



CONSULTORES Y CONTRATISTAS
DE
GEOLOGIA Y GEOFISICA

Compañía Mexicana de Exploraciones, S. A.

RIO BALSAS 101 8º.PISO APDO. POSTAL 5-255

MEXICO 5, D. F.

TELS. 28-83-90 14-44-02

COMPañIA MEXICANA AEROFOTO, S. A.



ESPECIALIDADES

Cartografía
Catastro urbano y rural.
Cálculo electrónico.
Diseño fotogramétrico electrónico
de obras de Ingeniería.
Estudios preliminares.
Fotointerpretación.
Fotografía aérea: pancromática,
Infrarroja y a color.
Fotografía comercial aérea
Fotomurales.
Levantamientos fotogramétricos.
Localización de obras.
Mosaicos fotográficos.
Programación electrónica.
Topografía

132 empleados especializados.

EQUIPO

1 Avión Queen Air A-80 Mat. XB-XAK
1 Avión Riley Rocket. Mat. XB-SAR
1 Avión Beech Craft Mat. XB-VIG
2 Aviones Piper Astec Mat. XB-MOJ y WOO
1 Avión Cessna 185 Mat. XB-TIS
Unidad Central de Proceso IBM. 1131
Lectora-perforadora de tarjetas IBM. 1442
Unidad Impresora, IBM. 1132
1 Cámara Fotogramétrica Zeiss MKK-A
1 Cámara Fotogramétrica Wild RC-9
1 Cámara Fotogramétrica Wild RC-8
1 Cámara Fotogramétrica Wild RC-5
3 Cámaras Fairchild
4 Cámaras para fotografía oblicua
6 Cámaras Rectificadoras

4 Cámaras de Reproducción
3 Unidades de Telurómetro MRA-3
4 Teodolitos Wild T-2
2 Niveles automáticos Wild NAK-2
4 Camionetas doble tracción
2 Autógrafos Wild A-7 con Registradora de
coordenadas
1 Estéreo cartógrafo Wild A-8
1 Autógrafo Wild A-9
4 Autógrafos Wild B-8
1 Balplex 750, de 7 proyectores
2 Kelsh K-5, de 4 proyectores c.u.
3 Kelsh K-1, de 2 proyectores c.u.
2 Multiplex de 8 proyectores c.u.

DIRECCION

Av. Obrero Mundial Núm. 338 esq. con Pestalozzi.
Teléfonos: 43-38-39 con tres líneas directas y 13-87-45.
Cable: AEROFOTO, MEXICO MEXICO 12, D. F.
Servicios Aéreos: Ave. Santos Dumont Núm. 212.

Schlumberger

SCHLUMBERGER SURENCO, S. A.

AGENCIA EN MEXICO

Av. Morelos 98, Desp. 306

Tel. 566-81-22

MEXICO 6, D. F.

**GEOFISICOS CONSULTORES PARA
PETROLEOS MEXICANOS**



***Seismograph Service Corporation
of Mexico***

**AVE. JUAREZ 95 - 207 • MEXICO I, D.F.
TELEFONOS : 18-27-25 • 18-56-33**

**SUBSIDIARIA DE
SEISMOGRAPH SERVICE CORPORATION
6200 East 41st. St. • Box 1590 • Tulsa, Oklahoma, U.S.A.**

ESPECIALIZADOS EN :

**SERVICIO DE
GEOFISICA**

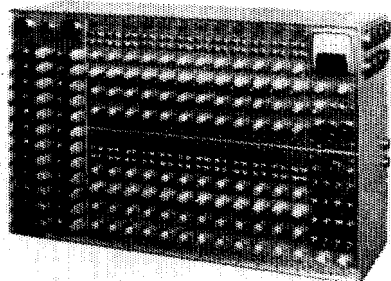
- Levantamientos :**
- Sismológicos
 - Gravimetricos
 - Magnetométricos
 - Procesado de Datos Magnéticos
 - LORAC - Levantamiento Electrónico

**SERVICIO DE
REGISTRO DE POZOS**

- Registros para Evaluación de Formaciones
- Registros de Pozos de Producción
- Servicio de Terminación Permanente
- Registro Continuo de Velocidad

INSTRUMENTAL GEOFISICO

**DA MEJOR
RENDIMIENTO,
MAYOR DURACION
Y A UN COSTO MENOR**



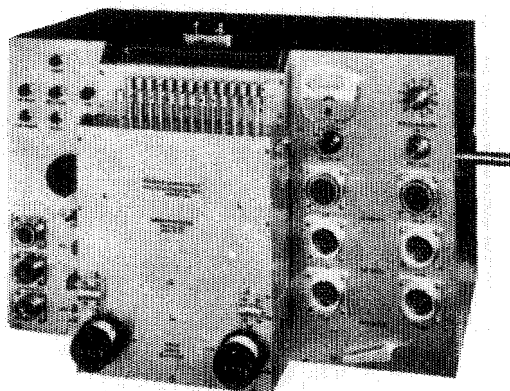
FORTUNE T-1. SISTEMA DE AMPLIFICADORES SISMICOS TRANSISTORIZADOS PARA TRABAJOS DE REFLEXION Y REFRACCION.

BAJO COSTO — El modelo T-1 es el amplificador transistorizado más barato en el mercado.

POCO PESO Y TAMAÑO REDUCIDO — El equipo T-1 de 24 canales, completo, pesa únicamente 73 libras (33.1 Kgs.) y está contenido en una sola caja, cuyas dimensiones son: 25 3/8" de largo, 15 3/4" de alto y 8" de fondo.

ALTA SENSIBILIDAD — Como el ruido propio del equipo es muy bajo, es posible operar con altas ganancias. La relación de señal a ruido, en los amplificadores, es de 20 db a 0.5 microvolts de entrada.

POTENCIA REQUERIDA — 2 amperes, a 12 volts de corriente directa.



FORTUNE DC-2B.

SISTEMA DIRECTO DE GRABACION Y REPRODUCCION. COMPLETAMENTE TRANSISTORIZADO

El equipo DC-2B es capaz de aplicar, simultáneamente, correcciones estáticas y dinámicas a 24 trazas o más, empleando cintas normales de 6 1/2 ó 7" de ancho. Las correcciones dinámicas se aplican mediante una leva acoplada a la flecha del tambor y que puede ser referida a él. También es posible obtener levas previamente calibradas y ajustadas a determinada función analítica.

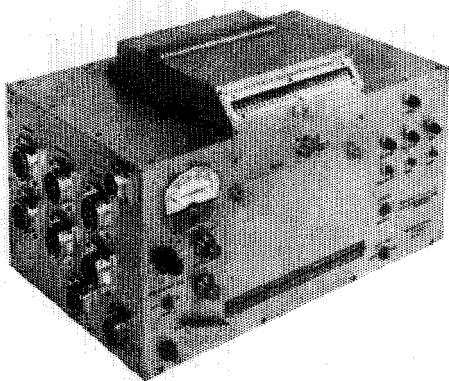
SE AJUSTA A CUALQUIER SISTEMA DE TIRO — No importa el sistema de tiro empleado, ya que mediante una barra universal de tendiditas y gracias a medidores ajustables (calibrados en por ciento), es posible aplicar a cada traza la corrección dinámica adecuada.

ESPECIFICACIONES DEL MODELO DC-2B.

Transportador de la cinta. Mediante tambor, cuyo diámetro es de 7.5".
Número de canales. 24 sísmicos, 2 ó 4 auxiliares.
Tamaño de la cinta. 6 1/2 ó 7" de ancho por 24 1/2" de largo.
Distancia entre pistas. 1/4" (de centro a centro).
Velocidad de la cinta. 3.59"/segundo.
Tiempo útil de grabación. 6 seg. (el tambor da una vuelta completa en 6.6 seg.).
Corrección dinámica máxima. 150 miliseg.
Característica del motor. De histéresis de 400 ciclos.
Corrección máxima. 700 miliseg/segundo.
Rango de corrección estática. \pm 50 miliseg.
Polarización (bias). 8 miliamperes a 11 Kilociclos.
Respuesta. De 5 a 200 cps.
Relación de señal a ruido. 50 db RMS a RMS.
Distorsión armónica total (a 100% el nivel de grabación). 2.5%.
Alimentación cruzada (cross feed). — 36 a 10 cps.
Grado de exactitud del sistema de tiempo. \pm 1 miliseg.
Necesidades de entrada (a 100% el nivel de grabación). 50 milivolts a través de 40 ohms.*
Salida (a 100% el nivel de grabación). 100 microvolts a 50 ohms.
Potencia requerida. 0.5 amper en vacío y 14 amperes con carga.
Tamaño del transportador de la cinta. 15 x 18 x 14".
Peso. 90 libras (40.823 Kgs.).

* Al ordenar un equipo, las necesidades de entrada pueden ser cambiadas al gusto del cliente. Esto puede hacerse sin cambiar las demás especificaciones.

....DE "FORTUNE ELECTRONICS"



FORTUNE SR-5. SISTEMA DE GRABACION DIRECTA EN UNA UNIDAD "BUFFERLESS" (DE MENOR AMORTIGUAMIENTO).

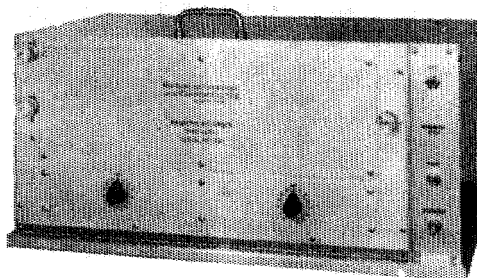
TOTALMENTE TRANSISTORIZADO — La grabadora SR - 5 ofrece los últimos adelantos en sencillez de manejo, presentando características iguales a las de sistemas más costosos y complicados.

PRECISION Y SENCILLEZ — Durante el proceso de grabación, las cabezas magnéticas están gobernadas desde la salida de los amplificadores sismicos. Para las reproducciones, las cabezas son conectadas directamente a la entrada de los amplificadores. La reproducción queda compensada mediante una red pasiva. La ventaja de todo este tipo de operación es que se obtienen resultados con un mínimo de complicaciones y conexiones.

UN SISTEMA COMPLETO — El modelo SR - 5 está equipado con sistemas Fortune de polarización y manejo, los cuales han sido probados cientos de veces en diferentes partes del Mundo. La unidad contiene los amplificadores necesarios para grabar instante de explosión, tiempo vertical y escala de tiempo. Tiene conexiones exteriores para diversos circuitos, tales como la acción de la supresión a partir del instante de tiro, el arranque de la cámara, etc., todo ello a base de levass. Para acoplar el SR-5 a un equipo convencional, lo único que se requiere es un juego de cables interconectores.

ESPECIFICACIONES DEL MODELO SR-5.

Transporte de la cinta. Mediante tambor, cuyo diámetro es de 7.5".
 Número de canales. 24 sismicos y 2 ó 4 auxiliares.
 Tamaño de la cinta. 6 1/2 ó 7" de ancho por 24 1/2" de largo.
 Velocidad de la cinta. 3.53"/segundo.
 Tiempo útil de grabación. 6 seg. (el tambor da una vuelta completa en 6.6 seg.)
 Características del motor. De histéresis de 400 ciclos. Acoplado al tambor.
 Polarización (bias). 8 miliamperes a 6 kilociclos.
 Respuesta. De 5 a 200 cps.
 Correcciones estáticas (opcional) ± 100 miliseg.
 Relación de señal a ruido 50 db RMS a RMS.
 Distorsión armónica total. (A 100% el nivel de grabación. 2.5%
 Alimentación cruzada. (Cross feed). Con entrada de 100%. —36 db a 10 cps.
 Nivel de grabación. 50 milivoltis a través de 40 ohms.
 Potencia requerida. 0.5 amper en vacío y 6.5 amperes con carga.
 Medida del transportador de la cinta. 11" x 18 1/2" x 11 1/4".
 Peso. 53 libras (24.040 kgs.).



FORTUNE — LDR.

MICROPISTA - 1 (UNIDAD DE DOS TAMBORES)

PARA USARSE EN OFICINAS O EN EL CAMPO
 La serie LDR se obtiene en uno, dos o tres tambores. También existe el tipo de un solo tambor ancho, con 54 cabezas de micropista, capaz de manejar, simultáneamente, una cinta ancha o dos cintas angostas.

Cada cabeza de micropista graba sobre un ancho de 0.006", teniendo para su control lateral hasta 20 posiciones, en forma manual o automática.

Actualmente los modelos LDR llevan 15, 12 y 6 pasos, pudiendo instalarse cabezas de doble micropista, para grabación simple o doble.

