



LÍNEA SÍSMICA TRASANDINA

ANH – TR – 2006 – 4A

SINÚ

Presentado por



2006

CONTENIDO

RESULTADOS	7
INTRODUCCIÓN	12
OBJETIVO	13
METODOLOGÍA.....	13
ANTECEDENTES	13
LOCALIZACIÓN.....	14
INFORMACIÓN UTILIZADA.....	18
GEOLOGÍA DE SUPERFICIE.....	18
GRAVIMETRÍA.....	18
MAGNETOMETRÍA.....	20
GEOQUÍMICA.....	23
SÍSMICA	25
Línea Sísmica Trasandina ANH TR- 2006 – 4A.	25
MODELO TECTÓNICA DE PLACAS	27
ESTRATIGRAFÍA.....	31
Cinturón del Sinú	31
San Cayetano	32
Maco.....	32
San Jacinto.....	32
Tubará.....	32
Depósitos Cuaternarios	32

Diapiros de Lodo.....	32
Cinturón de San Jacinto.....	34
Basamento.....	35
Cansona	35
San Cayetano.....	35
Maco.....	35
San Jacinto.....	35
Tubará.....	35
Depósitos Cuaternarios	35
Diapiros se Lodo	35
Cuenca de San Jorge.....	37
Basamento.....	38
Ciénaga de oro.....	38
Porquero.....	38
Cerrito.....	38
Tubará.....	38
Depósitos Cuaternarios	38
Serranía de San Lucas.....	40
CORRELACIONES LITO Y CRONO ESTRATIGRÁFICAS.....	40
DESCRIPCIÓN DE SECUENCIAS SÍSMICAS LÍNEA TRASANDINA ANH-TR-2006-4A.....	44
Cuenca Sinú	44
cuenca de San Jacinto.....	45
cuenca de San Jorge	45
Basamento.....	47
Oligoceno temprano.....	47
Oligoceno medio	48
Mioceno temprano.....	48

Mioceno medio	48
Plioceno	48
Pleistoceno	48
Post-Pleistoceno	49
INFORMACIÓN DE VELOCIDADES SÍSMICAS.....	50
ESTRUCTURAL.....	53
LÍNEA SÍSMICA INTERPRETADA	57
CONSIDERACIONES ESTRUCTURALES.....	62
SECCIÓN EN PROFUNDIDAD	64
PERSPECTIVAS DE HIDROCARBUROS.....	65
CUENCA VALLE INFERIOR DEL MAGDALENA	65
SUBCUENCA DE SAN JORGE.	65
CUENCA DE SAN JACINTO.....	67
CUENCA DEL SINÚ	69
BIBLIOGRAFÍA	71

Listado de Figuras

Fig. 1.	Línea Sísmica regional registro hasta 20 segundos	7
Fig. 2.	Línea Sísmica interpretada hasta los 20 segundos.....	8
Fig. 3.	Modelo de la línea regional-	9
Fig. 4.	Perspectivas de Hidrocarburos en la Sub Cuenca de San Jorge	10
Fig. 5.	Play de Yacimientos fracturados.....	10
Fig. 6.	Localización de la Línea Regional Trasandina.....	12
Fig. 7.	Localización de la línea sísmica regional.	14
Fig. 8.	Mapa Geológico del área de influencia de la línea transandina regional, tomado de Ingeominas 2008. La línea azul indica la línea regional trasandina en el sector del Caribe.....	15
Fig. 9.	Mapa Geológico tomado de Ariana 2007. La línea azul indica la línea regional trasandina en el sector del Caribe.	16
Fig. 10.	Mapa geológico sobre la línea sísmica regional.....	18
Fig. 11.	Mapa de anomalía de Bouguer a escala regional se observan los rasgos estructurales principales.....	19
Fig. 12.	Perfil gravimétrico a lo largo de la línea regional parte a, mapa de la anomalía gravimétrica parte b y geología de superficie parte c.	20
Fig. 13.	Mapas de Intensidad Magnética Total e interpretación de Basamento Preterciario. ANH- Octubre 2004. La línea ANH TR – 2006-4A se muestra con la línea en negro.....	21
Fig. 14.	Mapa de Intensidad magnetica reducida al polo.....	22
Fig. 15.	Mapa del tope del basamento.....	23
Fig. 16.	Anomalías Gasométricas marcadas en azul a lo largo de la línea trasandina ANH-TR-2006-4A	24
Fig. 17.	Manaderos de Hidrocarburos en las cuencas de Sinú, San Jacinto y VIM.....	24
Fig. 18.	Línea sísmica registrada a 20 segundos.....	25
Fig. 19.	Relación entre el fondo oceánico y su relación con las placas tectónicas.....	27
Fig. 20.	Armazón tectónico del Caribe	27
Fig. 21.	Interacción y evolución en la tectónica de las placa Caribe, Suramericana y Norteamericana (Pindell 1992).. ..	28
Fig. 22.	Localización de los hipocentros de los sismos en la parte N de Colombia al norte de la Falla de Garrapatas	29
Fig. 23.	Localización de los hipocentros de los sismos en la parte N de Colombia al norte de la Falla de Espíritu Santo	29
Fig. 24.	Modelo de movimiento de placas del Caribe modificado de Díaz y Ramos 2008	30

