicciones 1 (anual), 25 y 50 años, para el cálculo de 100 y 200 años (ver tablas) , así como también el catálogo de sismos (1920-1982) en el área de estudio.



ININ

RIESGO SISMICO EN
MAGNITUD EN (75 AÑOS)
MAXIMO A
MINIMO V
(5.3)



GOLFO DE MEXICO

POZA RICA

TECOLUTLA

HUATLA

TEZUTLAN

PEROTLA

MALAPA

TAMARINDO

VERACRUZ

ORIZABA

FORTINA

CORDONA

JLAPACOTAN

ALVARADO

LA LLAVE

JLACOTALPAN

SANTIAGOTLUTLA

SAN ANDRE Tuxtla

OSAMALLUAPAN

TEDITLAN DE CANINO DE JIRENEZ

TULTEPEC

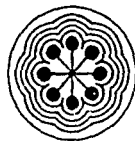
LOMA BONITA

CHUJAJAPAN DE LEON

OJUCATLAN

VALLE NACIONAL

OPLAYA VICENTE



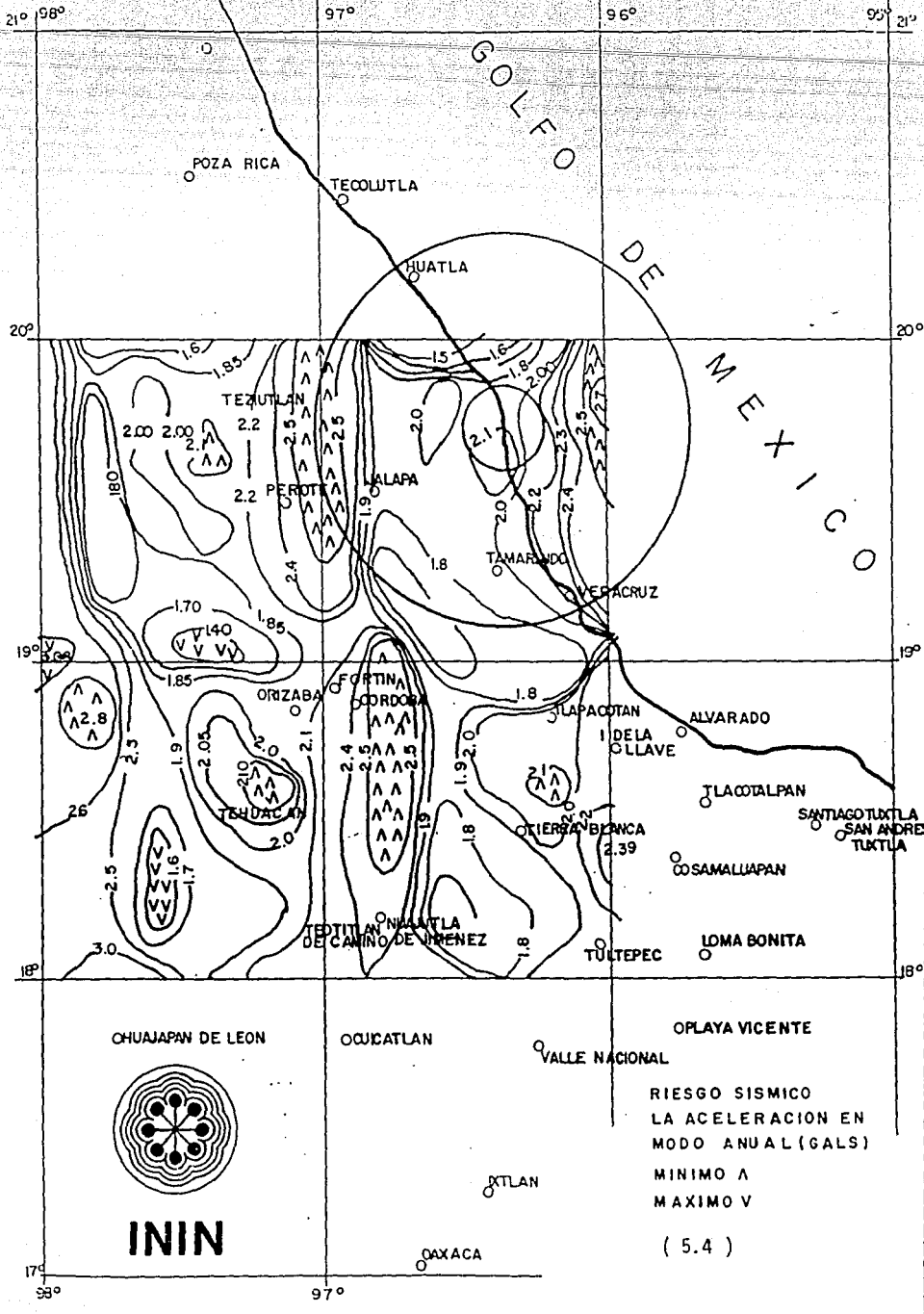
ININ

OTLAN

OAXACA

RIESGO SISMICO
 LA ACELERACION EN
 MODO ANUAL (GALS)
 MINIMO A
 MAXIMO V

(5.4)



VI. PERFIL AEROMAGNETICO.

La interpretación mediante perfiles aeromagnéticos en el área de la PNLV se llevó a cabo usando la optimización no lineal y las técnicas interactivas. Dichas técnicas son usadas aquí e involucran anomalías magnéticas calculadas debido a cuerpos que las generan y sus comparaciones con las anomalías observadas. Los parámetros del modelo de los cuerpos son sucesivamente modificados hasta que las anomalías son ajustadas con la respuesta del conjunto de cuerpos considerados.

La optimización no lineal se basa en la minimización de la "función-objeto" que representa la diferencia entre las anomalías observadas y las calculadas debido al modelo de los cuerpos, variando sus parámetros magnéticos. El concepto óptimo no-lineal y sus aplicaciones en la interpretación de anomalías geofísicas han sido estudiadas con la teoría del problema inverso (Tarantola, 1987).

El modelado del cuerpo usado en el presente estudio es bidimensional de sección transversal regular o arbitraria, puede ser evaluada usando los efectos sumados de un prisma semi-infinito (Talwani & Heirzler, 1964).

El procedimiento consiste en enumerar los vértices en la dirección del sentido de las manecillas del reloj y las componentes vertical y horizontal del campo magnético se sitúan en el origen del sistema de referencia propuesto.

La técnica interactiva se basa en el cálculo del campo magnético total debido a uno o más cuerpos de sección transversal arbitraria o no, y una dirección magnética que se mantiene de acuerdo a la localidad en estudio.

La función-objeto (F) está dada:

$$F = \sum (T_i^o - T_i)^2$$

Donde:

T_i^o es el valor de la anomalía magnética observada en el punto (i) y T_i representa la anomalía calculada debido a uno o más cuerpos en el i-ésimo punto del campo.

Los datos aeromagnéticos son tomados del perfil de la intensidad total del campo magnético corregido por el regional desde el río Grijalva hasta Vega de la Torre (fig. 6.), tomada de (Agocs, 1958).

Este perfil muestra una mayor anomalía en el área de Vega de la Torre que en área de los Tuxtlas. La longitud del perfil de estudio es de 100 millas, aproximadamente 161 km., discretizándolo cada 2 millas, es decir, 3.2 km., obteniendo así 50 muestras cuyo valor mínimo es de -200 gammas y un máximo de 600 gammas.

La variación de la susceptibilidad magnética en el perfil:
 $K = (0.0038, 0226)$ Uem.

La inclinación del vector de magnetización.

$I = 50^\circ$ N.

La declinación magnética:

$D = 7^\circ$ E

Azmut magnético:

$Az = 90^\circ$

Campo magnético terrestre en el área.

$\tau = 45\ 000$ gammas.