Si se desean combinar los resultados de diferentes pozos de tiro, para puntos de reflexión común (common depth point), es posible agregarle al equipo conexiones programadas y amplificadores de transcripción.

Para el sistema anterior (de punto común) o trabajos de caídas de peso (weight drop), pueden combinarse los modelos LDR-1 y DC-2B, obteniendo así un equipo sísmico completísimo.

*Fortune
Electronics, Inc.*

H. H. HAPPEL — H. H. HAPPEL, Jr.

2505 SOUTH BOULEVARD, HOUSTON, TEXAS

Representante en Europa:

Techmation

113 Rue Lamarck, París, Francia.

Carlos Alemán A.

EXPLORACION

y

PERFORACION

Iturbide No. 36 Desp. 201. Tel. 10-15-64

MEXICO 1, D. F.

BOLETIN

de la

Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración

S U M A R I O

ANOMALIAS MAGNETOMETRICAS Y GRAVIMETRICAS
REGIONALES Y SU RELACION CON LA GEOLOGIA
DEL AREA GEOTERMICA DE LA PRIMAVERA, JAL.

Por los Ings.:

Luis del Castillo G.
Rafael Márquez C.
José H. Sandoval O.

ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION

MESA DIRECTIVA PARA EL PERIODO 1971-1972

Presidente:	Ing. Antonio C. Limón
Vicepresidente:	Ing. Santiago Gutiérrez
Secretario:	Ing. David Juárez T.
Tesorero:	Ing. Patricio Díaz Frías
Editor:	Ing. Antonio Camargo Z.
Vocales:	Ing. Francisco Tiburcio
	Ing. Raymundo Aguilera
	Ing. Raúl Silva Acosta
	Ing. J. Guadalupe Viveros
	Ing. Felipe Neri España.
Presidente saliente:	Ing. Armando Eguía Huerta.

Este boletín no se hace responsable de las ideas emitidas en los artículos que se publiquen, sino sus respectivos autores.

Este boletín se publica cada tres meses y se distribuye gratuitamente a los socios.

El precio de subscripción para no socios es de \$ 150.00 M. N. al año y de \$ 50.00 M. N. número suelto.

Para todo asunto relacionado con el boletín: manuscritos, asuntos editoriales, subscripciones, descuentos especiales a bibliotecas públicas ó de Universidades, publicaciones, anuncios, etc., dirigirse a:

Ing. ANTONIO CAMARGO
Apdo. 530077
México 17, D. F.

Imprenta LIOSARDEZ

Puente de la Morena 18 - B
México 18, D. F., Tel. 5-15-69-31

ANOMALIAS MAGNETOMETRICAS Y GRAVIMETRICAS REGIONALES Y SU
RELACION CON LA GEOLOGIA DEL AREA GEOTERMICA DE LA
PRIMAVERA, JAL.

Por los Ings: Luis del Castillo*
Rafael Márquez
José Sandoval

R E S U M E N.

En base a investigaciones previas de fotogeología, geología - de campo, geoquímica y geofísica de resistividad se llevaron a cabo investigaciones de reconocimiento magnetométrico y gravimétrico en el área geotérmica de La Primavera, Jal. (5 km al W de la Ciudad de Guadalajara). En este trabajo se han tratado de compaginar algunas ideas sobre la estructura del área estudiada, lo cual se ha correlacionado con alguna información de estudios anteriores sobre zonas volcánicas y geotermales en México.

En la región investigada se distinguen dos fases de tectonismo; este factor influyó enormemente en la estructura geológica prevalente. Los modelos bidimensionales obtenidos en la interpretación de los datos geofísicos y geológicos obedecen a la distribución de los sistemas de falla y bloques a nivel regional y local en conexión con el tipo de rocas que se tiene en esta zona. Se discute la importancia de las propiedades físicas y litológicas así como su variación a profundidad en torno a la influencia que puedan tener en el aspecto geotérmico.

Finalmente, con el objeto de obtener más precisión y confiabilidad en las interpretaciones, se recomienda la integración de estos estudios con los anteriores y con otros de mayor detalle en los que se hace uso de una tecnología más profunda.

ANTECEDENTES.

Durante los meses de marzo, abril y mayo del año 1969, se efectuaron trabajos de exploración geofísica de semidetalle en el área geotérmica de Ixtlán de los Hervores-Los Negritos, Edo. de Michoacán. Los datos colectados sirvieron de base para realizar una interpretación cuantitativa con el propósito de eliminar algunas incertidumbres acerca de las estructuras que se presentan en el subsuelo; en dichos trabajos se tuvo un control indirecto a base de sismología de refracción, el cual sirvió para apoyar un modelo que se ajustara a los campos naturales medidos (resistividad, magnetometría y gravimetría) y que fuera congruente con la

* Universidad Nacional Autónoma de México.

geología local.

Con la experiencia adquirida en las investigaciones realizadas anteriormente, la Comisión Federal de Electricidad a través de su Instituto de Investigaciones de la Industria Eléctrica (I. I. I. E.) contrató con el Instituto de Geofísica de la U. N. A. M. una serie de estudios geofísicos exploratorios similares (magnetométrico y gravimétrico) a nivel de reconocimiento en el área de La Primavera, Jal., la cual ha sido previamente estudiada con fotogeología y geología, geoquímica y resistividad eléctrica.

Es importante señalar que el área geotérmica de La Primavera a pesar de presentar manifestaciones de aguas termales y de que el mecanismo de fluidos sea muy semejante al de otras áreas, las condiciones petrológicas y posiblemente estructurales sean muy distintas; por lo tanto, este estudio representa una nueva experiencia en México, la cual viene acompañada de las limitaciones propias de los métodos geofísicos de investigación empleados y que en una u otra forma son función de la geología prevaliente.

SINTESIS GEOLOGICA.

En este artículo se presenta un aspecto muy general de los principales rasgos geológicos que afectan la zona en estudio y sólo se referirán todos aquellos factores que intervienen en forma definitiva en la interpretación de los datos geofísicos. El Eje Neovolcánico ha sido motivo de numerosas investigaciones desde hace varios años (Sánchez, 1935; De la O. Carreño, 1943 y 1956; Maldonado-Koerdell, 1954 y 1958; Blásquez y Bullard, 1956; Molina, 1956; Monges y Woollard, 1956; Mosser, 1957; Del Castillo, 1959; Andrade, 1959; Alvarez, 1948, y otros).

En este sumario no se trata de enumerar todas las contribuciones al conocimiento de esta unidad geológica, ni de repetir lo que han concluido varios investigadores; sin embargo, es oportuno referir que algunos trabajos de vulcanología, geología o geotermia que antecedieron a esta investigación y de los cuales se han consignado varios datos de tipo básico.

Maldonado-Koerdell (1969) aludió en su trabajo "History of vulcanological research in Mexico", una serie de fenómenos involucrados en la formación y desarrollo de los volcanes dentro de la República Mexicana. En este trabajo, aunque no especificó en detalle la naturaleza de muchos de los volcanes, que o había visitado o se han estudiado ya sea por tratarse de unidades muy pequeñas o porque carecían de interés científico y práctico, sí visualizó una diferencia entre varios de ellos (por ejemplo el carácter de las fisuras de escape tanto de fumarolas como de gases, etc.). Más adelante Mosser (1959, 1970a y b), González (1968), Gómez Valle (1969), Del Castillo (1970a, et al 1970b y c), Lomnitz (1970, Molina (1970), Mercado (1971), García Durán (1971) y otros, aportaron nuevos datos sobre algunas zonas volcánicas y geotérmicas de México localizadas a lo largo del cinturón volcánico.

AREA GEOTERMICA DE LA PRIMAVERA

Con base en la información geológica consultada y disponible se puede asumir que las rocas más antiguas que afloran en los alrededores de La Primavera, (W y SW de Guadalajara) puedan pertenecer al Terciario - Medio como se muestran en los planos de González y Razo (1966); no obstante, las conclusiones de otros investigadores difieren en criterio pues -- las sitúan en el Terciario Inferior (De la O., 1956; Blázquez y Bullard, 1956).

Petrología. - El área de trabajo se encuentra constituida, en su mayor parte, por delgadas sobreposiciones de rocas volcánicas generalmente de composición ácida y con una distribución poco uniforme hacia la superficie, cuyo espesor alcanza hasta 300 m en algunas ocasiones (González y Razo, 1966). Estas rocas sobreyacen en depósitos de tipo lacustre como se puede observar claramente al W de "Ciudad Granja", extremo W de la ciudad de -- Guadalajara (Lámina No. 1) y en ciertos sitios en donde se llegan a apreciar los límites de los derrames lávicos. De acuerdo con otros autores -- (González y Razo, 1966), se trata de emisiones múltiples contemporáneas, pues es posible, en algunos casos, identificar los distintos frentes de -- flujos lávicos.

Varias de las elevaciones localizadas al N y NW de la población de La Primavera poseen cambios graduales de acidez en litología; sin embargo, se cree que esta gradación no tiene mucha importancia estructural y menos por encontrarse, en forma más marcada, fuera del área de estudio (Lámina No. 1); dichas rocas volcánicas afloran principalmente hacia el NW y W de la ciudad de Guadalajara. La serie volcánica ácida es de considerable espesor y consiste en flujos de riolita, tobas riolíticas masivas y bien estratificadas, así como arenas y limos lacustres o lajas, vidrios volcánicos y pómez provenientes de conos pequeños o fisuras mostrando una interrelación muy compleja, la cual es muy característica de escorias volcánicas; también es evidente que las rocas básicas no son muy --- abundantes en la superficie de esta zona volcánica (N y S de la población de Tala, Jal.), pero se pudiera esperar que hacia el interior masivo del subsuelo las rocas tienden a aumentar su contenido de constituyentes básicos y de minerales magnéticos, puesto que la intensidad magnética vertical se incrementa notablemente. Esta posibilidad podría explicar el cambio de gradiente magnético, el cual sería proporcional al incremento en -- el valor del parámetro de magnetización. En general, se puede decir que -- las rocas que afloran en la zona geotérmica de La Primavera varían en textura desde vidrios hasta tobas propiamente dichas.

La edad de la mencionada serie volcánica no se conoce con --- exactitud; González y Razo (1966) han asentado que las rocas de La Primavera, Jal. fueron emitidas durante el Oligoceno-Mioceno y el Plioceno---- Pleistoceno (formación Jalisco), pero que la actividad volcánica continúa aún en el Reciente. Algunas "ventanas" o fisuras alineadas de escape a lo largo de fracturas primarias han dado lugar a flujos de basalto y conos -- cineríticos (González, 1971); varios autores coinciden en que estos conos pueden ser de menos de 3000 años de edad (Williams et al, 1970). Las fumarolas y brotes de aguas termales cerca de Guadalajara en el Balneario de La Primavera parece que están ligados con vulcanismo muy reciente (pómez),

o pueden representar su fase final. Aunque aparentemente las erupciones mayores ocurrieron a partir del Terciario Medio, este hecho pone de manifiesto en esta zona un marcado contraste litológico en relación a otras zonas geotérmicas del país con rocas volcánicas de la misma edad.

Estructura. - Bajo el punto de vista regional, se pueden considerar dos épocas distintas de moderado fracturamiento y deformación estructural, los cuales difieren tanto en tiempo como en origen y efectos. En base a este hecho, es necesario considerar en primer término la influencia del fracturamiento cortical (Chapala-Acambay) en la tectónica del sistema volcánico, pero hasta ahora sólo se han encontrado pocas evidencias directas. No obstante lo anterior, el mecanismo y fenómenos volcánicos fueron controlados, en cierta forma, por el arreglo tectónico impreso por esta primera fase de deformación. Otro factor de gran importancia es la estructura moderada que afecta en forma directa tanto al propio material volcánico como a los mismos aparatos por los que fluyeron, observándose que las manifestaciones -- termal coinciden, en su mayor parte, con las trazas de los planos de fallas o fisuras; la condición inversa no es válida, como se observa en algunos de los afluentes del Río Salado; además es importante señalar que estas zonas de dislocación llegan a gran profundidad, dando lugar al caldeoamiento de las aguas exógenas en esos niveles inferiores y a la probable liberación de agua nueva. El posible origen del panorama estructural de la zona (posterior al depósito de las lavas) puede ser el resultado de la combinación de varios mecanismos locales, generados por esfuerzos a causa de cambios de presiones en los flujos al contacto con la superficie y solidificación por enfriamiento y liberación de fluidos (Sandoval, 1970), sin embargo por las evidencias de campo, casi todos los investigadores que han visitado la zona se inclinan por que se presenten las siguientes posibilidades:

- 1.- La estructura actual en La Primavera obedece al efecto de consolidación del material volcánico, pues se tiene una porosidad primaria alta debida a una gran pérdida de gases por enfriamiento y por el abatimiento de presión.
- 2.- La influencia de la actividad tectónica producida por el intenso fracturamiento de el sistema Chapala-Acambay, aún persistía después de las emisiones volcánicas.
- 3.- Una tercera alternativa sería la suma de efectos de las dos posibilidades anteriores o algunas otras de menor magnitud o alcance; sin embargo, un análisis profundo de las implicaciones de estas hipótesis quedaría al margen de las finalidades de este trabajo.

