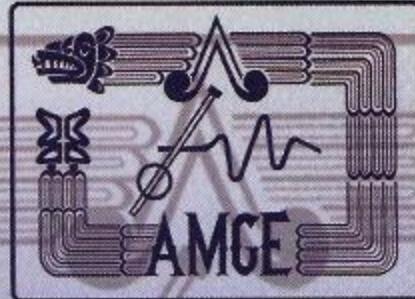
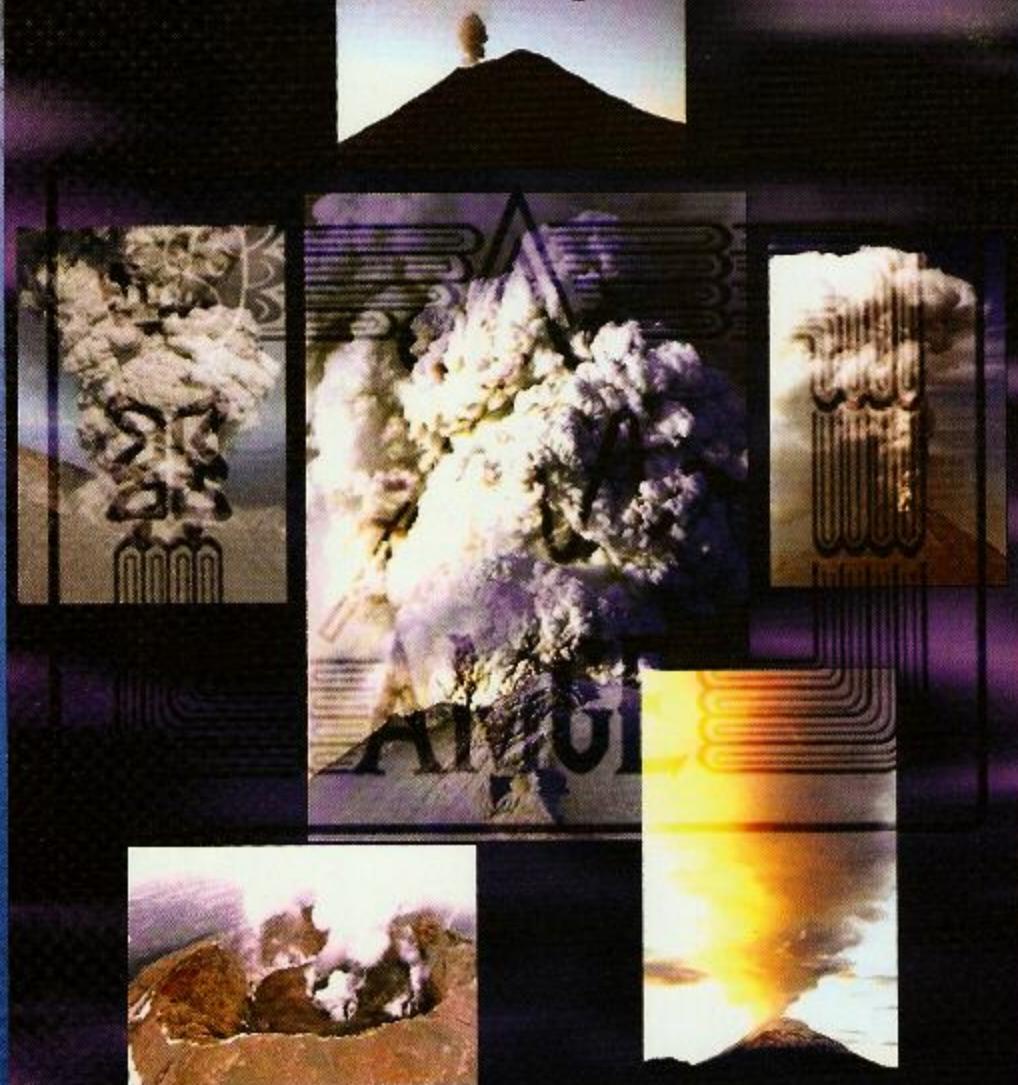


BOLETIN



Asociación Mexicana
de Geofísicos de Exploración, A.C.

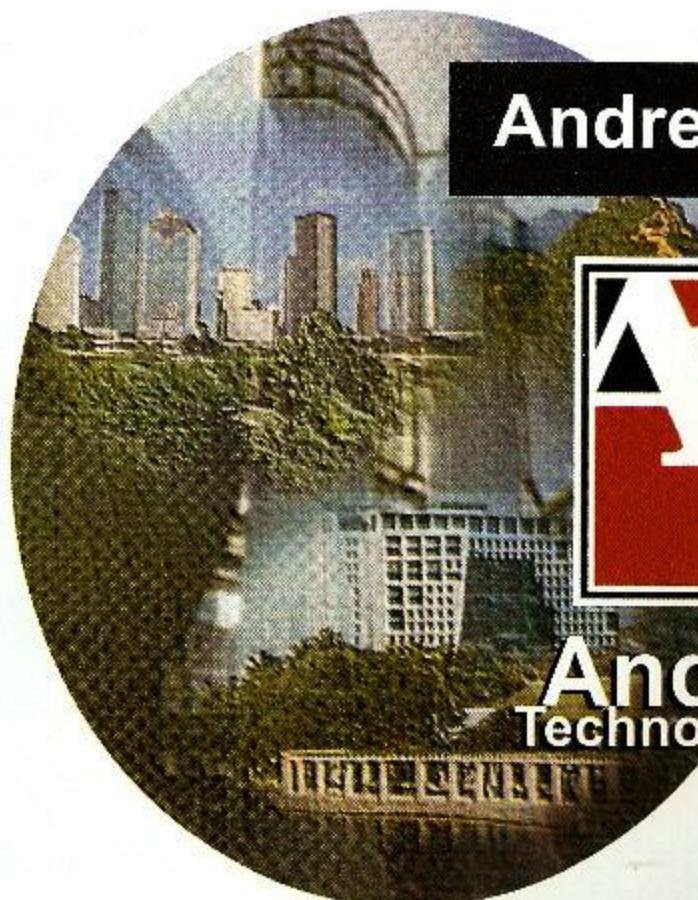


DELTA DEL BRAVO
¿TECTONICA DE SAL O TECTONICA DE ARCILLA?
EDILBERTO ROMÁN HERNÁNDEZ FLORES

**EXPLORACIÓN GASÍFERA EN ÁREA FRONTERA, PROYECTO LAMPREA,
MÉXICO**

Dionisio Rodríguez F., Juan M. Alvarado V., Cirilo Pérez B., Manuel Zambrano A., José F. González P., Eduardo Macias Z.

Vol. 41 No. 3 Julio - Septiembre 2001

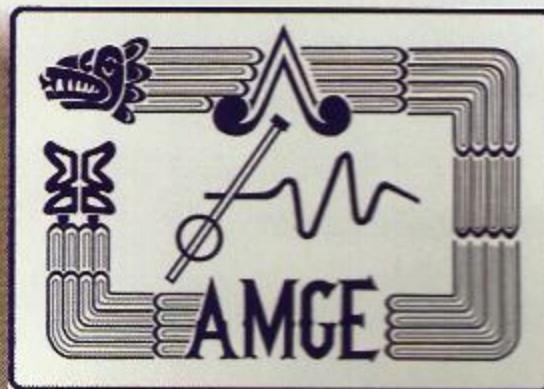


Andrews Technologies, Inc.



Andrews
Technologies, Inc.

You contact at this address
Villahermosa, Tabasco, Méx.
Calle Via 2, No. 104, Despacho 101
Fracc. Tabasco 2000, C.P. 86035
Phone: (01993) 316-84-39
316-84-40
316-59-68
Fax (01993) 316-85-84
Is located too:
Houston Tx. EUA
Mexico City
Poza Rica Ver. Mex
Beijin, Rep. Popular China



Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración, A.C.

Dirección:

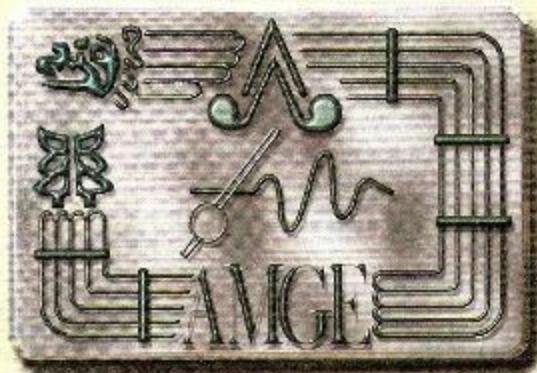
Pinón No. 129 Altos, Colonia Nueva Santa María
Delegación Azcapotzalco, C.P. 02800, México, D.F.

Correo:

Apartado Postal No.11, Administración de Correos No.1
C.P. 91701, Veracruz Ver. México

Tel: (229) 9 892 622

<http://www.amge.org.mx>



BOLETIN DE LA
ASOCIACIÓN MEXICANA DE GEOFÍSICOS
DE EXPLORACIÓN, A.C.

Vol. 41 No. 3 Julio - Septiembre 2001

DIRECTIVA NACIONAL 2001-2002

COMITÉ EDITORIAL

DR. JAIME URRUTIA FUCUGAUCHI
Geofísica de la Investigación y Desarrollo

DR. GUILLERMO PÉREZ CRUZ
Sismología de Exploración

DR. ÓSCAR CAMPOS ENRÍQUEZ
Métodos Potenciales

DR. RICARDO J. PADILLA SÁNCHEZ
Geología

DR. MIGUEL RODRÍGUEZ GONZALEZ
Sismología de Terremotos

ING. JORGE RAMÓN VERA SÁNCHEZ
Presidente

ING. ARTURO PÉREZ ALDANA
Vicepresidente

ING. JAVIER NÚÑEZ ARIZA
Secretario

M. en C. RODOLFO MARINES CAMPOS
Tesorero

ING. PATRICIA OSEGUERA SERRANO
Coordinadora de ayuda Mutua

ING. CESAR NAVARRO TAFOLLA
Capacitación

ING. MARCOS LUCKIE PIMENTEL
ING. LUIS ROGELIO BOJALIL SOTO
ING. JORGE CALDERÓN BARRERA
M. en C. RICARDO DÍAZ NAVARRO
Coordinadores de Eventos Técnicos

ING. ROSALÍA ONDARZA BORGES
Editora

M. en L. ALEJANDRO SANDOVAL SOLÍS
ING. FRANCISCO DÁMASO CONTRERAS
ING. RENÉ VERA SÁNCHEZ
Vinculación Académica

ING. JUAN TORIZ GAMA
Coordinador de Apoyo Social

ING. JUAN RIVERA JÁCOME
Coordinador Jubilados

ING. JUAN JOSÉ BOLAÑOS ESPINOSA
Editor de la Gaceta

ING. MARIO NAVARRO RODRÍGUEZ
Editores de la Página Web

IMP - ING. ALFONSO GONZÁLEZ IBARRA
IPN - ING. JAIME VILLANUEVA SÁNCHEZ
CICESE - DR. VICTOR MANUEL WONG ORTEGA
UANL - DR. COSME POLA SIMOTA
UNAM - M. en C. JUAN J. BRANDI PURATA
Vocales

ING. ALBERTO DE ANDA
Representante Internacional

CONSEJO DE HONOR Y JUSTICIA

ING. RAYMUNDO AGUILERA IBARRA
ING. RUBÉN ROCHA DE LA VEGA
DR. GUILLERMO PÉREZ CRUZ

PRESIDENTES DELEGACIONALES

ING. ROMÁN OLGUÍN PEÑA
C. del Carmen, Campeche

ING. PATRICIA OSEGUERA SERRANO
Méjico, D.F.

ING. JOSÉ GUADALUPE GONZÁLEZ ZÚÑIGA
Coatzacoalcos, Veracruz

ING. ENRIQUE DE LA ROSA SANTOSCOY
Poza Rica, Veracruz

ING. ALFONSO ORTEGA LEITE
Reynosa, Tamaulipas

ING. JUAN M. ALVARADO VEGA
Tampico, Tamaulipas

ING. EFRAÍN MÉNDEZ HERNÁNDEZ
Villahermosa, Tabasco

ING. RAFAEL MUÑOZ VERGARA
Veracruz, Veracruz

DR. LUIS CANALES
Hogar, Texas



EDITORIAL

Estimado Socio:

Agradezco a nombre de la AMGE el interés por la participación en este boletín, donde cada una de las colaboraciones enviadas y publicadas es de suma importancia para la actualización profesional.

En esta ocasión estamos seguros que los dos artículos aquí publicados apoyen las expectativas técnicas de nuestros lectores.

Nuestro principal objetivo, es llegar a ustedes en cada boletín con información relevante y actual dentro de las diferentes disciplinas y especialidades que conforman nuestro gremio, como un medio de vinculación de superación, desarrollo y solidez entre todos nosotros.

Recuerden tener una participación activa en este medio, para de esta manera ayudar a la mejora de nuestra profesión y querida Asociación.

Atentamente

Ing. Rosalía Ondarza Borges
Edición Boletín AMGE

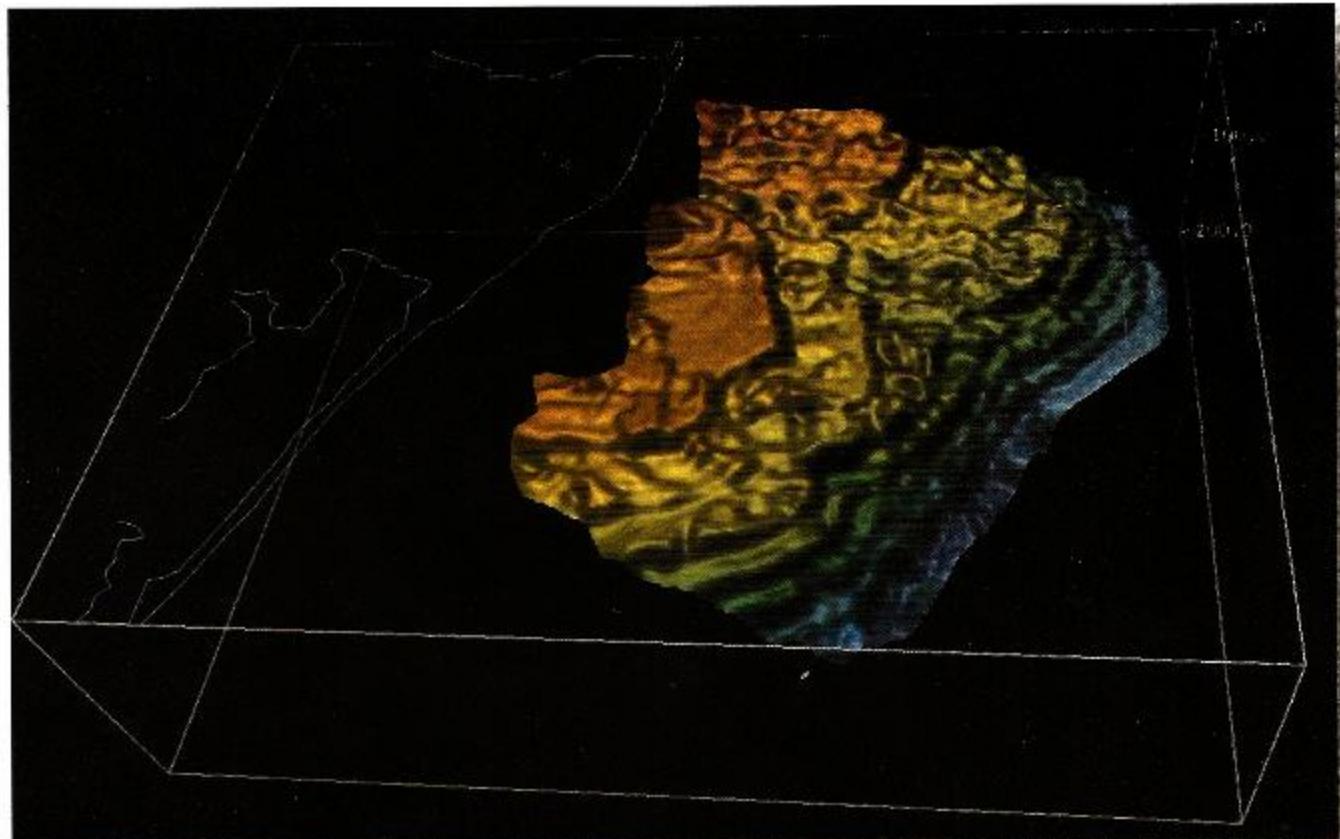
Favor de enviar sus colaboraciones a:

rondarza_99@yahoo.com.mx
rosalía_onda@nte.pep.pemex.com



DELTA DEL BRAVO

— — —
¿TECTONICA DE SAL O TECTONICA DE ARCILLA?

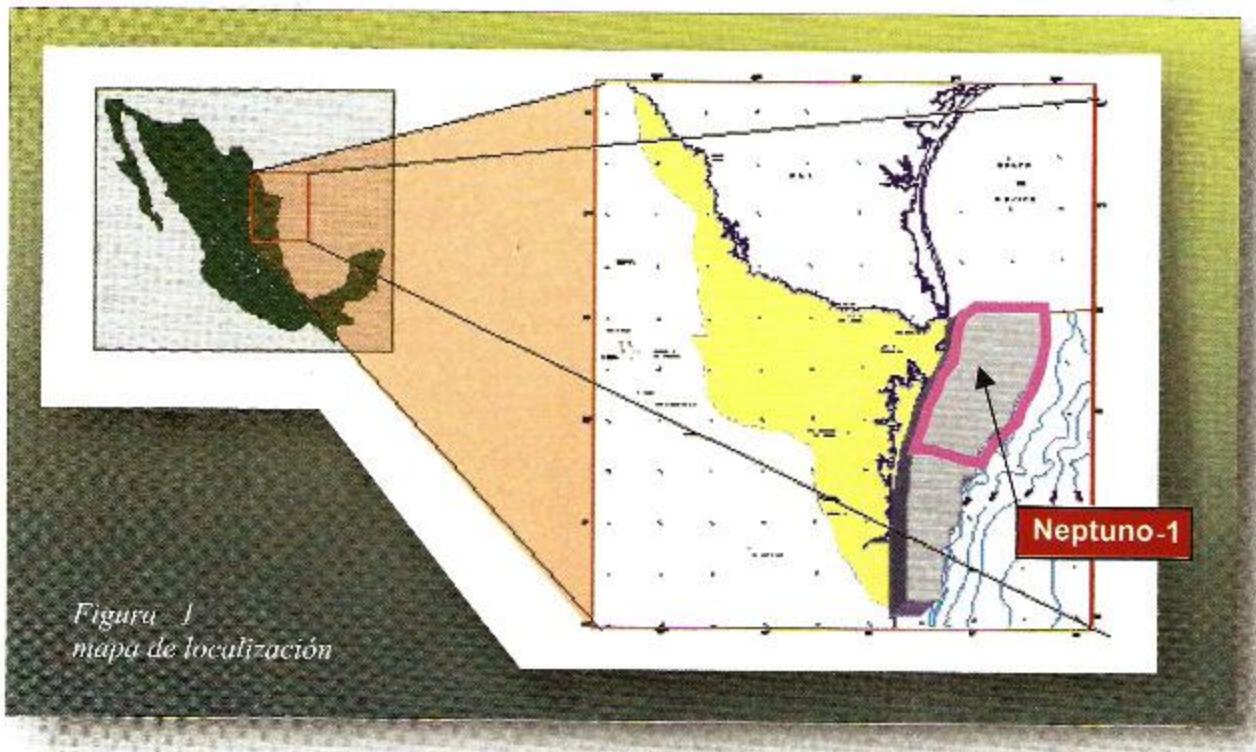


— — —
**RIO GRANDE DELTA,
SALT TECTONICS OR CLAY TECTONICS?**

EDILBERTO ROMÁN
HERNÁNDEZ FLORES



RESUMEN : Se presenta una metodología de apoyo a la interpretación sismológica donde la imagen sísmica no tiene resolución. Utilizando la anomalía gravimétrica residual se determinaron zonas de baja densidad que coinciden con zonas de baja velocidad relativa, relacionadas a zonas no enfocadas por la energía acústica. De acuerdo a las propiedades físicas de las rocas, se postula, que dichas zonas corresponden a arcilla más bien que sal, por lo tanto se concluye que el área del delta del Bravo se encuentra bajo tectónica de arcilla. De la aplicación de ésta metodología ; en la porción sur del área de estudio ,se mapearon 16 minicuenca interpretándose 24 oportunidades exploratorias.



Introducción : el tipo de trampa de hidrocarburos, su trayectoria de migración, la roca sello, el volumen y la roca generadora en áreas frontera es difícil de establecer cuando se tienen pocos datos y de pobre calidad. Por lo que el conocimiento de éstas áreas se realiza considerando las experiencias de áreas vecinas , sus modelos geológico-geofísicos y los pozos análogos. El área del delta del bravo (figura 1) es una área frontera que corresponde a la porción oriental de la cuenca de burgos productora de gas no asociado en su porción terrestre (guzmán 2001) . Establecer producción costa fuera de la cuenca de burgos es nuestro tarea.

Los estudios exploratorios con objetivos petroleros del área de estudio, se iniciaron en 1973, realizándose un estudio múltiple de Sismología 2D, Gravimetría y Magnetometría. Después de la Interpretación Geofísico Geológica se perforó el pozo Neptuno-1, la columna estratigráfica determinada consiste de una secuencia de arenas y lutitas, carbonatos, pedernales y algunas manifestaciones de aceite, desafortunadamente el pozo resultó seco. En 1994 se realizó un estudio regional de sismología 2D Gravimetría y Magnetometría, la interpretación Geofísico-Geológica definió estilos estructurales, producidos por tectónica de sal. En 1999 se realizó un estudio múltiple de Sismología 2D Gravimetría y Magnetometría, con los resultados de la Interpretación se determinaron áreas de interés económico petrolero, siendo la más importante la que se encuentra en aguas del Golfo de México frente a las costas de la Ciudad de Matamoros Tamaulipas (Figura 2).

ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Los grandes descubrimientos de hidrocarburos costa fuera del Golfo de México en la porción Americana (Figura 3), se encuentran en minicuenca generadas por tectónica salina.