Altura de vuelo:

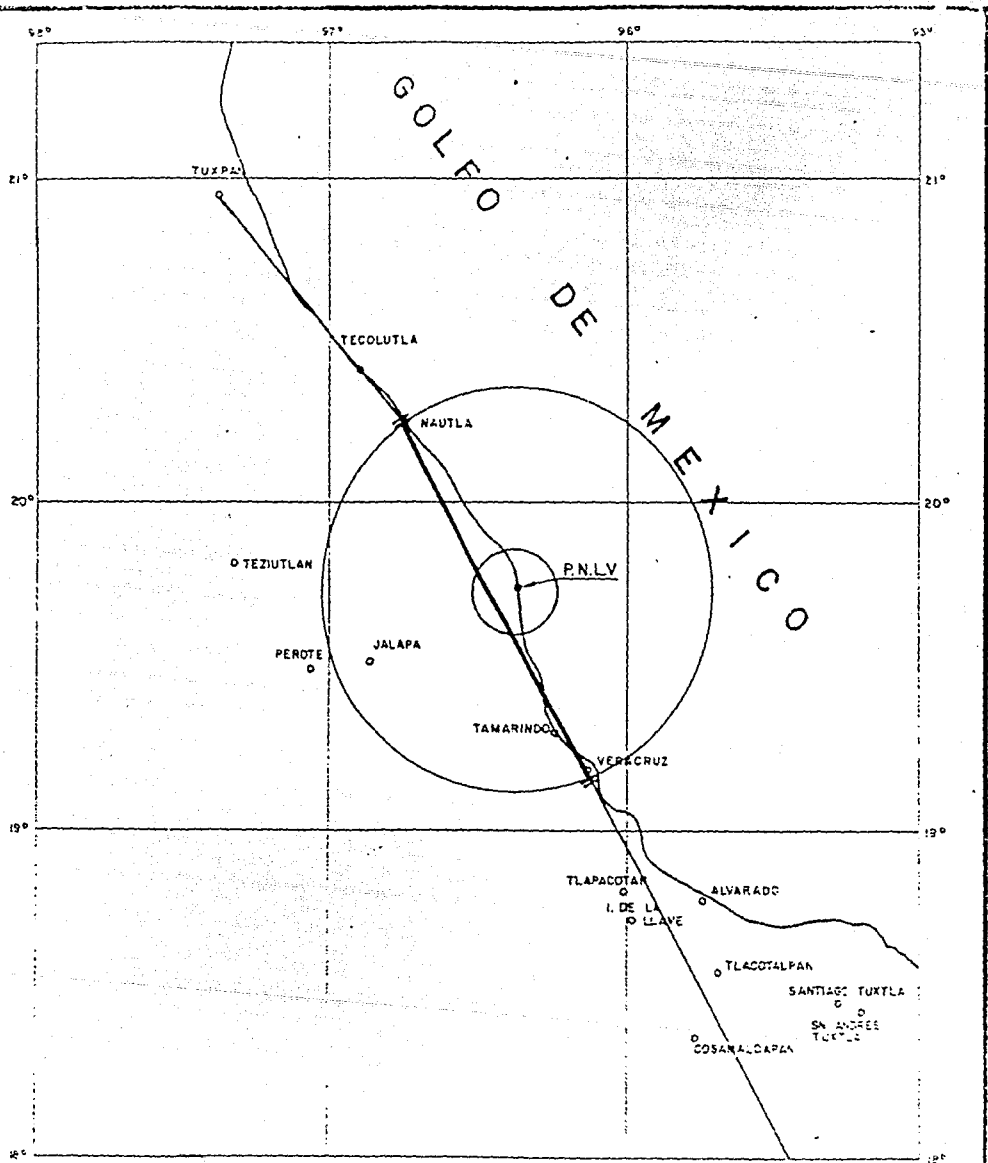
$h = 610$ mts.

La profundidad del basamento comprendido entre Nautla y la cuenca de Veracruz presenta 3 niveles que causan dicha anomalía magnética:

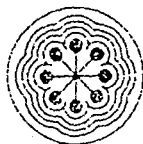
A) El nivel de profundidad cerca de Nautla es de 3.5 km.

B) En la zona cercana a la PNLV es de 2 km., e incrementándose hacia la cuenca de Veracruz es de orden de 13 km de profundidad.

C) En la zona de Veracruz, es propiamente la cuenca la profundidad es de 13km.



(AGOCS, 1958)

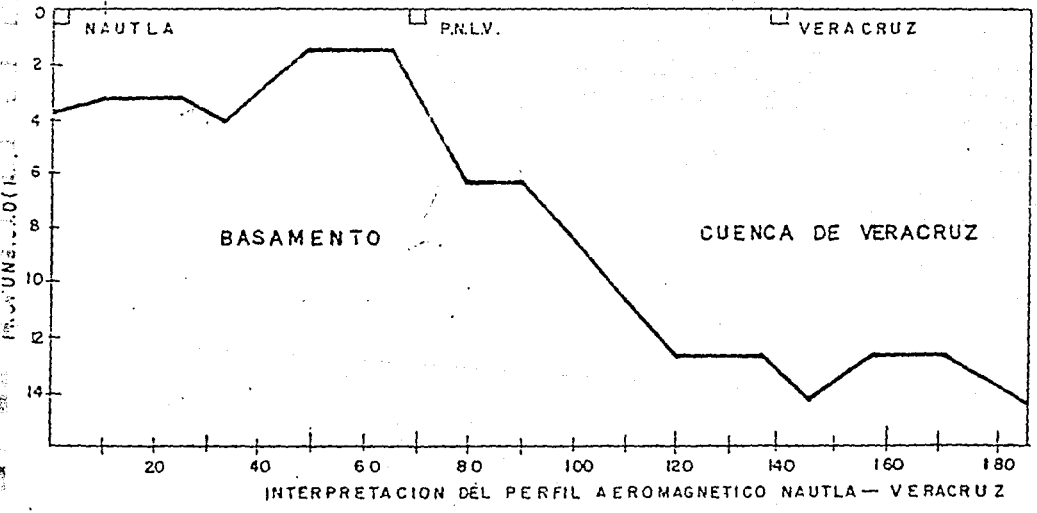
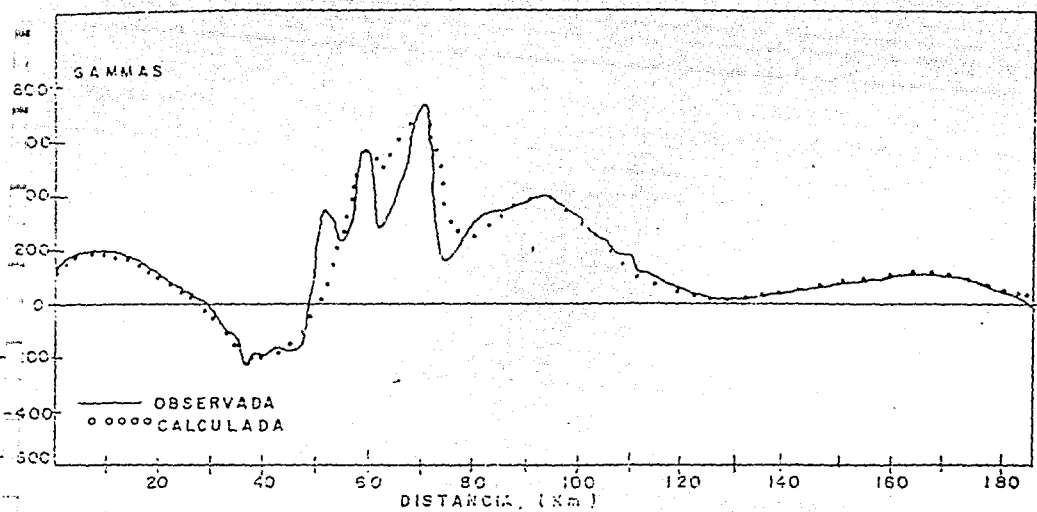


PERFIL AEROMAGNETICO

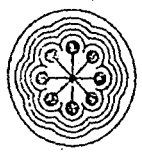
Fig. 6

10000
 9000
 8000
 7000
 6000
 5000
 4000
 3000
 2000
 1000
 0
 -1000
 -2000
 -3000
 -4000
 -5000
 -6000
 -7000
 -8000
 -9000
 -10000

El perfil topográfico del basamento (fig. 6.1) presenta una configuración de "Graben" en la zona de Nautla y de "Horst" en la vecindad de la PNLV donde existe un máximo magnético, y en el área de Veracruz en el piso de la cuenca presenta este tipo de estructuras geológicas.