El fracturamiento del Terciario y Cuaternario parece estar controlado por movimientos y fracturas producidas durante el pre-Mesozoico y la Revolución Laramide. Estos movimientos pudieran ser los responsables de la estructura local, en la que la erosión diferencial de rocas intensamente fracturadas en la intersección de dos o tres fallas o fracturas mayores, juega un papel muy importante. Las fallas NE-SW al sur de la Primavera, están cubiertas por rocas ácidas (pómez) indicando que han estado inactivas

AREA GEOTERMICA DE LA PRIMAVERA

a partir del Terciario Medio. Las fallas casi normales con rumbo cambian- te hacia el N y NW de la zona en estudio han dado lugar a flujos basálti- cos más recientes (González, 1971). El extremo norte de la caldera referi- da por González y Razo (1966) ha sido dañada y cubierta por depósitos pi- roclasticos del Terciario Superior y Cuaternario y por depósitos de alu- vión, ya sean fluviales o lacustres, los cuales han rellenado la depre- sión.

El segundo fracturamiento que culminó durante el Terciario Me- dio, fue seguido por un afallamiento post-orogénico de ángulo mayor que - dividió al área en una serie de bloques. Probablemente un movimiento de - esfuerzos de colapso en larga escala es el responsable de la formación de la caldera y la porción baja (norte de La Primavera). Estas estructuras a lo largo del área, sugieren que la zona de estudio adquirió su forma ac- tual desde el Terciario Superior. Por lo tanto, las fallas mayores y zo- nas de tensión en el área sugieren fallas normales.

Para fines interpretativos de los datos geofísicos, las rocas volcánicas y sus características estructurales en La Primavera pueden re- lacionarse genéticamente, siendo algunas de ellas superpuestas anterior- mente. Estas características y el patrón estructural de la zona todavía - no se conoce o no se ha entendido hasta ahora. De acuerdo con Mosser ---- (1970b) el vulcanismo Terciario y Cuaternario del Eje Volcánico está con- centrado en la zona marginal del Pacífico-Atlántico de México, lo cual re- presenta una zona de fallas transformes de tipo penesísmico poco activas (De la O. Carreño, 1956); los conos volcánicos, pumitas, tobas soldadas - (ignimbritas) y calderas o depresiones vulcano-tectónicas caracterizan a este anillo. Los volcanes están compuestos de lavas andesíticas y basálti- cas, así como de tobas ácidas, en las que las capas de pumita son de natu- raleza riolítica. Se puede asumir que las rocas de La Primavera pertene- cen a la serie calco-alcalina. Esta serie ácida, bajo un punto de vista - tectónico, se supone que fluyó como producto de un ciclo magmático que -- dió origen a grandes cantidades de magma siálico. Sin embargo, aunque pa- rece difícil intuir o derivar la enorme producción magmática del Eje Volcá- nico a partir de un fenómeno orogénico de ésta índole, las nuevas teorías de geosuturas e hipótesis sobre estos mecanismo le favorecen (Lomnitz et al, 1971).

Las fallas en La Primavera varían en dirección desde S 45° E en Las Canoas, hasta E-W en el área de La Sierra de La Venta. Dichas fa- llas parece que siguen una curvatura superimpuesta en la hidrología del área (De la O. Carreño, 1956).

En el plano geológico (González, 1966), algunas de estas fa- llas son inferidas ya que son difíciles de identificar en el campo y a me- nudo están oscurecidas por erosión, depósitos de pómez, o por estar des- plazadas por el otro tren de fallas normales.

La falla mayor referida por González y Razo (1966) forma el - eje principal de este sistema desde el Cerro Blanco hasta el Cerro Tepopo- te. No obstante esto, su desplazamiento producido por el otro sistema nor- mal hace difícil la proyección de ésta en las líneas o perfiles geofísi-

ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION

cos levantados. En esta forma, en el área NW del Cerro Blanco hacia el lado de Los Azufres, estas fallas muestran un ángulo mayor y la apariencia de que los bloques del lado N y E han bajado respecto a los del S y W; este desplazamiento es del orden de más de 100 m en esta zona.

El segundo sistema de fallas varía en orientación de N 70° E a E-W. Esto implica desplazamientos normales a los anteriormente referidos posiblemente del mismo orden en la porción central y norte de La Primavera, siendo menores en la porción S. Parece existir una especie de cizallamiento de espesor variable en la vecindad de las zonas hidrotermales en especial en el área de Los Azufres, Las Canoas y el Balneario de La Primavera. Debido al arreglo que presentan las fallas en La Primavera y de acuerdo con Badgely (1965), las segundas fallas referidas (N 70° E a E-W) cortan y desplazan a las de orientación N-NW, pero fueron producidas probablemente por el mismo sistema de esfuerzos. En el estudio geológico de González (1966) y en el mosaico de fotografías aéreas se notan algunos lineamientos que podrían corresponder a un tercer sistema de fallas, el cual podría afectar también a los anteriores.

En la porción N de la región estudiada se ha inferido (González y Razo, 1966) un gran hundimiento o depresión volcano-tectónica, el cual se originó en un mecanismo de colapso (Badgely, 1965). Esta depresión produjo una zona cerrada o lago que dio lugar a los depósitos lacustres y bordes con materiales gruesos (fanglomerados y aluviones). Este efecto se presenta tanto al N como al S de La Primavera, y por ende no se contraponen totalmente con la hipótesis referida por González y Razo (1966). Por otro lado, Márquez (1971) ha observado en áreas volcánicas vecinas la posibilidad de aseverar de que existen varios derrames riolíticos provenientes de aparatos volcánicos y derrames de fisura, los cuales han sufrido colapsos o hundimientos muy locales.

Los límites N. y S son de forma muy irregular y por consiguiente difícil de interpretar como una caldera con alta simetría. Los autores se inclinan a la idea de que seguramente hubo algún colapso volcánico debido al enfriamiento en el interior de flujos más densos y al decrecimiento en la presión al acercarse a la atmosférica, así como a la incompetencia de las zonas pumíticas y que esto podría coincidir con una porción de la caldera o una depresión tectónica aludida por otros autores.

En este artículo, los autores se limitarán a asumir que la tectónica obedece en gran parte a los efectos secundarios causantes de la provincia fisiográfica de Fosas Tectónicas y Vulcanismo (Alvarez, 1968) a lo largo de tal eje, siendo las manifestaciones volcánicas provocadas por una fase inicial dentro del mismo tectonismo. En resumen, la actividad volcánica se inicia en el Terciario Medio con emisiones ácidas, desde obsidiana o tobas riolíticas e ignimbritas extrabasadas por medio de fisuras y aparatos volcánicos que arrojaron grandes volúmenes de este material y el cual se depositó principalmente sobre sedimentos lacustres. Esto contrasta con una nueva actividad posiblemente del Plioceno-Pleistoceno constituida por derrames basálticos emitidos a través de pequeños aparatos volcánicos obedeciendo a fracturas recientes provocadas quizá por una nueva actividad tectónica o a fines de la ya existente (NW La Primavera, LÁ-

AREA GEOTERMICA DE LA PRIMAVERA

mina No. 1).

TRABAJOS GEOFISICOS DESARROLLADOS.

Los estudios de gravimetría y magnetometría fueron proyectados (I. I. E. e I. G.) con base en los resultados de las investigaciones geológicas, geoquímicas y geofísicas (geofísica eléctrica) realizadas por el I. I. E. en los años de 1966 a 1970, por lo que las líneas de este levantamiento cubren la mayor parte de la estructura donde se detectaron las anomalías de geoquímica y resistividad más importantes.

Procedimientos de Campo, Instrumentos y Correcciones.— Los trabajos geofísicos realizados en la zona de La Primavera consistieron en investigaciones de reconocimiento complementarias efectuadas sobre un área de 600 Km² (24 x 25 Km). El levantamiento prácticamente se redujo a cinco líneas de magnetometría y gravimetría, dos de ellas orientadas con rumbo Norte-Sur y tres Este-Oeste casi perpendiculares a las primeras; la separación entre ellas es del orden de 4 a 10 Km tal como se muestra en la Lámina No. 1. Se levantó un total de 130 Km con estaciones de lectura separadas de 250 a 500 m.

Se utilizó un magnetómetro de torsión Askania modelo GFZ que mide la componente vertical del campo magnético con una precisión de 2.2 a 2.3 gamas por división apreciativa de la escala y un gravímetro tipo estable modelo G-31 La Coste & Rosenberg con una precisión de 0.01 mgal. Para mayor facilidad de operación, tanto en las zonas de Los Azufres y en todas las intersecciones de las líneas de cierre con las de levantamiento, se establecieron bases gravimétricas y magnetométricas, las cuales están ligadas entre sí y a su vez con las Bases Maestras que se localizan en las cercanías de las poblaciones de Tala y Santa Ana Tepetitlán (Tabla No. 1).

Los valores magnéticos se corrigieron por variación secular y por latitud y longitud. Los datos gravimétricos se corrigieron por terreno (círculos B y C) usando el método de Bible (1963). Las correcciones por latitud se obtuvieron tomando como base el cruce de las líneas 11 y C situado en el extremo NW del área en ambos casos.

Tanto la planimetría como la altimetría de las líneas gravimétricas está relacionada a las coordenadas geográficas de la población de Tala y cuyos valores en los diferentes sistemas que se han empleado en algunos de los estudios anteriores son:

Geográfico	Latitud N=20° 37' 18"	Longitud W=103° 41' 50"
Local Ortogonal del I.G.	X=11260.00	Y=34100.00

Así mismo, el levantamiento topográfico se ligó con la poligonal abierta que se utilizó en el levantamiento geofísico eléctrico (resistividad) anterior.

ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION

INTERPRETACION

Se creyó conveniente delinear la estructura del subsuelo con líneas rectas ortogonales para facilitar la estimación de su masa, así como la aplicación de un sistema de interpretación diferente (Del Castillo, 1971). Dado que el carácter de este estudio no es de alta precisión, la interpretación se llevó a cabo en forma cualitativa corroborada cuantitativamente con modelos geológicos sencillos. El error promedio y la desviación estandar permitidos para las anomalías calculadas versus anomalías observadas en las secciones fué menor de 2 mgals y 100 gamas casi en todos los casos (Láminas Nos. 2 a 6). Tómese en cuenta que en esta ocasión la determinación de gradientes regionales, tanto en gravimetría como en magnetometría, se llevó a cabo considerando solamente los gradientes locales y utilizando un sistema modificado de Griffin (1949). También se emplearon métodos numéricos para suavizar las anomalías magnéticas y para corregir los cruces de las líneas N-S con las E-W de tal manera que no hubiese una discrepancia mayor de 20 a 25 gamas y de más de 0.5 mgal en cada cruce. Solo en la línea 1 hacia la porción NE se encontraron discrepancias mayores que se pudieron controlar a base de efectos topográficos. (Figura 1).

Los perfiles magnetométricos (Láminas Nos. 2 a 6) presentan una notable tendencia general de los gradientes magnéticos en dirección NE-N paralelamente a la estructura geológica primaria.

Los valores del gradiente magnético local son muy variables debido a la interferencia magnética de la topografía; ante esta situación, y considerando que la roca masiva es la que tiene mayor extensión en el subsuelo, se puede establecer que aproximadamente los valores de alrededor de $25,000 \pm 1000$ gamas que se registraron sobre la superficie del terreno son los que corresponden a la intensidad magnética local relativa de dichas rocas y puede disminuir hasta 23,000 gamas o puede aumentar hasta más de 26,000 gamas, dependiendo del contenido de minerales máficos consignados en estas rocas ácidas. El magnetismo inducido de la zona varía entre 32,000 a 33,000 gamas, por lo que habría que agregar una constante del orden de 8,000 gamas a todos los valores, si se quiere referir el plano isomagnético (Lámina No. 7) a la intensidad magnética vertical de la República para la época 1970.0.

