

Mesa No. 9: CIENCIAS DE LA TIERRA.

Institución: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES.

Ponente: M.en.I. JESUS HERNAN FLORES RUIZ.



MX9500078

**Curriculum:**

Ingeniero Geofísico y Maestro en Ingeniería especialidad en exploración. Actualmente es candidato a Doctor en Geofísica de Exploración en el Instituto de Geofísica de la UNAM. Cuenta con 17 años de experiencia en el campo de exploración en diversas empresas (ICA, CAASA y PEMEX) oceanografía física, sismología de reflexión y procesamiento sismológico los 3 primeros años. En el ININ es ingeniero especialista en gravimetría, magnetometría, geostatística y riesgo sísmico, asesorando diferentes proyectos dentro del ININ.

**Ponencia: ESTIMACION DE LA ESTRUCTURA INTERNA DE LA FAJA VOLCANICA MEXICANA POR MEDIO DE DATOS GRAVIMETRICOS**

**Resumen:**

Los datos gravimétricos regionales en la Faja Volcánica Mexicana FVM y sus alrededores han sido analizados usando el método espectral, para estimar la profundidad de la estructura interna de la FVM. Los perfiles cortos con orientación N-S, dan un modelo de 4 capas con profundidades promedio del orden de 24, 34, 56, y 83 kilómetros. Solo los perfiles comprendidos entre 97°W a 102°W dan un espesor mayor de corteza que el resto de los perfiles con la misma orientación. Estos se encuentran asociados a los valles de Toluca, D.F. y Puebla donde se estimó el máximo espesor de corteza.

Para los 3 perfiles largos con orientación E-W, dan un modelo de 3 capas. La tendencia de la primera capa nos da el espesor cortical en la latitud 18°N es de 38 km, en 19.7°N es de 54 km y más al norte en 21°N es de 59 km. Esta tendencia a ser más profunda la corteza se asocia al mínimo gravimétrico del mapa de anomalía de Bouguer.

## 1. INTRODUCCION

El análisis espectral de perfiles gravimétricos (Syberg, 1972; Cianciara and Marcak, 1976 y Mishra and Pederson, 1982) proporcionan una estimación promedio de la profundidad de los cuerpos fuentes y sus interfases.

El método consiste en estimar la pendiente del logaritmo del espectro de potencia de los datos gravimétricos los cuales están relacionados con el porcentaje de profundidad de la parte superior del ensamble de cuerpos fuente. La penetración del método esta asociada a la longitud del perfil en estudio (Suey et al, 1977), un perfil con longitud L da una profundidad máxima de  $L/2\pi$ .

La digitalización de los perfiles cortos (97°w, 98°w...106°w ), y los tres perfiles largos con dirección este - oeste se realizó cada 6 minutos de arco, que equivale para nuestra latitud del orden de 11.11 kilometros. la frecuencia de corte asociada es  $Kc=\pi/11.11=0.2850$  rad/km y los incrementos de frecuencia  $\Delta K=2\pi/L$ , donde L es la longitud del perfil analizar (Cianciara and Marcak, 1976).

Se filtraron los espectros de los perfiles por medio del filtro pasa-bajos de 0 a  $Kc=0.2850$  rad/km, sufriendo distorsión del orden de 5% al 10% con respecto a los datos originales generando de esta manera una interpretación errónea. ( Javid and Brenner, 1963). ver figura A.

Despues se suavizaron los espectros de potencia por medio de promedios móviles de tres puntos, con pesos de (1/4,1/2,1/4) , para dejar pasar frecuencias bajas las cuales están asociadas generalmente a los cuerpos profundos.

En este trabajo, nosotros reportamos un estudio preliminar de la estructura de la corteza interna de la parte superior, media e inferior y de la frontera corteza-manto, de la Faja Volcánica Mexicana y sus provincias cercanas. Estas estimaciones son preliminares, debido a la cantidad de datos que utilizamos y posteriormente realizaremos un modelo tridimensional de la estructura de la corteza con más métodos de exploración.