AGOCs, 1958



(FIG. 6.1)

MIN

VII. CONCLUSIONES.

FACTORES QUE DEBEN CONSIDERARSE PARA LA EVALUACION DE UN SITIO.

Se espera que un reactor refleje através de su diseño, construcción y operación una probabilidad extremadamente baja de accidente que podría resultar de la liberación de cantidades significantes de productos radiactivos de fisión. Además de la localización del sitio y de las características ingenieriles que se incluyen para la seguridad contra cualquier riesgo de accidente, que ocurriera y el control seguro de un riesgo bajo de exposición al público.

Tomando en cuenta dichas razones en la determinación de la aceptabilidad de un sitio para una planta nuclear o pruebas, de un reactor es necesario cumplir:

A). Características del diseño de un reactor y su operación.

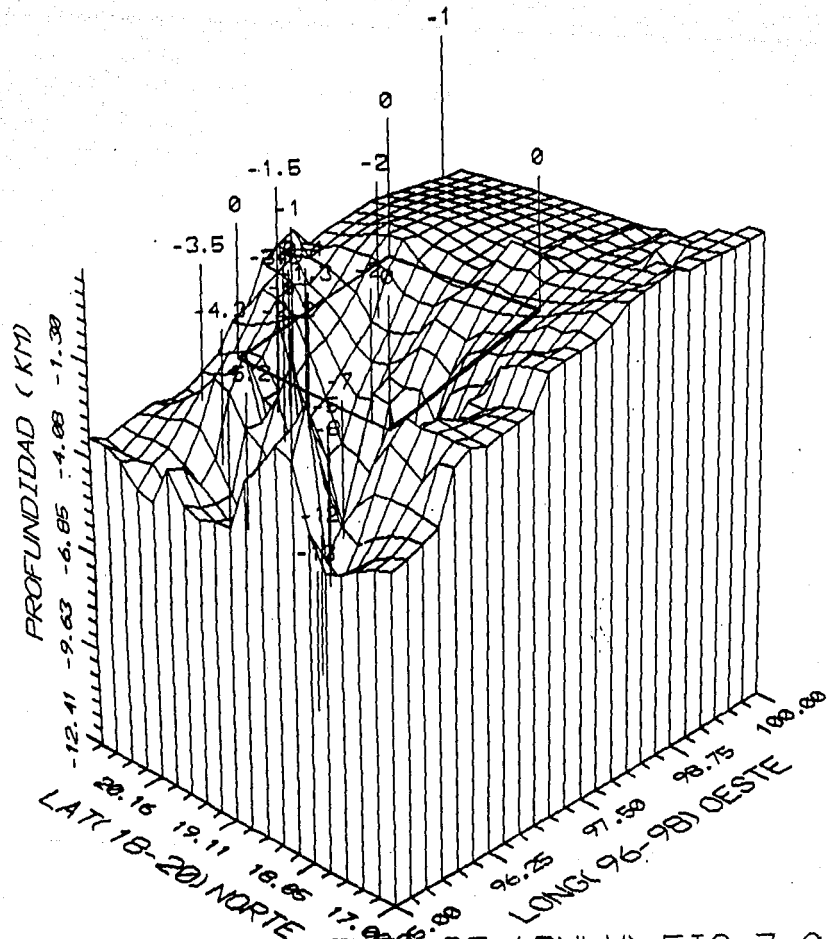
1).- Utilizar el reactor con el propósito de usarlo a su nivel máximo de potencia, así como el conocimiento del mismo, y el inventario de los materiales radiactivos que contiene.

2).- La aceptación y extensión de los estándares de ingeniería que son usados en su diseño.

3).- La extensión de los parámetros, que incorporen características únicas o no-usuales del comportamiento del mismo, que dé por resultado el conocimiento de la probabilidad o consecuencia de un accidente de liberación de materiales radiactivos.

4).- Las características de la seguridad, control ingenieril y de sus barreras que deben ser violadas como resultado de un accidente antes de que ocurra la liberación de material radiactivo al medio ambiente .

B).- Densidad de población y las características del uso del sitio, incluyendo el área de exclusión, zona de baja población y centros de población.



BASAMENTO DE (PNLV) FIG 7.0

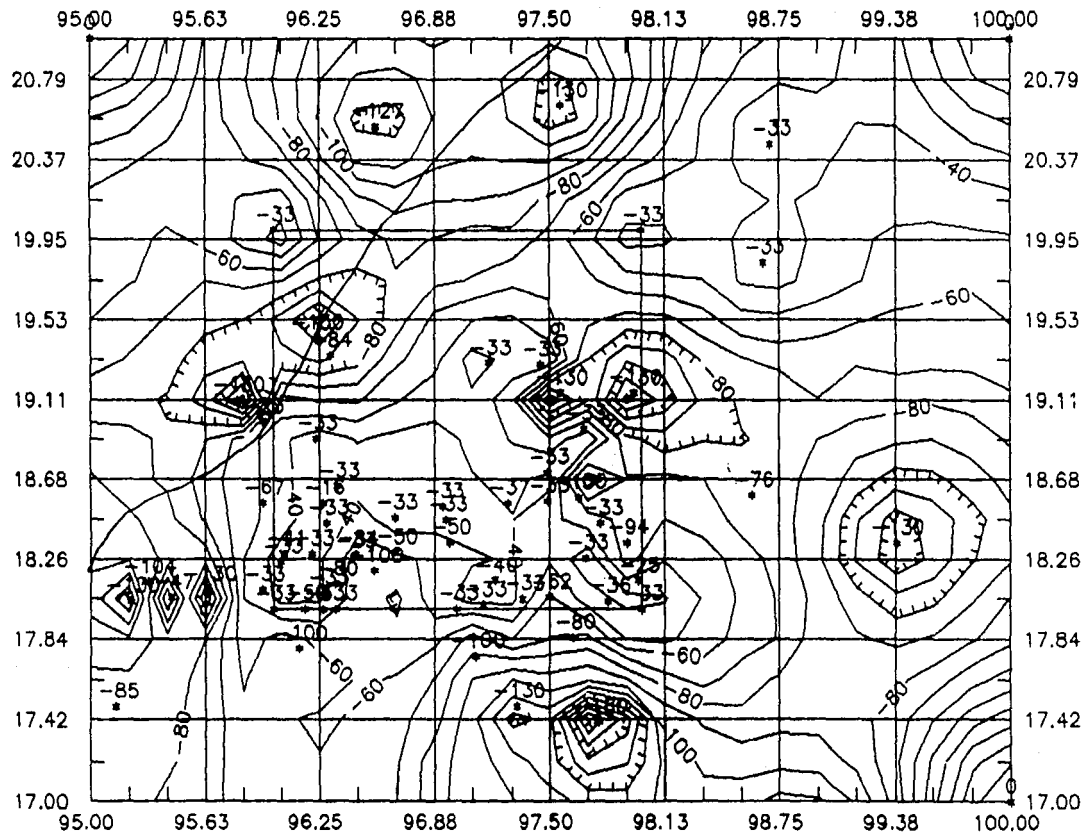
ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