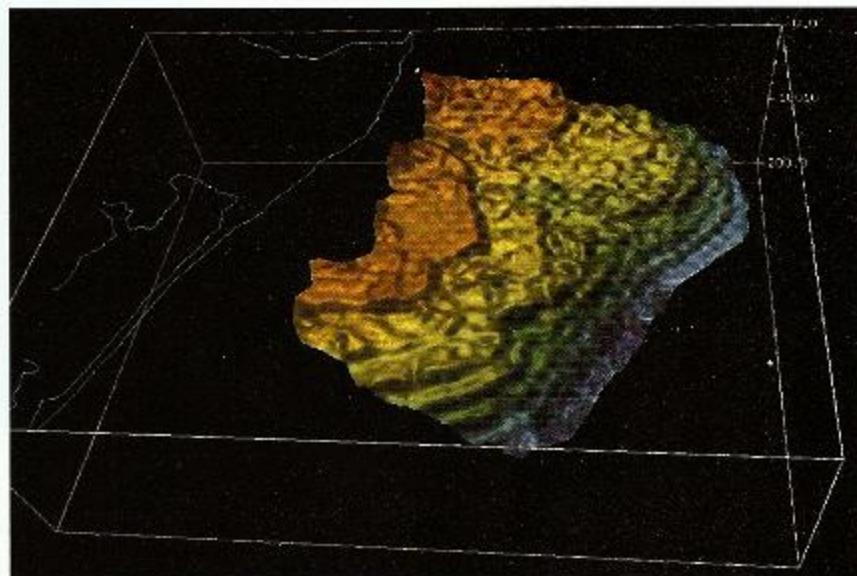


Figura 2 Fondo Marino en el área del delta del Bravo

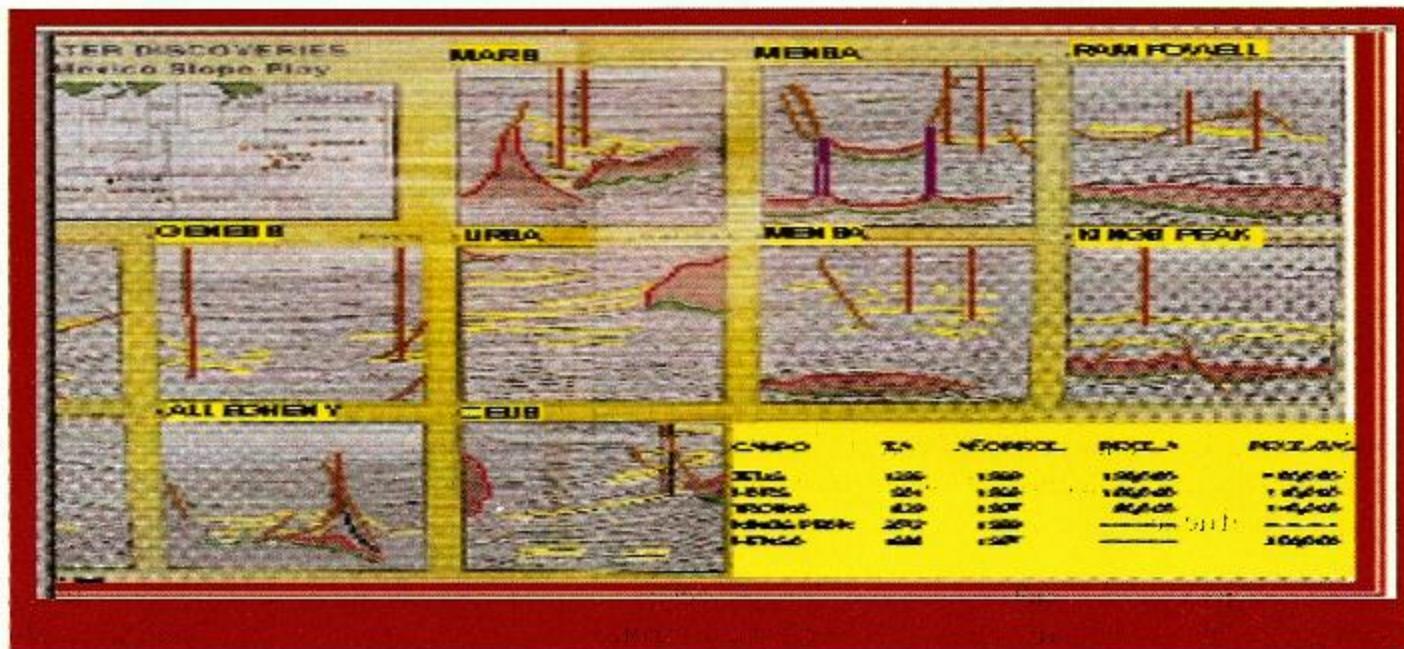


Figura 3 Descubrimientos en aguas profundas del Golfo de México. Explorer 2000.



En el área de estudio se han interpretado estructuras generadas por tectónica salina, donde Bally et al 1996, postula que la sal ha fluido de poniente a oriente, generándose minicuencas en la porción oriental.

Durante los años 2000 y 2001 se realizó el muestreo del fondo marino de 200 localidades, de las cuales 24 de ellas (figura 4) reportaron la presencia de gas termogénico, olor a gas, asfalto y luminiscencia, dichas muestras se ubican en el área de minicuencas.

El objetivo del presente trabajo consiste en la aplicación de la Gravimetría y Magnetometría para apoyar la interpretación sísmica del material móvil y consecuentemente el mapeo de la geometría de las minicuencas. Determinar cambios laterales de velocidad que permitan discriminar la presencia de sal o de arcilla constituye el segundo objetivo.

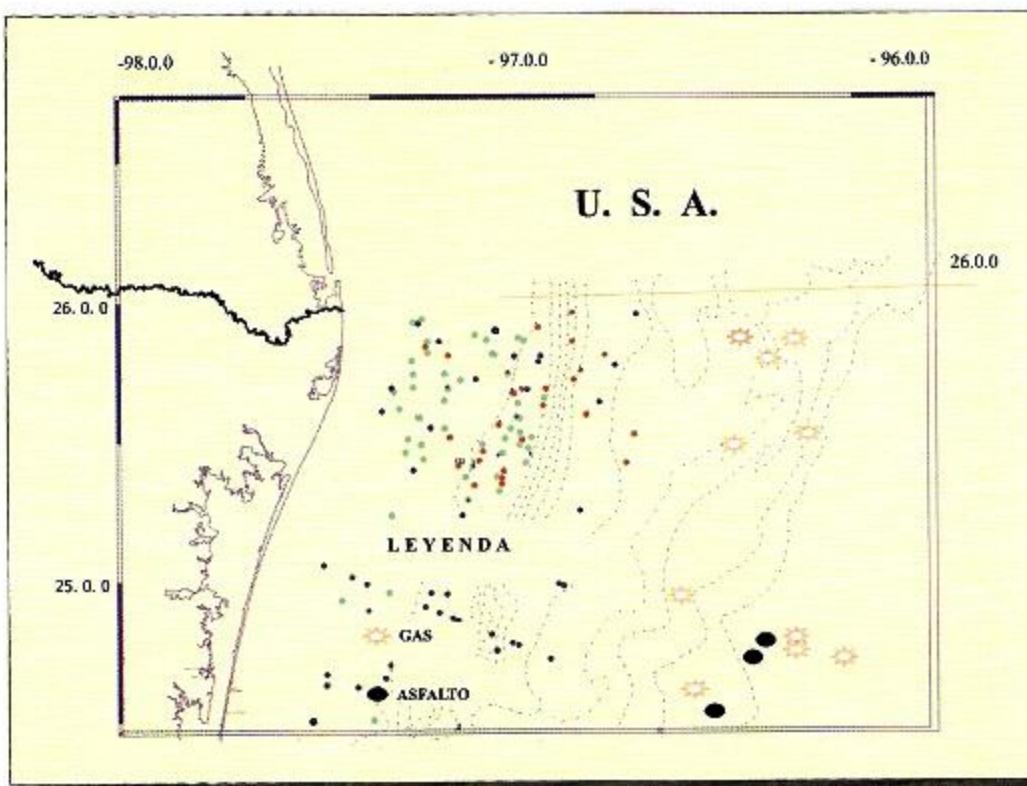


Figura 4 Muestreo de fondo marino

DESARROLLO:

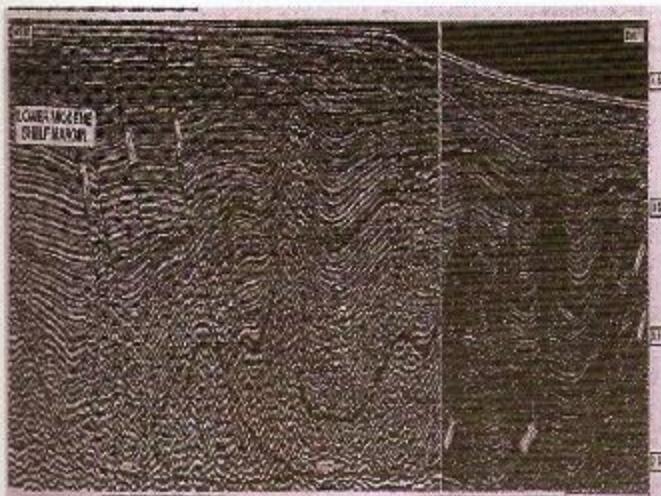
Los métodos de exploración Petrolera son métodos indirectos utilizados para "estimar" las propiedades físicas de las rocas. Así con la Sismología se estima la velocidad de propagación de las ondas acústicas en diferentes medios, la Gravimetría estima la densidad de las rocas y la magnetometría estima la susceptibilidad de las rocas.

La sismología es el método indirecto de exploración más resolutivo para determinar las estructuras y rasgos estratigráficos de interés económico petrolero, su reconocimiento e interpretación se complica cuando existe una pobre relación señal a ruido. Ejemplos donde la señal acústica tiene problemas en su transmisión son: áreas con topografía abrupta, con tectónica de sal o con tectónica de arcilla.



Geología estructural: El sistema estructural costa fuera de Texas (Peel et al 1995) corresponde a un sistema extensional-compresional ligado (Figura 5a), en la zona extensional se desarrollan fallas lístricas de crecimiento con despegue en un sustrato salino y diapirismo salino, en la zona compresiva se desarrollan anticlinales asimétricos afectados por fallamiento inverso. Un sistema similar se ha desarrollado en el Delta del Niger, solo que el despegue se realiza en un sustrato arcilloso (Lewis, 2000).

Zona extensional Zona compresional Zona extensional Zona compresional



b) modelo sintético del Delta del Niger.

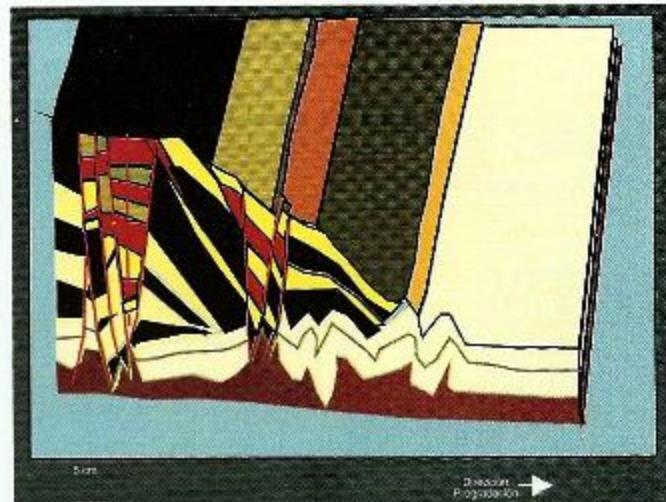


Figura 5 Sistema estructural ligado, a)sección sismica, costafuera de Texas U.S.A. Peel et al 1995.,

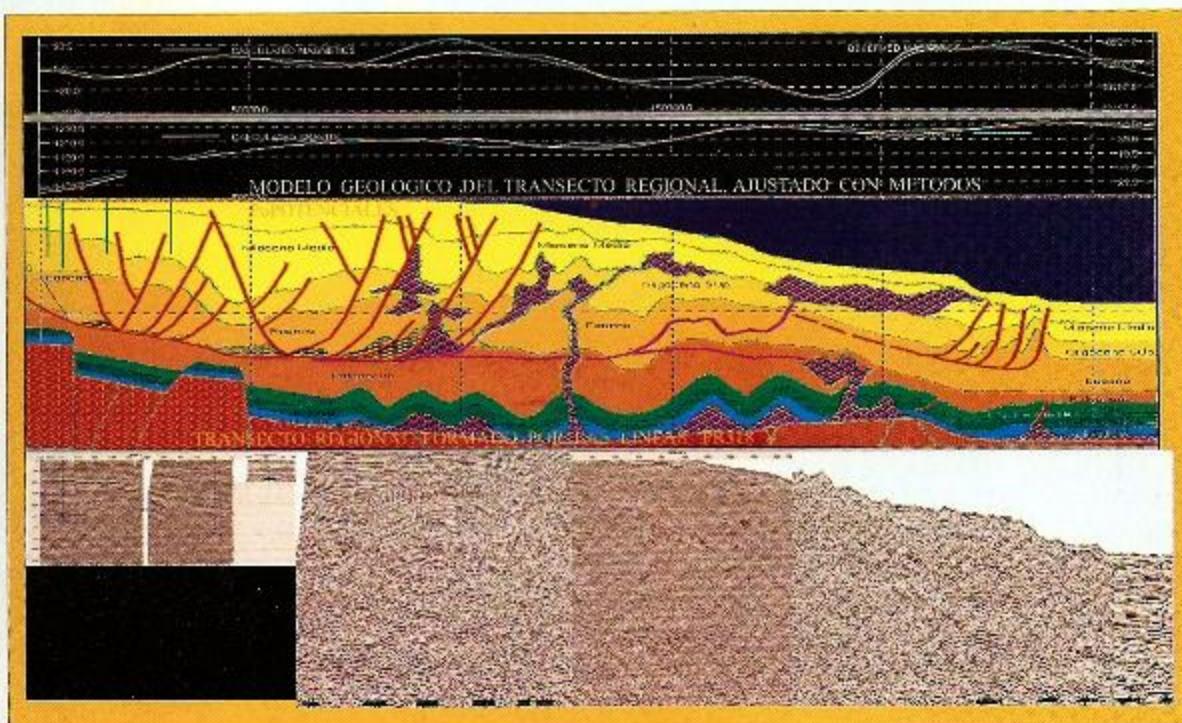


Figura 6 Transecto regional I

Costa fuera de la Cuenca de Burgos , se define un complejo sistema estructural ligado cuya interpretación (García et al 1996,)se ha modificado de acuerdo a la nueva información disponible (Rodríguez et al 2000), la Figura 6 corresponde al transecto I, formado por las secciones sísmicas PRB18 y VNTE 100 adquirida en 1999, interpretado y modelado con métodos potenciales por el equipo Delta del Bravo, donde se interpreta una columna estratigráfica de hasta 12 kilómetros de espesor (Hernández 1998), observándose 3 estilos de deformación controlados por la geometría del basamento. De oeste al este, en la zona extensional se interpreta ; fallamiento listrico

de crecimiento donde los despegues ocurren en paquetes arcillosos de la secuencia del Paleógeno y un fallamiento normal con ampollamientos salinos ó arcillosos relacionados a una flexura del basamento, en la zona compresiva ocurren intrusiones arcillosas ó salinas ,napas de sal alóctona y anticlinales asimétricos afectados por fallamiento inverso similares a los sistemas contrarregional ,roho y de sal alóctona (Jackson ,2001).

Sismología.- El área de estudio Figura 7 tiene un área aproximada de 10000 kilómetros cuadrados con 6000 Kilómetros lineales de sísmica 2D de 3 levantamientos realizados en 1973,1994 y 1999 ,formando en promedio una rejilla de 2.5 Km de separación entre líneas transversales y líneas longitudinales de amarre separadas desde 5 km. hasta 20 km. . Aunque la calidad de la información sísmica ha mejorado con nuevos parámetros de adquisición y con el reproceso, sin embargo, la interpretación estructural, es difícil de realizar ya que no se pueden correlacionar los horizontes sísmicos en zonas donde se dispersa la energía acústica (Figuras 7 b).

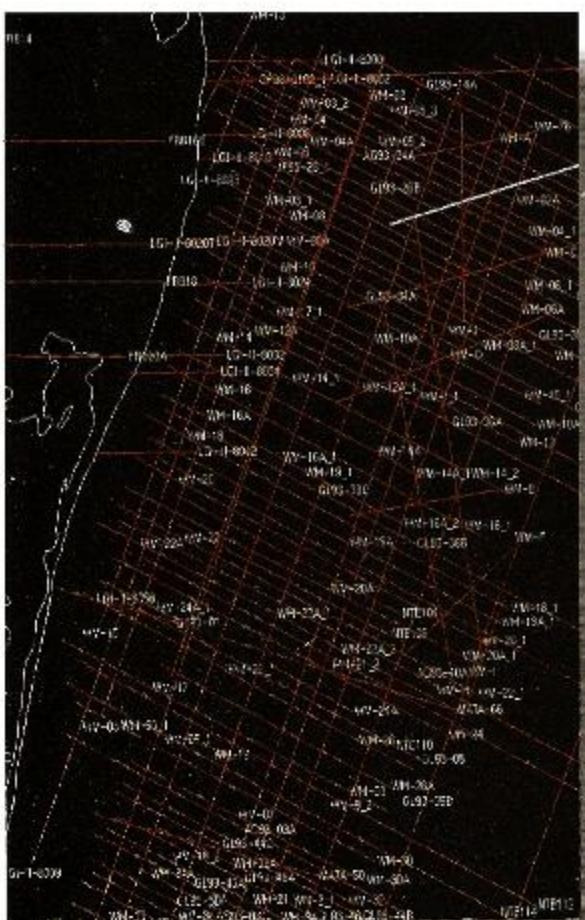
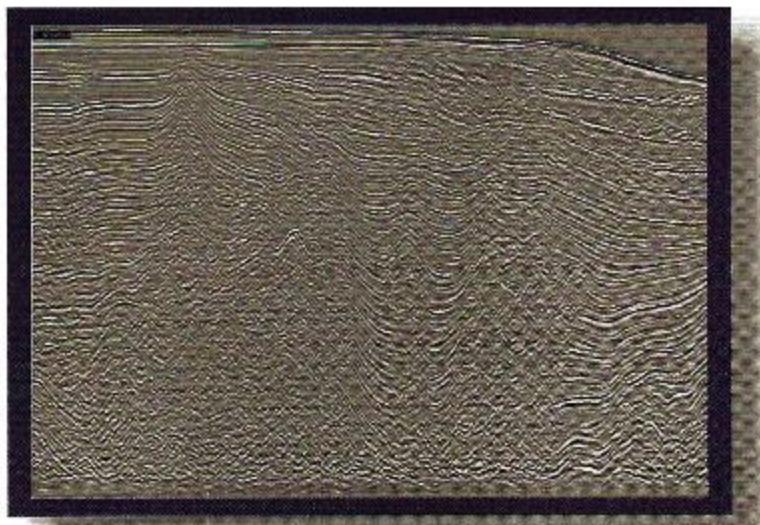


Figura 7 a sismica regional 2D



b)sección WM-B

ANÁLISIS DE VELOCIDAD.

Desde el punto de vista exploratorio, los objetivos económico-petroleros alcanzables, pueden considerarse desde el Plio-plesistoceno hasta el Mioceno Inferior, los horizontes sísmicos correspondientes, se ubican entre 1 y 5 segundos. Para convertir a profundidad los horizontes interpretados, se cuenta con : la ley de velocidades del pozo Neptuno-1 ,una sección sísmica convertida a profundidad y los análisis de velocidades de apilamiento. Se compilaron 4600 análisis de velocidades de apilamiento de proceso de rutina y de reprocesso (Figura 8a) , efectuados a cada 5 km. y 1 km. respectivamente. En la figura 8b se presenta el espectro de velocidades de apilamiento de la sección sísmica WMB, el rango de velocidades de 1500 m/s a 2585 m/s.

Para obtener las variaciones laterales de velocidad , las velocidades de apilamiento se convirtieron a velocidades de intervalo (Trejo,1975).

Del espectro de velocidades de intervalo de la línea sísmica WMB, para 2 segundos, se observan en la vecindad de los puntos de tiro 50, 105, 130 y 160, velocidades de 2200 m/s a 1900 m/s , dando una variación lateral de velocidad de 300 m/s.

La distribución areal de la velocidad de intervalo, se obtiene al definir horizontes a tiempo constante (Pseudo time-slice), la configuración automática de estos valores definen superficies de velocidad.

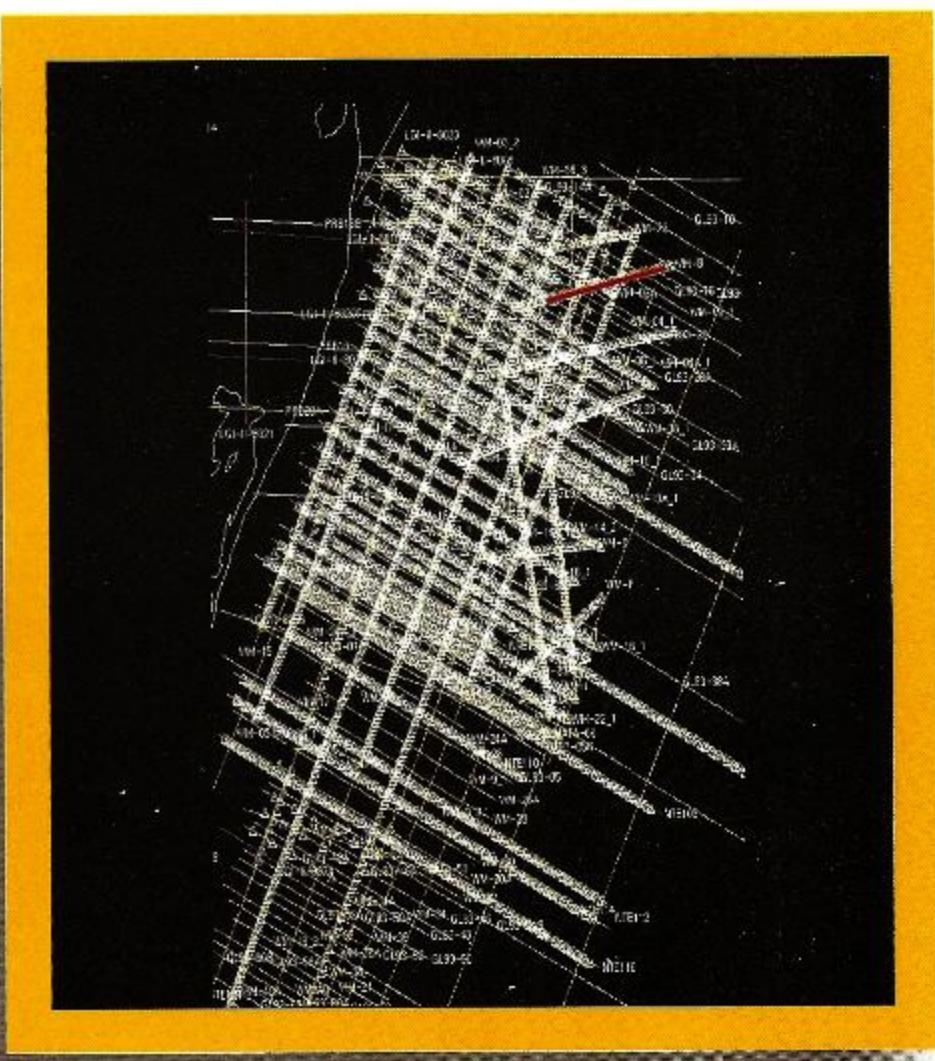


Figura 8 a análisis de velocidad de apilamiento.