### Faja Volcánica Mexicana.

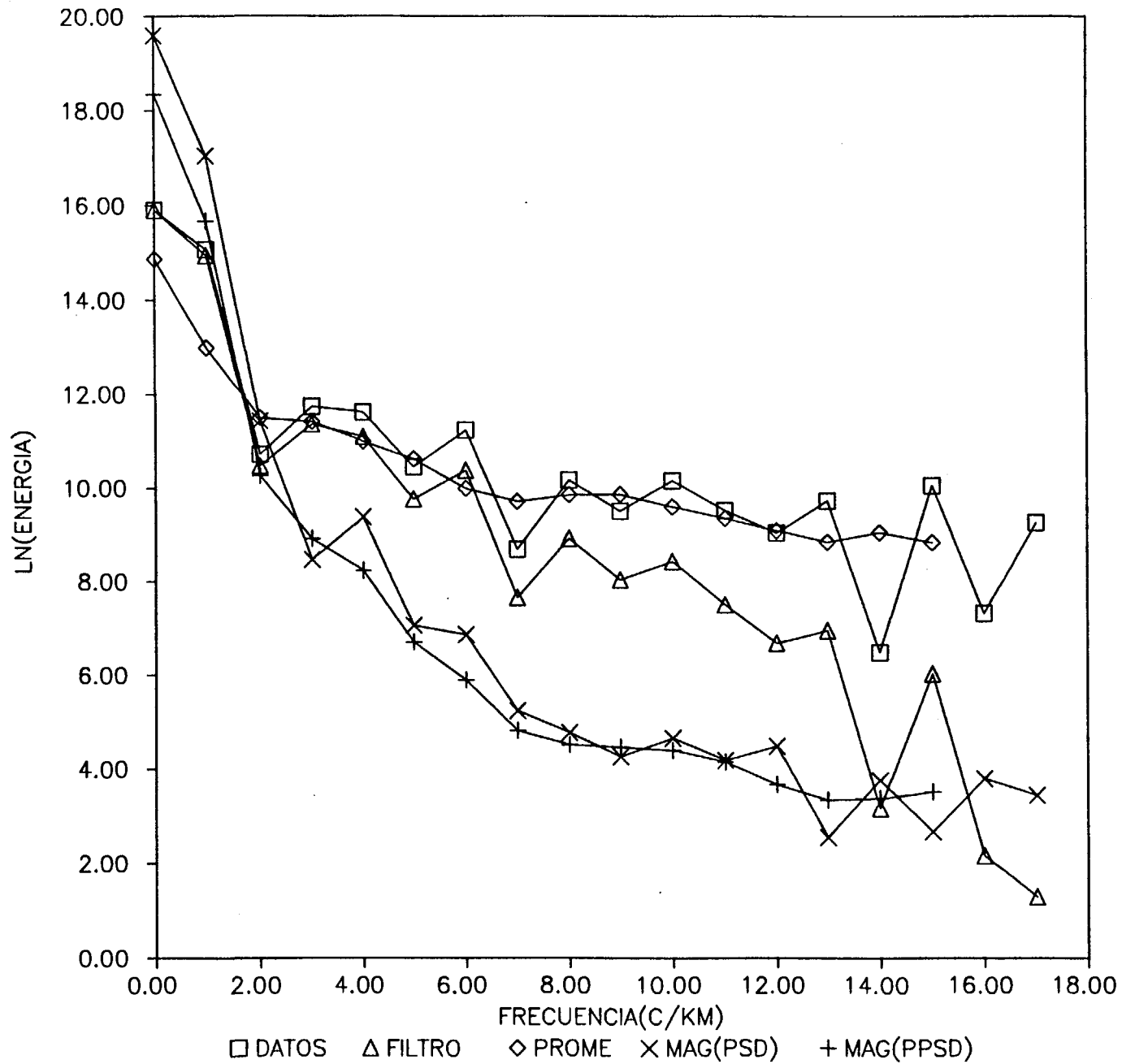
Se acostumbra referirse a la Faja Volcánica Mexicana FVM como una cadena montañosa de origen volcánico con una orientación general E-W, que atraviesa México desde el Golfo de México hasta el Océano Pacífico y se extiende a grosso modo entre los paralelos 19° y 21° de latitud norte. Donde predominan productos volcánicos de diferentes edades , composición y tipos.

En la figura 1 se describe la litología que aflora en la FVM y sus alrededores agrupandola en 5 grandes grupos de acuerdo con sus distintas edades y tipos.