3. El área de estudio cae en la zona penísmica o de baja actividad, aproximadamente entre los paralelos (19° - 20° N) mientras que en los (18° - 19° N) es zona sísmica (fig 5.0). La sismicidad en el período (1920-1982), alrededor de la PNLV es de magnitud media de 5 grados Richter y profundidad de 63 km (figs 7.2 y 7.2.a), localizándose en el interior de la placa de Cocos, la cual sufre deformaciones inducidas por el esfuerzo gravitacional de su propio peso. Estos esfuerzos se traducen en sismos que ocurren por fallas tensionales en la placa (Suaréz, 1988)

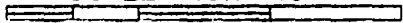
De los mapas calculados de riesgo sísmico en magnitud (fig.5.1) y todos los de predicción de aceleración en 1, 25 y 50 años (figs 5.4, 5.5 y 5.6) se encuentran alineados con el meridiano 97 grados Oeste en la dirección Norte-Sur, la mayoría de los máximos que corresponden al COFRE DE PEROTE que se encuentra aproximadamente a 60 km de la PNLV, mientras que los mínimos se presentan en el PICO DE ORIZABA, como sucede con los sismos de la (fig 5.0) guardando una correlación entre sí de sus máximos y mínimos.

4.) De los incisos anteriores se puede deducir que la predicción máxima de aceleración dentro de los próximos 50 años cerca de la PNLV será de 50 gales en localidad del COFRE DE PEROTE (fig 5.6), que sería la mitad del sismo base de operación OBE que es de 100 gales, infiriéndose también de las correlación gráfica entre (fig 7.0) y (figs 7.2 y 7.2.a) que corresponden a las profundidades del basamento y sísmicas respectivamente, observamos que promedio sísmico se genera en la litosfera oceánica, debido al esfuerzo gravitacional de la placa de Cocos que es más pesada que la astenósfera circundante y tiende a hundirse (sismos intermedios fig 4.2), cuyos epicentros están más al interior del continente. Si observamos la (fig 7.2) los sismos someros menor de 60 km se encuentran alineados en la dirección Este-Oeste en el paralelo 18° N, sugiriendo que éstos se originan en fallas superficiales asociadas a estructuras geológicas tensionales que existen en la zona es decir Gravens, Horts, calderas, etc. Existe probablemente una gran atenuación de la energía sísmica debido al contraste de densidad entre los distintos medios, es decir manto 3.40 gr/cm^3 , basamento 2.60 gr/cm^3 y los sedimentos 2.2 gr/cm^3 resultado de dispersión debidas a las fallas, fracturas, estratificación, etc y absorción por reflexión, refracción y difracción.

SISMOS PROF.(KMS) FIG.7.2



SCALE 1:0.7143



5.) El análisis de riesgo sísmico basado en la magnitud observada en el periodo de 1920 a 1982 en el sitio de la PNLV, el modo anual calculado es de 2.54 m., y 4.19 m., en la escala de Richter y la magnitud estimada e los siguientes 75 años es de 7.02m., y 8.1m., respectivamente en el sitio, ver (figs.5.1,2,3).

Para las predicciones de aceleración en diversos periodos se alcanza un valor de 0.1 g = OBE en 100 años y para 200 años se alcanza un valor de 114 gals. = 0.114 g mayor que OBE pero menor que el valor de 0.2 g = 200 gals que es SSE.(ver tablas de cálculo).

CATALOGO DE SISMOS (1920-1982) PARA ANALISIS DE
RIESGO SISMICO (EN MAGNITUD Y ACELERACION) EN
LA PLANTA NUCLEOELECTRICA DE LAGUNA VERDE (PNLV)
EN UNA VECCINDAD DE 2(GRADOS)=222.2 KMS.

627

ANO	MES	DIA	T M G (HORA)	LAT(N)	LON(W)	FOCO PROF	MAG (RICH)
1920	JAN	04	04 21 58	19.30	97.17	033	5.8
1920	APR	19	21 06 45.0	18.00	94.50	110	6.75
1928	FEB	09	04 39 06	17.85	97.63	080	7.7
1928	APR	16	03 26 15	17.75	97.10	100	7.7
1928	OCT	10	04 38 34.9	17.85	97.63	100	6.5
1937	JUL	26	03 47 13	18.20	96.55	085	7.3
1943	MAY	03	10 17 08.2	17.49	95.14	150	5.7
1945	JAN	18	18 06 34.0	18.50	93.80	040	5.6
1945	OCT	11	16 53 02.0	18.15	97.20	090	5.6
1946	JAN	11	18 42 09	18.2	94.3	033	5.6
1946	JAN	30	04 59 32.0	18.00	94.30	040	5.6
1946	JUL	11	04 46 40.4	17.24	94.33	180	5.5
1947	FEB	16	02 15 49.3	17.41	97.77	130	5.5
1948	JAN	06	17 25 56.9	16.70	98.87	130	5.5
1948	AUG	11	10 36 19.5	18.04	95.22	130	5.5
1949	AUG	01	08 03 52.1	19.43	96.23	130	5.0
1949	AUG	06	18 53 26.7	18.10	95.64	130	5.0
1954	APR	07	05 35 47.6	17.49	97.32	130	5.0
1954	APR	08	19 32 01.1	19.10	95.80	130	5.0
1954	MAY	28	08 01 32.9	18.35	99.38	130	5.0
1958	AUG	19	01 48 15.5	18.59	97.66	130	5.0
1959	APR	06	07 25 52.5	19.14	97.96	130	5.0
1959	MAY	05	01 30 49.5	19.14	97.96	130	5.0
1961	DEC	03	11 17 39.0	20.65	97.56	033	5.0
1963	JUN	04	20 28 46.0	18.10	95.94	127	4.3
1964	JUL	23	23 58 01.0	20.54	96.56	033	4.2
1965	FEB	03	21 25 33.1	18.72	97.49	100	4.0
1966	MAY	19	10 42 21.3	17.79	96.14	041	3.6
1966	NOV	28	20 10 43.3	18.29	96.06	067	4.4
1967	FEB	01	14 01 22.9	18.56	95.94	023	3.7
1967	MAR	11	14 45 02.0	18.99	95.94	047	5.3
1968	MAR	24	02 51 38.5	18.06	95.44	104	4.7
1970	MAY	05	18 22 21.6	18.14	95.31	094	4.6
1970	AUG	28	17 39 44.7	18.35	97.92	068	4.0
1970	NOV	06	02 32 00.1	19.65	94.75	033	4.2
1970	NOV	06	16 23 04.1	19.71	94.69	033	4.6
1970	NOV	12	20 47 08.0	18.90	96.23	033	3.9
1973	JAN	31	12 32 27.5	18.47	96.94	084	3.6
1973	AUG	28	09 50 38.0	18.29	96.45	084	6.8
1974	JUL	25	09 53 35.6	19.34	96.31	076	4.5
1975	AUG	25	05 01 41.5	18.60	98.60	033	3.9
1976	MAR	11	14 10 13.0	18.45	97.78	033	4.0
1976	MAY	06	04 36 27.0	20.45	98.70	033	4.0
1976	AUG	06	21 25 22.0	18.00	96.27	033	4.5
1976	NOV	03	10 14 20.0	19.83	98.66	033	3.0
1977	DEC	26	07 27 47.0	18.05	97.35	080	4.5
1978	JUL	16	20 01 07.0	18.13	96.34	033	4.0
1979	APR	09	18 53 37.0	18.29	96.21	050	3.0
1979	MAY	23	22 49 50.0	18.30	96.66	033	3.5