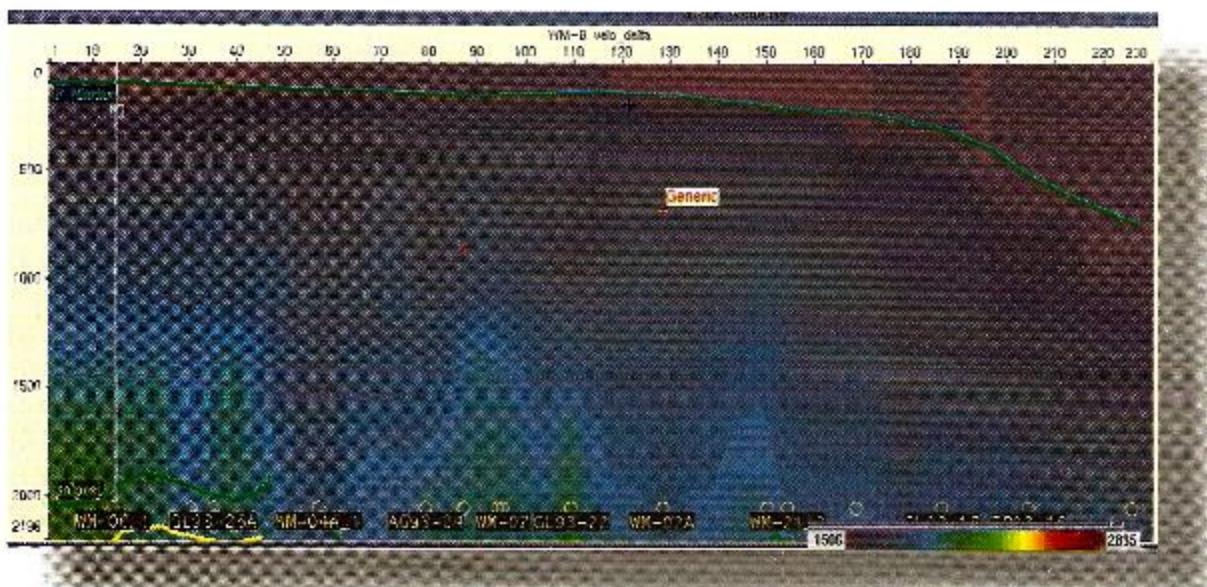


Figura 8b espectro de velocidad de intervalo de la línea WMB

En la Figura 9 se muestra el Pseudo Time slice a 5 segundos, el rango de velocidades es de 1900 m/s a 3600 m/s (color azul y color rojo respectivamente). En el mapa de anomalías de velocidad, se observan las variaciones laterales de velocidad destacando zonas de baja velocidad representados por las isoanomalias de color azul, predominando en la porción oriental, donde se ubican las minicuenca.

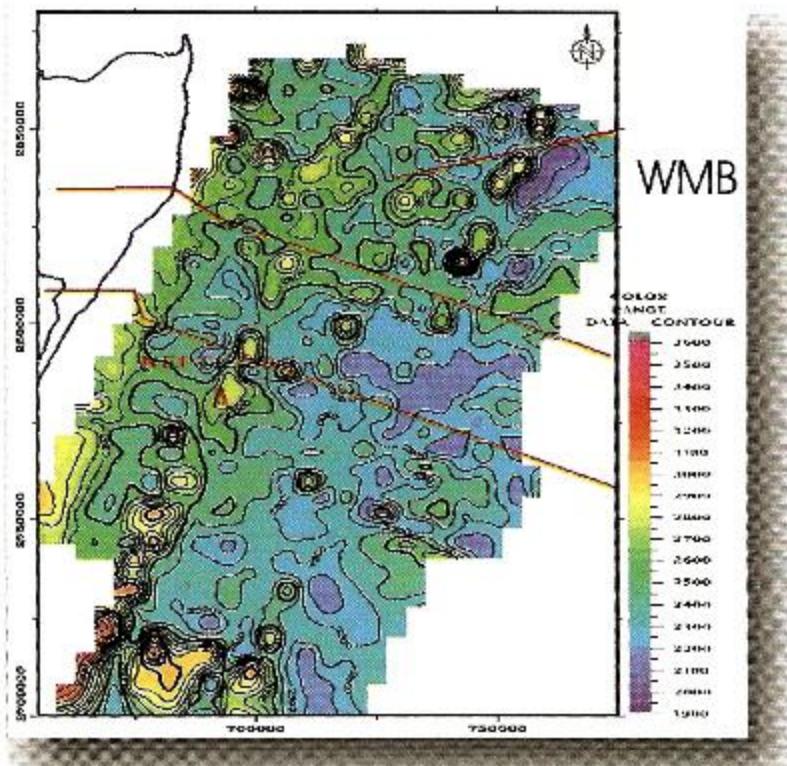


Figura 9 Mapa de anomalías de velocidad de intervalo (Pseudo Time slice a 5 segundos.)

Gravimetría:

Modelos sintéticos.

Después de observar la complejidad estructural de las secciones sísmicas, se generó un modelo de densidad y susceptibilidad, el cuál simula el modelo geológico inferido de la interpretación sísmica.

El modelo propuesto (Figura 10) consiste de 7 capas horizontales afectadas por un material móvil que puede ser sal o arcilla, cuyo desplazamiento produce; diapirismo, minicuencas, material ascendente, soldaduras y material alóctono. La longitud del modelo es de 70 kms. Las densidades son : 1.0 g/cm³ para el agua, 2.0 g/cm³ ,2.1 g/cm³ ,2.2 g/cm³ , 2.35 g/cm³ ,2.38 g/cm³ y 2.42 g/cm³ para una secuencia arenarcilloso y 2.0 para el material móvil que puede ser sal ó arcilla.

Un observador que mida ,en la superficie y a intervalos regulares de distancia, la gravedad, obtendrá a lo largo de la línea de observación,

diferentes valores de gravedad , registrándose una anomalía positiva donde la suma vertical de la densidad sea mayor y una anomalía negativa donde la suma de la densidad sea menor.

Así en el kilómetro 12.5 , la suma de densidades es de 14.45 g/cm³ y en el kilómetro 17.5 , la suma es de 14.07 g/cm³ , la gravedad calculada es de 430 miligales y 425 miligales respectivamente. El valor relativo de la anomalía residual es de 5 miligales. Observese que la amplitud de la anomalía se atenúa en la porción derecha del modelo , esto, originado por el cambio del espesor del material móvil. La longitud de onda de la anomalía residual calculada es de 10 kilómetros, la amplitud máxima (la cresta) coincide con el depocentro de la minicuenca , la amplitud mínima (el valle) corresponde a la posición más elevada del material móvil.

Aunque la distribución horizontal de las minicuencas y de la sal ó arcilla no son simétricas el uso de la anomalía gravimétrica residual es útil para determinar su área de influencia .

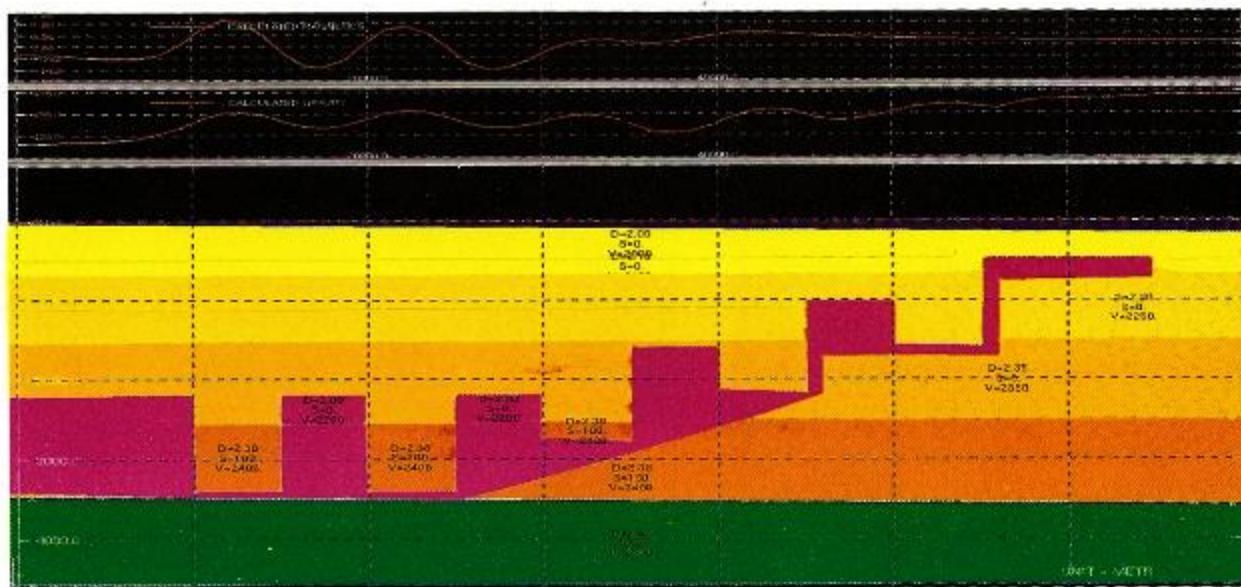


Figura 10. Modelo sintético de capas y material móvil y Anomalía de gravedad y anomalía magnética calculadas.

Para el modelo de susceptibilidad, se propone que la capa 6 tenga una susceptibilidad de 100×10^{-6} unidades c.g.s., que es una susceptibilidad media para una secuencia de arenas y arcillas (Prieto, 1993), para la sal que es diamagnética se asume una susceptibilidad de cero unidades c.g.s., la anomalía esperada es un mínimo magnético (Prieto, 1993), cuya amplitud máxima coincide con la porción central de la sal. La respuesta en el modelo consiste de una serie de máximos y mínimos magnéticos con amplitudes de 2 gammas.

Puede considerarse que la Anomalía de Bouguer representa el efecto de la suma de todas las masas que contrastan en densidad, medida desde el manto superior hasta la superficie.

Una tendencia negativa de los valores de la Anomalía de Bouguer hacia continente es normal

debido a que la superficie del manto se profundiza, engrosandose la columna cortical, una tendencia positiva de los valores de la anomalía de Bouguer hacia el centro del Golfo de México se debe a que la superficie del manto superior se levanta y en consecuencia, la columna cortical se adelgaza. Buffler (1991) ha postulado la existencia de una corteza continental, una corteza transicional y una corteza oceánica.

Para el área de estudio se tienen dos archivos de datos digitales de la Anomalía de Bouguer; uno adquirido en 1973, donde los datos están separados cada 2.5 km, constituyendo una malla regular de 2.5 x 2.5 km, el otro, es una base de datos adquiridos en 1994, 1996 y 1999, los datos están separados cada 5 km, constituyendo una malla regular de 5 km por 5 km. El teorema del muestreo, establece que para detectar una estructura de cierta longitud de onda, las muestras deben ser tomadas a la mitad de su

longitud de onda, esto quiere decir que con el primer levantamiento se puede determinar anomalías de hasta 5 kms. de longitud de onda, en tanto que con la rejilla de 5 km x 5 km se puede determinar anomalías de hasta 10 km. Por lo anterior en el análisis, proceso e interpretación se utilizaron los datos adquiridos en 1973.

En la Figura 11 se muestra la anomalía de Bouguer, la cuál varía oeste a este de 52 miligales hasta 10 miligales, en la porción sur-occidental se tiene un máximo gravimétrico con una amplitud de 46 miligales orientado casi Norte-Sur el cuál, según el modelado de la sección regional 2, está relacionado a un contraste lateral de densidad entre bloques del basamento (Hernández 1998), en la porción nor-oriental se observa un mínimo gravimétrico relacionado a la presencia de sal o de arcilla.

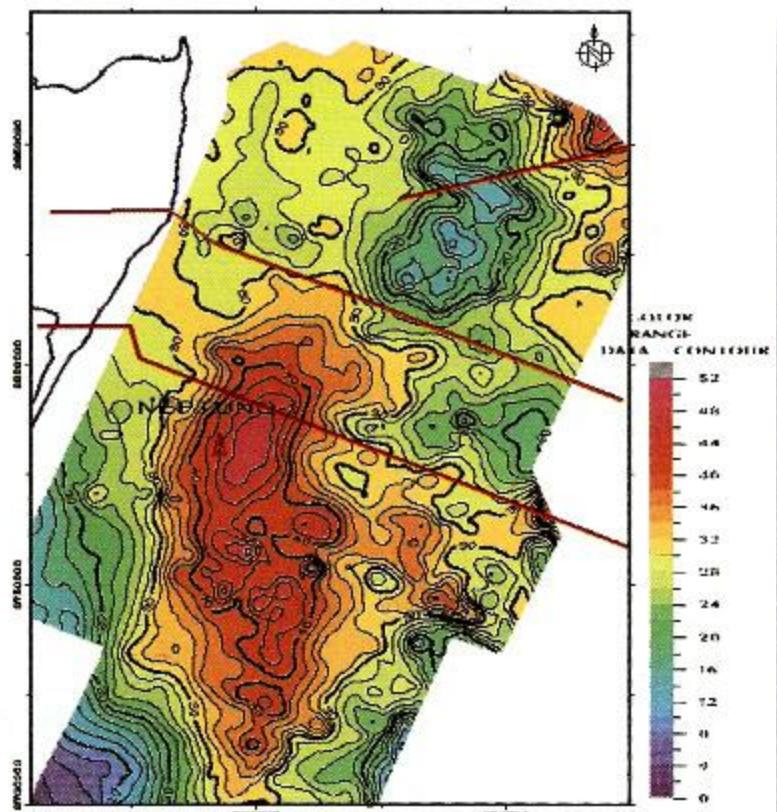


Figura 11 Anomalía de Bouguer

Después de realizar el análisis espectral de la anomalía de Bouguer y de la prueba de varios filtros pasabanda con diferentes longitudes de onda, se presenta la anomalía gravimétrica residual obtenida con un filtro cuya longitud de onda es de 5-10 kms. (Figura 12). Las amplitudes de las anomalías gravimétricas residuales son de algunas unidades de miligales.

Figura 12 Anomalía gravimétrica Residual I

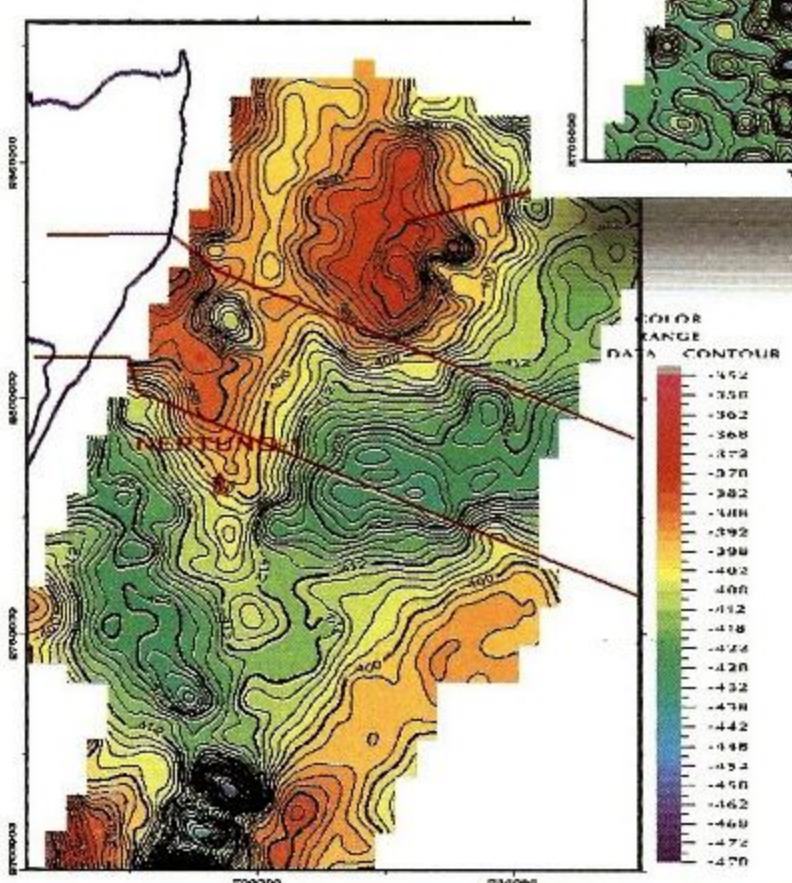
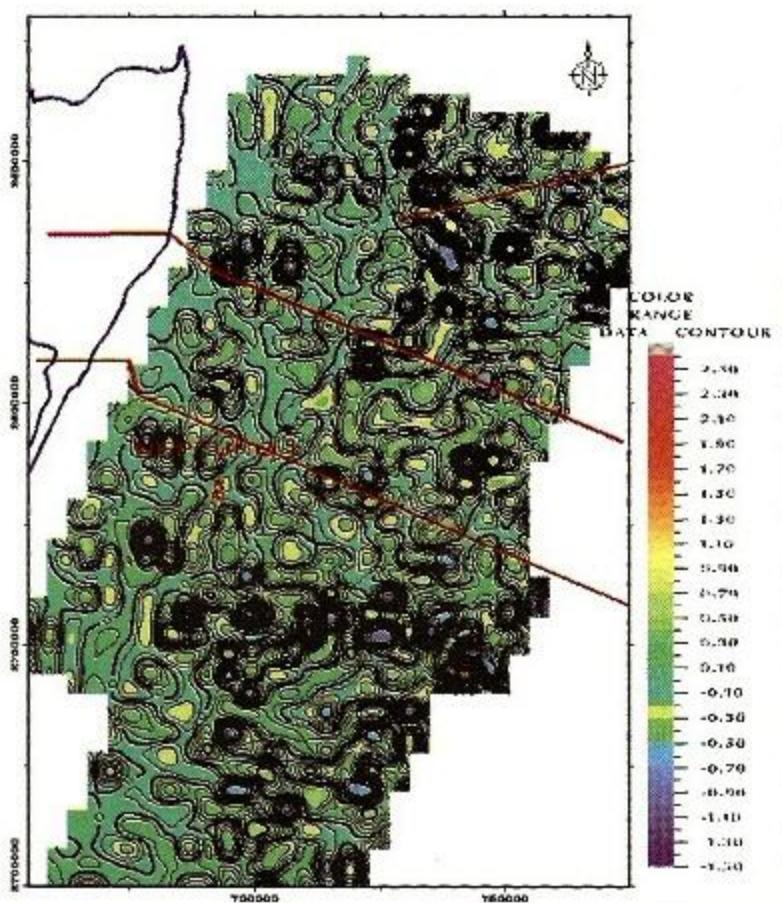


Figura 13 Anomalia Magnética II Reducida al polo.

Magnetometría .- En la figura 13a se presenta la anomalía magnética reducida al Polo , con magnitudes de 352 gammas hasta 478 gammas, de oeste a este se observan dos dipolos magnéticos con amplitudes de 50 gammas y 40 gammas , el primero tiene influencia desde el norte hasta el sur del área ,la influencia del segundo se reduce a las vecindades de la línea WMB . De acuerdo al modelado de los transectos I y II (Figuras 6 y 14) , la fuente magnética que produce el primer dipolo está relacionada a la flexura del basamento y de la susceptibilidad del tipo de roca de los bloques que lo constituyen (Hernández 1998) .

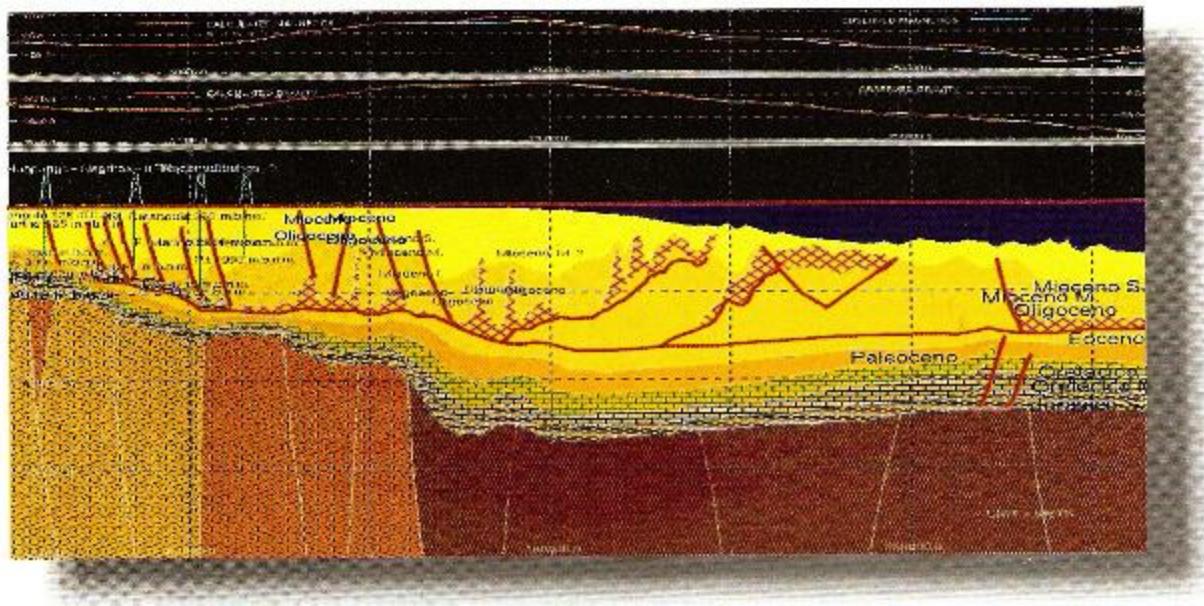


Figura 14 Transecto regional II

Para determinar fuentes magnéticas someras se realizó el análisis espectral de la anomalía magnética, las longitudes de onda más representativas son : de 50 km, 10 kms. y . 5km. Se aplicó un filtrado pasa-banda con las siguientes longitudes de onda de corte : 10km.-50 km. y de 5 km.-10 km. Los mapas de anomalía magnética residual se muestran en las figuras 15 a) y 15 b.