1) El grupo representado en blanco en la figura 1.0, esta constituido por el afloramiento de las rocas predominantemente andesíticas, de edad pliocuatemaria; el vulcanismo que le ha dado origen ha ocurrido tanto por fisuras como por aparatos volcánicos generalmente compuestos, y alineados regionamente en la dirección este a oeste.

(FIG. A)

98W DE LA FVM



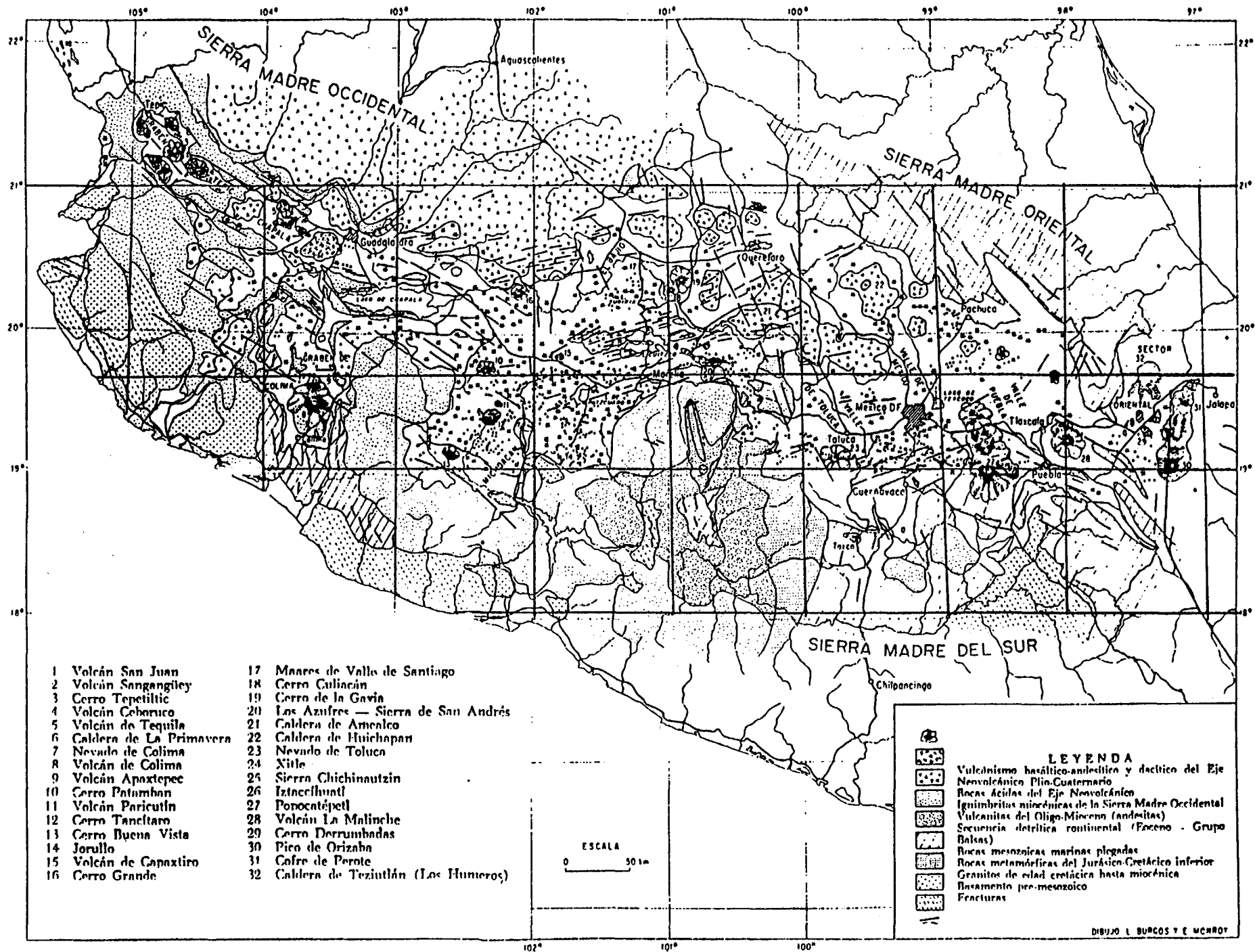


Figura 1 -- Mapa geológico simplificado del Eje Neovolcánico Transmexicano.