1980 MAY 31	19 45 36.0	18.00	96.34	033	3.0
1980 JUN 20	08 20 43.0	18.25	96.04	033	3.0
1980 AUG 09	17 28 24.0	18.00	97.00	033	3.7
1980 OCT 26	15 54 13.0	18.00	98.00	050	4.2
1980 OCT 29	01 52 35.0	18.00	96.17	050	3.3
1981 MAR 07	08 21 31.0	18.35	96.96	033	3.9
1981 AUG 01	14 16 43.4	18.65	96.35	033	3.9
1981 OCT 08	08 48 26.6	18.08	96.29	033	4.1
1981 OCT 15	20 06 45.9	19.29	97.45	036	4.2
1981 NOV 19	17 17 41.9	18.04	97.82	062	3.9
1981 NOV 26	00 05 13.8	18.06	97.50	025	3.7
1981 DEC 01	23 01 19.3	18.15	97.98	037	3.6
1982 APR 08	07 53 55.4	18.56	97.27	016	3.4
1982 APR 10	08 39 26.5	18.86	96.27	033	3.4
1982 JUL 04	17 41 15.4	18.95	97.69	033	4.1
1982 JUL 09	14 19 45.9	18.54	96.92	033	3.7
1982 JUL 09	14 41 45.6	18 48	96.66	033	3.7
1982 AUG 17	15 14 48.2	18.57	97.49	033	4.3
1982 AUG 21	04 25 59.1	18.28	96.44	033	3.9
1982 NOV 18	08 04 59.9	18.02	97.14	033	4.3
1982 NOV 28	04 10 52.7	18.45	96.29	033	3.4
13.12.23.UCLP, 70, PRINT01,		0.735KLS.			

** END OF LISTING **



1982

RIESGO SISMICO EN MAGNITUD (RICHTER)

19.80	96.30	3.68	4.90	5.93	5.99	5.80
19.80	96.40	3.68	4.90	5.93	5.99	5.80
19.80	96.50	3.88	5.05	5.88	5.96	5.80
19.80	96.60	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.80	96.70	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.80	96.80	3.12	4.74	5.79	5.94	5.80
19.80	96.90	3.12	4.75	5.78	5.97	5.80
19.70	96.00	2.99	5.39	6.95	7.46	6.80
19.70	96.10	2.18	5.42	7.47	7.90	7.30
19.70	96.20	2.47	5.52	7.45	7.86	7.30
19.70	96.30	2.54	5.28	7.02	7.38	6.80
19.70	96.40	2.54	5.28	7.02	7.38	6.80
19.70	96.50	3.01	5.39	6.95	7.48	6.80
19.70	96.60	2.18	5.42	7.47	7.90	7.30
19.70	96.70	2.18	5.42	7.47	7.90	7.30
19.70	96.80	2.32	5.17	7.00	7.52	6.80
19.70	96.90	2.32	5.17	7.00	7.52	6.80
19.60	96.00	3.37	5.94	7.59	7.86	7.30
19.60	96.10	2.21	5.43	7.46	7.93	7.30
19.60	96.20	3.25	5.85	7.63	7.82	7.30
19.60	96.30	3.34	5.85	7.63	7.79	7.30
19.60	96.40	3.24	5.87	7.62	7.84	7.30
19.60	96.50	3.36	5.94	7.58	7.69	7.30
19.60	96.60	2.21	5.43	7.46	7.93	7.30
19.60	96.70	2.98	5.79	7.65	7.88	7.30
19.60	96.80	3.05	5.78	7.65	7.85	7.30
19.60	96.90	3.01	5.81	7.64	7.89	7.30
19.50	96.00	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.50	96.10	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80

PNLV

RIESGO SISMICO EN MAGNITUD (RICHTER)

RIESGO SISMICO BASADO EN LA MAGNITUD SISMICA (RICHTER)

EN EL PERIODO (1920-1982) EN UNA CELULA

DE 1 (GRAD)=111.1 KM.

GEOGR.CJRD.	AN.MODE	90%NBE	75YMODE	75Y90%NBE	MAXOBS	
20.00	96.00	3.35	4.88	5.92	6.03	5.80
20.00	96.10	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
20.00	96.20	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
20.00	96.30	3.76	4.96	5.90	5.97	5.80
20.00	96.40	3.69	4.90	5.93	5.99	5.80
20.00	96.50	3.28	4.88	5.92	6.07	5.80
20.00	96.60	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
20.00	96.70	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
20.00	96.80	3.41	4.82	5.76	5.87	5.80
20.00	96.90	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.90	96.00	4.01	5.05	5.88	5.93	5.80
19.90	96.10	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.90	96.20	3.15	4.74	5.79	5.92	5.60
19.90	96.30	3.69	4.90	5.93	5.99	5.80
19.90	96.40	3.52	4.92	5.85	5.93	5.80
19.90	96.50	3.88	5.05	5.88	5.96	5.80
19.90	96.60	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.90	96.70	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.90	96.80	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.90	96.90	3.42	4.82	5.76	5.87	5.80
19.80	96.00	4.01	5.05	5.88	5.93	5.80
19.80	96.10	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.80	96.20	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80

RIESGO SISMICO EN MAGNITUD (RICHTER)

19.50	96.20	3.76	4.96	5.90	5.97	5.80
19.50	96.30	3.69	4.90	5.93	5.99	5.80
19.50	96.40	3.28	4.88	5.92	6.07	5.80
19.50	96.50	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.50	96.60	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.50	96.70	3.41	4.82	5.76	5.87	5.80
19.50	96.80	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.50	96.90	3.15	4.72	5.74	6.04	5.80
19.40	96.00	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.40	96.10	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.40	96.20	3.69	4.90	5.93	5.99	5.80
19.40	96.30	3.62	4.92	5.85	5.93	5.80
19.40	96.40	3.88	5.05	5.88	5.96	5.80
19.40	96.50	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.40	96.60	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.40	96.70	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.40	96.80	3.42	4.82	5.76	5.87	5.80
19.40	96.90	3.67	4.93	5.74	5.86	5.80
19.30	96.00	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.30	96.10	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.30	96.20	3.68	4.90	5.93	5.99	5.80
19.30	96.30	3.68	4.90	5.93	5.99	5.80
19.30	96.40	3.88	5.05	5.88	5.96	5.80
19.30	96.50	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.30	96.60	3.15	4.74	5.79	5.92	5.80
19.30	96.70	3.12	4.74	5.79	5.94	5.80
19.30	96.80	3.12	4.75	5.78	5.97	5.80
19.30	96.90	3.67	4.93	5.74	5.96	5.80
19.20	96.00	2.18	5.42	7.47	7.90	7.30

RIESGO SISMICO EN MAGNITUD (RICHTER)

19.20	96.10	2.47	5.52	7.45	7.86	7.30
19.20	96.20	2.54	5.28	7.02	7.38	6.80
19.20	96.30	2.54	5.28	7.02	7.38	6.80
19.20	96.40	3.01	5.39	6.95	7.48	6.80
19.20	96.50	2.18	5.42	7.47	7.90	7.30
19.20	96.60	2.18	5.42	7.47	7.90	7.30
19.20	96.70	2.32	5.17	7.00	7.52	6.80
19.20	96.80	2.32	5.17	7.00	7.52	6.80
19.20	96.90	2.91	5.29	6.92	7.61	6.80
19.10	96.00	2.21	5.43	7.46	7.93	7.30
19.10	96.10	3.25	5.85	7.63	7.82	7.30
19.10	96.20	3.34	5.85	7.63	7.79	7.30
19.10	96.30	3.24	5.87	7.62	7.84	7.30
19.10	96.40	3.36	5.94	7.58	7.89	7.30
19.10	96.50	2.21	5.43	7.46	7.93	7.30
19.10	96.60	2.98	5.79	7.65	7.88	7.30
19.10	96.70	3.05	5.78	7.65	7.85	7.30
19.10	96.80	3.01	5.81	7.64	7.89	7.30
19.10	96.90	3.19	5.89	7.60	7.94	7.30

RIESGO SISMICO EN MAGNITUD (RICHTER)

RIESGO SISMICO BASADO EN LA MAGNITUD SISMICA (RICHTER)

EN EL PERIODO DE (1920-1982) EN UNA CELULA

DE 2 (GRAD)=222.2 KM.