Los valores magnetométricos que se registran sobre las tobas o cenizas no pueden tomarse como típicos, ya que esta roca constituye unidades de poca extensión que se encuentran sobreyaciendo a la roca masiva o a las zonas hidrotermales. Los valores típicos de las zonas masivas de tipo tobaceo varían en 100 a 200 gamas, dependiendo de la variación litológica de esta unidad y del tipo de magnetismo remanente.

Las anomalías originadas por la presencia de concentraciones importantes de rocas básicas, generalmente son de intensidad mayor que las del gradiente magnético antes mencionado y su configuración delimita altos magnéticos más o menos bien definidos y delineados a lo largo de los propios afloramientos de roca masiva y sobre las rocas adyacentes que las cubren; la extensión de estas anomalías depende de la continuidad de

AREA GEOTERMICA DE LA PRIMAVERA

estas rocas en el subsuelo.

Los pocos cambios en la intensidad de las anomalías están relacionados con varias condiciones geológicas entre las cuales pueden citarse como más importantes, el contenido de minerales máficos, la estructura de ésta última, así como el espesor y el magnetismo propio de las rocas encajonantes; en consecuencia, no se puede relacionar fácilmente la intensidad de las anomalías con la presencia de minerales máficos, sin considerar los factores citados.

Los bajos magnéticos generalmente se encuentran bordeando a los altos y en algunos casos se registraron en las barrancas o en terrenos topográficamente bajos, donde los cuerpos de rocas menos ácidas, quedaron más elevados que el magnetómetro, lo cual produjo el efecto de una lectura invertida. En otros casos tienen su origen en la polaridad magnética propia de los extremos de los cuerpos de rocas que algunas veces están asociados a fracturamiento o afallamiento. La orientación de las dipolaridades, altos al SE y bajos al NW es la correspondiente a este hemisferio.

De acuerdo con los gradientes gravimétricos de las líneas (Láminas Nos. 2 a 6), se pueden establecer las siguientes generalidades: los gradientes gravimétricos tienen un alineamiento general en dirección N-NE SW-W paralelo a la estructura geológica de los cuerpos de roca masiva, con tendencia a seguir la configuración de los grandes rasgos topográficos como son el Arroyo de El Salado, la zona de El Colorado y otros; esto probablemente se debe a insuficiencia de la eliminación del efecto del terreno.

Al transferir el gradiente gravimétrico relativo observado en cada uno de los perfiles de las líneas de levantamiento (Láminas Nos. 2 a 6), se observa que dicho gradiente es variable en toda el área y sufre un incremento general de SE-NW.

El valor de -130 a -115 mgals corresponde al gradiente local de gran parte del área estudiada y alcanzan hasta -100 mgals en los extremos oriental y nororiental de la misma.

Las anomalías gravimétricas producidas por la presencia de rocas poco densas (pómez, tobas, etc.) pueden diferenciarse respecto a dicho gradiente, puesto que casi todas son de intensidad menor que las intensidades definidas por el propio gradiente. Su intensidad varía directamente en función de la masa-roca, por lo que los datos gravimétricos complementan casi siempre la información magnetométrica y geológica acerca de la extensión e importancia relativa de los cuerpos de roca masiva. La interpretación cuantitativa efectuada se verificó en las secciones geológico-geofísicas de las líneas N-S y E-W mediante la aplicación del método de Corbató (1965), habiendo considerado como promedio de densidad de 2.67 para las rocas del área y de 2.2 ó 2.6 para las rocas menos densas que la roca masiva; en la parte magnética, se consideró magnetismo inducido con un contraste de susceptibilidades de 250 a 1000×10^{-6} c.g.s. y con una dirección de cosenos propia de la localidad.

ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION

Las diferencias encontradas entre las anomalías calculadas o teóricas y las reales correspondientes no son muy grandes, tomando en cuenta que las interpretaciones parten de condiciones supuestas como son las densidades, gradiente regional relativo y los efectos del terreno; por lo anterior se considera que la interpretación cuantitativa está dentro de un límite racional.

Análisis de los resultados. - Las líneas magnetométricas presentadas (Láminas Nos. 2 a 6) muestran una serie de altos magnéticos mayores de 25,000 gamas que constituyen una faja anómala que se tiene en dirección NE-SW, -- desde donde se encuentran los afloramientos de roca masiva en la zona de El Colorado hasta la localidad conocida como Tala, Jalisco, ubicada en el extremo Sur-Occidental del área estudiada. Esta serie de anomalías magnéticas se origina por la presencia de roca masiva que aflora intermitentemente a lo largo de ella y se extiende en el subsuelo dentro de la montaña -- probablemente hacia el índice del gradiente local de 26,000 gamas.

A lo largo de dicha alineación de altos magnéticos se localiza una anomalía gravimétrica (Perfil No. 11, Lámina No. 3), cuya intensidad varía de -115 a -105 mgal, corroborando en esta forma la presencia de masas de roca que se extienden en el subsuelo a partir de los afloramientos localizados en El Colorado y en la extensión de la zona configurada.

Por otra parte, las mayores concentraciones de rocas están indicadas por la mayor o menor intensidad de los valores gravimétricos dentro de dicho tren anómalo, por lo que se describirán por separado.

El extremo occidental de la Línea A, donde se encuentra un alto de resistividad (González, 1970), se presenta un alto gravimétrico definido por curvas con un gradiente cuyos valores relativos varían de -125 a -115 mgal, el cual está localizado dentro de una anomalía magnética cuya intensidad varía de 25,500 a 26,200 gamas; estas anomalías parecen detectar la presencia de una roca masiva en el subsuelo y por consiguiente la continuidad del afloramiento rocoso hacia el interior del mismo cerro. La interpretación de estas anomalías se presenta en la sección geológica-geofísica de la Lámina No. 4 sobre la cual se han proyectado los modelos geológicos evaluados.

La continuidad de este alto gravimétrico hacia el N, según se ha interpretado en la Línea 11 de la Lámina No. 3, detecta la prolongación de la roca masiva similar a la del Cerro del Colorado hasta el afloramiento localizado en la porción NW, donde se conoce con el nombre de Los Azufres.

En el área de el "Ingenio" que se localiza al W de El Colorado entre las líneas B y C, se encuentra uno de los principales afloramientos de roca masiva, cuya importancia es evidente por la presencia de un gradiente gravimétrico positivo cuya intensidad varía de -115 mgal a -107, -- continuando su extensión hacia el N hasta las cercanías del Cerro Chato.

Es importante considerar que el cubrimiento de estaciones gravimétricas y magnetométricas en esta parte fue suficiente debido a lo acci

AREA GEOTERMICA DE LA PRIMAVERA

dentado del terreno, motivo por el cual las anomalías no se presentan tan definidas. Sin embargo, los datos geológicos y la información de la geoquímica y la resistividad indican probablemente la presencia y continuidad de la zona masiva en el subsuelo.

Otra de las áreas anómalas importantes, está localizada en la parte superior de la falda oriental del Cerro Alto entre las Líneas Nos. - I y II. En esta anomalía, el alto magnético presenta un amplio máximo relativo inferior a las faldas del mismo cerro y se extiende en el subsuelo a partir de distancias del orden de 5 km hacia el occidente, desde el contacto superior del afloramiento de roca masiva. La posición de la curva de valores magnéticos hasta 25,250 gamas se ha considerado, en esta ocasión, como indicativo del límite oriental de dicha zona masiva.

Las mayores concentraciones de roca son confirmadas por un alto gravimétrico definido por las anomalías de -120 a -115 mgal, quedando limitada entre los kilómetros 17 - 19 (Línea B) y 23 - 25 (Línea C) según se interpretó en las secciones geológico-geofísicas de las Láminas Nos. 5 y 6 respectivamente en base a los datos de resistividad, proporcionados por el I. I. I. E.

La anomalía gravimétrica descrita en los párrafos antecedentes continúa hacia el oeste y llega a constituir otro alto que se localiza también hacia el W de la Línea II, el cual está definido por el gradiente gravimétrico regional en esta parte. En el subsuelo de esta porción anómala, los cuerpos de roca masiva deben tener bloques y/o fallas, a juzgar por la presencia del alto magnético bien delineado, cuya intensidad varía entre -25,000 y 26,000 gamas y se extiende considerablemente hacia el occidente.

Al sur de la Línea C, en el extremo Sur del balneario de La Primavera, el gradiente magnetométrico forma dos zonas anómalas, una que se extiende hacia el occidente y la otra hacia el Sur hasta el extremo del cuerpo masivo del balneario. La primera de las zonas aludidas, se localiza sobre el extremo de la Línea C (km 23 en adelante) y Línea II (km 19 a 23). El alto magnético alcanza hasta 25,500 gamas de intensidad y su configuración se presenta bien definida, por lo cual debe suponerse como la última porción de roca masiva que aflora parcialmente y que continúa en el subsuelo; sin embargo, la importancia de la información cuantitativa en esta zona se encuentra hacia el norte y las anomalías gravimétricas no presentan altos locales, así como que su conformación adopta esa actitud debido a las ventanas de la misma masa rocosa; no obstante, se ha interpretado como zona anómala masiva, según puede apreciarse en la configuración.

La importancia de la mineralización del caolín en el subsuelo de esta zona no puede establecerse debido a que los datos gravimétricos no cubren la totalidad de la misma; sin embargo, su extremo N quedó parcialmente cubierto por las líneas B y C según puede verse en las Láminas Nos. - 1, 7 y 8 en las que la configuración geofísica no parece indicar alguna extensión razonable.

El área NE a la zona de mineralizaciones o de alteración hidrotermal, que comprende a El Colorado y Los Azufres, queda separada de mane-

ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION

ra evidente, por las anomalías magnéticas que se localizan entre estas dos regiones, puesto que los cambios de polaridad e irregularidad de las mismas se interpretarían como debidos a la presencia de una zona de fracturamiento asociada a una falla que se supone desprendió la zona de El Colorado y Los Azufres del cuerpo de la región del NE.

En la parte SE de Los Azufres y El Colorado se presenta una serie de altos magnéticos separados entre sí cuyas intensidades alcanzan valores hasta de 25,600 gamas; el alto de mayor extensión se localiza entre las Líneas B y C sobre afloramientos de roca masiva, los cuales también se detectan por una anomalía gravimétrica que está limitada por los valores de -130 a -120 mgal, siendo estas últimas las que definen a grosso modo el límite (ver Láminas 7 y 8) de las mayores concentraciones de mineral caolínítico, ya que encierran entre sí un alto bien definido entre las Líneas A y B que se interpretó en la forma en que aparece con el cruce de la Línea II. Los bajos magnéticos se presentan a lo largo del extremo oriental y parte del occidental de la anomalía antes descrita y se han supuesto como correspondientes a los extremos de las rocas masivas.

CONCLUSIONES

Es evidente que las variaciones del campo gravimétrico se deben a grandes irregularidades de la densidad de las rocas del subsuelo en esta importante zona geotérmica y a la actitud estructural de áreas competentes de rocas masivas y/o bajo el punto de vista geológico. Este hecho queda confirmado con el paralelismo en cuanto a la superposición que se obtuvo entre las anomalías magnéticas y gravíficas.

Sin embargo, dado el carácter de la investigación, los resultados son muy halagadores en cuanto al tratamiento de incógnitas estructurales que siempre se tienen en cualquier fase exploratoria debajo de la superficie del terreno, principalmente en las zonas geotérmicas que suelen estar conectadas en una u otra forma con actividad volcánica. En este caso, la confirmación de la traza de la zona de colapso de la caldera sugerida por Mosser (1970) y González y Razo (1966) en la porción N-NE de la zona estudiada, así como la confrontación y continuidad de otras fallas y estructuras menores, serán de gran ayuda en la planeación de otras investigaciones de mayor detalle en el futuro.

Se estima que los procesos numéricos empleados tanto en la determinación de residuales como en el suavizado de datos fue suficiente como para discriminar los efectos topográficos abruptos en el área. Con el objeto de obtener mayor provecho y mayor poder resolutivo en estas investigaciones de reconocimiento, se recomienda emplear otras técnicas numéricas para el análisis de información geofísica, tales como continuación de campo (Grant y West, 1965, segundas derivadas (Elkins, 1951; Henderson et al, 1948) y filtros pasabanda (Dean, 1958) para aumentar la seguridad en la interpretación y apoyar con argumentos más firmes las estructuras.

Al mismo tiempo, se sugiere correlacionar los resultados obtenidos con las investigaciones de resistividad (González, 1971) y de geoquímica.