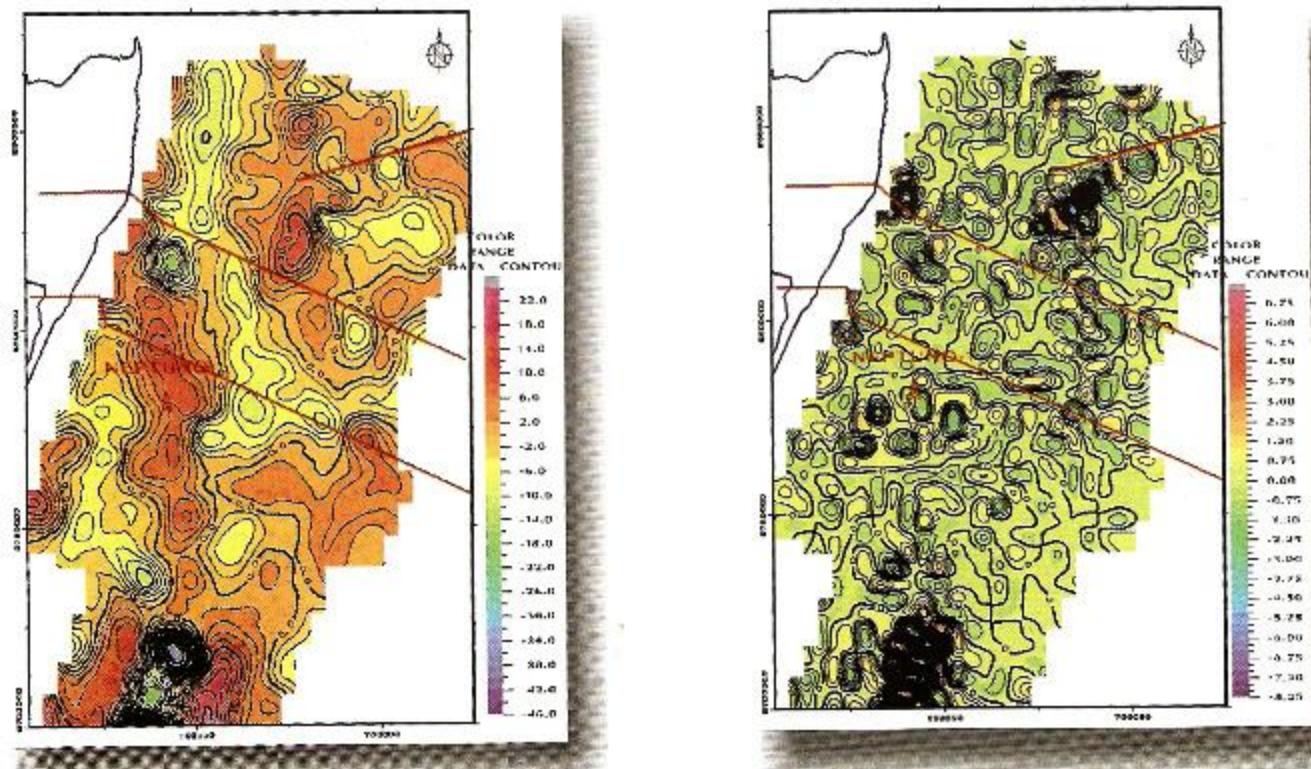


Figura 15 Anomalía Magnética Residual a)10km.-50 km., b) 5km.-10km.

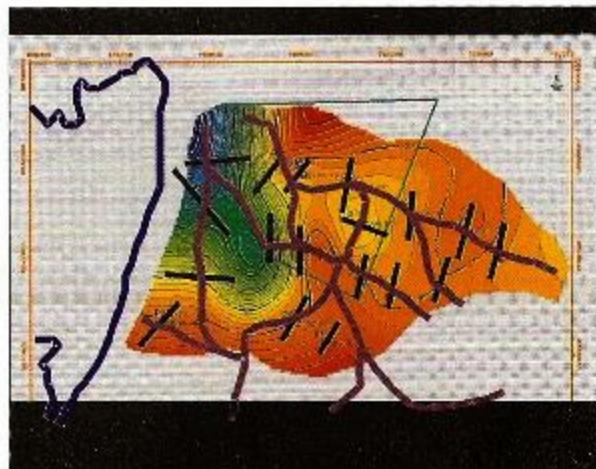
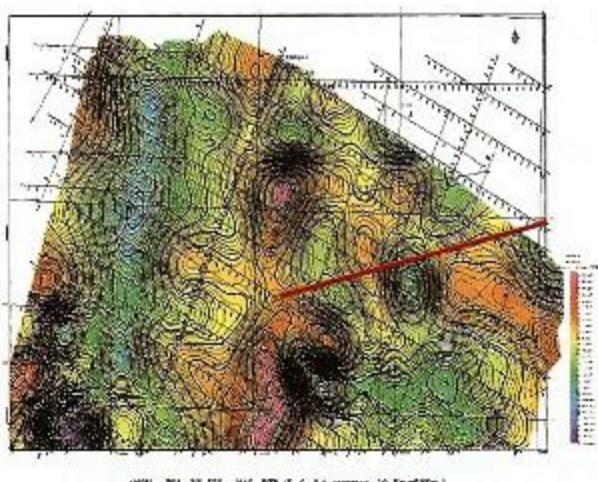
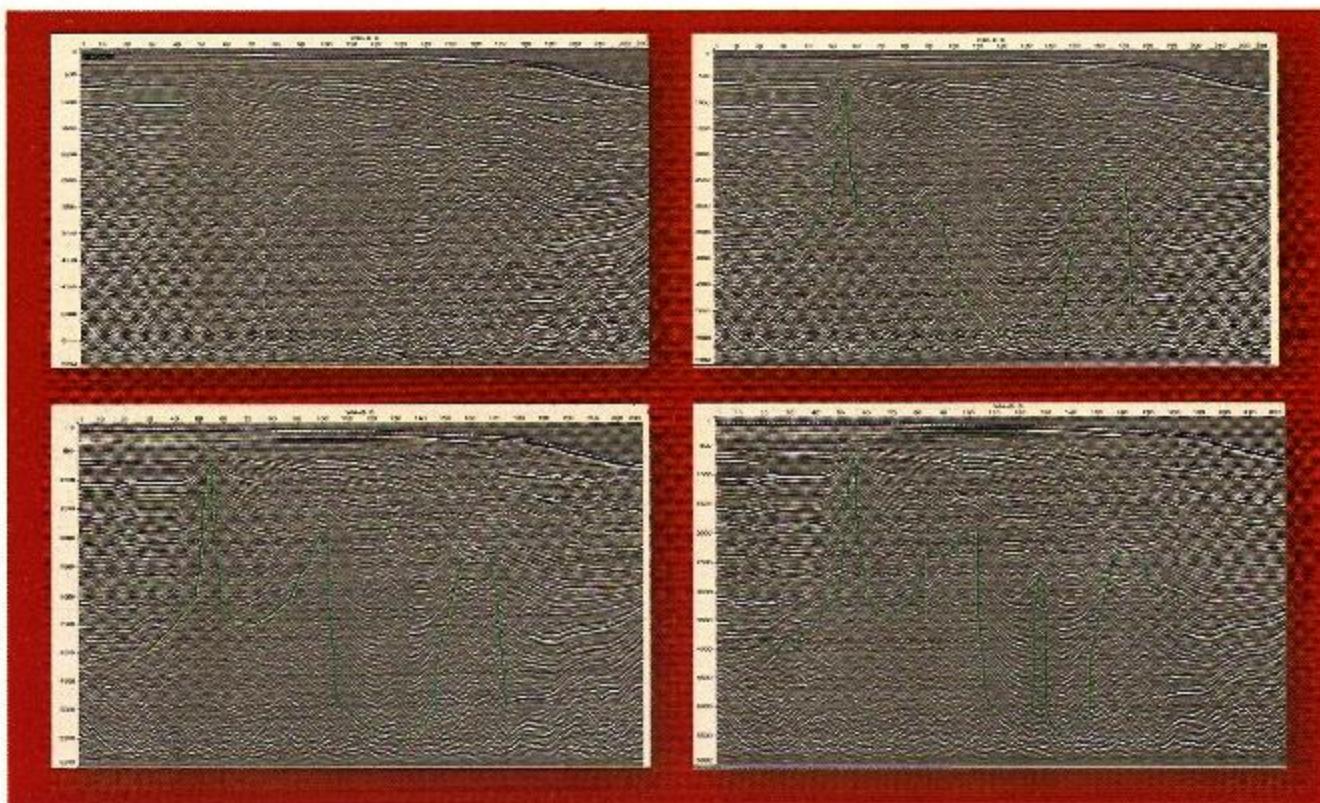


Figura 16a Anomalía Magnética residual, b)Dipolos magnéticos y profundidad de fuente magnética.

Del mapa de anomalia magnética residual de pasa-banda (10 km.-50 km.) y utilizando el método de Peter's y Sokolov, se efectuaron estimaciones de profundidad de 19 fuentes magnéticas, obteniéndose profundidades entre 7 km. y 1.5 km., el contorneo automático de estas fuentes se muestra en la Figura 16 b. Por su dirección, los dipolos magnéticos de la porción oriental parecen corresponder a la misma fuente, los dipolos magnéticos de la porción occidental corresponden a una fuente magnética profunda. Al unir los puntos de profundidad, se obtiene una trayectoria , que simula ser el depósito de rocas con mineral magnético, posiblemente conglomerados que constituyen una de las facies del abanico superior y medio (Jackson et al 1984).



Figuras 17a, 17b, 17c y 17d Interpretación de material móvil.

METODOLOGÍA DE INTERPRETACIÓN DE MATERIAL MÓVIL

En las figuras 17 a, 17b y 17c, se presenta la línea sísmica WMB y posibles interpretaciones de material móvil.

El material móvil (sal o arcilla), en relación a las rocas que los rodean, presenta baja densidad y de acuerdo al modelo sintético, los máximos gravimétricos se relacionan a minicuencas en tanto que los mínimos gravimétricos se relacionan a la presencia de material de baja densidad, se propone:

1) Del mapa de anomalía gravimétrica residual (Figura 12) tomar el perfil gravimétrico correspondiente a la línea sísmica WMB y colocarlo en la parte superior de la sección sísmica.

2) Marquense los mínimos gravimétricos y observe que coinciden con el centro del material móvil (Figura 18a).

3) interprerese la forma del material móvil (Figura 18b).

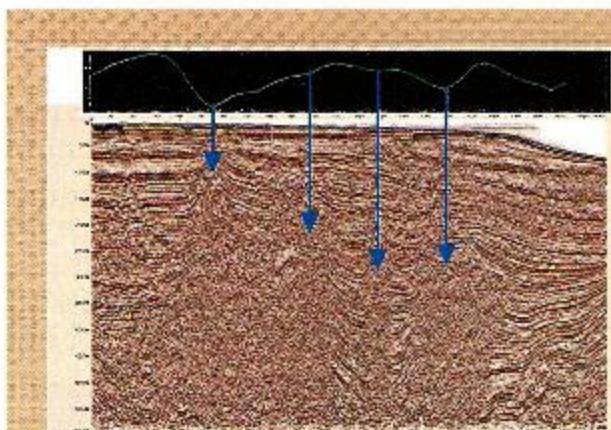


Figura 18 a sección sísmica WMB y perfil gravimétrico residual.

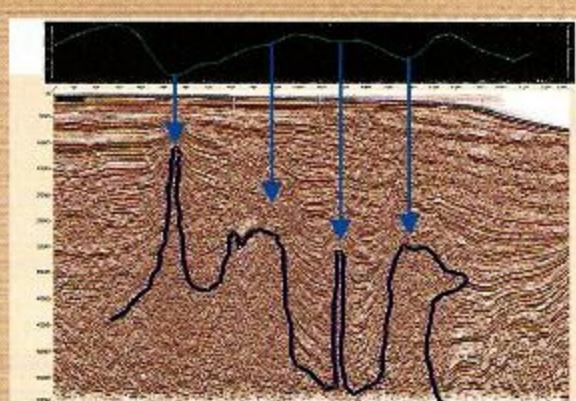


Figura 18 b material móvil interpretado

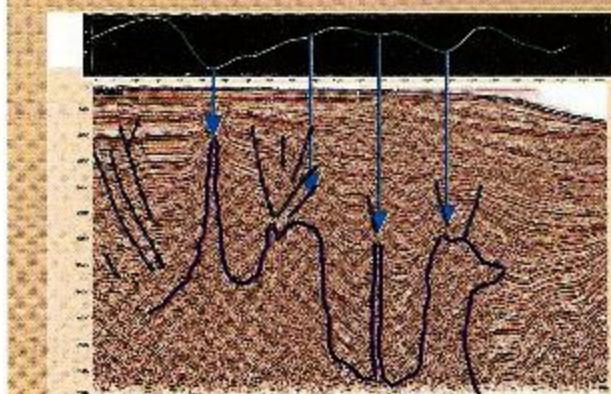


Figura 18 c fallamiento asociado al material móvil.

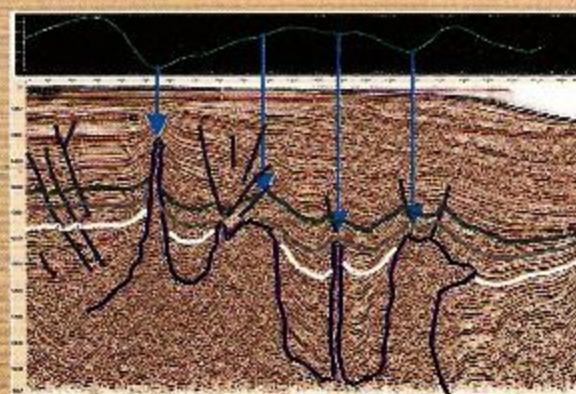


Figura 18 d) Interpretación de Horizontes.

INTEGRACIÓN DE RESULTADOS:

En la figura 19 se muestra el perfil gravimétrico residual, el perfil magnético residual, la sección sísmica WMB y su espectro de velocidades. La integración de resultados, se realizará considerando la relación que existe entre la imagen sísmica con los perfiles gravimétrico, magnético y de velocidad. Las zonas de baja relación señal a ruido que corresponden a material móvil, coinciden con los mínimos gravimétricos, indicando que puede tratarse de sal ó de arcilla, al integrar el perfil de velocidad, se observa que las zonas de baja velocidad coinciden con los mínimos gravimétricos y máximos magnéticos. Considerando : las propiedades físicas de las rocas, se concluye que las zonas de baja relación señal a ruido están relacionadas a arcilla y en consecuencia, el área en estudio se encuentra bajo tectónica de arcilla.

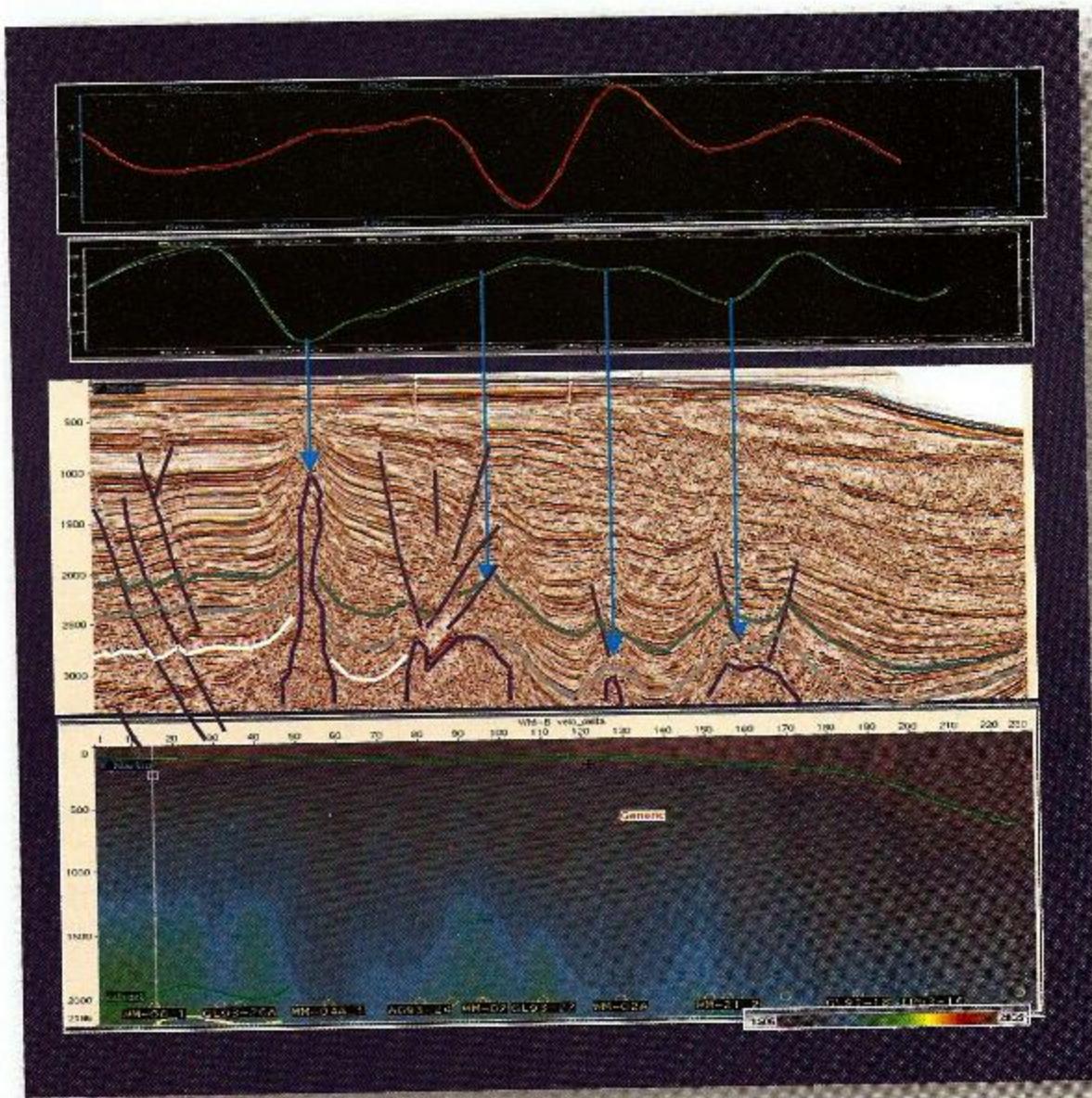


Figura 19 sección sísmica WMB, perfil de anomalía magnética residual y perfil de anomalía gravimétrica residual.

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

El proceso de interpretación de minicuencas y de material móvil se aplicó a 20 líneas sísmicas de la porción sur del área del Delta del Bravo (Figura 20), interpretándose 16 minicuencas y 24 oportunidades exploratorias.

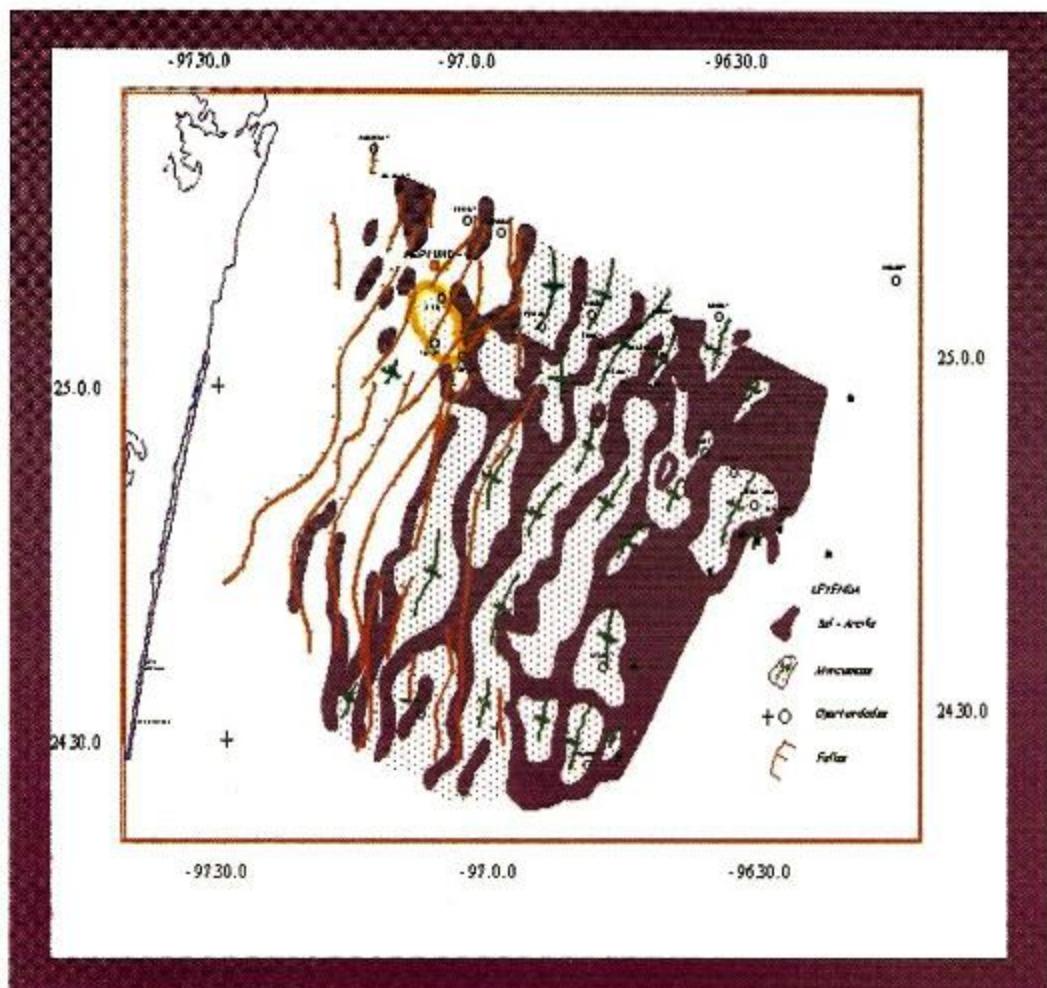


Figura 20 Minicuencas y oportunidades exploratorias en la porción sur de delta del Bravo.