Fig. 25.	Registro del pozo Fuerte 1 registra la secuencia típica de la cuenca del Sinú.....	31
Fig. 26.	Comportamiento sísmico de las unidades en el Cinturón del Sinú	33
Fig. 27.	Registros eléctricos del pozo Porquera 1 secuencia típica área de San Jacinto	34
Fig. 28.	Expresión sísmica de las unidades en el Cinturón del San Jacinto; obsérvese el apilamiento estructural contra la sutura de Romeral con ángulo mayor de 50 ° y el dúplex en la parte central con basaltos de la corteza oceánica y sedimentos. El extremo NW se presenta en rojo la falla de Sinú y en el extremo SE la “falla de Romeral” que sirve de límite entre la cuenca del Sinú y La cuenca del VIM.....	36
Fig. 29.	Registros eléctricos pozo Montelíbano 1 secuencia cuenca de San Jorge.	37
Fig. 30.	Comportamiento sísmico de las unidades en la cuenca de San Jorge	39
Fig. 31.	Comportamiento sísmico de las unidades en el área de las estribaciones de la Serranía de San Lucas.....	40
Fig. 32.	Correlación Litoestratigráfica a lo largo de la línea sísmica regional	41
Fig. 33.	Correlación Cronoestratigráfica a lo largo de la línea sísmica regional.....	42
Fig. 34.	Evolución estratigráfica de las cuencas de Sinú, San Jacinto y Valle inferior	43
Fig. 35.	Frecuencia Instantánea de la información sísmica del Cinturón Acreeionario del Sinú y del Cinturón Plegado de San Jacinto. En el detalle de la izquierda, notese los mayores valores calculados para este atributo sobre el sinclinal más NorOeste de la Línea contrastando con los valores bajos asociados a los diapiros de lodo (Izquierda). A la derecha resalta la secuencia del Cretácico – Paleoceno en repetición estructural con un alto grado de buzamiento hacia el SE	44.
Fig. 36.	Energía de reflexión de la información sísmica de la cuenca Sinú y de la cuenca San Jacinto. A la izquierda se observan los sinclinales con alta energía de reflexión sobre las discordancias de la secuencia sísmica. En la parte derecha la energía de los reflectores asociados al dúplex.....	45
Fig. 37.	Frecuencia Instantánea de las secuencias sísmicas del Valle Inferior del Magdalena – Subcuenca de San Jorge. Nótese la zonificación en la parte superior de la sección de frecuencias altas, seguida de frecuencias intermedias y a partir de aproximadamente 2600 mseg. frecuencias bajas.	46
Fig. 38.	Energía de reflexión de las secuencias sísmicas del Valle Inferior del Magdalena – Subcuenca de San Jorge. Obsérvese la mayor energía de las reflexiones en las discordancias y en la correspondiente a la base de la secuencia sedimentaria.. ..	47
Fig. 39.	Check shot del pozo CORAL-9.....	50
Fig. 40.	Velocidades de intervalo del pozo CINTURA-1.....	50
Fig. 41.	Gráfica de profundidad contra tiempo del pozo CLARO-1.....	51
Fig. 42.	Calibración entre los pozos CORAL-9 y CINTURA-1 y la sección sísmica regional ANH-TR-2006-4.....	51
Fig. 43.	Elipsoide de deformación y relación con la estructuración del basamento	54
Fig. 44.	Extensional y fracturas de cizalla - tres direcciones.....	55
Fig. 45.	Modelo hipotético inicial de la deformación en donde se puede apreciar las estructuras asociadas y esperadas para la parte del Caribe. (tomado de Lowell. 1987)	55
Fig. 46.	Una zona de fallas de rumbo puede tener superposición de estilos transtensional y transpresional dependiendo de la orientación de la falla en relación con direcciones de desplazamiento; el sistema se desarrolla	