AREA GEOTERMICA DE LA PRIMAVERA

mica (Mercado, 1971) y en esa forma seleccionar las áreas de mayor importancia tanto por geotermoquímica como por estructura para continuar con los trabajos de semidetalle y detalle de geofísica (gravimetría, magnetometría, electromagnético, etc.), puesto que esa secuela ha mostrado resultados de indudable valor en el aspecto tectónico de las zonas geotérmicas estudiadas en nuestro país. Como última sugerencia, no debe olvidarse la influencia e importancia del paleomagnetismo en las zonas volcánicas, cuya tecnología e investigación ya pueden desarrollarse totalmente en México en el Departamento de Exploración Geofísica del Instituto de Geofísica U. N. A. M. Probablemente la superposición de las anomalías magnéticas pudiera mejorarse al conocer con cierta precisión los parámetros de magnetización (intensidad y dirección del NRM)* en la zona investigada.

* Magnetismo Natural Remanente.

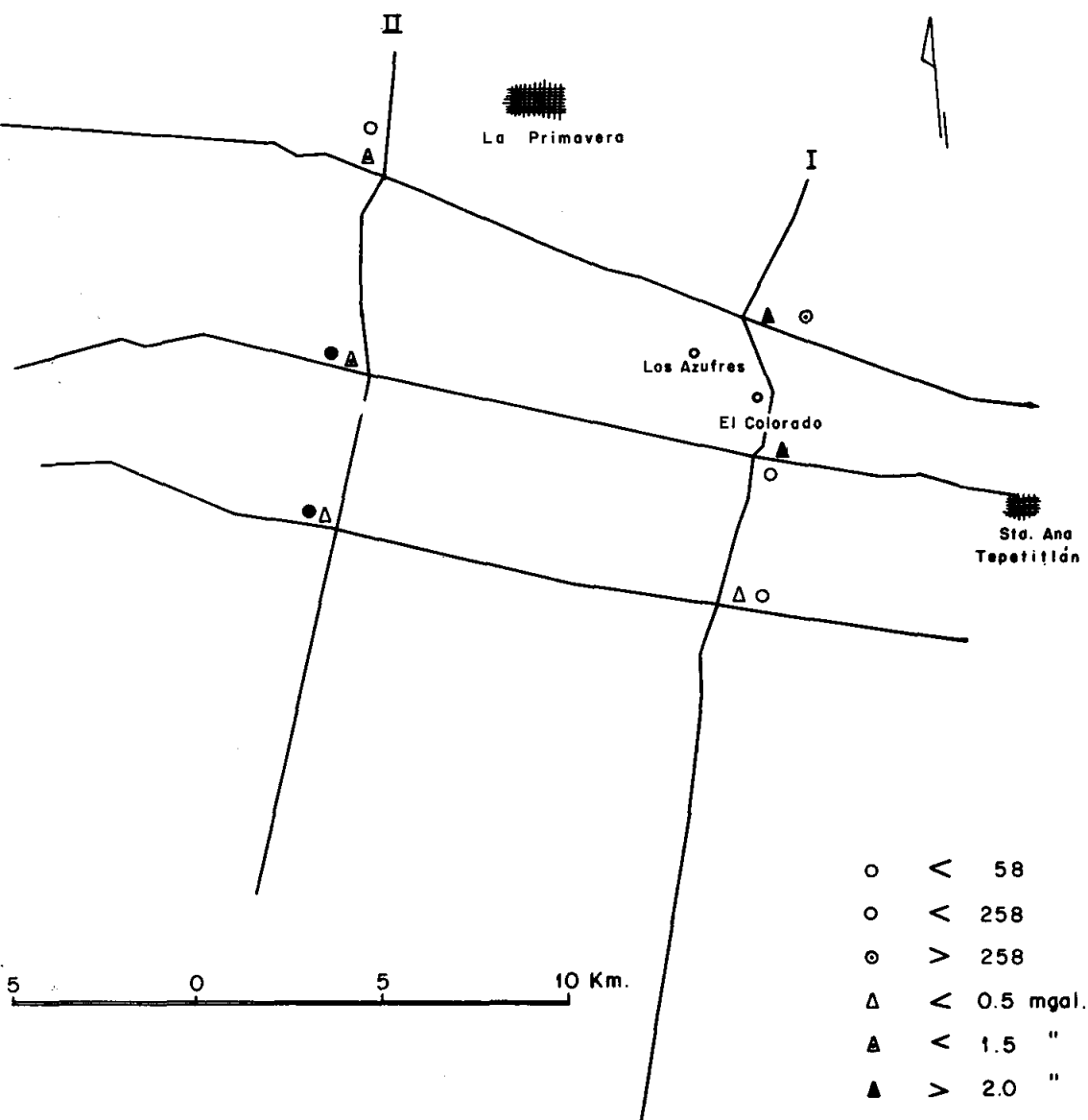
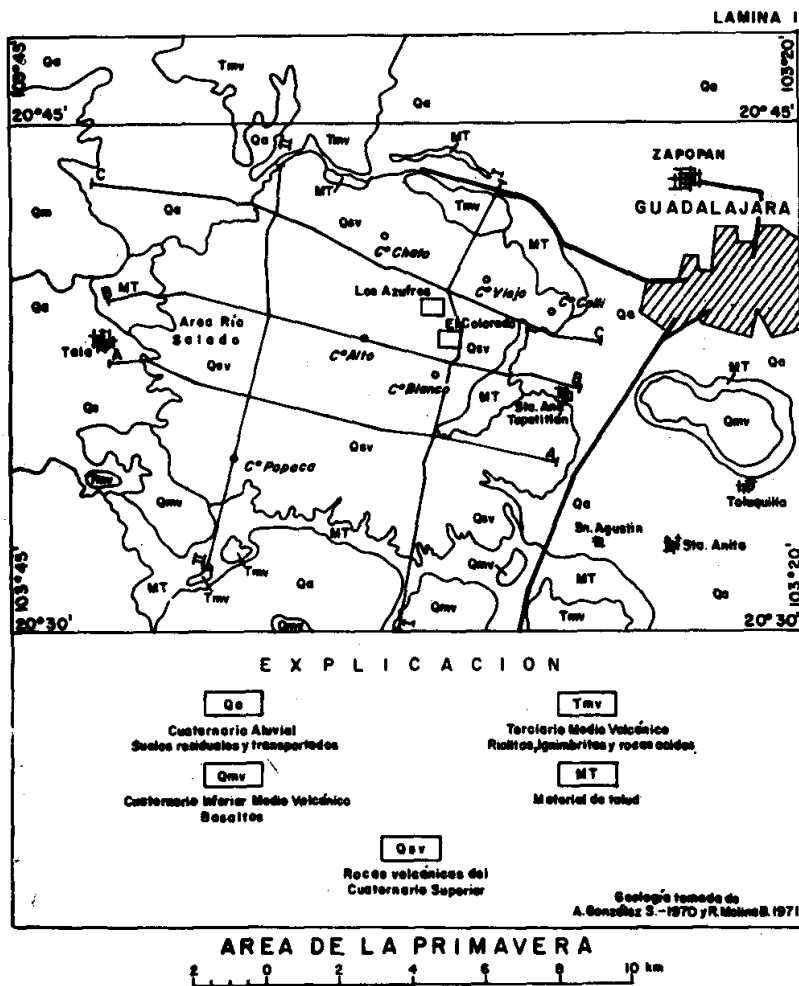
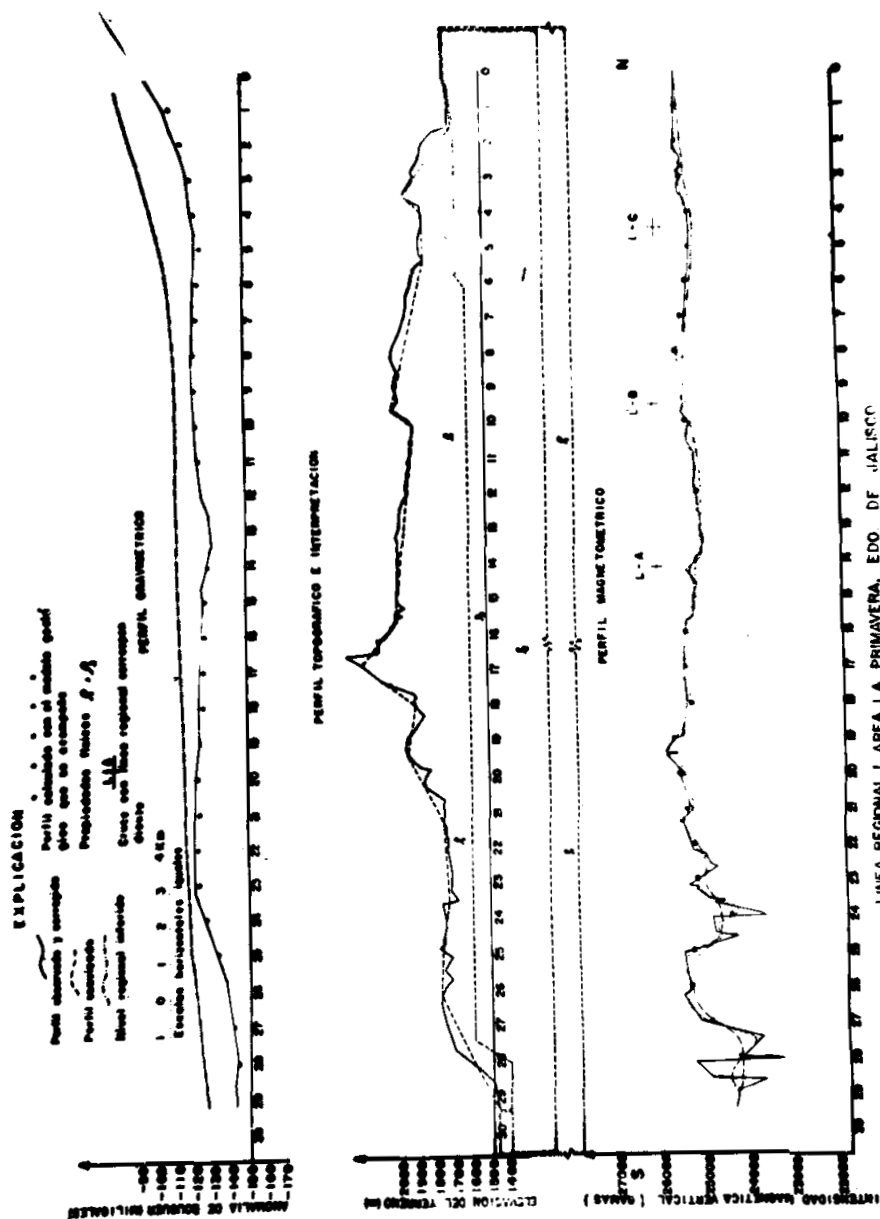


FIGURA 1. — Intersecciones entre líneas gravimétricas y magnetométricas regionales, La Primavera, Jal.