CONCLUSIONES

De acuerdo a la integración de resultados, se concluye, que el área del delta del Bravo, se encuentra bajo tectónica de arcilla.

Con la aplicación de la metodología presentada, se remapearon 16 minicuencas proponiéndose 24 oportunidades exploratorias. La metodología presentada es aplicable a zonas con tectónica de sal ó tectónica de arcilla.

El análisis, proceso, interpretación e integración de datos potenciales a las disciplinas de

la exploración petrolera incrementan el conocimiento en áreas fronteras.

Un conocimiento real de la geometría de las minicuencas, de los cuerpos de sal ó de arcilla y de la mejor ubicación de pozos exploratorios, se obtiene al integrar: sismología 3D, gravimetría y magnetometría de alta resolución, por lo que se sugiere la adquisición de éstos datos.

REFERENCIAS - REFERENCES

- Bally,A.W et al. 1996, Asesoria de Interpretación Sísmica 2D, Zona Norte, Pemex.
- Buffler, R.T. 1991, Seismic stratigraphy of the deep Gulf of Mexico basin and adjacent margins, in A. Salvador ed. P 26.
- García, G. R., 1997-1998. Interpretación Sísmica 2D, Zona Norte, Informes internos, Pemex.
- Guzmán M. A. 2001. El origen del petróleo en las subprovincias mexicanas del Golfo de México. Asociación mexicana de Geólogos Petroleros. Vol. XLIX, No. 1-2, p. 32.
- Hernández, E.R. 1998. Integración de Métodos Potenciales de Pemex. Pemex-IMP Reporte interno. Pemex.
- Jackson , M.P and Galloway ,W. E. 1984. Structural and depositional Styles of Gulf Coast Tertiary Continental Margins: Application to Hydrocarbon Exploration, p.19.
- Jackson , M.P., 2001 Advanced Salt Tectonics, short course. IV AMGP-AAPG conference. P.359-361.
- Montgomery, S. 1995, Gulf of Mexico subsalt plays. Petroleums Frontiers. p. 8
- PeZa, A.J.L. 1975, Determinación de velocidades a partir del análisis para proceso de secciones sismológicas . Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración: Vol.XIX, No. 1 P.1-25.
- Prieto, C. 1993. IGC Footnotes series. October, Vol. 1 p. 1-4.
- Rodríguez ,M.A. et al 2000 "Proyecto Fronterizo, Interpretación Geofísico-Geológica". Reporte Internos. Pemex.
- Rodríguez ,M.A. et al 2001 "Proyecto 1 delta del Bravo, Interpretación Geofísico-Geológica". Reporte Internos. Pemex.
- Trejo, G.N. 1975 ,Domos arcillosos , Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración. Vol. XVI, No.1,P. 1-31.

RIO GRANDE DELTA, SALT TECTONICS OR CLAY ?

EDILBERTO ROMAN HERNANDEZ FLORES.

ABSTRACT: In this paper we are presenting a support methodology for the seismological interpretation of those areas in which the seismic image does not have resolution. The residual gravimetric anomaly is used to determine zones of low density. Such zones are coincidental with zones of low relative velocity, and related to zones not focused by the acoustic energy. According to the physical properties of the rocks, it is presumed that these zones correspond to clay rather than salt, therefore concluding that the area of the delta of the Rio Grande (Bravo) is under clay tectonics. By applying this methodology in the southern portion of the study area, 16 mini-basins were mapped, while 24 exploratory opportunities were interpreted.

INTRODUCTION: The type of hydrocarbon trap, its migration trajectory, the rock seal, the volume and the generating rock in bounding areas, are difficult to establish when data are scarce and of poor quality. For such reason, in order to understand these zones, it is necessary to consider the experiences in neighboring areas, their geological-geophysical models and the analogous wells. The zone of the Rio Grande Delta (Figure 1), is a bordering area that belongs to the east portion of the Burgos Basin unassociated gas producer in its terrestrial portion (Guzmán, 2001). Our task is to establish production offshore from the Burgos Basin.

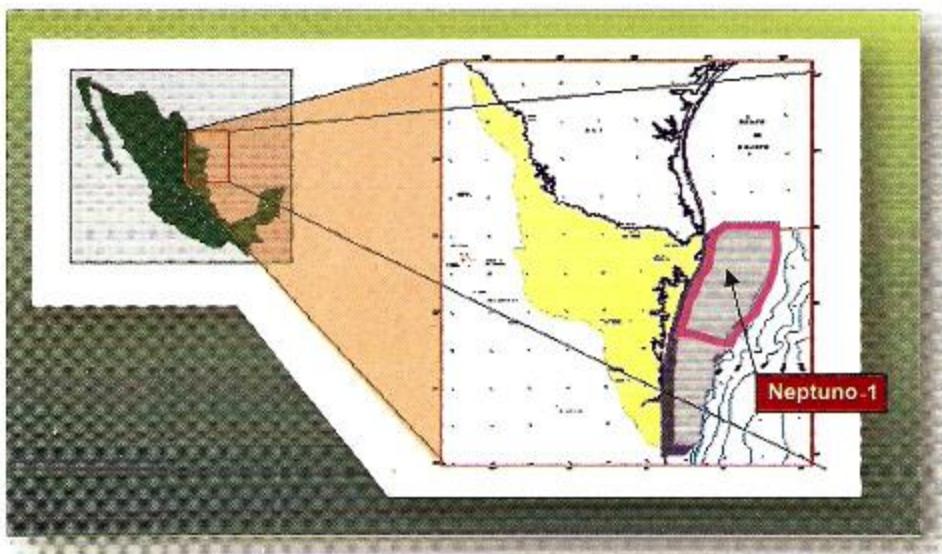


Figure 1 Location map

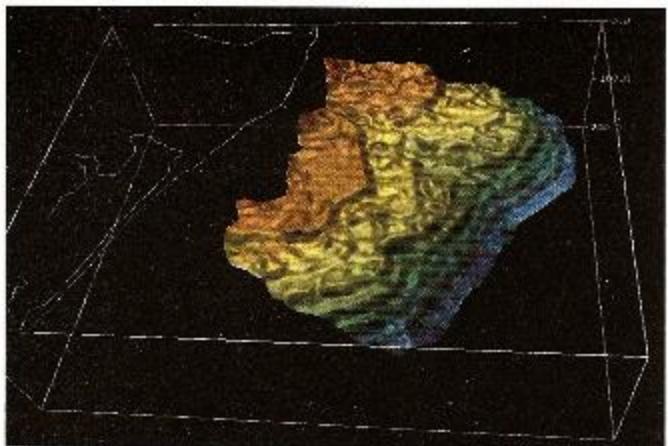


Figure 2 Seabed in the area of the Rio Grande delta

In 1973 multiple exploratory studies of the area were started. They included 2D seismology, gravimetry and magnetometry. After the geophysical-geological interpretation, a well (Neptuno-I) was drilled, the stratigraphic column consisted of a sequence of sands and shale, carbonates, flints and some oil manifestations, unfortunately the well was dry. In 1994 a regional 2D seismological, gravimetric and magnetometric study was carried out, the geophysical-geological interpretation determined the structural styles, produced by salt tectonics. In 1999 another multi-study (2D seismology, gravimetry and magnetometry) showed several areas of interest for oil-economical purposes, of which the most important is in the Gulf of Mexico offshore from Matamoros, Tamaulipas (Figure 2).

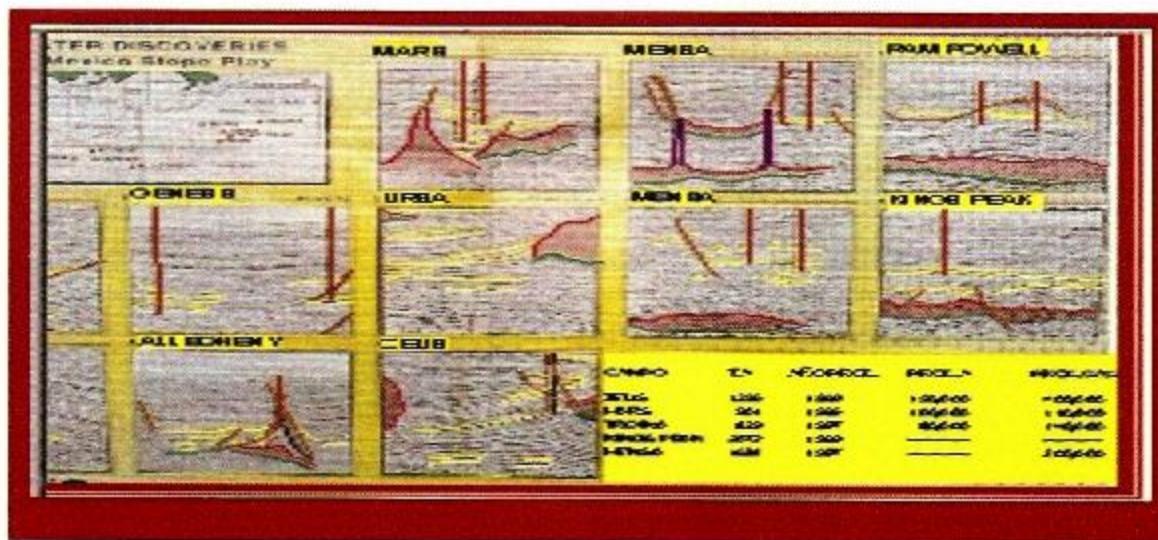


Figure 3 Discoveries in deep waters of the Gulf of Mexico. Explorer 2000.

BACKGROUND AND OBJECTIVES OF THIS STUDY

The great offshore discoveries of hydrocarbons in the American portion of the Gulf

of Mexico (Figure 3), were made in mini-basins generated by saline tectonics.

Structures generated by saline tectonics have been interpreted in the area of study. Bally et al., 1996, presumed that the salt had flowed from west to east, generating mini-basins in the eastern portion.

During the years 2000 and 2001, a sampling of two hundred seabed locations was carried out. Twenty-four of them (Figure 4) reported the presence of thermogenic gas, gas seep, asphalt and luminescence; such samples are located in the area of mini-basins.

The objective of the present work consists of the application of gravimetry and magnetometry in order to support the seismic interpretation of the mobile material and consequently the mapping of the geometry of the mini-basins. The second objective is to determine lateral changes of speed that will enable us to differentiate the presence of salt or of clay.

DEVELOPMENT:

Oil prospecting is done by indirect methods used to estimate the physical properties of the rocks. Seismology is used to estimate the speed of propagation of the acoustic waves through different materials, gravimetry to establish the density of the rocks and magnetometry takes into account the rocks susceptibility.

Seismology is the most decisive indirect-prospecting method used to determine the structures and stratigraphic features of economic interest. Its recognition and interpretation gets complicated when there is a poor relationship between sign and noise. Areas with abrupt topography, or with salt or clay tectonics are good examples of zones that have problems with the

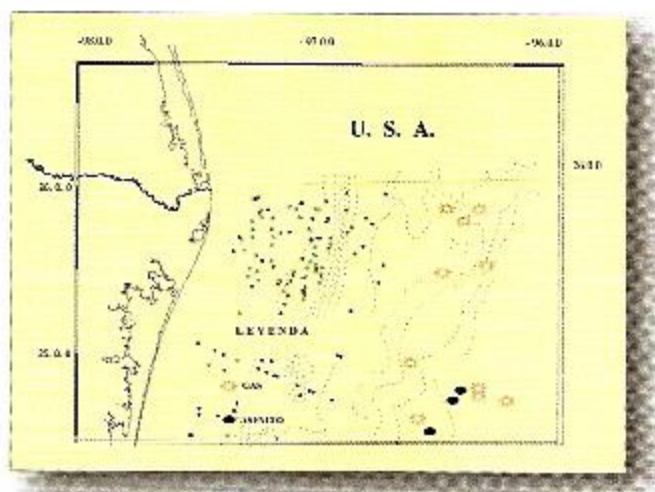


Figure 4 Seabed sampling

transmission of acoustic signals.

STRUCTURAL GEOLOGY:

The Texas offshore structural system (Peel et al., 1995), belongs to an extension-compression system (Figure 5a). In the extension zone, listric faults have developed with a detached saline substratum and saline diapir. In the compression zone there are asymmetric anticlines with inverse faulting.

A similar system has been developed in the Delta of the Niger, with a detached clay substratum (Lewis, 2000).

Extension zone Compression zone Extension zone
Compression zone

Figure 5 Structural System bound to a) seismic offshore section, Texas, U.S.A. Peel et al., 1995.



b) synthetic model of the Niger Delta.

Offshore the Burgos Basin, there is a structurally complex bonded system, its interpretation (García et al., 1996,) has been modified in accordance with the new available information (Rodríguez et al., 2000). Figure 6 corresponds to Crossline I, formed by the seismic sections PRB18 and VNTE 100 acquired in 1999, interpreted and modeled with potential methods by the del Bravo Delta team. A stratigraphic column of up to 12 kilometers of thickness is interpreted (Hernández 1998), 3 styles of deformation controlled by the geometry of the basement were observed. From west to east, in the extensional zone the interpretation is as follows: listric faulting with the detachment occurring in clay packages from the Paleogene sequence; and a normal faulting with saline or clay domes related to a flexure of the basement. In the compressive zone there are clay or saline intrusions, allochthonous salt nappes, and asymmetric anticlines affected by inverse faulting similar to the counter-regional systems, robo and of

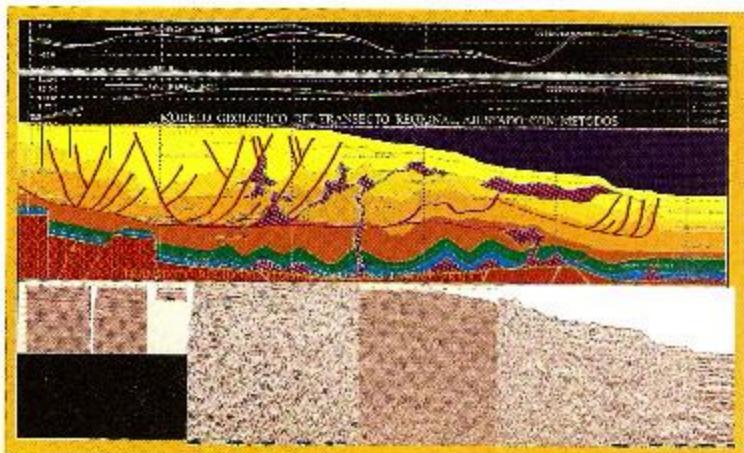


Figure 6 Regional Cross-section I

allochthonous salt. (Jackson, 2001).

Seismology. The studied area (figure 7) has an extension of approximately 10000 square kilometers with 6000 lineal kilometers of 2D seismic prospecting from three surveys carried out in 1973, 1994 and 1999. Altogether they form a grill with a 2.5 km separation between traverse lines and from 5 to 20 km separation between longitudinal lines. Although the quality of the seismic information has improved with new acquisition parameters and with reprocess, the structural interpretation is difficult to carry out since the seismic horizons cannot be correlated in those zones where the acoustic energy is being dispersed (Figures 7 b),

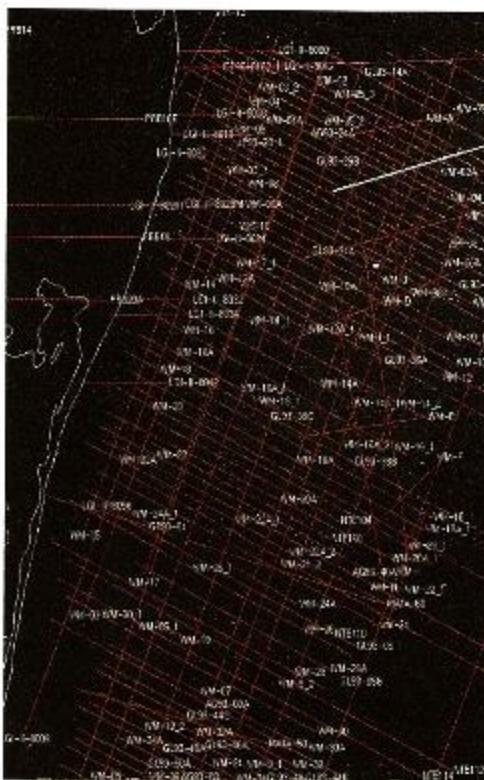
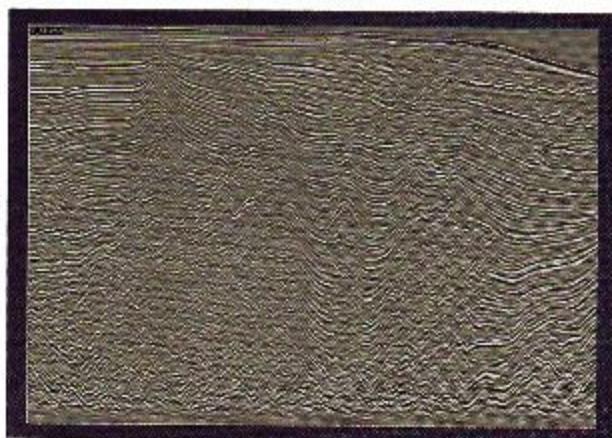


Figure 7 a) Section WM-B



b)Regional crossline

VELOCITY ANALYSIS.- From the exploratory point of view, the attainable oil-economic objectives that could be of interest are from the Pliocene-Pleistocene to the Low Miocene. The corresponding seismic horizons are located between 1 and 5 seconds. In order to convert in-depth the interpreted horizons, we have: the law of velocity from Neptuno-1 well, a seismic section converted in-depth and the analysis of piling up velocities. 4600 routine and reprocess velocity analysis were compiled (Figure 8a), taken every 5 km and 1 km respectively. Figure 8b shows the spectrum of velocities from WMB seismic section, the range of velocities go from 1500 m/s to 2585 m/s.

In order to obtain the lateral variations of speed, the piling up velocities were converted to interval velocities (Trejo, 1975). From the spectrum of the velocity interval of the WMB seismic line, a 2 seconds velocity interval of 2200 m/s to 1900 m/s is observed in the vicinity of the 50, 105, 130 and 160 shots, with a lateral velocity variation of 300 m/s.

The area distribution of the velocity interval, is reached upon defining horizons with pseudo time-slice, the automatic configuration of these values defines surfaces of speed.

Figure 9 shows the pseudo time-slice at a 5 seconds interval, the range of speeds is of 1900 m/s to 3600 m/s (blue color and red color respectively). In the map of velocity anomalies, the lateral variations of speed are observed, the low-speed zones represented by the iso-anomalies (blue color)

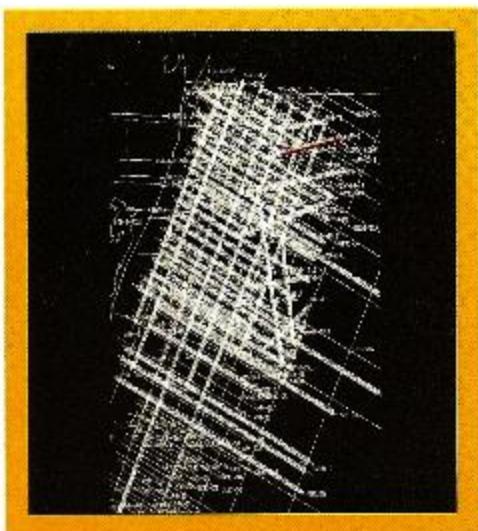


Figure 8 Piling up velocity analysis.



Figure 8b spectrum of the interval speeds of the WMB line

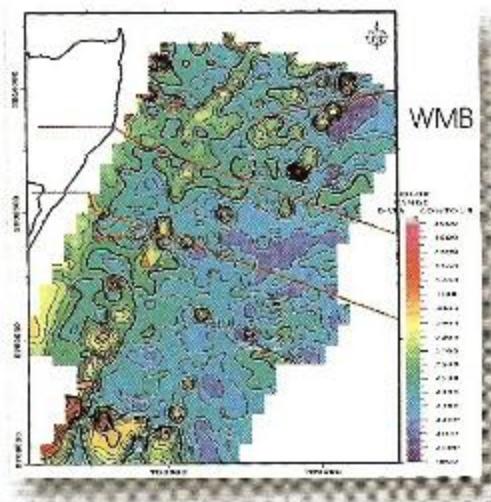


Figure 9 Map of Pseudo Time slice at 5 seconds.

are predominant in the western portion, where the mini-basins are located.

Gravimetry:

Synthetic models

After observing the structural complexity of the seismic sections, a model of density and susceptibility was generated, simulating the geological model inferred from the seismic interpretation.

The proposed model (figure 10) consists of 7 horizontal layers affected by mobile material, which could be salt or clay. Its displacement produces; diapirs, mini-basins, upward material, and welds and allochthonous material. The length of the model is of 70 km. The densities are; 1.0 g/cm³ for water, 2.0 g/cm³, 2.1 g/cm³, 2.2 g/cm³, 2.35 g/cm³, 2.38 g/cm³ 2.42 g/cm³ for a sand-clay sequence and 2.0 for the mobile material that could be either salt or clay.