estructuras en flor positivas o negativas lo que es de relevante importancia para la exploración en el área.(tomado de Lowell. 1987)56

Fig. 47. Información adquirida gravimetría perfil (a) línea sísmica regional (b) planta de gravimetría (c) y geología de superficie (d).....57

Fig. 48. Línea sísmica regional interpretada59

Fig. 49. Mapa Geológico regional integrado Ariana Ltda. 2008.....60

Fig. 50. Línea sísmica interpretada en profundidad y modelo regional de esta61

Fig. 51. Historia de evolución estructural y porcentajes de acortamiento62

Fig. 52. Línea Sísmica en profundidad64

Fig. 53. Perspectivas de Hidrocarburos en la Sub Cuenca de San Jorge66

Fig. 54. Perspectivas de Hidrocarburos en la Sub Cuenca de San Jacinto. Apilamiento estructural con rocas cretácicas y basamento oceánico67

Fig. 55. Play de Yacimientos fracturados.....68

Fig. 56. Manaderos y campos de Hidrocarburos en las cuencas de Sinú y San Jacinto.68

Fig. 57. Disminución del gradiente geotérmico por influencia de diapirismo de lodo en el esquema se muestra en la parte (a) el gradiente normal y en la (b) el desplazamiento hacia la izquierda de la curva del gradiente geotérmico...69

Fig. 58. Trampa de hidrocarburos en la cuenca del Sinú. Cierres creados por arrastre contra las fallas relacionadas con el diapirismo y/o las paredes de los diapiros.70

LINEA SÍSMICA TRASANDINA ANH-TR-2006-4A SINÚ-VIM

RESULTADOS

En la línea Trasandina la cual se registró a 20 segundos se aprecian dos zonas: una superficial hasta 11 segundos donde se observan claramente reflectores que demarcan las cuencas del Sinú, San Jacinto, Valle Inferior del Magdalena sector SW (Cuenca de San Jorge) ver Fig. 1. Y la otra de 11 a 20 segundos en la cual la relación señal ruido es muy baja, en donde la interpretación corresponde al modelo conceptual propuesto para esta área.