AREA GEOTERMICA DE LA PRIMAVERA





AREA GEOTERMICA DE LA PRIMAVERA

LAMINA 3

U. N. A. M.

INSTITUTO DE GEOMINICA
CENIT DE EXPLORACION GEOTERMICA

EXPLICACION

Perfil observado y corregido

Perfil suavizado

Nivel regional inferior

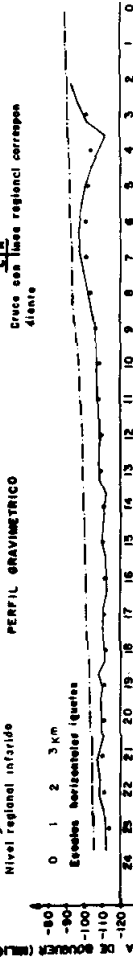
0 1 2 3 km

Escala horizontal (metros)

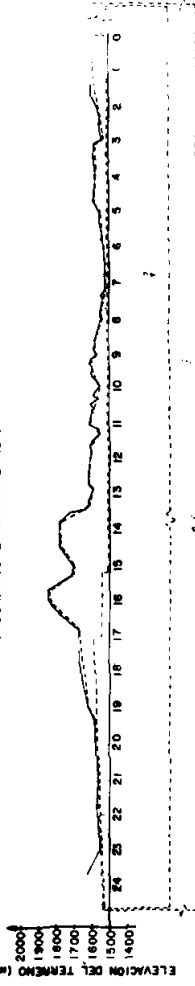
Perfil estimado con el modelo geotermico
que se acompañaPropiedades físicas ρ , β

Cruce con línea regional correspondiente

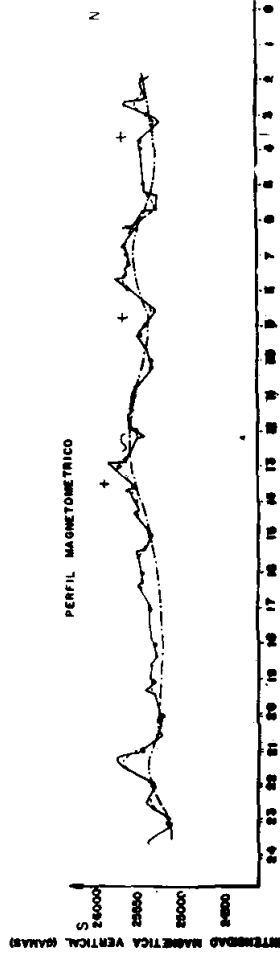
diámetro



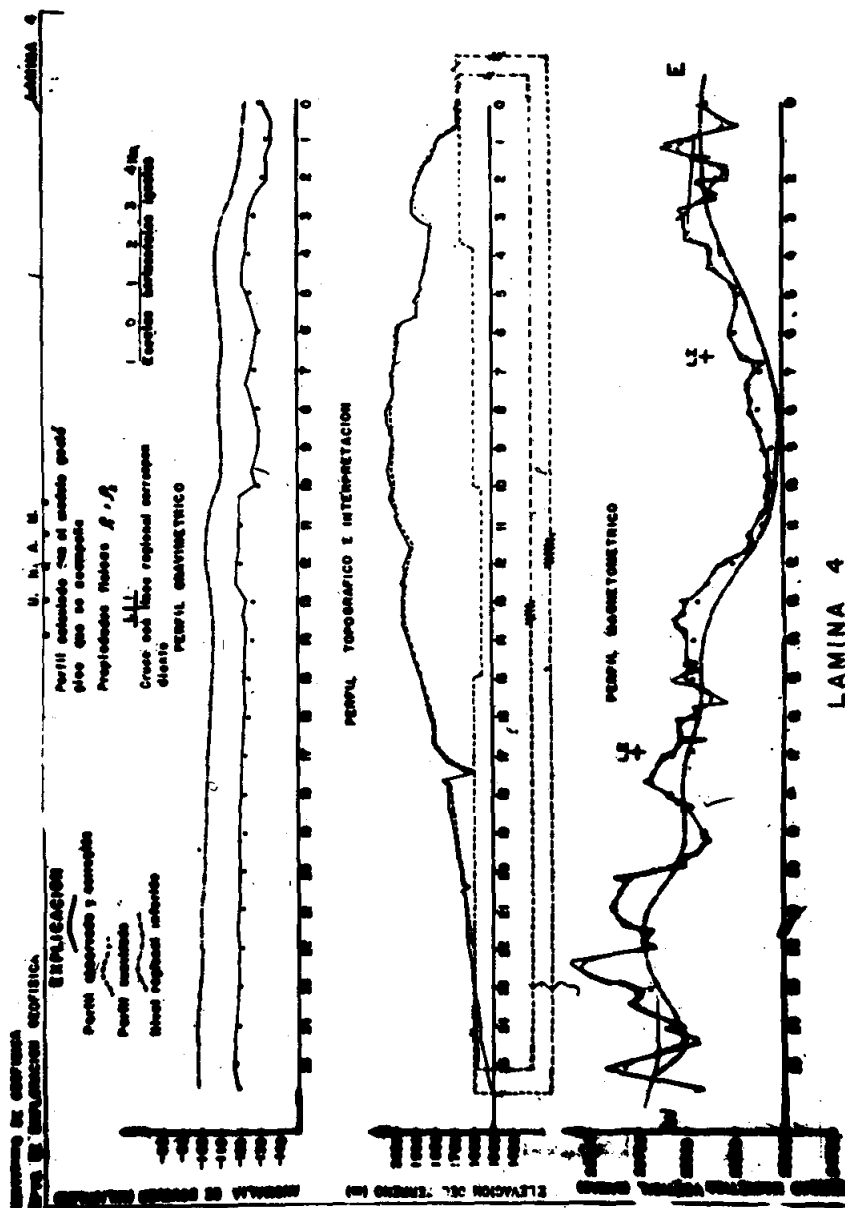
PERFIL TOPOGRAFICO E INTERPRETACION



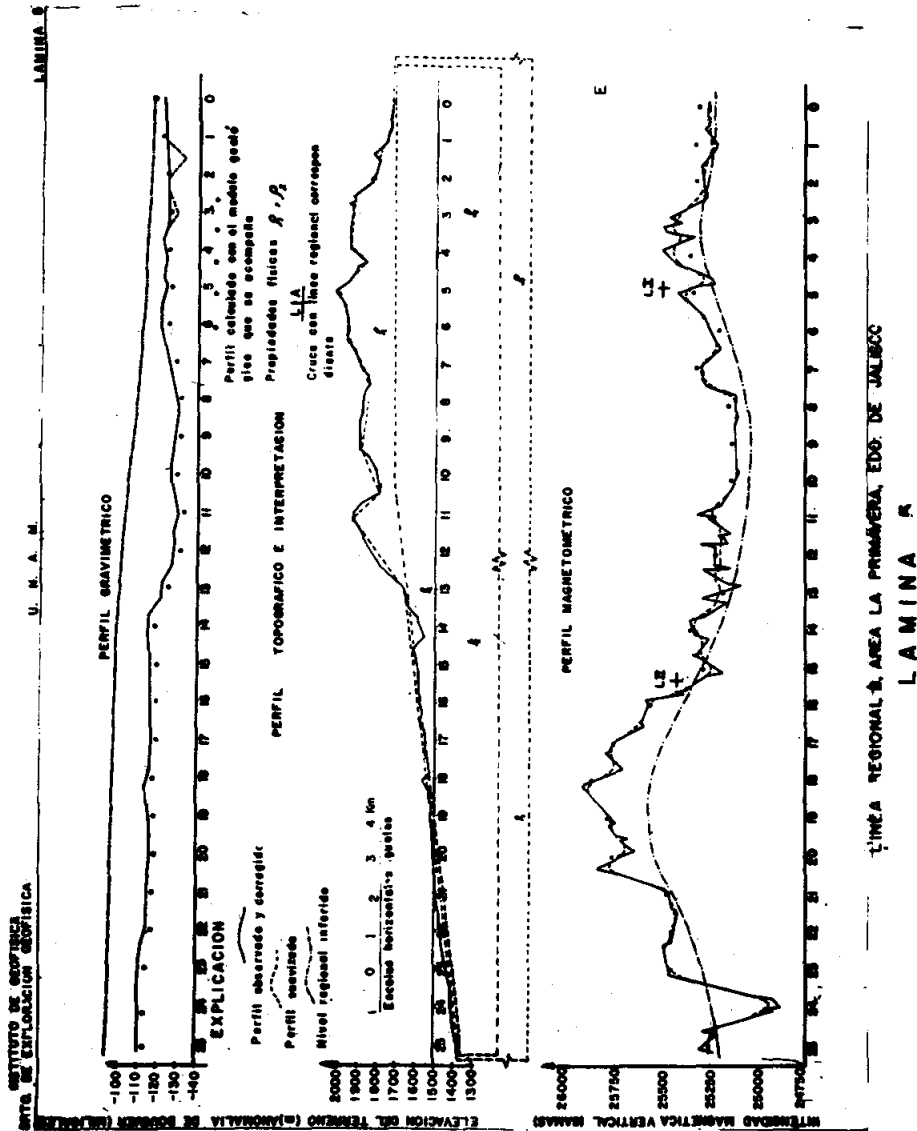
PERFIL MAGNETOMETRICO

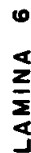


LAMINA 3

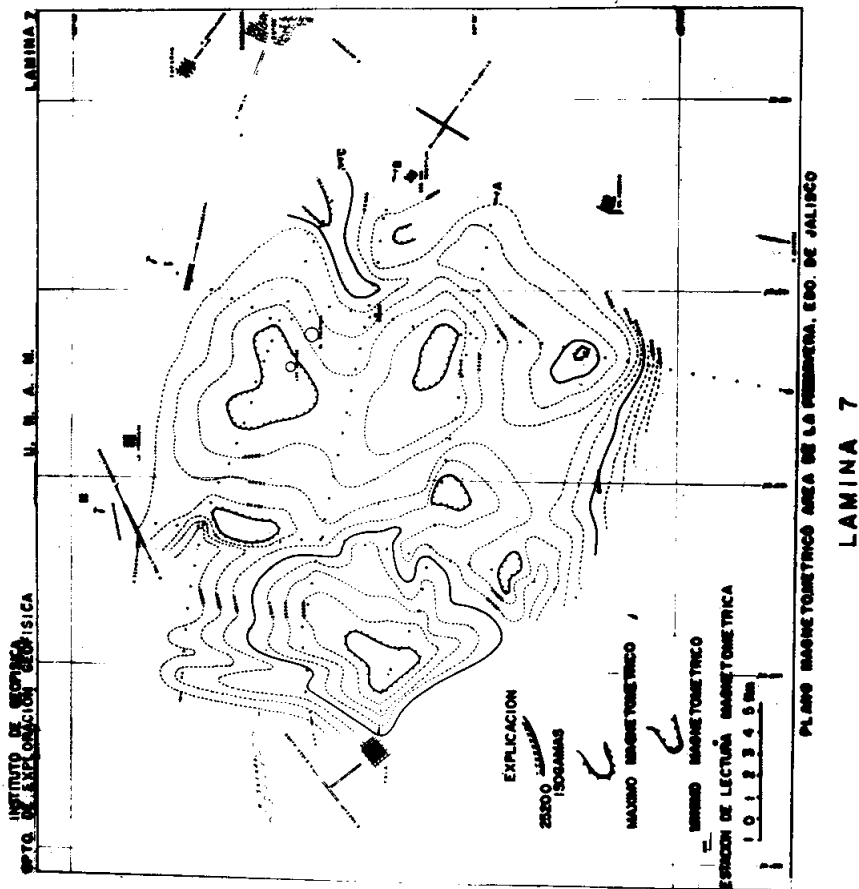


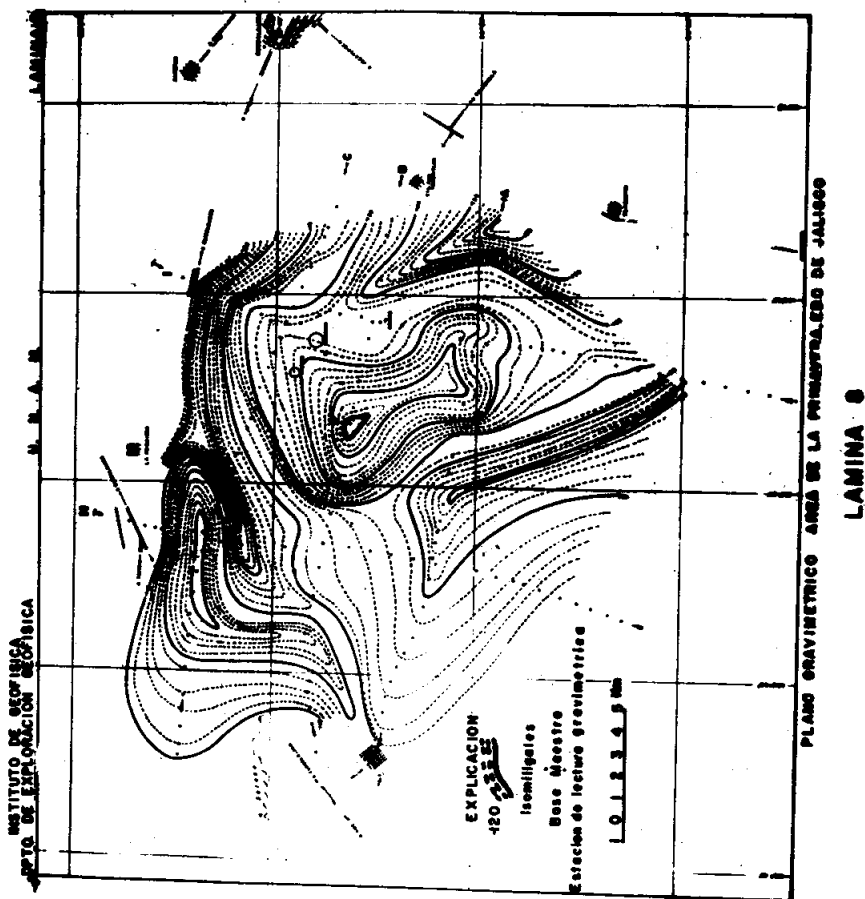
AREA GEOTERMICA DE LA PRIMAVERA





AREA GEOTERMICA DE LA PRIMAVERA





AREA GEOTERMICA DE LA PRIMAVERA

TABLA I.- BASES GRAVIMETRICAS

BASE (No.)	VALOR (mgal)	ELEVACION (m.s.n.m.)	OBSERVACIONES
GBM-1	978250.098		Campamento l. Rancho Dip. (Tala, Jal.).
1	978229.323 (5)	1726.63	Est. 0. (Línea C) Col. Las Granjas, Cd. Guadalajara.
2	978211.925	1680.59	Estación 29 (Línea I)
3	978248.528	1593.32	Paraje Zandijuela.
4	978126.041	1997.22	Cruce L-1=0, L-A=7
5	978200.64	1997.22	Base TV-56
6	978193.48 (.504)	1722.46	Base Ocotes (L-1=15)
7	978226.54	1467.95	Base A 72, (Vía F. F. C. C.)
8	978228.43 (.448)	1551.60	Base San Isidro Est-40 A 60 (L-11)
9	978152.30	1900.09	Base L-1=10

TABLA II.- RELACION DE DENSIDADES

T_s^v	Terciario Superior Volcánico.- Se incluyen tobas pumíticas, ignimbritas, vidrios volcánicos.
T_l	Terciario Lacustre.- Se incluyen sedimentos lacustres de terrazas y arcillas.
	Densidades $\left[\frac{gr}{cm^3} \right]$
2.2	Material volcánico ácido (pómez, vidrios, cenizas y piroclásticos)
2.5	Sedimentos lacustres
2.7	Roca masiva (tobas e ignimbritas)

ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICA DE EXPLORACION

REFERENCIAS CITADAS.