2) El grupo de la Sierra Madre Occidental SMOC con rocas variadas y distribuidas ampliamente, la cual es típica por su origen volcánico y de edad Terciaria; productos ignimbríficos y riolíticos, de edad predominantemente Oligocénica.

3) El grupo Mesozoico, constituye un antiguo basamento de origen volcánico-sedimentario y metamórfico, cuya edad abarca prácticamente desde el Triásico hasta fines del Cretácico y, localmente incluye el Terciario. Compuesto generalmente de rocas calizas, areniscas, lutitas, tobas y esquistos.

4) El grupo intrusivo aparece notoriamente restringido al sector occidental, lo que constituye el bloque de Jalisco; las rocas que lo constituyen, son granitos hasta tonalitas y tiene edad Cretácica.

5) El último grupo está formado por suelos aluviales y residuales, considerando que los aluviones afloran en el interior de las unidades volcánicas que forman la FVM son parte integrante de ésta.

De acuerdo a Demant (1978) la FVM se puede dividir, con base en sus características volcánicas y orientación, en cinco partes principales: 1) La fosa tectónica de Tepic-Chapala, que se orienta NW-SE. 2) La fosa tectónica de Colima con dirección N-S. 3) El campo de conos cineríticos de Michoacán, que infieren la existencia de fracturas NE-SW. 4) Los grandes valles de Toluca, México y Puebla. 5) La cadena N-S del Pico de Orizaba-Cofre de Perote que limita la FVM en su parte oriental.

Demant (1978) no incluye a la provincia de la Llanura Costera del Golfo dentro de la FVM, debido a su afinidad química alcalina y le asocia procesos de distensión tectónica que ocurren en la región del Golfo de México. Sin embargo Negendank y colaboradores (1985) consideran, basados en estudios geoquímicos y petrológicos, que la provincia de la llanura costera del Golfo es una continuación de la FVM, dada la dominancia de los calcoalcalinos.