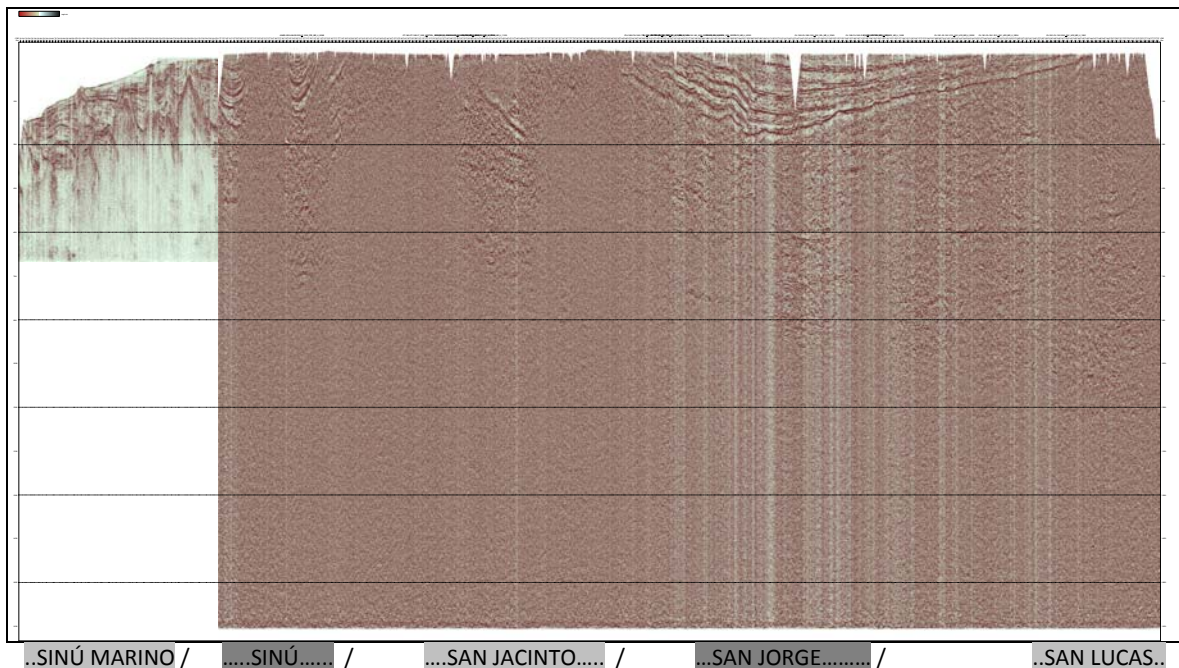


Fig. 1. Línea Sísmica regional registro hasta 20 segundos

En la interpretación de la línea se separaron longitudinalmente tres sectores importantes que corresponden a cuencas sedimentarias con relevancia en la exploración de hidrocarburos, Sinú separado de San Jacinto por la falla de Sinú la cual presenta un ángulo de buzamiento alto mayor de 45° de carácter regional y con una vergencia al SE

En el bloque colgante se desarrollan sinclinales amplios asimétricos con un plano axial subvertical en los cuales se aprecian espesores importantes de rocas sedimentarias datadas como plio-pleistoceno, en las zonas de frente de falla con vergencia NW se desarrolla una geometría caótica que corresponde a diapiros de lodo desarrollados en el "fore Arc" ver Fig. 2, sector NW.

El Sector de San Jacinto está caracterizado en superficie por un apilamiento estructural muy deformado que hacia parte del dúplex del sistema de crecimiento del prisma acrecentivo de San Jacinto el cual con la componente de rumbo se deformó contra el “Back ridge stop” generado por la falla de Romeral contra la corteza continental, ver Fig. 2

El sector del VIM (cuenca San Jorge) presenta una geometría de sinclinal asimétrico con el flanco NW más inclinado que el SE. Mostrando secuencias sedimentarias con un fuerte control sintectónico en ámbitos de depositación, separando las secuencias por discordancias erosivas y de crecimiento que dieron como resultado variaciones en los ejes de cuenca y por ende de espesores; otro punto importante a mencionar es la geometría de las fallas que afectan esta cuenca que corresponden a flores estructurales ver Fig. 2.

El sector de las estribaciones de la serranía de San Lucas está controlado por fallas de alto ángulo y con componente de rumbo dextral y vergencia NW e involucrando basamento precámbrico; la componente de rumbo genero que hubiese un efecto de carga importante en el bloque yacente de esta el cual se aprecia a partir de los depósitos del Oligoceno generando la cuenca de San Jorge ver Fig. 2.

La línea sísmica en la parte profunda mayor a 11 seg. presenta muy pocos reflectores, con este procesamiento otro factor que influye es la diferencia de velocidades entre los sectores al SE y NW de la Falla de Romeral en el Bloque NW con velocidades con un rango de 4500 – 6500 m/s y al SE con rangos de 3000 – 4500 m/s deforman muy fuertemente la geometría en profundidad ver Fig. 2.