GEJGR.COORD.	AN.MODE	90%NBE	75YMODE	75Y90%NBE	MAXOBS	
20.00	96.00	4.91	6.73	7.98	8.12	7.70
20.00	96.20	4.22	6.54	8.01	8.29	7.70
20.00	96.40	4.19	6.53	8.01	8.30	7.70
20.00	96.60	4.00	6.46	8.02	8.39	7.70
20.00	96.80	3.98	6.45	8.02	8.40	7.70
20.00	97.00	4.84	6.72	7.99	8.14	7.70
20.00	97.20	3.96	6.45	8.02	8.41	7.70
20.00	97.40	3.93	6.44	8.03	8.43	7.70
20.00	97.60	3.92	6.44	8.03	8.40	7.70
20.00	97.80	3.90	6.43	8.03	8.42	7.70
19.80	96.00	4.91	6.74	7.98	8.12	7.70
19.80	96.20	4.22	6.54	8.01	8.29	7.70
19.80	96.40	4.19	6.53	8.01	8.30	7.70
19.80	96.60	4.21	6.54	8.01	8.31	7.70
19.80	96.80	4.05	6.47	8.01	8.41	7.70
19.80	97.00	4.86	6.73	7.99	8.13	7.70
19.80	97.20	3.96	6.45	8.02	8.41	7.70
19.80	97.40	3.93	6.44	8.03	8.43	7.70
19.80	97.60	3.97	6.45	8.02	8.41	7.70
19.80	97.80	3.97	6.45	8.02	8.41	7.70
19.60	96.00	4.92	6.75	7.97	8.12	7.70
19.60	96.20	4.22	6.54	8.01	8.29	7.70

PNLV



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES

GERENCIA DE SEGURIDAD RADIOLOGICA Hoja 10 de 16

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD RADIOLOGICA OPERATIVA

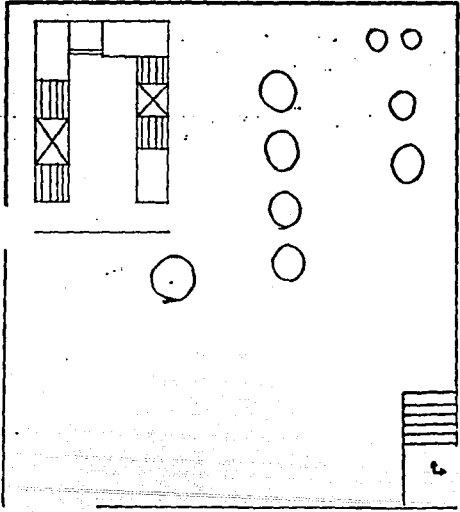
ININ

INSPECCION RADIOLOGICA

TOMO LAS LECTURAS	REGISTRO LAS LECTURAS	AREA Y COMPARTIMIENTO REFINACION Y CONVERSION
-------------------	-----------------------	--

MOTIVO DE LA INSPECCION: <input type="checkbox"/> RUTINARIA <input type="checkbox"/> SOLICITADA P.O. Nº _____ <input type="checkbox"/> QUERRESQUE <input type="checkbox"/> OTRA (ESPECIFIQUE) _____	EQUIPO USADO: MONITOR _____ SENSOR _____ OTRO (ESPECIFIQUE) _____	FOLIO: _____ FECHA: _____ HORA: _____
---	--	---

TIPO DE INSPECCION	OBSERVACIONES	RADIACION RESULTADOS
<input type="checkbox"/> RADIACION: UNIDADES <input type="checkbox"/> CONTACTO (CO) <input type="checkbox"/> PISO (PI) <input type="checkbox"/> CINTURA (CI) <input type="checkbox"/> CABEZA (CA) <input type="checkbox"/> OTRO (ESPECIFIQUE) _____		1 FONDO
<input type="checkbox"/> CONTAMINACION: UNIDADES <input type="checkbox"/> MUESTRO (FROTIS) (F) <input type="checkbox"/> BARRIDO (ESPATULO) (B) FONDO: _____ <input type="checkbox"/> OTRO (ESPECIFIQUE) _____		2
		3
		4
		5
		6
		7
		8
		9
		10
		11
		12



CONTAMINACION RESULTADOS
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

PIESGD SEISMIC-EM-MAGNITUDE(RICHTER)

19.60	96.40	4.24	6.54	8.00	8.30	7.70
19.60	96.60	4.21	6.54	8.01	8.31	7.70
19.60	96.80	4.05	6.47	8.01	8.41	7.70
19.60	97.00	4.89	6.74	7.98	8.12	7.70
19.60	97.20	3.96	6.45	8.03	8.41	7.70
19.60	97.40	4.00	6.46	8.02	8.42	7.70
19.60	97.60	3.97	6.45	8.02	8.43	7.70
19.60	97.80	3.97	6.45	8.02	8.41	7.70
19.40	96.00	5.78	6.96	7.99	8.04	7.70
19.40	96.20	4.29	6.56	7.99	8.31	7.70
19.40	96.40	4.24	6.54	8.00	8.30	7.70
19.40	96.60	4.21	6.54	8.01	8.31	7.70
19.40	96.80	4.05	6.47	8.01	8.41	7.70
19.40	97.00	5.50	6.91	8.02	8.10	7.70
19.40	97.20	4.07	6.47	8.00	8.42	7.70
19.40	97.40	4.00	6.46	8.02	8.42	7.70
19.40	97.60	3.97	6.45	8.02	8.43	7.70
19.40	97.80	3.97	6.45	8.02	8.41	7.70
19.20	96.00	5.65	6.96	7.99	8.06	7.70
19.20	96.20	4.29	6.56	7.99	8.31	7.70
19.20	96.40	4.24	6.54	8.00	8.30	7.70
19.20	96.60	4.21	6.54	8.01	8.31	7.70
19.20	96.80	4.08	6.44	7.94	8.32	7.70
19.20	97.00	5.43	6.91	8.02	8.11	7.70
19.20	97.20	4.07	6.47	8.00	8.42	7.70
19.20	97.40	4.00	6.46	8.02	8.42	7.70
19.20	97.60	3.97	6.45	8.02	8.43	7.70
19.20	97.80	4.00	6.46	8.02	8.40	7.70
19.00	96.00	4.22	6.54	8.01	8.29	7.70

RIESGO SISMICO EN MAGNITUD (RICHTER)

17.00	96.20	4.19	6.53	8.01	8.30	7.70
19.00	96.40	4.00	6.46	8.02	8.39	7.70
19.00	96.60	3.98	6.45	8.02	8.40	7.70
19.00	96.80	4.84	6.72	7.99	8.14	7.70
19.00	97.00	3.96	6.45	8.02	8.41	7.70
19.00	97.20	3.93	6.44	8.03	8.43	7.70
19.00	97.40	3.92	6.44	8.03	8.40	7.70
19.00	97.60	3.90	6.43	8.03	8.42	7.70
19.00	97.80	4.76	6.70	8.01	8.16	7.70
18.80	96.00	4.22	6.54	8.01	8.29	7.70
18.80	96.20	4.19	6.53	8.01	8.30	7.70
18.80	96.40	4.21	6.54	8.01	8.31	7.70
18.80	96.60	4.05	6.47	8.01	8.41	7.70
18.80	96.80	4.86	6.73	7.99	8.13	7.70
18.80	97.00	3.96	6.45	8.02	8.41	7.70
18.80	97.20	3.93	6.44	8.03	8.43	7.70
18.80	97.40	3.97	6.45	8.02	8.41	7.70
18.80	97.60	3.97	6.45	8.02	8.41	7.70
18.80	97.80	4.79	6.71	8.00	8.15	7.70
18.60	96.00	4.22	6.54	8.01	8.29	7.70
18.60	96.20	4.24	6.54	8.00	8.30	7.70
18.60	96.40	4.21	6.54	8.01	8.31	7.70
18.60	96.60	4.05	6.47	8.01	8.41	7.70
18.60	96.80	4.89	6.74	7.98	8.12	7.70
18.60	97.00	3.96	6.45	8.03	8.41	7.70
18.60	97.20	4.00	6.46	8.02	8.42	7.70
18.60	97.40	3.97	6.45	8.02	8.43	7.70
18.60	97.60	3.97	6.45	8.02	8.41	7.70
18.60	97.80	4.84	6.72	7.99	8.14	7.70