An observer measuring the surface and the gravity at regular distance intervals would obtain, along the line of observation, several gravity values. A positive anomaly will be registered where the vertical sum of the density is greater and a negative anomaly where the sum is less. So in kilometer 12.5, the sum of densities is of 14.45 g/cm³ and in kilometer 17.5, the sum is of 14.07 g/cm³, the calculated gravity is of 430 milligal and 425 milligals respectively. The relative value of the residual anomaly is of 5 milligals. Observe that the width of the anomaly is attenuated in the right portion of the model, because of the change in the thickness of the mobile material. The wavelength of the residual calculated anomaly is of 10 kilometers, the maximum width (the crest) coincides with the depo-center of the mini-basin, and the minimum width (the valley) corresponds to the highest position of the mobile material.

Although the horizontal distribution of the mini-basins and of the salt or clay is not symmetrical, the use of residual gravimetry anomaly is useful in order to determine their area of influence.

For the susceptibility model, it is proposed that layer 6 has a susceptibility of 100 x 10 E-6 c.g.s. units which is an average susceptibility for a sequence of sands and clays (Prieto, 1993). For the salt, which is diamagnetic, it is assumed a susceptibility of zero c.g.s. units. The expected anomaly is a magnetic minimum (Prieto, 1993), whose maximum width coincides with the central portion of the salt. The answer in the model consists of a series of magnetic maximums and minimums with widths of 2 gammas.

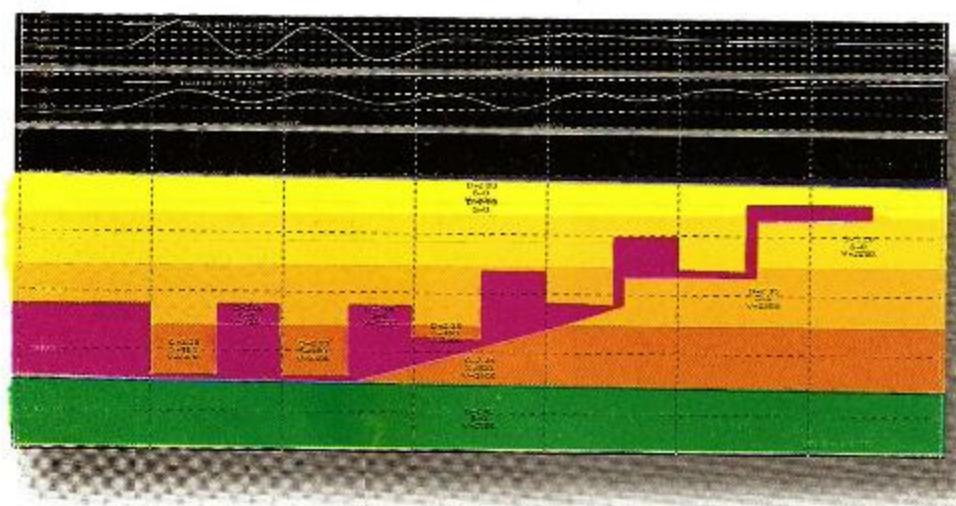


Figure 10 synthetic model of layers and mobile material and gravity and magnetic anomalies (calculated).

It can be considered that the Bouguer Anomaly represents the effect of the sum of all the mass with a density contrast, measured from the superior mantle to the surface.

It is common to have a negative tendency in the Bouguer Anomaly values toward the continent, because the surface of the mantle is deepened, augmenting the cortical column. A positive tendency of the values of the Bouguer Anomaly toward the center of the Gulf of Mexico is due to the fact that the surface of the superior mantle is lifted up and, in consequence, the cortical column loses weight. Buffler (1991) has postulated the existence of a continental crust, a transitional crust and an oceanic crust.

For the study area there are two files of digital data of the Bouguer Anomaly; one acquired in 1973, where the data are separated every 2.5 km, conforming a regular mesh of 2.5 x 2.5 km. The other file is a database acquired in 1994, 1996 and 1999, the data being separated every 5-km constituting a regular mesh of 5km by 5 km. The sampling theorem establishes that in order to detect a structure of certain length of wave, the samples should be taken halfway this wavelength. This means that with the first prospecting, anomalies of up to 5 km of wavelength can be determined, whether anomalies of up to 10 km can be determined with the 5km x 5km grill. For the above-mentioned, the data acquired in 1973 were used for the analysis, process and interpretation

Figure 11 shows the Bouguer Anomaly, which varies from west to east from 52 milligals to 10 milligals. In the southwestern portion there is a gravimetric maximum with an amplitude of 46 milligals almost North-South oriented. According to the modeling of regional cross-section 2, it is related to a lateral contrast of density between basement blocks (Hernández, 1998). In the northeast portion, a gravimetric minimum is observed which is related to the presence of salt or clay. After carrying out the spectrum analysis of the Bouguer Anomaly and several tests with band-pass

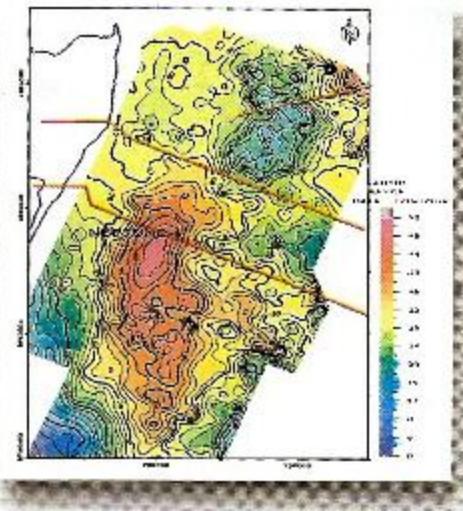


Figure 11 Bouguer Anomaly

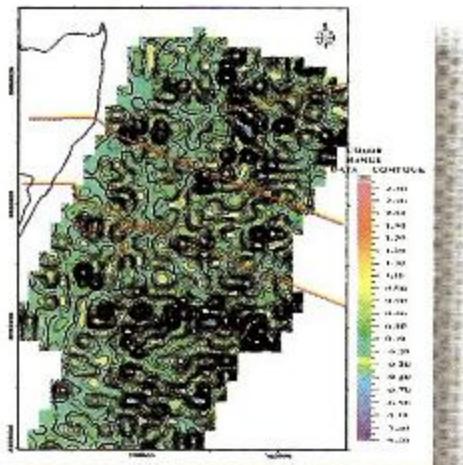


Figure 12 Residual gravimetric anomaly I

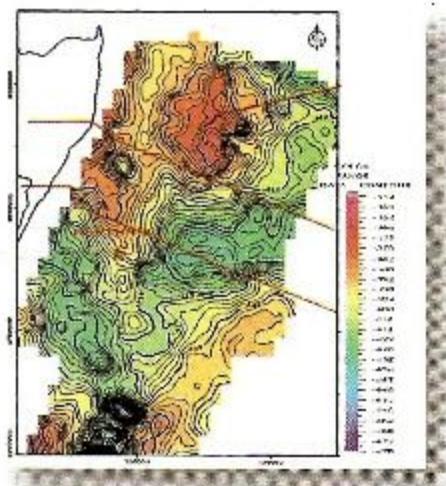


Figure 13 Magnetic Anomaly II Reduced to the pole.

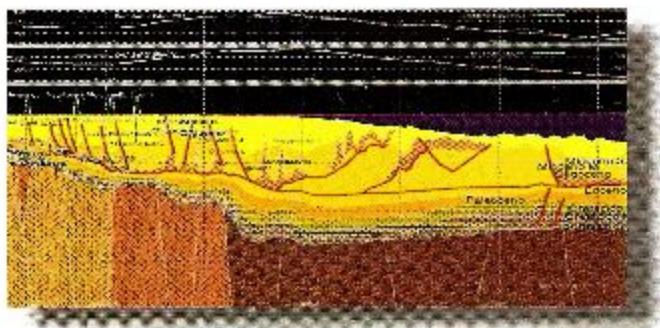


Figure 14: Regional transect II

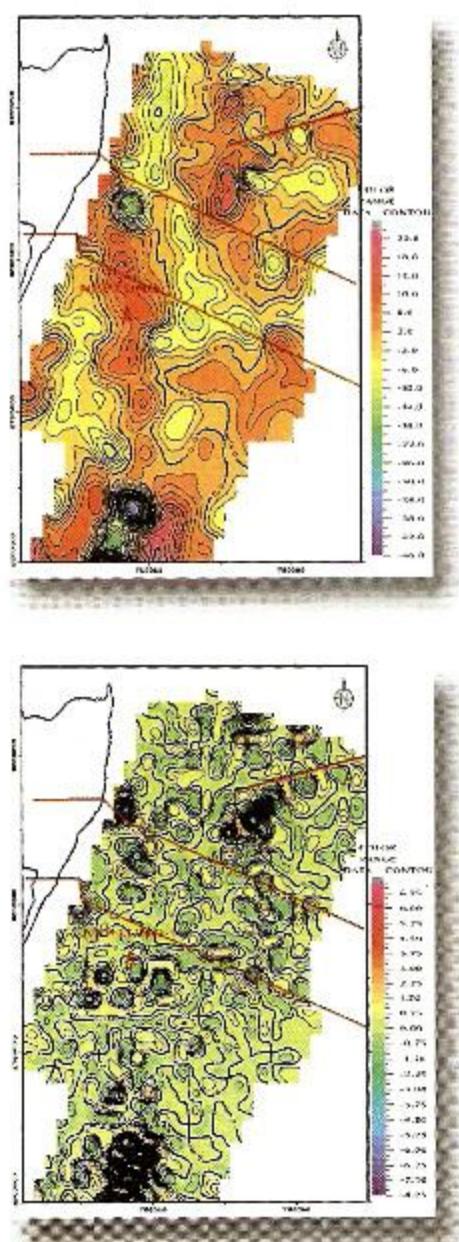


Figure 15: Magnetic Residual Anomaly a) 10-50 km., b) 5-10km.

filters of different wavelengths, a residual gravimetric anomaly was obtained with a filter whose wavelength is of 5-10 km. (Figure 12). The amplitudes of the residual gravimetric anomalies are of some milligal units.

Magnetometry - Figure 13a shows a magnetic reduced anomaly to the Pole, with magnitudes from 352 up to 478 gammas, from west to east there are two magnetic dipoles with amplitudes of 50 and 40 gammas, the first has influence in the area from the north to the south, the influence of the second decreases to the vicinities of the WMB line. According to the modeling of the transects I and II (Figures 6 and 14), the magnetic source that produces the first dipole is related to the flexing of the basement and to the susceptibility of the type of rock of the blocks that constitute it (Hernández, 1998).

In order to determine shallow magnetic sources, a spectrum analysis of the magnetic anomaly was carried out, the more representative wavelengths are 50 km, 10 km and 5 km. A pass-band filter was applied with the following wavelengths: 10-50 km, and 5-10 km. The maps of the magnetic residual anomaly are shown in figures 15 a and 15 b.

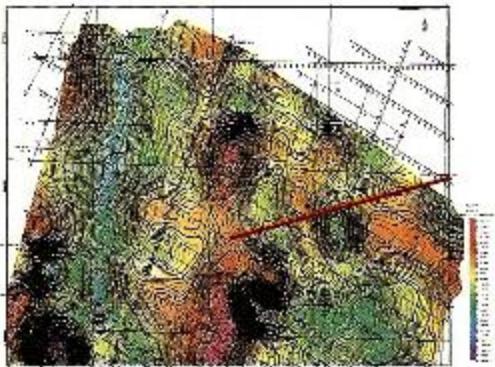
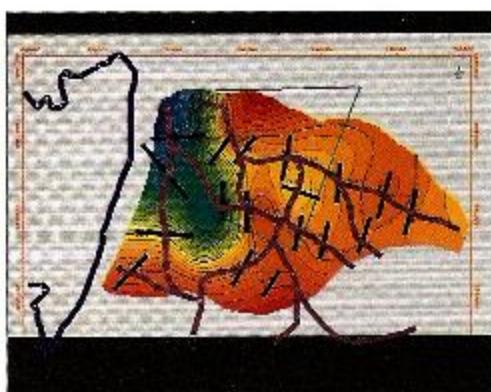


Figure 16 a) Magnetic residual anomaly

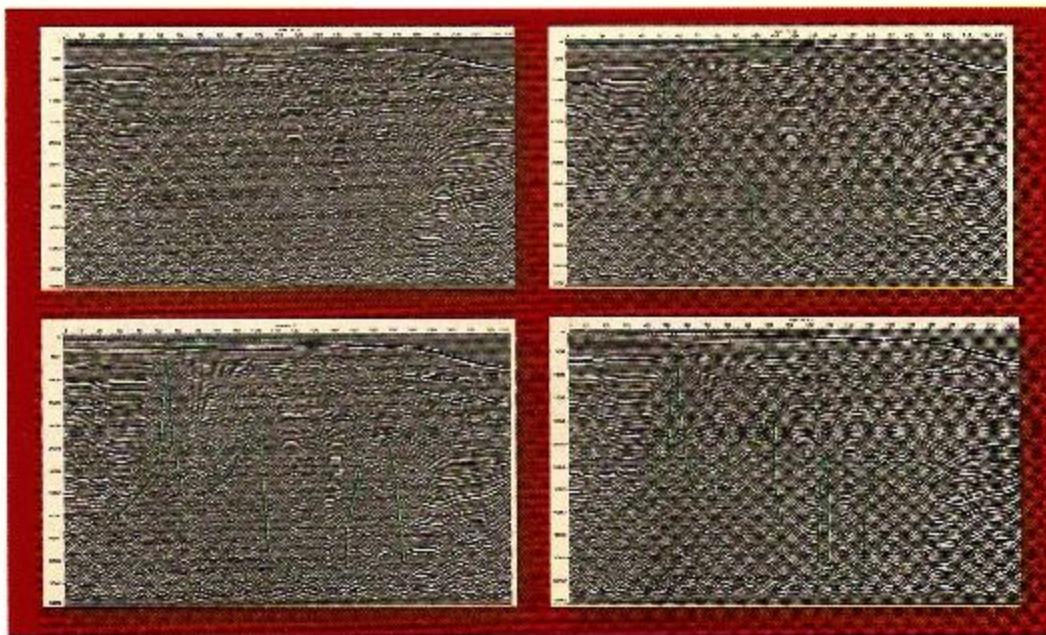


b) magnetic Dipoles and depth of magnetic source.

From the map of the pass-band (10-50 km) of the magnetic residual anomaly and using the method of Peter's and Sokolov, depth estimates of 19 magnetic sources were made, obtaining depths between 7 and 1.5 km. The automatic outline of these sources is shown in Figure 16 b. Because of their direction the magnetic dipoles of the oriental portion seem to correspond to the same source; the magnetic dipoles of the Western portion correspond to a deep magnetic source. A trajectory is obtained upon joining the depth points. This trajectory seems to be the rock deposit with magnetic mineral, possibly a conglomerate, that constitute one of the facies of the superior and middle fan (Jackson et al., 1984).

METHODOLOGY FOR THE INTERPRETATION OF MOBILE MATERIAL

In figures 17a, 17b and 17c, seismic line WMB is presented as well as possible interpretations of mobile material.



Figures 17a, 17b, 17c and 17d Interpretation of mobile material.

The mobile material (salt or clay), in contrast with the rocks that surround it, shows a low density and, according to the synthetic model, the gravimetric maximums are related to mini-basins, while the gravimetric minimums are related to the presence of low density material. It is then proposed:

- 1) To take the gravimetric profile of seismic line WMB from the map of residual gravimetric anomaly (Figure 12) and place it in the upper part of the seismic section. 2) To mark the gravimetric minimum and observe the coincidence with the center of the mobile material (Figure 18a). 3) To interpret the shape of the mobile material (Figure 18b). 4) To interpret the faulting associated with the mobile material and 5) To correlate the important seismic horizons (Figure 18d).

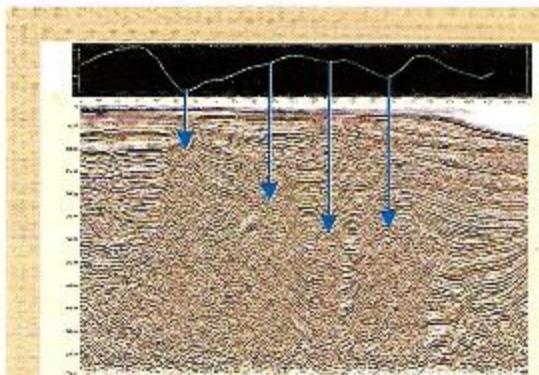


Figure 18 a WMB Seismic cross section and profile residual gravimetric profile.

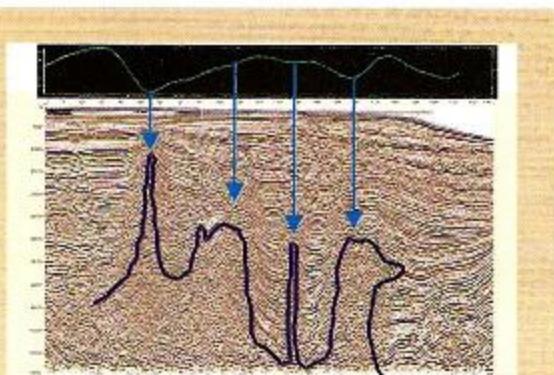


Figure 18 b interpreted mobile material

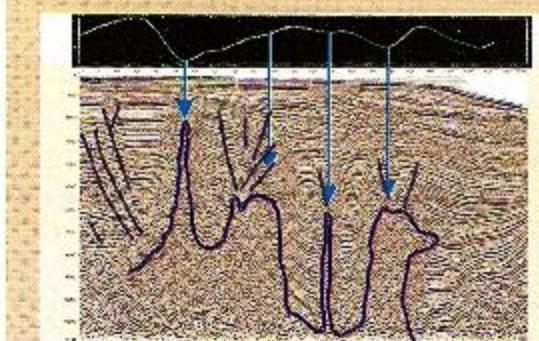


Figure 18 c faulting associated with mobile material.

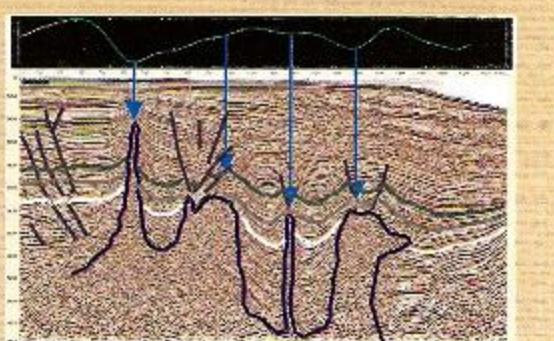


figure 18 d) Interpretation of Horizons.

INTEGRATION OF THE RESULTS: In figure 19 it is shown the residual gravimetric profile, the magnetic residual profile, the WMB seismic section and its velocity spectrum. The integration of the results will be made considering the relationship between the seismic image with the gravimetric, magnetic and velocity profiles. The low sign-noise relationship zones, correspond to mobile material, and coincide with the gravimetric minimums, indicating that it could be salt or clay. Upon integrating the velocity profile it is observed that the zones of low velocity coincide with the gravimetric minimums and magnetic maximums. Considering the physical properties of the rocks, it is concluded that the low sign-noise relationship zones are related to clay and in consequence, the study area is under clay tectonics.

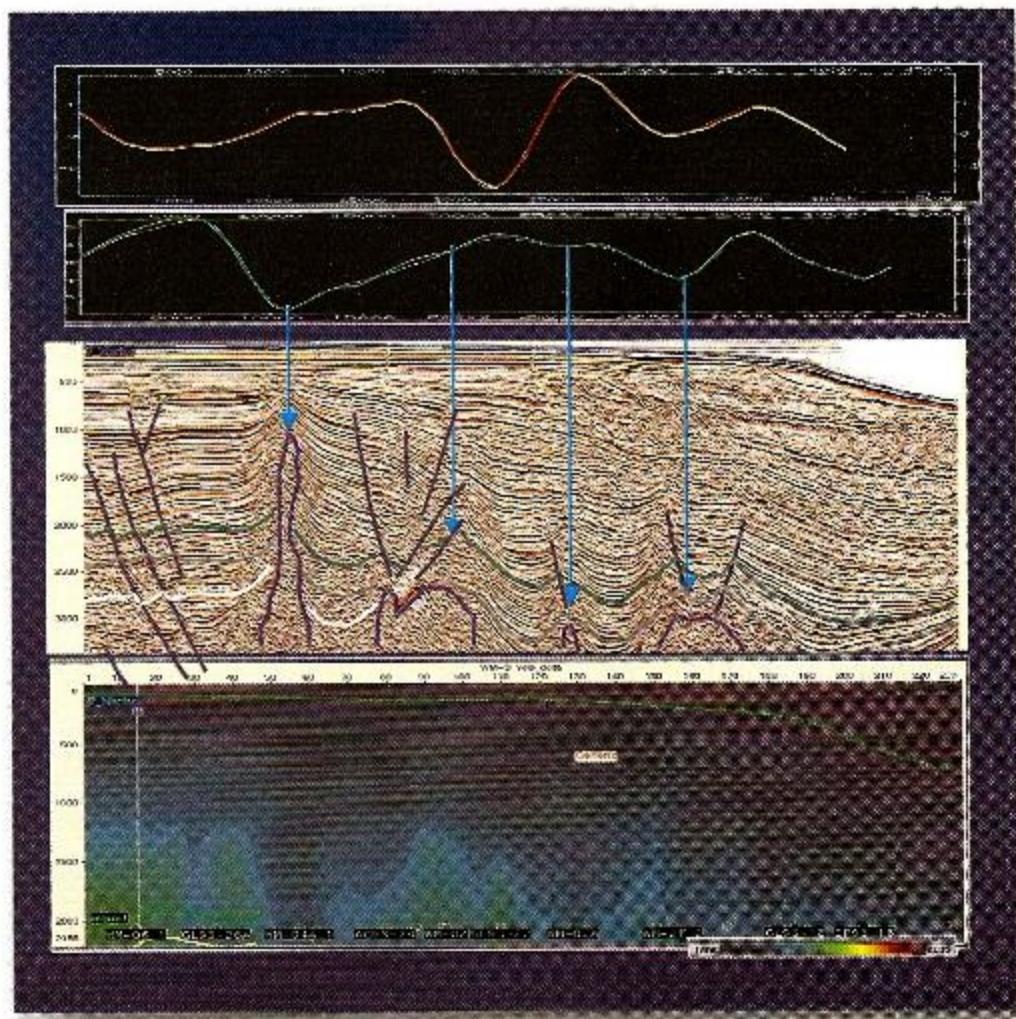


Figure 19 WMB seismic section, profile of magnetic residual anomaly and profile of gravimetric residual anomaly.