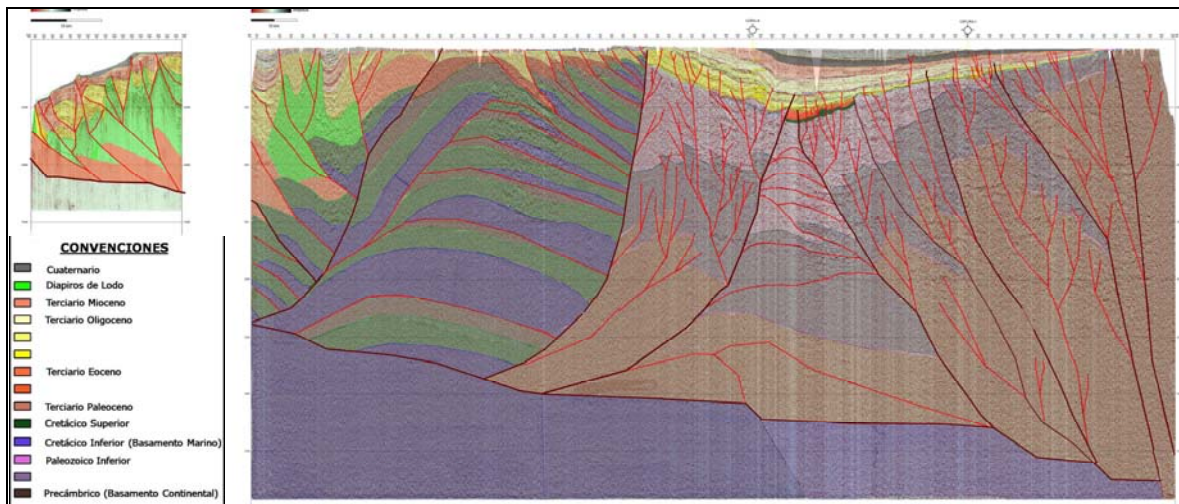


Fig. 2. Línea Sísmica interpretada hasta los 20 segundos.

Con el concepto de velocidades diferenciales en el basamento y con la geometría desarrollada en superficie la cual esta soportada con los datos de gravimetría regional y el perfil gravimétrico obtenidos sobre la línea y además con la información magnetométrica de estas mismas fuentes y con cálculos de velocidades se plantea un modelo regional a lo largo de esta línea ver Fig. 3, en este modelo se muestra como concepto fundamental la importancia de la componente de rumbo y compresión en este sistema transpresivo del Caribe.

Se observa el criterio de obducción y de apilamiento estructural en los prismas acrecentivos internos o más antiguos.