RIESGO SISMICO EN MAGNITUD (RICHTER)

18.40	96.00	4.29	6.56	7.99	8.31	7.70
18.40	96.20	4.24	6.54	8.00	8.30	7.70
18.40	96.40	4.21	6.54	8.01	8.31	7.70
18.40	96.60	4.05	6.47	8.01	8.41	7.70
18.40	96.80	5.50	6.91	8.02	8.10	7.70
18.40	97.00	4.07	6.47	8.00	8.42	7.70
18.40	97.20	4.00	6.46	8.02	8.42	7.70
18.40	97.40	3.97	6.45	8.02	8.43	7.70
18.40	97.60	3.97	6.45	8.02	8.41	7.70
18.40	97.80	5.50	6.90	8.04	8.11	7.70
18.20	96.00	4.29	6.56	7.99	8.31	7.70
18.20	96.20	4.24	6.54	8.00	8.30	7.70
18.20	96.40	4.21	6.54	8.01	8.31	7.70
18.20	96.60	4.08	6.44	7.94	8.32	7.70
18.20	96.80	5.43	6.91	8.02	8.11	7.70
18.20	97.00	4.07	6.47	8.00	8.42	7.70
18.20	97.20	4.00	6.46	8.02	8.42	7.70
18.20	97.40	3.97	6.45	8.02	8.43	7.70
18.20	97.60	4.00	6.46	8.02	8.40	7.70
18.20	97.80	5.47	6.91	8.03	8.10	7.70

5 P.1550 5 5 (10) EN ACELERACION (CM/S**2)

6 HAZARD ANALYSIS IN A GIVEN REGION BASED ON THE

7 GUMBEL & STATISTICAL THEORY OF EXTREME VALUES,

8 NUMBER OF PROCESSED EARTHQUAKE DATA 47

9 HAZARD ANALYSIS BASED ON THE ACCELERATION VALUES IN CM/SEG**2

10 SIZE OF EARTHQUAKE SOURCE REGION 111.10KMS

11 19.70 N 96.30 W

12 *****

	K	YEAR	AMP	RANKED	G(Y)	PROB	L
13	1	1920	26.993	7.238	1.339	.769	1
14	2	1921	57.552	7.559	1.419	.785	2
15	30	1949	10.276	7.979	1.506	.801	3
16	31	1950	9.293	8.039	1.598	.817	4
17	35	1954	9.752	9.298	1.695	.833	5
18	36	1955	7.559	9.752	1.806	.849	6
19	45	1964	7.979	9.973	1.926	.864	7
20	46	1965	8.039	10.276	2.059	.880	8
21	47	1966	7.238	12.569	2.210	.896	9
22	48	1967	39.575	21.164	2.384	.912	10
23	49	1968	21.164	26.993	2.593	.928	11
24	54	1973	42.825	39.575	2.846	.944	12
25	55	1974	42.825	42.825	3.184	.959	13
26	56	1975	12.569	42.825	3.688	.975	14
27	63	1982	9.973	57.552	4.720	.991	15

28 NUMBER OF OBSERVED SHOCKS 15

29 BETWEEN 1920 1982 YEARS

RI:SGO 515 (7) EN ACCELERACION (CM/S**2)

U=***#**#**#*
 D.D.F U=8.8501 1/A=12.4457 SO OF 1/A=5.0365 R=.8720

ESTANDARIZADO

-11.41	45.84	1	YEAR
28.65	85.91	25	YEARS
37.28	94.53	50	YEARS
45.91	103.15	100	YEARS
54.53	111.79	200	YEARS

LAT	LOX	1YEAR	25YRS	50YRS	100 YRS	200YRS	
19.70	96.30	-11.41	28.65	37.28	45.91	54.53	MODE
19.70	96.30	45.84	85.91	94.53	103.15	111.79	99.7 PR. OF NB

19.70 N 96.40 W

K	YEAR	AMP	RANKED	G(Y)	PROB	L
1	1920	30.566	7.087	1.339	.769	1
2	1921	68.286	7.101	1.419	.785	2
30	1949	10.256	7.702	1.506	.801	3
31	1950	8.901	8.240	1.598	.817	4
35	1954	9.370	8.901	1.693	.833	5
36	1955	7.101	9.370	1.806	.849	6
45	1964	8.240	10.256	1.926	.864	7
46	1965	7.702	11.576	2.059	.880	8
47	1966	7.087	11.620	2.210	.896	9
48	1967	35.501	18.625	2.384	.912	10
49	1968	18.625	30.566	2.590	.928	11
54	1973	43.661	35.501	2.846	.944	12

PHU H A F I U I B A I

3R 1 C M S (157) X 270 C M S (117)

RIESGO SISMICO EN ACELERACION (CM/S**2)

DIZO

5	1974	41.633	41.633	3.184	.959	13
6	1975	11.576	43.661	3.688	.975	14
6	1982	11.620	68.286	4.720	.991	15

NUMBER OF OBSERVED SHOCKS 15

BETWEEN 1920 1982 YEARS

U=***** SD OF U=6.8512 1/A=12.7527 SD OF 1/A=5.1255 R= .8777

-12.01	46.65	1	YEAR
29.04	87.70	25	YEARS
37.88	96.54	50	YEARS
46.71	105.38	100	YEARS
55.55	114.22	200	YEARS

LAT	LDN	1YEAR	25YRS	50YRS	100 YRS	200YRS	MODE
19.70	96.40	-12.01	29.04	37.88	46.71	55.55	MODE
19.70	96.40	46.65	87.70	96.54	105.38	114.22	99.% PR. OF NB

PUNTA LINDA

30' LIMS (15' X 27.8 CMS (11")

5 NIESGU 815410 LH ACELERACION (CM/S**2)

HAZARD ANALYSIS IN A GIVEN REGION BASED ON THE
BEST AVAILABLE STATISTICAL THEORY OF EXTREME VALUES,

NUMBER OF PROCESSED EARTHQUAKE DATA 47

HAZARD ANALYSIS BASED ON THE ACCELERATION VALUES IN CM/SEG**2

SIZE OF EARTHQUAKE SOURCE REGION 222.20KMS

19.20N 96.40W

<	YEAR	AMP	RANKED	G(Y)	PROB	L
1	1920	28.281	2.473	.101	.405	1
2	1921	53.197	3.350	.144	.421	2
9	1928	54.680	4.778	.188	.437	3
10	1929	82.273	5.191	.232	.452	4
18	1937	81.267	5.260	.276	.468	5
19	1938	68.441	5.542	.321	.484	6
24	1943	6.998	5.841	.357	.500	7
26	1945	12.847	5.970	.413	.516	8
27	1946	20.536	6.053	.459	.532	9
29	1948	8.923	6.351	.507	.548	10
30	1949	9.712	6.734	.555	.563	11
31	1950	6.361	6.998	.605	.579	12
35	1954	9.375	7.866	.656	.595	13
36	1955	5.542	7.903	.708	.611	14
39	1958	5.191	8.923	.761	.627	15
40	1959	9.368	9.176	.816	.643	16
41	1960	7.866	9.285	.873	.658	17
42	1961	7.903	9.368	.931	.674	18
43	1962	15.399	9.375	.992	.690	19
44	1963	4.778	9.582	1.055	.706	20