APPLICATION OF THE PROPOSED METHODOLOGY

The process of interpretation of mini-basins and of mobile material was applied to 20 seismic lines of the south portion of the Rio Grande Delta area (Figure 20), 16 mini-basins were interpreted as well as 24 exploratory opportunities.

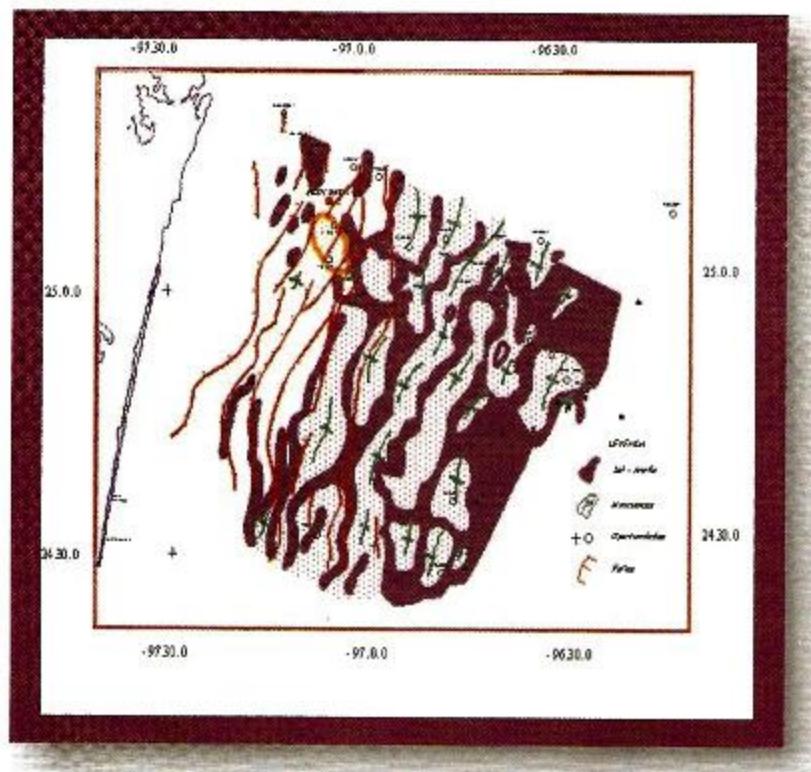


Figure 20 Mini-basins and exploratory opportunities in the south portion of the Rio Grande Delta.

CONCLUSIONS

After integrating the results, it is concluded that, the area of the Rio Grande Delta is under clay tectonics.

With the application of the presented methodology, 16 mini-basins were mapped and 24 exploratory opportunities were proposed.

This methodology is applicable to zones with salt or clay tectonics.

The analysis, process, interpretation and integration of potential data to the disciplines of the oil exploration increase the knowledge in bordering areas.

A real knowledge of the geometry of the mini-basins, of the salt or clay bodies and of the best location of exploratory wells is obtained upon integrating 3D seismology, gravimetry and magnetometry of high resolution. It is suggested to acquire these data.

Edilberto Roman Hernández Flores

Correo electrónico: edil_hdez@hotmail.com

Objetivo	Exponer la experiencia profesional a quién corresponda
Educación	1973-1977.-Ing. en Comunicaciones y Electrónica ESIME- I.P.N. 1989.- 91 Maestría en Exploración de Recursos energéticos del Subsuelo DEPFI-U.N.A.M. 1996 Diplomado en Administración de la Calidad . ITESM campus Edo. De México
Intereses y actividades	Interpretación Geofísico-Geológica Métodos Potenciales Geología estructural

Experiencia laboral	1978-1980 Compañía mexicana de Exploraciones S. A. Operación y Mantenimiento de Sismógrafos Digitales.
	1981 - 2001 Pemex Exploración y Producción
	1981 - 1986.- Operación y Mantto. de Sismógrafos digitales, Calculista de Brigada Sismológica y Supervisor de Brigadas sismológicas de Vibrosismo.
	1987 - 1989.- Interpretación Geofísico-Geológica
	1992-1995 - Instalación y Administración de Redes de Pe's. de la Región Norte
	1996-2001 Análisis, proceso, interpretación e Integración de Metodos Potenciales

Asociaciones profesionales	AMGP, AMGE
-----------------------------------	------------

Ha participado en trabajos sobre exploración presentados en los siguientes foros:

I decenio de la Maestría de Expln de Rec. Energéticos del Subsuelo
1992, México D.F. (Autor principal)

X Simposium de Geofísica 2000 Villa hermosa Tab.(Autor principal)
Congreso AMGP-AAPG 2001, Veracruz. (Coautor)

EXPLORACIÓN GASÍFERA EN ÁREA FRONTERA, PROYECTO LAMPREA, MÉXICO

Autores: Dionisio Rodríguez F., Juan M. Alvarado V., Cirilo Pérez B., Manuel Zambrano A., José F. González P., Eduardo Macías Z.

Introducción

Actualmente se lleva a cabo un estudio sobre un cubo sísmico 3D de 1300 km², ubicado en el área del Proyecto de Inversión Lamprea. Esta área se localiza en aguas nacionales del Golfo de México a 20 Km de las costas del estado de Tamaulipas, México (Fig. 1).

Este trabajo es el avance en la interpretación y entendimiento de la geología prospectiva para la exploración de yacimientos de gas, en rocas de edad Terciaria.

Información antecedente.

Los principales datos para el estudio Lamprea es el volumen sísmico 3D y líneas sísmicas 2D adyacentes, las cuales han sido de gran utilidad para el entendimiento de la geología regional y de detalle. No existen pozos en las cercanías del estudio por lo tanto se considera esta como una área Frontera.

II. Metodología.

Los métodos y técnicas utilizados en este estudio son las comúnmente usadas para la exploración de hidrocarburos en la Industria Petrolera. Los cuales incluyen vista rápida (quick look), correlación de horizontes y fallas, análisis de atributos sísmicos, interpretación de secuencias sísmicas y correlación de planos horizontales (time slice).

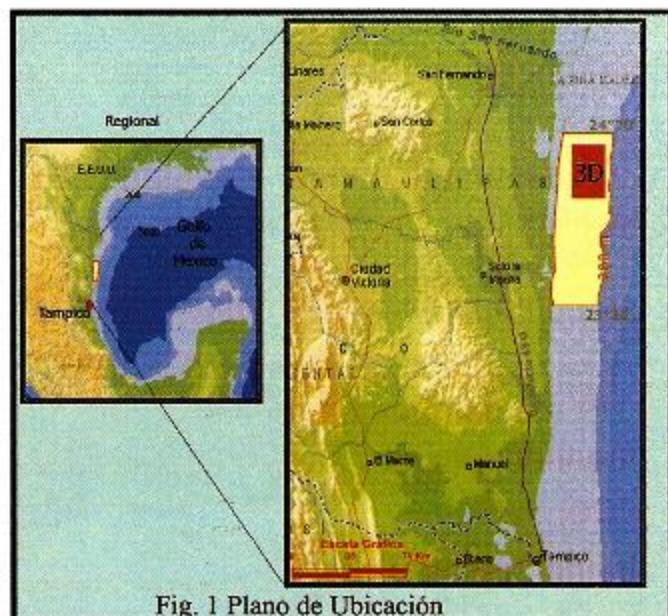


Fig. 1 Plano de Ubicación

III. Objetivo.

El objetivo principal del estudio es el de construir modelos estructural estratigráficos donde se definan características geológicas principales que permitan identificar localizaciones exploratorias con buenas probabilidades de éxito para el descubrimiento de yacimientos de gas.

IV.- Interpretación Geológica - Geofísica

•Geología

La gran distribución de la sal la cual tiene amplia extensión al norte, tiene sus límites hacia esta parte del área de estudio, esta sal tiene una influencia importante en la distribución y tipo de sedimentos, así como de los estilos estructurales que encontramos en el área de estudio. El área

Lamprea presenta muchas características geológicas semejantes a la porción sur de los Estados Unidos de América; tales como fallamientos normales y antítetico, fallas de expansión sedimentaria (crecimiento), anomalías de amplitud, tectónica salina y depósitos cíclicos en escala sísmica. (Fig. 2). A lo largo del cubo sísmico 3D se interpreta un fuerte engrosamiento de los depósitos del Mioceno, Plioceno y Pleistoceno, el cual es paralelo a la línea de la costa, este evento está cortado por fallas normales y de crecimiento con caída hacia el oriente y su dirección preferencial es NESW. Fig. 5

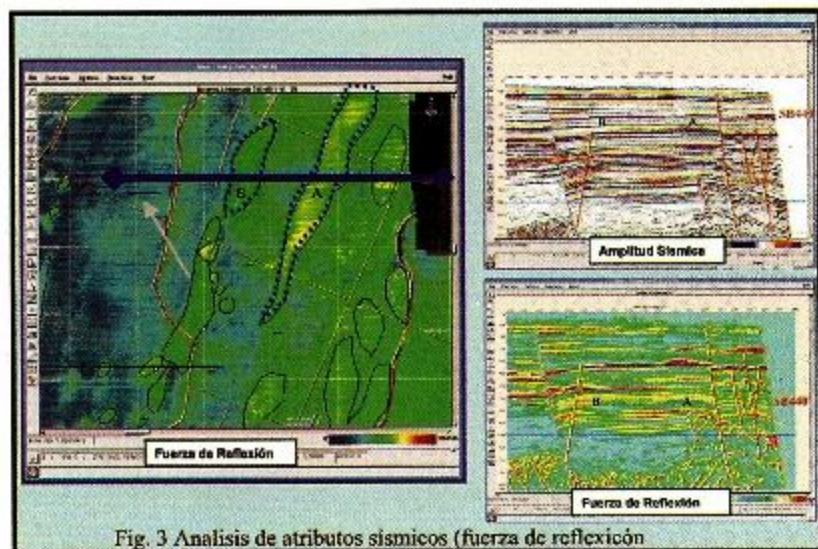
El entorno regional nos muestra la localidad

como una subcuenca típica de edad Terciaria del Golfo de México, con un estilo estructural y una sedimentación asociada, similar a los campos productores de gas, costa afuera frente a los estados de Texas y Louisiana, E.U.A.

Análisis de atributos sísmicos

Numerosas anomalías sísmicas han sido identificadas en el estudio de prospectos. Algunas son caracterizadas tanto por su alta o baja amplitud lo cual se puede relacionar a facies sedimentarias distintivas y asociarlas a probable presencia de gas.

Fig. 3



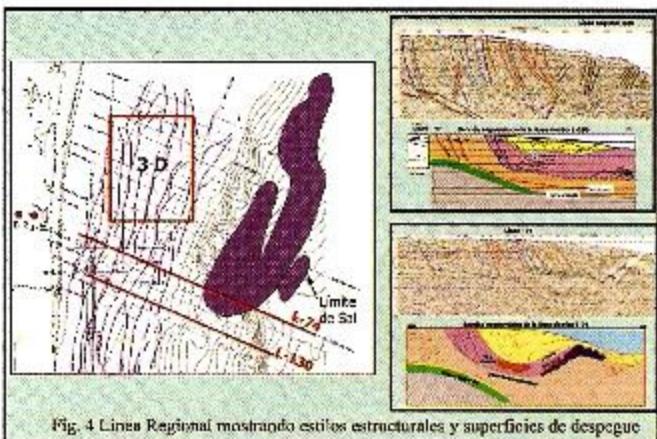
Características Estructurales y Estratigráficas

Las líneas regionales 2D L-130 y L-74 (Fig. 4), muestran claramente tres grandes fallas de despegue en sistemas distensivos gravitacionales con sus dos etapas: la extensiva y compresiva. En estas líneas sísmicas se aprecia el desplazamiento de la expansión en el despegue somero; en la línea hacia el sur (L-130), este es mucho mayor que hacia el norte (L-74), y es porque la localidad de la L-74 es el límite sur de la influencia de la sal.

La presencia y movimiento de la sal ha tenido un efecto significativamente en la evolución estructural y sedimentaria de la parte norte del área. El movimiento de la sal también ha dado origen a un importante play de minicuenca enterradas.

Para efectuar el análisis de detalle el cubo sísmico se dividió en 3 bloques: el bloque 8000, bloque de

(Indiferenciada). La segunda mayor secuencia está limitada en la base por la cima del Cretácico y arriba por una superficie de despegue intermedia. La edad de estos estratos es aún desconocida. Los patrones de reflexión son de débil amplitud y altamente caóticos, quizás se les pueda relacionar a sedimentos de aguas profundas como son lutitas y depósitos de turbiditas, estos últimos pueden llegar a ser buenos objetivos exploratorios.



9000 y bloque de 10000, y en 5 secuencias mayores desde el Mesozoico hasta el Pleistoceno (Fig. 5).

1). Secuencia Mesozoica. Las rocas más antiguas perforadas al sur del área corresponden al Cretácico y Jurásico. Los depósitos son principalmente rocas carbonatadas de ambientes de plataforma. Una significante sal Jurásica se infiere fue depositada en esta área y subsecuentemente ha migrado e intrusión a rocas del Terciario encontrándose hoy día hacia la margen Este.

2). Secuencia Terciaria Inferior

3). Secuencia Mioceno Plioceno. Esta secuencia está limitada en la base por la superficie de despegue intermedio. En una correlación regional 2D se ha interpretado que esta gruesa sección puede ser de edad Mioceno Medio

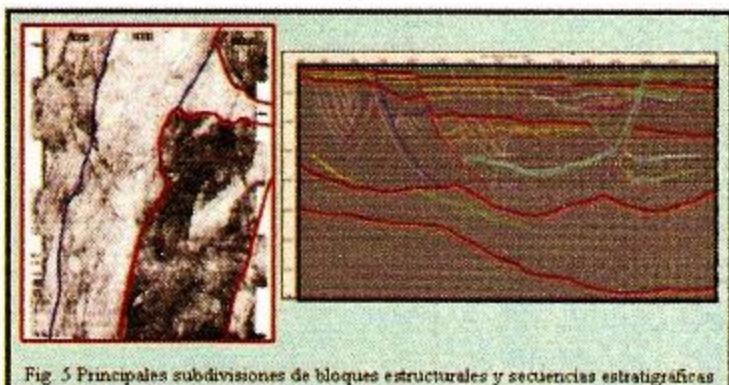


Fig. 5 Principales subdivisiones de bloques estructurales y secuencias estratigráficas

Superior, con una gran expansión cruzando la falla del bloque 9000 de edad PlioPleistoceno.

Los ambientes depositacionales del bloque 9000 pueden ser desde plataforma externa a talud, hacia la parte superior se observa ambientes de minicuencas de aguas profundas y turbiditas. Las facies en las minicuencas fueron controladas por la paleo topografía o por el despegue intermedio.

4). Secuencia Pleistoceno Inferior. Para el control de esta secuencia se realizó una correlación regional con sísmica desde el Pozo Neptuno 1A. Teniendo que para el Plioceno Inferior existe un episodio de grandes depósitos de "slumps" el cual puede haber ocurrido por una combinación del desplazamiento de masas a lo largo del despegue intermedio y la migración de la sal hacia el este. Esto provocó la creación de espacio de acomodo para estos sedimentos.

5). Secuencia Pleistoceno Superior. Esta secuencia se caracteriza por facies de "alivio" o niveladoras de ambientes de plataforma.

Numerosas anomalías de amplitud han sido relacionadas a depósitos de barras de plataforma y/o islas de barrera.

Generación de Hidrocarburos

Las evidencias de hidrocarburos corresponden a la presencia de gran cantidad de anomalías sísmicas, tales como chimeneas en el fondo marino conectadas a trayectorias de fallas profundas y anomalías de amplitud y/o puntos brillantes. Recientemente se han efectuado recolección de muestras en el fondo marino en donde se han detectado escapes de gas, núcleos con fuerte olor a gas e impregnación de aceite residual (Fig. 6), además se ha detectado visualmente manchas de aceite en la superficie del mar producto de emanaciones de hidrocarburos del fondo marino.

Potencial Gasífero en Oportunidades Someras

Está relacionado a las anomalías de amplitud en contacto con sistemas de fallamiento profundo. Los depósitos de estas oportunidades se

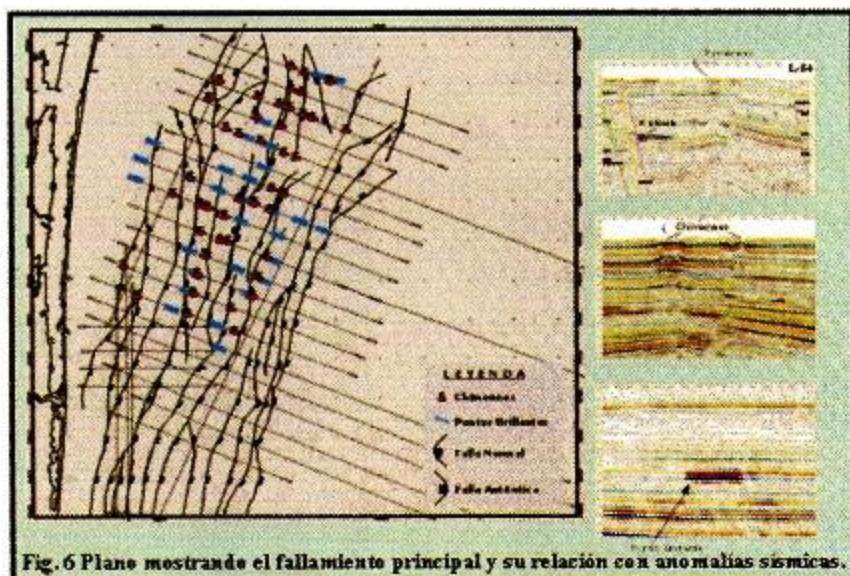


Fig. 6 Plano mostrando el fallamiento principal y su relación con anomalías sísmicas.

interpretan principalmente a ambientes de plataforma internaexterna, con una componente estructural muy sutil (Fig. 7).

Potencial Gasífero en Oportunidades Profundas

Se asocia principalmente a depósitos arenosos de aguas profundas en forma de abanicos de piso de cuenca, mantos de arena, arenas laminares de canales, las cuales se acuñan contra los flancos de las minicuenca. Otros depósitos con objetivo exploratorio para este nivel podrían ser las turbiditas.

Los datos sísmicos muestran anomalías de amplitud como son los puntos brillantes y puntos planos, lo cual da un valor exploratorio significante a localizaciones que persigan estos objetivos (Fig. 8).

Conclusiones

- La exploración realizada a la fecha en el área Lamprea muestra un excelente potencial gasífero.
 - I La información sísmicogeológica indica que los elementos principales del sistema petrolero están presentes en el área (Roca Generadora, Sincronía y Migración, Sello, Roca Almacén y Trampa).
 - II Se tienen identificados 5 estilos estructurales los cuales constituyen excelentes trampas; Anticlinales "Roll over", Anticlinales en Fallas Antitéticas, Truncaciones y Erosiones, Estructuras asociadas a diapirismo salino y/o arcillosos y Minicuenca.

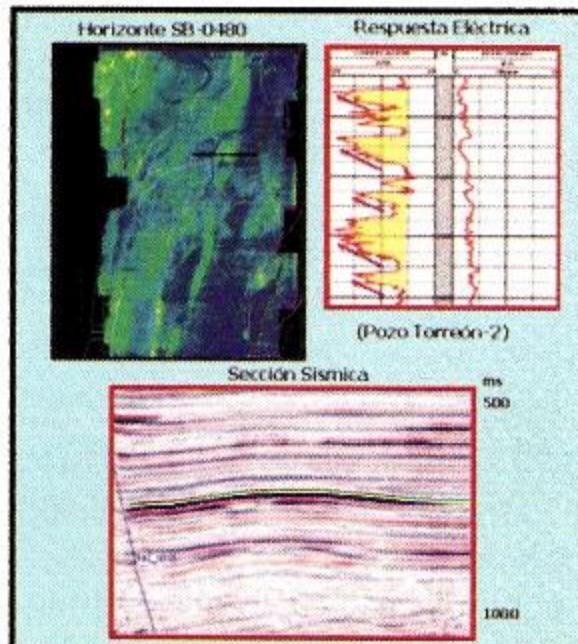


Fig. 7 Oportunidades someras, depósitos de plataforma.

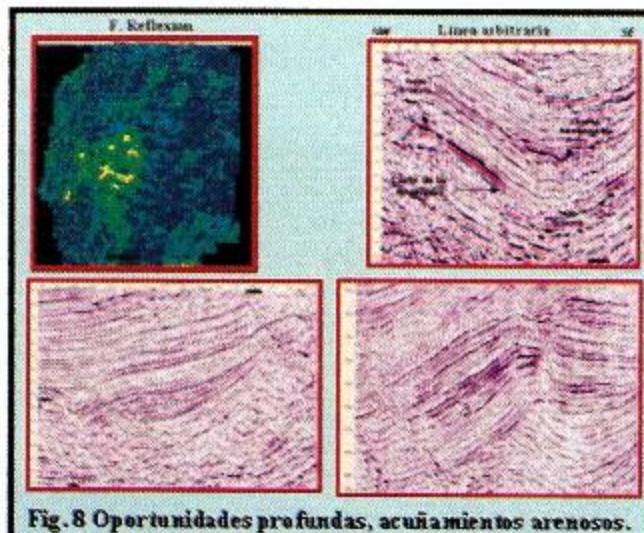


Fig. 8 Oportunidades profundas, acuñamientos arenosos.

GAS EXPLORATION IN A BOUNDARY AREA, LAMPREA PROJECT,

Authors: Dionisio Rodríguez F., Juan M. Alvarado V., Cirilo Pérez B., Manuel Zambrano A., José E. González P., Eduardo Macías Z.

I. Introduction

At the moment, a study of a seismic 1300 km² 3D cube is being carried out. It is located in the area of the Lamprea Investment Project. This area is located 20 km offshore from the coast of the state of Tamaulipas in national waters of the Gulf of Mexico (Fig. 1).

This paper is the interpretation and understanding of the prospecting geology for gas deposits in rocks from the Tertiary.

Antecedent information.-

The main data for the Lamprea study are the 3D seismic volume and the adjacent 2D seismic lines, which have been of great use for the understanding of the regional and detailed geology. There are no wells in the proximity of the area therefore this is considered a boundary area.