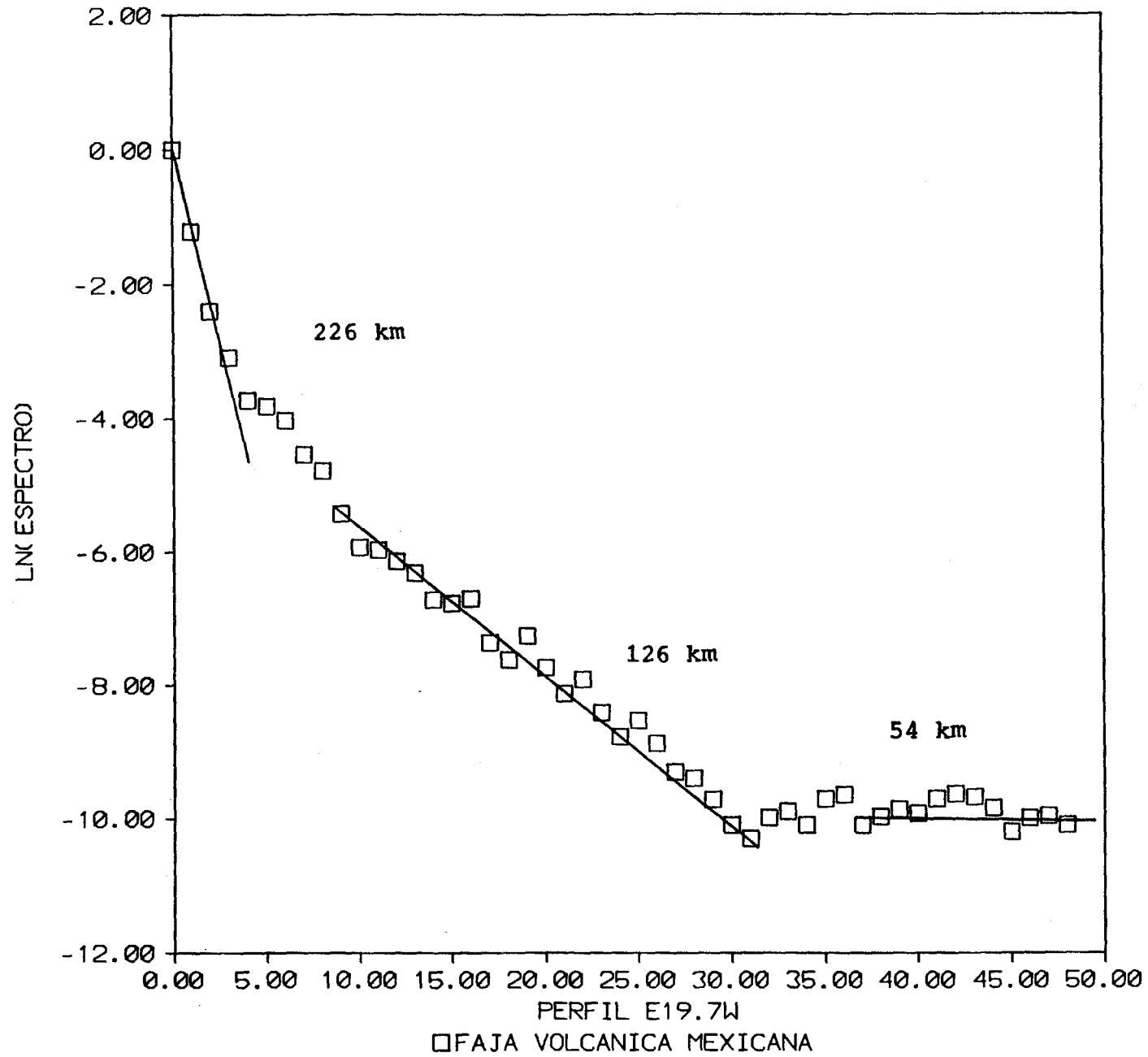
## 2. ESTIMACION DE LA PROFUNDIDAD

Para este estudio se utilizaron 14 perfiles que cruzan la Faja Volcánica mexicana desde el Pacífico hasta el Golfo de México y desde el paralelo 18° a 21° norte (fig 1.0). Los 11 perfiles cortos tienen una orientación norte-sur y los 3 perfiles restantes la tienen este-oeste y uno de ellos en la latitud 18°N, el otro en 21°N y el último en la parte central aproximadamente en la latitud 19.7°N, este perfil pasa por donde se encuentra situada la primera Planta Nucleo-eléctrica de Laguna Verde (PNLV) en estado de Veracruz.