- Alvarez Jr. M., 1948, Unidades Tectónicas de la República Mexicana: Soc. Geol. Mex., V.XIV.
- Andrade V. X., 1959, Geohidrología y Estimación de Reservas de Agua en la subcuenca de Chalco: Tesis Profesional, Esc. Sup. Ing. Arq., I. P. N., Inédito.
- Badgely, P. C., 1965, Structural and Tectonic Principles: Harper & Row, - Publishers, N. Y.
- Blásquez, L. L. y Bullard, F. M., 1956, Vulcanismo Terciario y Reciente - del Eje Volcánico de México: Cong. Geol. Int., XX Sesión, México, Libroto-Guia A-15, 76 p.
- Dean, W. C., 1958, Frequency analysis for gravity and magnetic interpretation: Geophysics, v.23, n.1, p. 97-127.
- Del Castillo, G. L., 1970a, Análisis de Parámetros Geofísicos a lo largo del Eje Neovolcánico: Coloc. Evid, Geol, Geof, Sub-Continente Mexicano, U. N. A. M. resumen.
- Del Castillo, G. L., Martínez, B. A., y Márquez, C. R., 1970b, Levantamiento Gravimétrico y Magnetométrico en el área de Ixtlán de Los Hervores-Los Negritos, Mich.: Anal. Inst. Geof. U. N. A.M. v.15, p.107-144.
- Del Castillo G. L., y Diez, A. P., 1970c, Estudio por Sismología de Refracción de una Zona Geotérmica: Anal. Inst. Geof. U. N. A. M. v.15, p.81-106.
- Del Castillo, G. L., 1971, Optimización de programas sobre interpretación geofísica: en preparación.
- De la O Carreño, A., 1943, El volcán de Parícutín en las Primeras fases - de su Erupción: Irrigación de Mex., v.4, p.49-80.
- , 1956, Geología a lo largo de la Carretera entre México, D.F. y Guadalajara, Jal. vía Morelia, Mich.: Cong. Geol. Int., XX Sesión, México, Libroto-Guia A-16, 102 p.
- Elkins, T. A., 1951, The second derivative method of gravity Interpretation: Geophysics, v.16, n.1, p.29-50
- García D., S., 1971, Estudio geológico estructural de la zona geotérmica de Los Negritos, Mich. por el método geofísico de resistividad: III E, 12 p., inédito.

AREA GEOTERMICA DE LA PRIMAVERA

- Gómez, V. R., 1969, Informe geohidrológico de la zona geotérmica de Ixtlán de los Hervores, Mich., I. I. I. E., 11p., Inédito.
- González, S. A., y Razo, M. A., 1966, Informe de la Interpretación foto-geológica de la Caldera La Primavera: C. F. E., C. N. E. G., 6 p., inédito.
- González, S. A., 1968, Informe Geológico de la zona Geotérmica de Los Negritos, Mich.: I. I. I. E., inédito.
- , 1971, Estudio geofísico de resistividad en La Primavera, - Jal.: I. I. I. E., en preparación.
- , 1971, Comunicación Personal.
- Grant, F. S. and West, G. F., 1965, Interpretation Theory in applied geophysics: New York, McGraw-Hill Book Company.
- Hendersorn, R. G. and Zietz, I., 1948, The computation of second vertical derivatives of magnetic fields: Geophysics, v14, n.4, -- p. 508-516.
- Lomnitz, A. C., Mooser, F., Allen, C., Brune, J. y Thatcher, W., 1971, - Sismicidad y Tectónica de la Región de California México. Resultados preliminares: Geof. Int., v.10, n.2, p.37-48. (1970).
- Márquez, C. R., 1971, Comunicación Personal.
- Mercado, S., 1971, Sumario Geoquímico de La Primavera, Jalisco y otras manifestaciones geotérmicas cercanas: I. I. I. E., Depto. -- Geotécnia, 12 p., inédito.
- Molina, B. R. and Banwell, C. V., 1970, Chemical Studies in Mexican Geothermal Fields: I. I. I. E., 21 p., 15 cuad., 4 grag., inédito.
- Maldonado-Koedell, M., 1954, La formación y caracteres del Pedregal de San Angel: Tlatoani, Esc. Nac. Ant. e Hist., n.8-9, 5 p.
- , 1958, El Volcán Bárcena en la Isla de San Benedicto, archipiélago de Las Revillagigedo: Ciencia (Mex), XVIII, n.7-8 -- p.114-123.
- , 1969, History of vulcanological Research in Mexico: Com. - Pan. Cien. Geof. I. P. G. H. y U. G. M., mimeograph, 18 p.
- Monges, C. J. y Woollard, G. P., 1956, Contribución Geoquímica en el estudio de las aguas subterráneas en la Cuenca de México: Cong. Geol. Int., XX Sesión, México, Sección dlI-B.

ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICA DE EXPLORACION

- Mooser, F. G., 1957, Los ciclos del vulcanismo que formaron la Cuenca de México: Sección I, Cong. Geol. Int. XX Sesión, México, p.337-346.
- , and M. Maldonado-Koerdell, 1959, Mexican National Report on Vulcanology: XI th General Assembly of the I. G. G. V. Toronto, in Bull. Vulcanologique, Serie II, Tomo XXXI, p.163-169.
- , 1970a, Origen probable de la Faja Volcánica Transmexicana: Coloq. Evid. Geol. Geof. Sub-continente Mexicano, U.N.A.M., - resumen.
- Sánchez, P. C., 1932, Importancia Geográfica del "Eje Volcánico". Cordillera que atravieza la República Mexicana del E al W sensiblemente sobre el paralelo 19°. Pub. Inst. Pan. Geog. Hist., --- n.11, 14 p.
- Sandoval, O. J., 1970, Aprovechamiento de vapor endógeno para aminorar el alto consumo de hidrocarburos en México: Tesis Profesional, - Fac. Ing., U. N. A. M., inédito.
- Williams, H., 1970, Vulcanology (en prensa)



El Ing. Luis del Castillo, se tituló de Ingeniero Geólogo en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del I.P.N., obtuvo su Maestría en Geofísica en Colorado School of Mines en 1968, después trabajó como geólogo-físico de 1959 a 1966 en la Secretaría de Agricultura y Ganadería y en el Consejo de Recursos Naturales no Renovables, donde llegó a desempeñar el cargo de Jefe del Departamento de Geofísica de 1964 a 1965.

Ha trabajado en diversos proyectos integrales nacionales e internacionales a base de geofísica aérea, terrestre y marina. Ha publicado varios artículos originales y de divulgación relacionados con la aplicación de la geofísica en nuestro país. Actualmente es Investigador y Jefe del Departamento de Exploración Geofísica en el Instituto de Geofísica de la U.N.A.M., y miembro del Comité Mexicano de Geodinámica. Es socio activo de la A.M.G.E., S.E.G., E.A.E.G., y de otras afines.



El Ing. José Hector Sandoval Ochoa, se graduó de Ingeniero Petrolero en la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. en 1970. Continuó con estudios de postgrado en la Facultad de Ciencias de la misma Universidad en la Maestría de Geofísica. Simultáneamente ha colaborado en trabajos de campo y gabinete en algunos proyectos del Instituto de Geofísica de la U.N.A.M., a través del Departamento de Exploración Geofísica, tales como los levantamientos geofísicos regionales y de detalle a lo largo de la Faja Neovolcánica Mexicana y en las fases de levantamientos marinos en las Investigaciones cooperativas del Caribe y Regiones Adyacentes (CICAR) y en el (IDOE) Decenio Internacional de Exploración Marina, (sismología, gravimetría y magnetometría). Con esta información Marina, el Ing. Sandoval está elaborando su tesis de postgraduado en Geofísica.



El Ing. Rafael Márquez Calderón, se graduó de Geólogo en la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M., en 1971, además cursó la carrera de Físico Experimental de 1957 a 1959; durante este tiempo colaboró con el Instituto de Geofísica de la misma Universidad en los trabajos del Año Geofísico Internacional. Simultáneamente trabajó en algunos programas de magnetismo y de gravimetría regional en varias entidades de la República Mexicana durante 1962-1964. Posteriormente estuvo a cargo de las operaciones del Observatorio Magnético de Teoloyucan del propio Instituto de Geofísica.

Años más tarde, de 1965 a 1968 pasó a formar parte del personal del Instituto de Antropología como asistente de Geólogo. En los años 1969 y 1970 reingresó al Instituto de Geofísica dentro del personal técnico del Departamento de Exploración Geofísica. Actualmente presta sus servicios en el Instituto de Geología de la U.N.A.M., como Jefe de los trabajos del Instituto de Geología en el Estado de Sinaloa.

FABRIMEX, S. A. DE C.V.

Con los SELLOS DE TEFLON colocados en el interior de los coples API de las tuberías de producción se eliminan, en su totalidad, las fugas de fluidos.

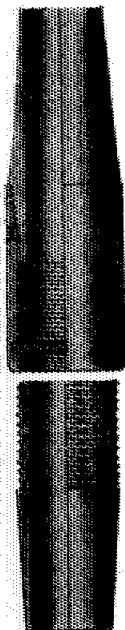
Con los Barrenos FABRIMEX (Tipo Williams) se obtienen más metros perforados y menores costos de perforación.

EVITE problemas en las cementaciones primarias utilizando CENTRADORES, RASPADORES Y COLLARINES TOPE TIPO FABRIMEX.



Los PRODUCTOS QUÍMICOS FABRI-NUTRO son una garantía para evitar los problemas de corrosión, parafinamiento, incrustaciones de carbonatos, etc.

Las JUNTAS FABRI-GRIFIN "DS" están diseñadas para terminaciones múltiples y el sello de teflón les permite operar con gran eficiencia en pozos de alta presión.



Estamos para servirle.

FABRIMEX
S.A. DE C.V.

Poa. Nueva 105, México 14, D.F. Tel. 5-77-33-22

NUESTRO "SIS" ES MUNDIAL



La Petty Geophysical Engineering Company está creciendo. La demanda constante por más y más productos derivados del petróleo y la consiguiente búsqueda de reservas, dan la oportunidad de crecer. Lo demás es cosa nuestra. La respuesta, creemos, es obtener resultados positivos para Ud. a través de nuestra experiencia, conocimientos, habilidades y creatividad. No es por accidente que las cuadrillas de la Petty están formadas por gente que ha tomado parte en el desarrollo de métodos nuevos—aceptados por toda la industria. Como líder en la exploración geofísica, la Petty minimiza sus riesgos exploratorios con los datos más precisos disponibles.