FORM NO. 11-14 (REV. 1-64)

38-10245 (REV. 2-29-64) (REV. 1-67)

1.500 SIS EN ACCELERACION (CM/S#2)

45	1964	9.562	9.624	1.121	.722	21
46	1965	5.970	9.712	1.190	.738	22
47	1966	11.412	11.315	1.262	.753	23
48	1967	40.235	11.412	1.334	.769	24
49	1968	11.710	11.710	1.419	.785	25
50	1969	3.350	12.847	1.506	.801	26
51	1970	6.053	14.068	1.593	.817	27
52	1971	5.841	15.399	1.698	.833	28
54	1973	61.797	20.536	1.806	.849	29
55	1974	45.524	28.281	1.926	.864	30
56	1975	6.734	40.235	2.059	.880	31
57	1976	11.315	45.524	2.210	.896	32
58	1977	9.624	53.197	2.384	.912	33
59	1978	9.178	54.680	2.590	.928	34
60	1979	5.260	61.797	2.846	.944	35
61	1980	2.473	68.441	3.184	.959	36
62	1981	9.285	61.267	3.688	.975	37
63	1982	14.068	82.273	4.720	.991	38

NUMBER OF OBSERVED SHOCKS 38
 BETWEEN 1920 1982 YEARS

$U = 1.8603$ SD OF $U = 1.1496$ $1/\lambda = 9.1407$ SD OF $1/\lambda = 1.9155$ $P = .8775$

1.86	43.91	1	YEAR
31.28	73.33	25	YEARS
37.62	79.67	50	YEARS
43.95	86.00	100	YEARS
50.29	92.34	200	YEARS

AT JGU 515810 EN ACELERACION (CM/S**2)

LAT

10200

1YEAR 25YRS 50YRS 100 YRS 200YRS

	1YEAR	25YRS	50YRS	100 YRS	200YRS	MODE
17780	46.40	1.86	31.28	37.62	43.95	50.29
19.80	46.40	43.91	73.33	79.67	86.00	92.34 99.7 PR. OF NBF

1

PHOTO ALUMINA

3M CMS 1574279 CMS 157

REFERENCIAS

Agocs. W. B., 1958. Results of airborne magnetometer profile from Brownsville, Texas to Guatemala City. *Geophysics*, 23, 726-737.

Atwater.T. 1970. Implications of plate tectonics for the Cenozoic tectonic evolution of Western North America, G.S.A. Bull., 81, p 3513-3536.

Anderson.T.H & Schmidt.V. 1983. The evolution of middle America and the Gulf of Mexico-Caribbean sea region during mesozoic time. G.S.A. Bull. v.94, p 941-996.

Beck. M.E. 1980. Paleomagnetic record of plate-margin tectonic processes along of western edge of North America. *J.Geophys.Res.*, 85, 7115.

Belousov.V.V., 1970. Against the hypothesis of ocean-floor spreading. *Tectonophysics*, 9, p 489-511.

Böhnel.H & Negendank.J.F 1981. Preliminar results of paleomagnetic measurements of Tertiary and Quaternary igneous rocks from the Eastern part of the Trans-Mexican volcanic belt. *geof.intern.*, 20, p 235-248.

Bremer.M & Urrutia.J.1985. Magnetoestratigrafía y variaciones del campo geomagnético en rocas volcánicas del centro de México. *Rev.Ingenieria.UNAM*.

Buffler.R.T. 1979. Gravity slide origin for Mexican ridges holdbelt Southwestern Gulf of Mexico, A.A.P.G., Bull. v. 63, p 476.

Burton.P.W. et.al. 1986. Seismic hazard parameter using Gumbel's theory of extreme value statistic *Computers & Geosciences*. vol.12. no.1, p 29-46.

Burton, P.W., Main, I.G., and Long, R.E., 1983, Perceptible earthquakes in the central and eastern United States (examined using Gumbel's third distribution of extreme values): *Bull. Seism. SOC. America*, v. 73, no. 2, p. 497-518.

Robin, C. & Cantagrel, J. M., 1982. Le Pico de Orizaba (Mexique) structure et evolution d'un grand volcan andesitique complexe. Bull. Volc. 45, 299-315.

Robin, C. & Tournon, J., 1978. Spatial relation of andesitic and alkaline provinces in Mexico and Central America. Can J. Earth Sci., 15, 1633-1641.

Schmidt-Effing, R., 1980. The Huayacocotla aulacogen in Mexico (Lower Jurassic) and the origin of the Gulf of Mexico. In: The origin of the Gulf of Mexico and the early opening of the central North Atlantic Ocean. Proc. Symp. Louisiana State Univ., 79-86.

Shurbet, D. H. & Cebull, S. E., 1975. The age of the crust beneath the Gulf of Mexico. Tectonophysics, 28, T25-T30.

Shurbet, D. H. & Cebull, S. E., 1984. Tectonic interpretation of the Trans-Mexico volcanic belt. Tectonophysics, 101, 159-165.

Suárez-Reynoso, G. et al., 1990. Geometry of subduction and depth of the seismogenic zone in Guerrero gap, Mexico. Nature, Vol. 345, No. 6273, pp. 336-338, 24th May 1990. Macmillan Magazines Ltd.

Tarantola A., 1987. Inverse Problem Theory, Institute de Physique du Globe, Paris, France. Elsevier Science Publisher.

Talwani, M. & J. R. Hertzler, 1964. Computation of Magnetic Anomalies Caused and two-dimensional Structures of Arbitrary Shape. Stanford Univ. Pub. Geol. Sci. 9, p 464-480.

Tarling, D. H., 1983. Paleomagnetism. Chapman & Hall, England, 379 p.

Urrutia y Castillo, 1977.: Un modelo del eje volcánico mexicano. Bol. S.G.M. V. 38, p. 18-28.

Urrutia J., 1981. Paleomagnetism and Tectonics of Middle America. Geof. Intern. Spec. Issue, v. 20, 130-270.

Urrutia J., 1981. Paleomagnetism of the Jantatelco granodiorites and Tepexco volcanic group and inferences for crustal block rotations in central Mexico. Tectonophysics, 76, 149-168.

Urrutia, F.J., 1984: Plate reconstruction from Paleozoic paleomagnetism on the tectonic evolution of Mexico, Geodynamic series, Geophys. Union 12, p. 29-44.

Urrutia, F.J., 1986: Sea floor spreading and evolution of the East Pacific rise between 12° N. and 14.5° . Series No. 21, 29 de julio de 1986. Comunicación técnica del instituto de Geofísica UNAM.

Urrutia, F.J., 1986. Crustal thickness, heatflow, and magmatism and tectonics of Mexico -preliminary report, Geof. intern V.25 p.559-573.

Urrutia, F.J., D.J., Morán Zenteno y E. Cabral Cano., 1987. Paleomagnetism and tectonics of Mexico. Geof. Intern. V.26 p.429-458

Urrutia, J., Moran, D.J. & Campos, J.O., 1985. Paleomagnetismo, magnetoestratigrafía y magnetismo de las rocas en el campo geotérmico de Los Azufres, Michoacán. Rep. Int. C.F.E. 05-85.

Viniegra, F., 1965, Geología del Macizo de Teziutlan y de la cuenca Cenozoica de Veracruz: Bol. Asoc. Mex. de Geol. Petr., v.17, n.7-12.

Werle, D. 1984. The role airphoto and satellite image interpretation in analysis volcanic landforms and structures in the eastern part of the Trans Mexican volcanic belt, Mexico. M.Sc. Thesis, Department Geography, McGill University, Montreal Quebec, Canada, 163 p.

Yegulab, T.M., & Kuo, J.T., 1974., Statistical prediction of the occurrence of maximum magnitude earthquakes: Bull. Seism. Soc. America, v.64, n.2, p.393-414.