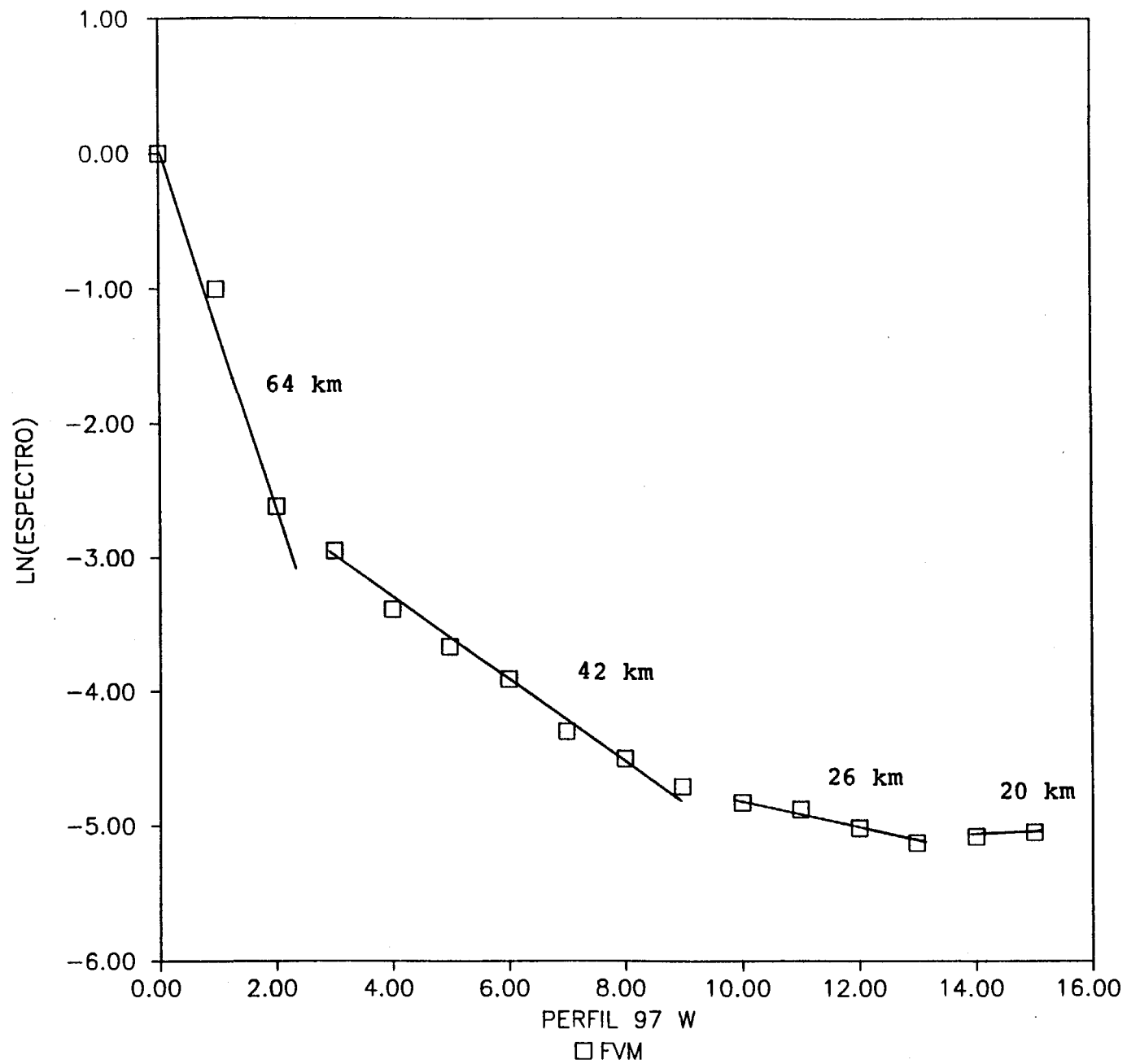
La pendiente del logaritmo del espectro de potencia fue ajustado mediante mínimos cuadrados lineales (Gerald, 1980), de los perfiles gravimétricos obtenidos del mapa de anomalía de Bouguer regional. El método para obtener la profundidad promedio de los cuerpos fuentes, sigue los procedimientos de Cinaciara and Marcak (1976).

A continuación se muestran figuras 2.0 y 2.1 de los perfiles gravimétricos de las localidades de Veracruz 97°W y el perfil transversal 19.7°N que pasa por PNLV, en dichas figuras se muestran el eje vertical es el logaritmo natural del espectro de potencia y el eje horizontal es el eje de frecuencias de radian por kilómetro.

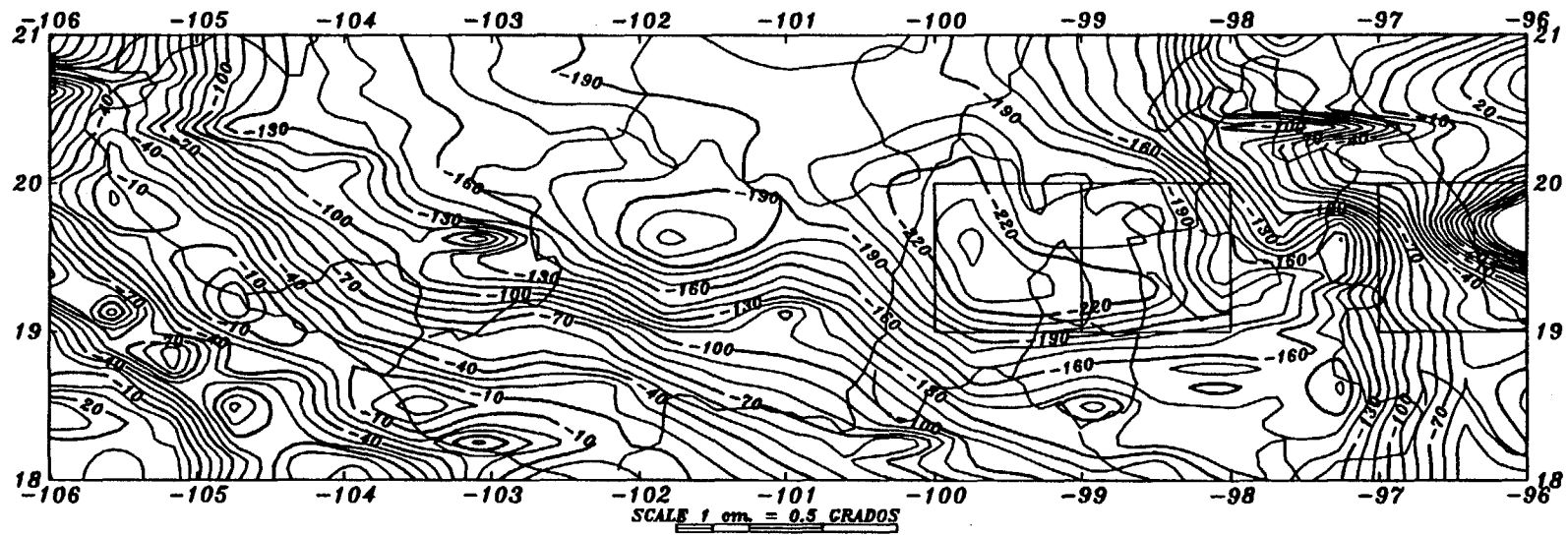
(FIG. 2.0)