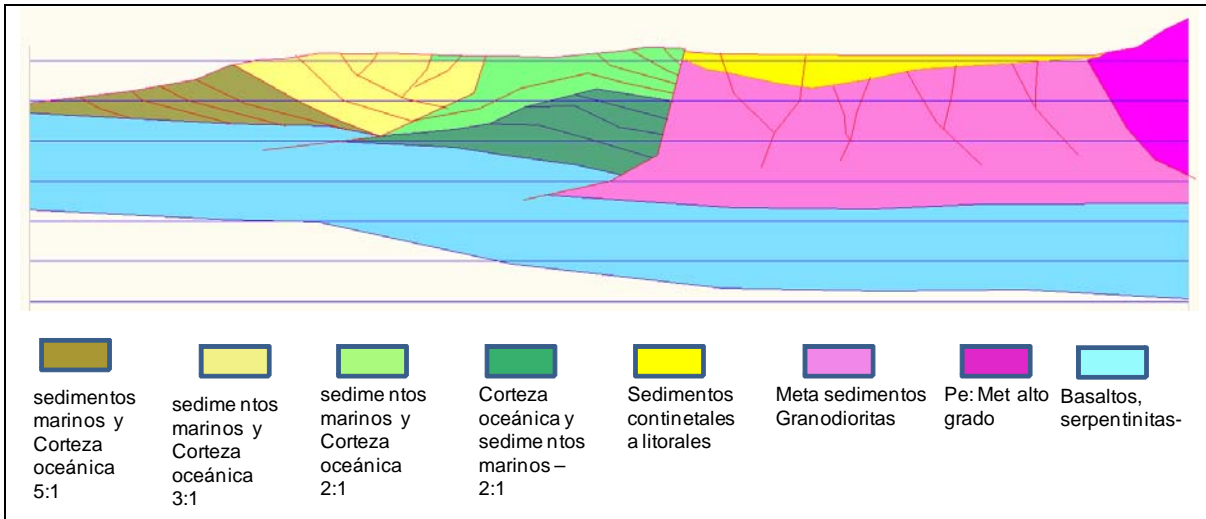


Fig. 3. Modelo de la línea regional-

En las cuencas en las cuales se obtuvo sísmica con la línea regional se ha comprobado la presencia de hidrocarburos incluyendo gas y aceite como lo indican varios de los pozos perforados en ellas, los numerosos rezumaderos de hidrocarburos y sin duda los campos de producción. En el desarrollo de este proyecto se estableció la presencia de varias estructuras con posible extensión al Norte y al Sur. En la cuenca del Sinú las trampas para hidrocarburos están asociadas a monoclinales formados en contra de las fallas relacionadas con el diapirismo de lodo o las paredes de los mismos y, adicionalmente trampas asociadas al fracturamiento natural de los almacenadores y la roca fuente. En la cuenca de San Jacinto las oportunidades están asociadas a estructuras anticlinales apretadas y al fracturamiento natural de las rocas y finalmente, la cuenca de San Jorge presenta oportunidades en acuíferos contra basamento y en crecimientos calcáreos. Para continuar la prospección de estas cuencas se recomienda la integración por parte de la ANH de la presente interpretación con la sísmica y los pozos existentes de tal manera que se tenga una distribución areal de las características antes mencionadas.

Las perspectivas de hidrocarburos en la sub cuenca de San Jorge se ha restringido a campos de gas termogénico en sedimentos del Oligoceno y Mioceno Inferior, estos campos fueron descubiertos teniendo como hipótesis de exploración una tectónica compresional exclusivamente y por tanto se consideraba el bloque pasivo con poca prospectividad. En la interpretación de la línea regional se ha considerado la presencia de fallas de rumbo concepto con el cual se pueden prospectar hidrocarburos tanto en el bloque activo como el pasivo ya que en las estructuras resultantes tanto en la deformación como en la distribución de las unidades reservorio es bien diferente entre un estilo compresional y uno transpresivo.