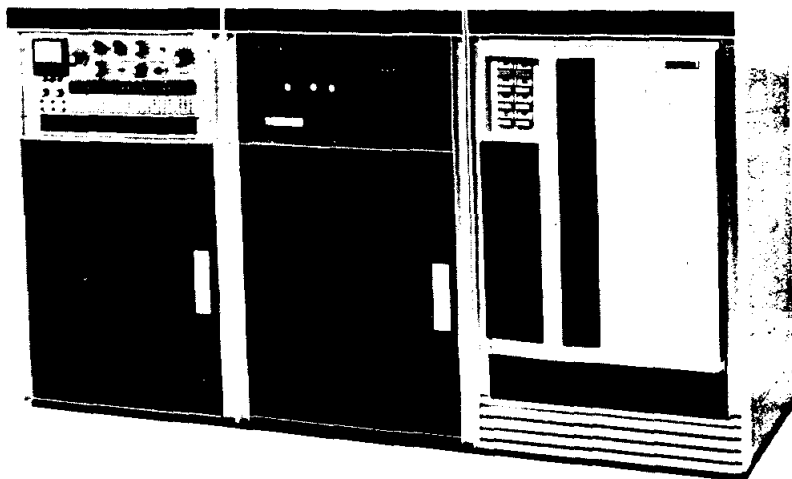
97 Avenida Juárez, Desp. 405, Mexico 1, DF
Tel. 521-08-34



"Desde 1925, Progreso por Excelencia"

El equipo digital de campo SUM-IT VII es un sistema completo para emplearse en el registro sísmico de datos con cualquier técnica de campo: Vibroseis, Dinoseis, Dinamita y otros generadores de energía. El formato empleado es SEG-A de 9 pistas -- en cinta de $\frac{1}{2}$ ".

SUM-IT VII



Para mayor información dirigirse a : Electro -
Technical Labs Div. , Mandrel Industries, Inc.
P. O. Box 36306, Houston, Texas 77036



ELECTRO-TECHNICAL LABS



**Vector
Fabrica Cables
para todo
uso en
Geofísica**

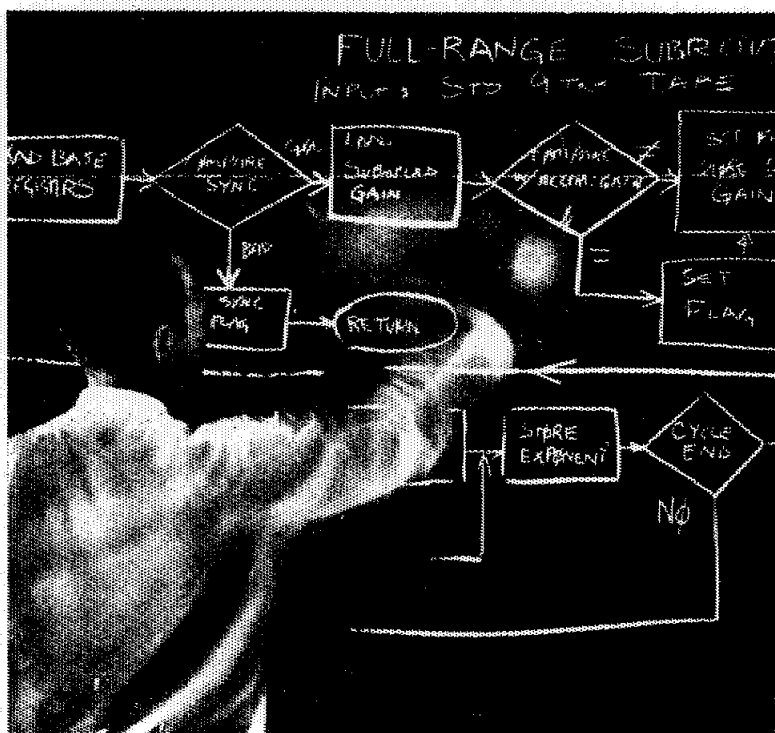
Vector Cable Company

5616 Lawndale
Houston, Texas
Phone — 713-926 8821
TWX — 713-571 1492

WESTERN

SIEMPRE *EN MARCHA*

desde la programación de rango completo producida por amplificadores de incremento binario, hasta los nuevos conceptos sobre orígenes sísmicos.



933 North La Brea Avenue • Los Angeles, California 90038, E.U.A.
320 North Market Street • Shreveport, Louisiana 71107, E.U.A.

WESTERN
GEOPHYSICAL
DIVISION OF HITTOR INDUSTRIES

PERFORACIONES, S. A.

**CONTRATISTA DE PERFORACION
EXPLORATORIA DESDE 1950 PARA**

PETROLEOS MEXICANOS

SECRETARIA DE MARINA

CONSTRUCTORA MALTA, S. A.

NATIONAL SOIL SERVICES, CO.

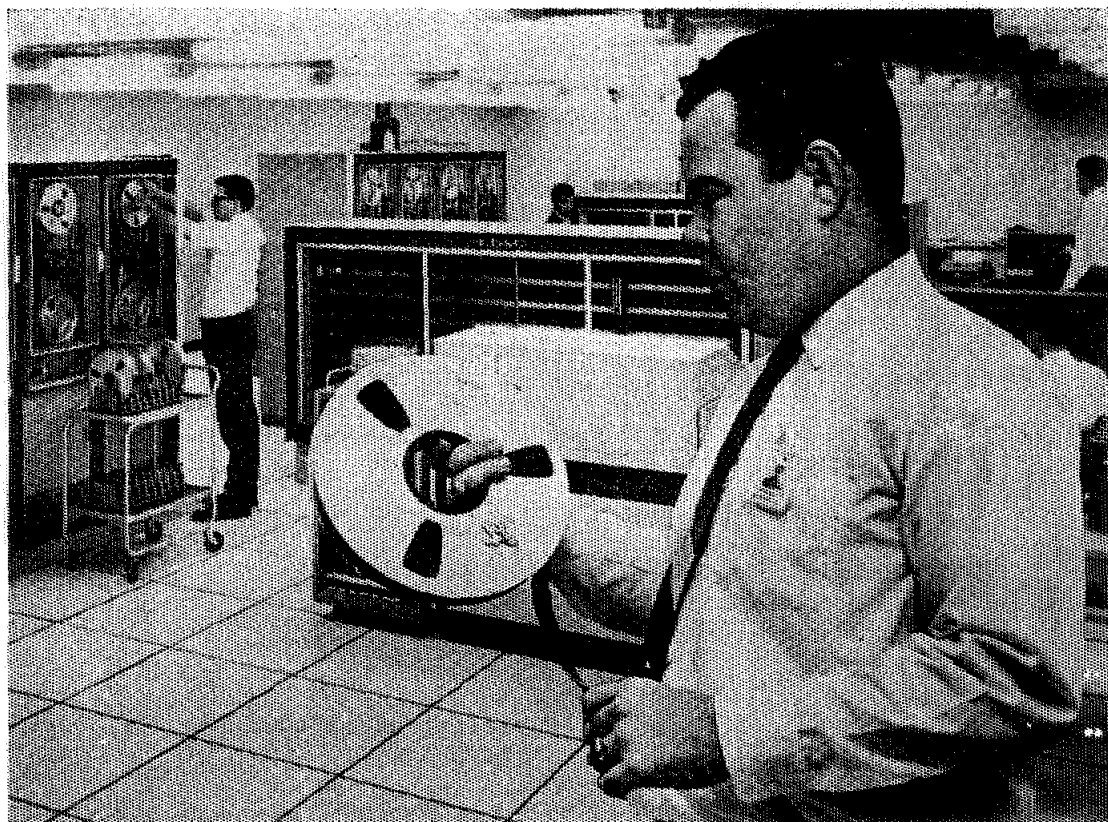
**CIA. FUNDIDORA DE FIERRO Y
ACERO DE MONTERREY, S. A.**

Y PARTICULARES

AVENIDA JUAREZ No. 119 - 5o. PISO

TEL. 566-44-11 CON 2 LINEAS

MEXICO 1, D. F.



Su trabajo: **PRODUCCION SISMICA!**

Procesos solicitados: PROGRAMAS AEN-O, DCN-1, DPG-O

La cinta que Carlos Bissell se prepara a montar en un centro GSI de procesamiento, contiene registros de una de las líneas principales de su levantamiento marino. La oficina de interpretación necesita una sección después de que los sismogramas han sido editados (eliminadas trazas ruidosas, cambio de polaridad, etc.), corregidos por desplazamiento horizontal, deconvueltos y reunidas las trazas de profundidad común. Usted tiene prisa por ver los resultados en el informe semanal. Ahora es el momento en que Carlos tiene que producir.

¿Qué le ayuda a Carlos a producir? Primero, él conoce su trabajo. Ha sido entrenado para ello y tiene más de cinco años de experiencia en producción sísmica, 12 meses de esta aquí mismo, en este centro. Segundo, trabaja con equipo digital de alta velocidad, probado en producción y específicamente diseñado para procesar datos sísmicos. Tercero, tiene a su mando una biblioteca completa de alta eficiencia, programas de producción para aprovechar la potencia elaboradora del TIAC. Sobre todo, él está respaldado por hombres de la mayor experiencia digital en producción sísmica—

Programadores, geofísicos de área, sismólogos, investigadores y gerentes de operaciones.

Con todo este apoyo, Carlos tiene que producir. Es su levantamiento y Ud. quiere su información geofísica libre de ruido y múltiples, y deconvuelta.

GSI está entregando producción sísmica digital en todo el mundo. Carlos podría hacer este mismo trabajo al igual que otros en centros de procesamiento sísmica digital pertenecientes a GSI en Dallas, Nueva Orleans, Midland, Houston, Londres, Calgary y en otros que se abrirán próximamente.

GSI significa producción geofísica, sísmica digital o analógica, gravimetría, magnetometría, acumulación de datos de campo, procesamiento e interpretación.

Estamos obligados a ello. Es nuestro trabajo.

GSI

de Mexico S. A. de C. V.

AVENIDA JUAREZ 119, DESPACHO 42,
MEXICO 1, D.F.





Du Pont, S. A. de C. V.

Av. Juárez No. 117-5o. Piso
México 1, D. F. Tel. 5 46 90 20

DEPARTAMENTO DE EXPLOSIVOS

**Fábrica Ubicada en:
DINAMITA DURANGO**

**DINAMITAS
GEOMEX* 60% (Gelatina Sismográfica)
SUPER MEXAMON*
TOVEX* EXTRA
DETOMEX*
FULMINANTES
ESTOPINES ELECTRICOS
ESTOPINES SISMOGRAFICOS "SSS"**

ACCESORIOS DEL RAMO

OFICINAS EN: TORREON, COAH.
Edificio Banco de México Desp. 305 Tel. 2 09 55

REPRESENTANTE EN: GUADALAJARA, JAL
Juan Manuel No. 1184 Tels: 25 56 82 y 25 56 08

♦ MARCA REGISTRADA DE DU PONT



CORPORATION

THOMPSON BUILDING
TULSA, OKLAHOMA 74103

CONSULTORES INTERNACIONALES DE
GEOLOGIA Y GEOFISICA

Ben. F. Rummerfield, - Presidente

Norman S. Morrissey, - Vice-Presidente

John Rice, - Jefe de Geofisicos

Operación con unidades Vibroseis*

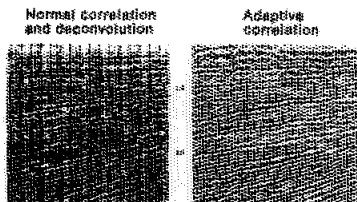
Aplicada a la tecnología de campo



- Diseño de vehículo adaptado al terreno.
- Correlación digital de campo.
- Diseño específico de campo.

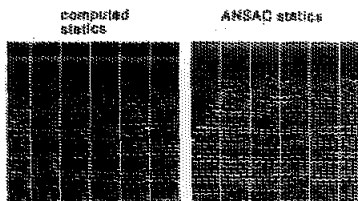
Adecuada para el proceso de datos

TVAC



- Técnica de pulsos compresionales para el contenido de información traza por traza.
- Deconvolución apropiada a la mezcla de fases, característica del Vibroseis.
- Apilamiento vertical con la consiguiente supresión de ruido de gran amplitud.

ANSAC



Esta técnica está diseñada para determinar y aplicar correcciones estáticas inherentes al sistema CDP basada en las siguientes consideraciones.

- Correcciones por fuente de energía.
- Correcciones por detección
- Echado
- Dinámicas residuales

La técnica de Vibroseis requiere de una continua evaluación de los parámetros de campo y su relación con una cuidadosa planeación del proceso de datos. Y esta es la función del Seiscom/Delta en

las operaciones Vibroseis. Eficiencia en el trabajo de campo, calidad en el centro de proceso. Mayor información con el representante Seiscom/Delta.



Seismic Computing Corp.

P. O. Box 36789



Delta Exploration Company Inc.

Houston, Texas 77036 713/785-4060

*Registered trademark and service mark of Continental Oil Company