(FIG. 2.1)



# GRAVIMETRIA DE LA FAJA VOLCANICA MEXICANA



(FIG. 2.2)



### 3. RESULTADOS.

Los datos aeromagnéticos regionales en la FVM, fueron reportados por Campos et al 1990, documentando los productos basales calco-alcanos Mioceno-plioceno tempranos de la FVM, que se vuelven más delgados de oeste a este, como así también la secuencia sedimentaria mesozoica que subyace, mientras que la secuencia volcánica plio-cuaternaria lo hace de este a oeste lo que denota grandes diferencias entre los segmentos. Los 10 perfiles aeromagnéticos interpretados para la profundidad curie tienen un rango de 7 a 14 kilometro asociados al flujo de calor en dicha área.

La columna geológica correlacionada a estos perfiles es soméra en profundidad es del orden en promedio regional de 5 kilometros de bajo del nivel medio del mar.

El mapa de anomalía de Bouguer regional se puede observar desde el Pacífico el hasta el Golfo de México, entre los paralelos 19° y 20° aproximadamente de latitud norte se presentan valores máximos y mínimos, comenzando entre el estado de Jalisco y Michoacán es -140 mgals, a continuación en la zona de los lagos del estado de michoacán es -220 mgals, en el estado de México se da mínimo de -250 mgals y en la costa del Golfo de México, donde se localiza la PNLV existe el máximo positivo de 100 mgals, que corresponde a la transición corteza continental a oceánica ver figura 2.2.

El método espectral se aplicó para estimar la estructura interna de la FVM procesando 14 perfiles, de los cuales 3 son largos de orientación E-W y 11 son cortos N-S. ver fig 3.0. Perfiles largos: Dan un modelo de 3 capas, siendo más profundo el perfil central 19.7°N con profundidades de 54, 126, 226 km, el perfil más al norte es 21°N con 59, 86 y 167 km y el 18°N tiene 38, 101 y 163 km.

Si observamos las primeras capas de los 3 perfiles nos daremos cuenta del espesor de la corteza en la latitud 18°N es 38 km, en el centro es de 54 km y en la parte norte 21°N es más profunda es del orden de 59 km. Esta tendencia ha ser más profunda la corteza se asocia al mínimo gravimétrico del mapa de anomalía de Bouguer (Wollard y Monges, 1956).

Perfiles cortos: Perpendiculares a los anteriores dan un modelo de 4 capas con profundidad promedio de 15, 18, 25 y 44 km, solo en los perfiles comprendidos de 97°w a 102w, en los restantes la interfase corteza-manto es más soméra (Urrutia, 1986). El mínimo gravimétrico del mapa de Bouguer se presenta en el estado de México, con una profundidad promedio inversión asociada al perfil mayor a 45 kilometros de espesor cortical. ( Flores, J.H., 1992).