II. Methodology.

The methods and techniques used in this study are those commonly used for the exploration of hydrocarbons in the oil industry. They include a quick look, correlation of horizons and faults, analysis of seismic attributes, interpretation of seismic sequences and correlation of time slice.

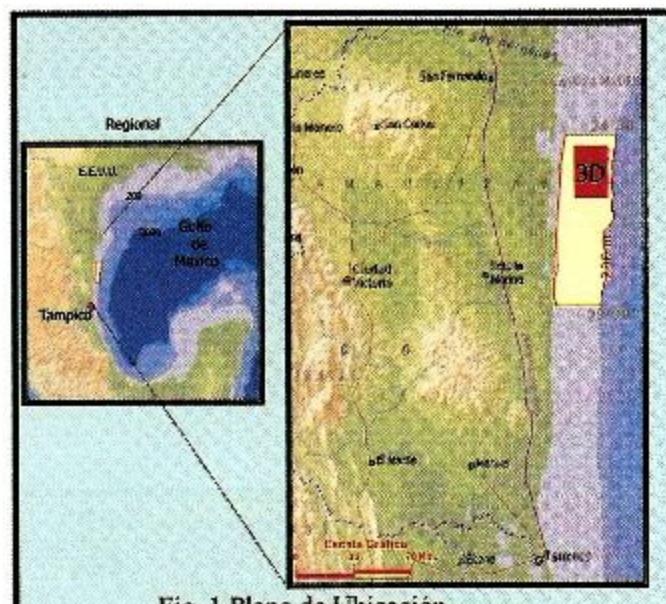
III. Objective.

The main objective of the study is to construct structural-stratigraphic models with their main geological features well defined. Such models will enable us to identify exploratory locations with high probabilities of discovering gas fields.

IV.-Geological-Geophysical Interpretation

Geology

The great distribution of salt with a wide extension to the North has its limits towards the area that is being studied. This salt has an important influence in the distribution and type of sediments, as well as in the structural styles that are found here. The Lamprea area presents many geological characteristics similar to those from the southern portion of the United States; normal and antithetic



faults, sedimentary expansion faults (growth), width anomalies, saline tectonics and cyclical deposits in seismic scale (Fig. 2). Along the 3D seismic cube, parallel to the coastline a strong thickening of the deposits from the Miocene, Pliocene and Pleistocene is interpreted. This event is cut by normal and growth faults dipping to the east with a NE-SW main direction. (Fig. 5)

The regional environment shows us the location as a typical Gulf of Mexico Tertiary sub-basin, with associated sedimentation structural style, similar to the gas producing fields, offshore from the states of Texas and Louisiana, USA.

Analysis of seismic attributes

Numerous seismic anomalies have been identified in the prospect study. Some are characterized either by their low or high amplitude which can be related to the distinctive sedimentary facies and associate them to the probable presence of gas (Fig.3).

Structural and Stratigraphic Characteristics

The 2D regional lines L-130 and L-74 (Fig. 4), show three big detachment faults in distensible

gravitational systems with their two stages: extensive and compressive. In these seismic lines the expansion's displacement of the shallow detachment, can be appreciated. In line L-130 (to the south), it is bigger than that towards the north (L-74), this happens because the location of line L-74 is the southern limit of the influence of the salt.

The presence and movement of the salt have had a significant effect in the structural and sedimentary evolution of the northern part of the area. The migration of the salt has also given origin to an important play of the underground mini-basins.

In order to make a detailed analysis of the seismic cube, it was divided in 3 blocks; block of 8000, block of 9000 and block of 10000, and in 5 major sequences: from the Mesozoic up to the Pleistocene (Fig. 5).

1). Mesozoic Sequence. The oldest rocks in the southern portion of the area belong to the Cretaceous and Jurassic. The deposits are mainly carbonated rocks from a platform environment. It is inferred that a significant Jurassic salt was deposited in this area, which then migrated and intruded Tertiary rocks, which nowadays are located towards the east riverbank.

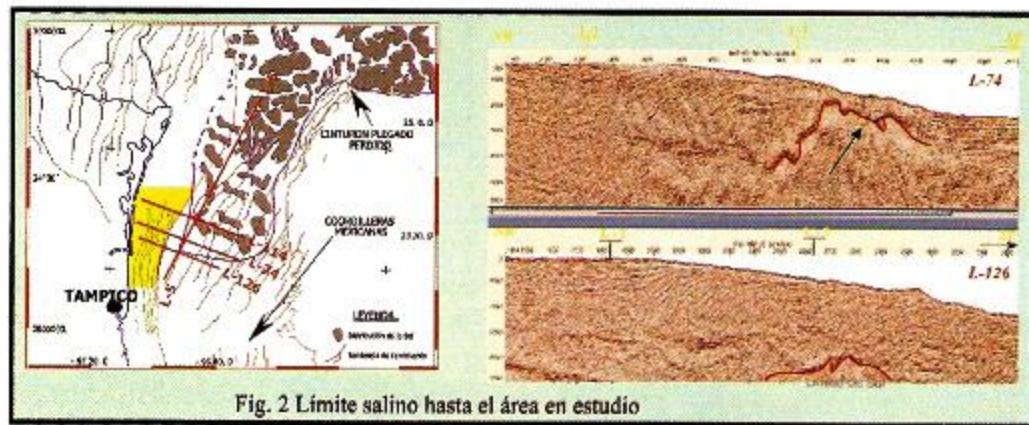


Fig. 2 Límite salino hasta el área en estudio

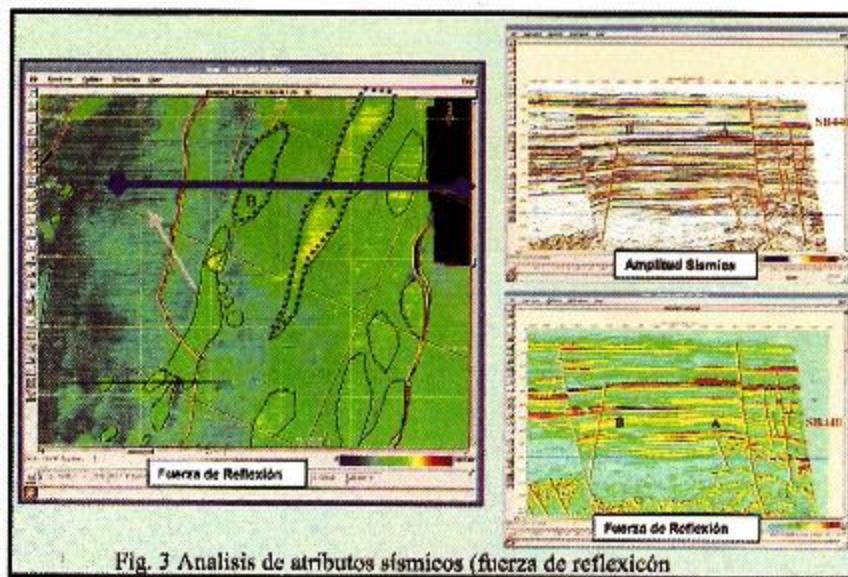


Fig. 3 Análisis de atributos sísmicos (fuerza de reflexión)

2). Low Tertiary Sequence (Undifferentiated). The second major sequence is limited at its base by the summit of the Cretaceous and at the top by an intermediate detachment surface. The age of these strata is still unknown. The patterns of reflection are of low amplitude and highly chaotic; and they could even be related to deep-water deposits like silts and turbidite, these deposits could become good exploratory objectives.

3). Miocene-Pliocene Sequence. This sequence is limited at its base by the surface of the intermediate detachment. In a regional 2D correlation, it has been interpreted that this thick section could be from the Mid-Upper Miocene with a great expansion crossing the fault of block 9000 of Plio-Pleistocene age. The depositional environment of block 9000 could be from the external continental platform to the continental slope. Toward the upper part, deep water and turbiditic mini-basin environments are observed. The facieses in the mini-basins were controlled by its paleo-topography or by the intermediate detachment.

4). Lower Pleistocene Sequence. For the control of this sequence, a regional correlation with seismic from well Neptune-1A was carried out. Knowing that for the Lower Pliocene there is an episode of big "shimp" deposit which could have happened by a combination of the displacement of masses along the intermediate detachment and the migration of the salt toward the east. This caused the creation of space to accommodate these sediments.

5). Upper Pleistocene Sequence. This sequence is characterized by "relief" or leveling facieses of platform environments. Numerous amplitude anomalies have been related to deposits of platform bars and/or barrier islands.

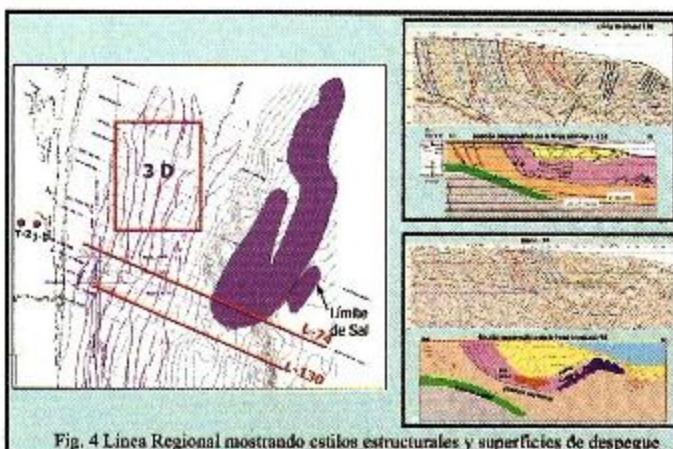


Fig. 4 Línea Regional mostrando estilos estructurales y superficies de despegue

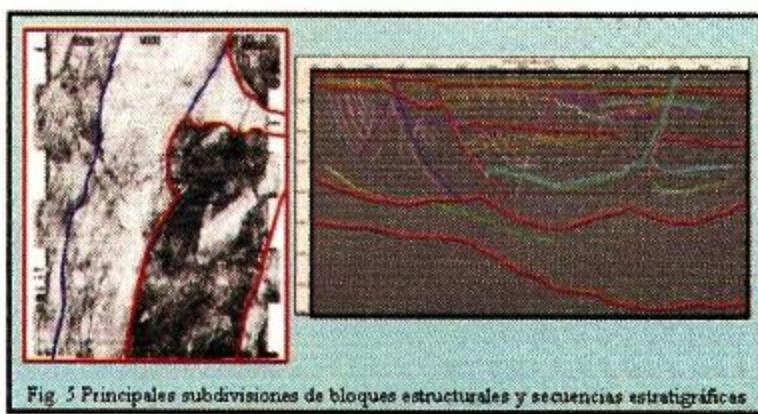


Fig. 5 Principales subdivisiones de bloques estructurales y secuencias estratigráficas

V. Generation of Hydrocarbons

The evidences of hydrocarbons correspond to the presence of a great amount of seismic anomalies, such as chimneys in the bottom of the sea connected to deep fault trajectories, and amplitude anomalies and/or brilliant points. Recently some samples from the sea bottom have been collected, where gas emanations have been detected, as well as nuclei with strong scent of gas and impregnation of residual oil (Fig. 6). It has also been visually detected stains of oil in the surface of the sea due to hydrocarbon emanations from the sea bottom.

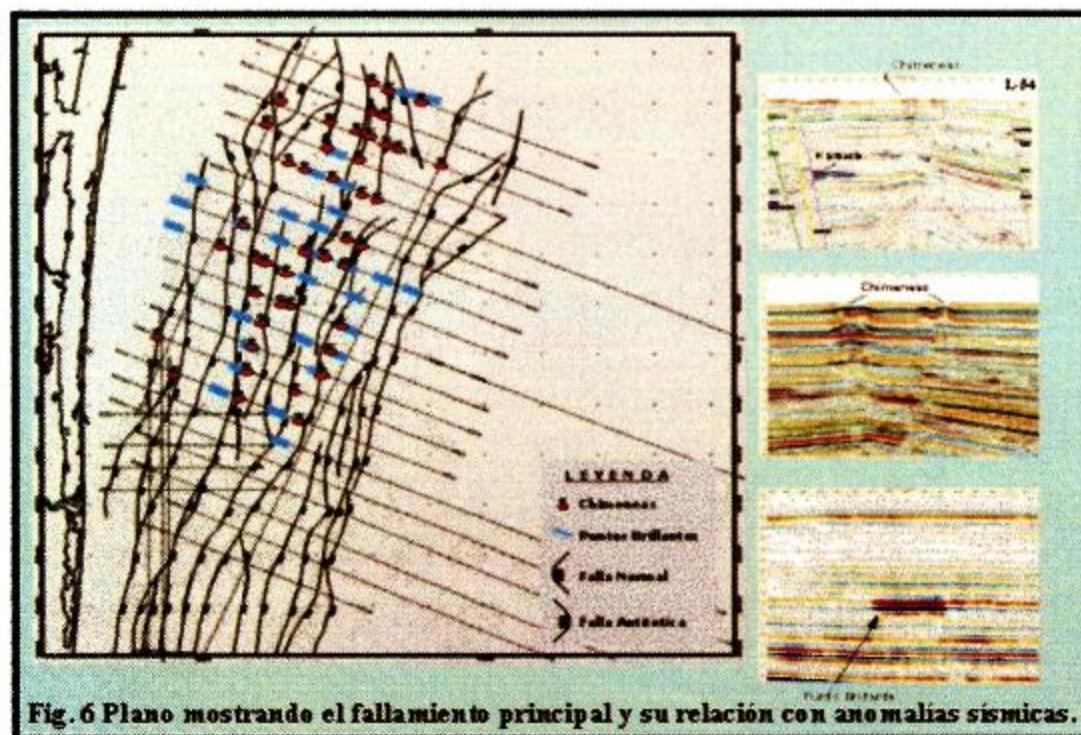
VI. Gas Potential in Shallow Opportunities

It is related to amplitude anomalies in contact with deep fault systems. The deposits of these opportunities are interpreted mainly as internal-external platform environment, with a very subtle structural component (Fig. 7).

VII. Gas Potential in Deep Opportunities

It is associated mainly to sandy deposits in deep waters as basin floor fans, sand beds, laminar channel sands, which are wedged against the flanks of the mini-basins. Other deposits with an exploratory objective at this level could be the turbidites.

The seismic data show amplitude anomalies like brilliant points and flat points, which give a significant exploratory value to the locations that pursue these objectives (Fig. 8).



VIII. Conclusions

- The exploration carried out to this date in the Lamprea area, shows an excellent gas potential.
- The seismology-geological information indicates that the main elements of the oil system are present in the area (Generating Rock, Synchrony and Migration, Seal, Store Rock and Trap).
- Five structural styles have been identified which may constitute excellent traps; Roll-over anticlines, Antithetic fault anticlines, Truncations and erosions, Structures associated with saline or clay diapirs and Mini-basins

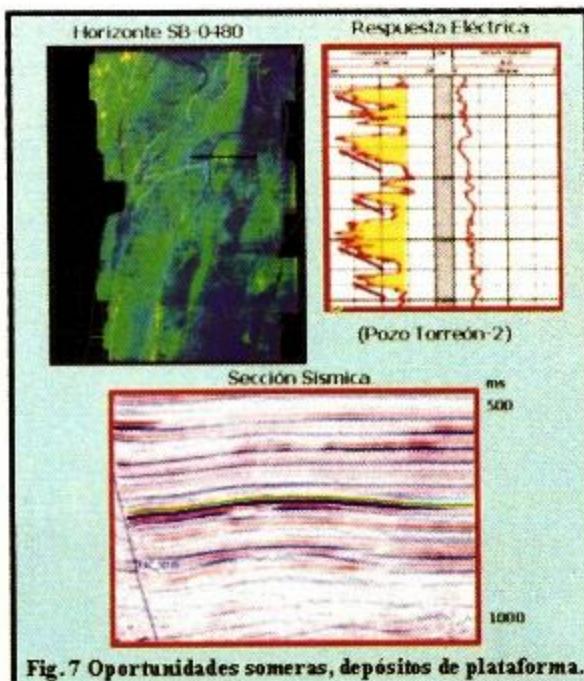


Fig. 7 Oportunidades someras, depósitos de plataforma.

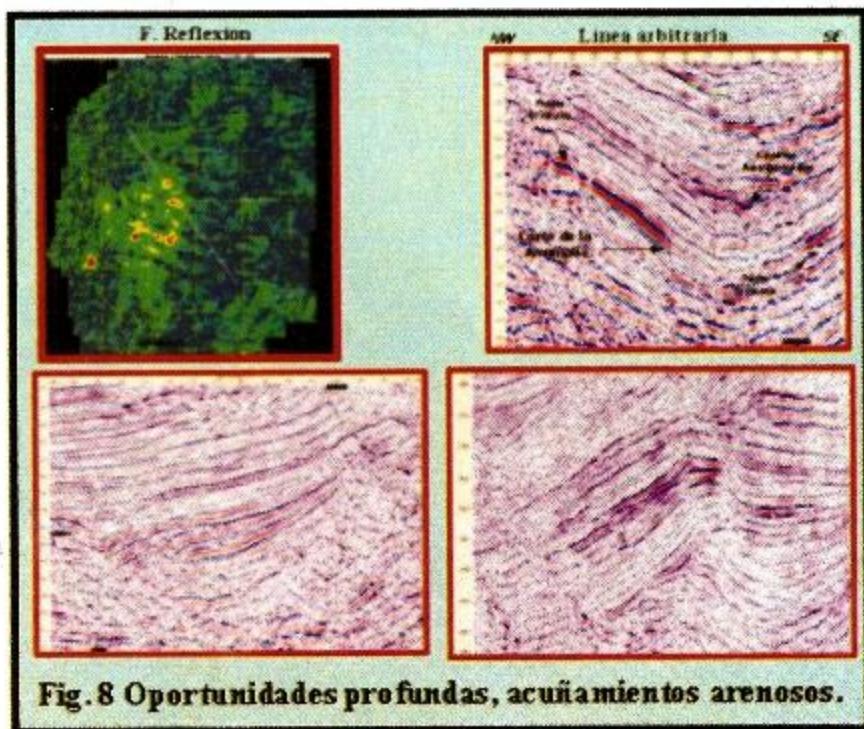


Fig. 8 Oportunidades profundas, acumulamientos arenosos.

SEG
Salt Lake City
2002



Geophysics: A Bridge to Discoveries
SOCIETY OF EXPLORATION GEOPHYSICISTS

Come Join Us!

SEG International Exposition
and Seventy-Second
Annual Meeting

Salt Lake City, Utah
October 6-11, 2002

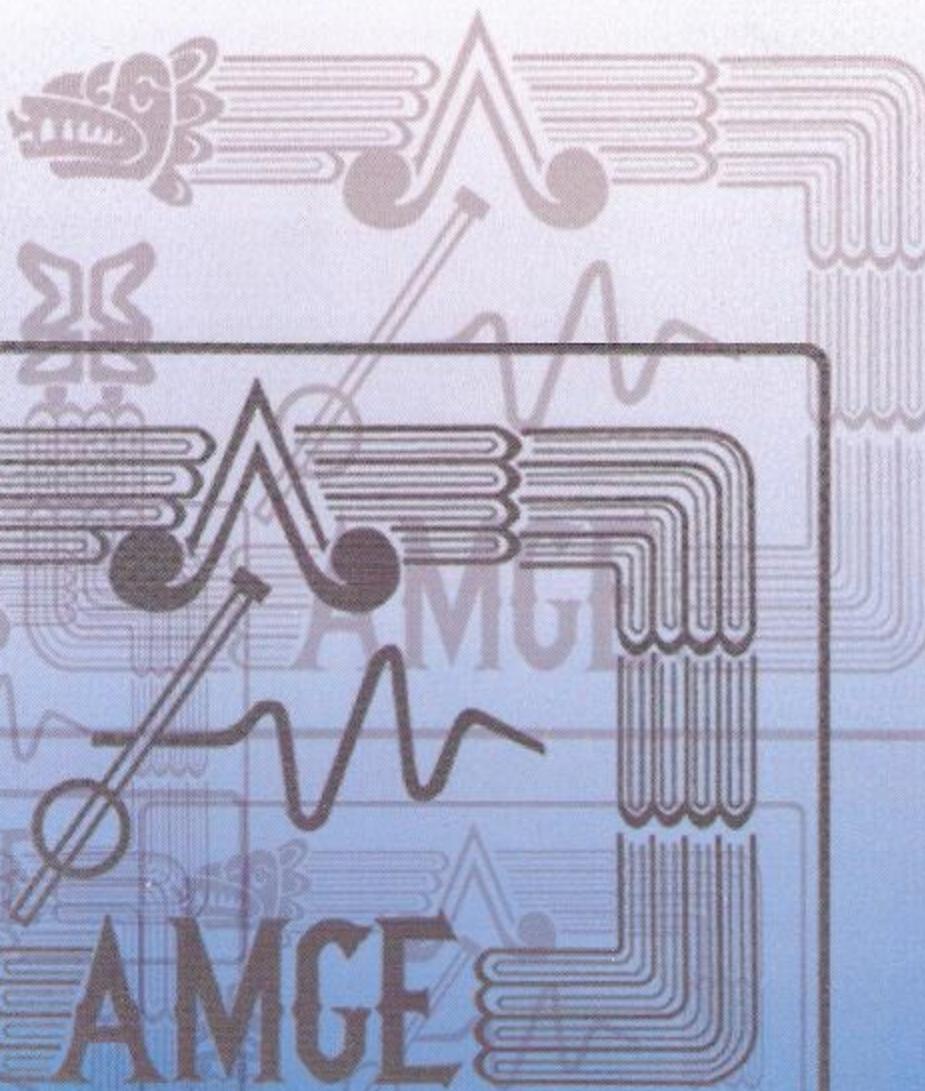
<http://www.seg.org>

*Centro Nacional de
Procesado Sismológico
Torre Empresarial*

Av. Paseo Tabasco 1203, Piso 7
Col. Lindavista,
Villahermosa Tabasco Mex.
CP. 86050, Tel. Directo: (01-993)167835
Micro Pémex: 881 23300
23301

E-mail: <http://www.cnps.com.mx>





**Asociación Mexicana
de Geofísicos de Exploración, A.C.**

www.amge.org.mx

Piñon No. 129 altos
Col. Nueva Santa María
Delegación Azcapotzalco
México, D.F.
C.P. 02800