#### 4. CONCLUSIONES

El análisis espectral de los perfiles gravimétricos en la Faja Volcánica Mexicana y sus alrededores ha permitido estimar la estructura interna de la misma. Resultando un modelo de general de 4 capas con profundidades promedio regionales de 24, 34, 56, y 83 kilómetros de los perfiles 97°w a 102°w, donde se estima el mayor espesor de corteza. En los valles de Toluca, México y Puebla que están asociado los perfiles 100°w, 99°w y 98°w respectivamente, se presenta el máximo valor del espesor cortical. Todos los perfiles antes mencionados tiene dirección norte-sur.

Los 3 perfiles largos tienen dirección E-W, dan un modelo de 3 capas el perfil 19.7°N el más profundo con profundidades de 54, 126 y 226 kilómetros, al norte el perfil 21°N es 59, 86 Y 167 y finalmente el perfil 18°N es 38, 101 y 163 kilómetros. La tendencia de la primera capa del perfil 18°N es 38 km, se profundiza más en 19.7°N del orden de 54 km y aumenta a 59 km hacia el norte 21°N esto se asocia al mínimo gravimétrico del mapa de anomalía de Bouguer.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- Box and Jenkins ,1976. Times series analysis; Forcasting and control. ed: Holdenday. p.10.
- Campos Enriquez J.O., Arroyo Esquivel M.A., and Urrutia Fucugauchi J. 1990., Basament, Curie isotherm and shallow crustal structure of the Trans-Mexican Volcanic Belt, from aeromagnetic data. Tectonophysics. 172. p. 77-90.
- Cianciara and Marcak, 1976., Interpretation of gravity anomalies by means of local power spectra., Geophys. Prosp. V.24., p. 273-285.
- Demant, A., 1978., Características del eje volcánico Trasmexicano y sus problemas de interpretación. Rev. Inst. Geol., 2.,p. 1972-187.
- Flores .J.H., 1992., Cálculo de la profundidad del basamento a partir de datos gravimétricos en el área del Centro Nuclear, Revista Técnica del SUTIN, 1, 57-60.
- Negendank, J.F.W., Emmermann, R., Krawczyk, R. Mooser F., Tobschall, H. and Werle, A., 1985. Geological and Geoquimical investigacions of the Eastern Trans-Mexican Volcanic Belt. Geof. Int., 24(4): 477-576.
- Mishra, D.C. and Pedersen, L.B., 1982., Statistical analysis of potential fields from subsurface reliefs. Geoexploration, V. 19, p. 247-265.
- Javid and Brenner, E. 1963. Analysis, Transmission, and filtering of signals. Mc Graw-hill. p.83.
- Negendank, J.F.W., Emmermann, R., Krawczyk, R., Mooser, F., Tobschall, H. and werle, D., 1985. Geological and geochemical investigations of the eastern Trans-Mexican Volcanic Belt. Geofis. Int., 24(4): 477-576.
- Suey, R.T., Schellinger, D.K., Tripp, A.C. and Alley, L.B., 1977.,Curie depth determination from aeromagnetic spectra. Geophys. J. R. Astron. Soc. V.50., p. 75-102.
- Urrutia J.F. 1986., Crustal Thickness, heat flow, arc magmatism and tectonic of Mexico-Preliminary report., Geof. Int. ,25(4): 559-573.
- Wollard G.P. y Monges Calderas J. 1956, Gravedad, geología regional y estructura cortical de México. Anales del Int. de Geof. UNAM. II. p. 60-112.

## 6.POSIBILIDADES DE CRECIMIENTO Y APLICACION

Este trabajo es parte de un capítulo de la tesis doctoral en Geofísica de exploración en Instituto de Geofísica UNAM. El estudio documentará el conocimiento el espesor de la corteza en FAJA VOLCANICA MEXICANA y sus alrededores, su aplicación será en la contribución en la evolución de la FVM.

## 7. PERSPECTIVAS DE INTERACION CON OTROS INSTITUTOS.

La interación sea dado esporadicamente con el INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO (IMP). Con el DR. Felipe Ronquillo Jarillo con el apoyo de programas de computo académicos para filtrar datos potenciales. Pienso interaccionar más intensamente para usar en el IMP programas de mayor capacidad computacional.