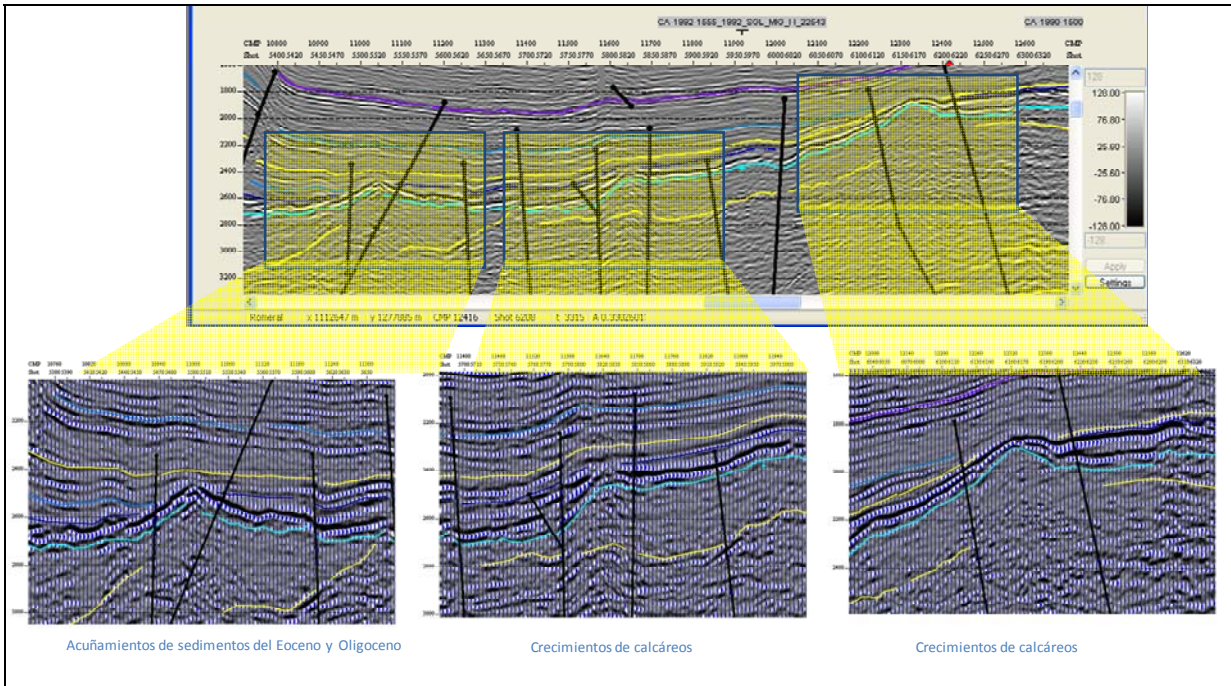


Fig. 4. Perspectivas de Hidrocarburos en la Sub Cuenca de San Jorge

En la cuenca de San Jacinto, el pozo Perdices 1, encontró aceite de 43°API que indica la calidad de hidrocarburos a prospectar en esta área. El estilo estructural de esta cuenca, corresponde al de un prisma acrecionario interno resultado de efectos transpresivos por su parte la Cuenca del Sinú corresponde a un prisma acrecionario externo como resultado de estos mismos esfuerzos. El alto fracturamiento permite la interconexión de roca generadora con los diversos almacenadores naturalmente fracturados. La buena capacidad conductora de las fallas se manifiesta por los abundantes manaderos de hidrocarburos presentes en la cuenca de Sinú. (ver Fig. 5).

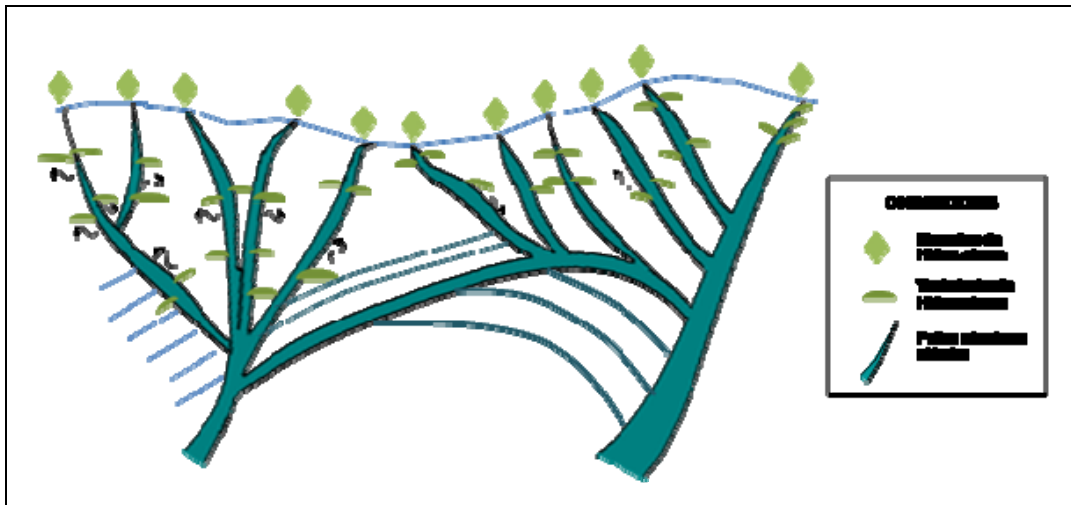


Fig. 5. Play de Yacimientos fracturados

Otro factor de entrapamiento de hidrocarburos en la cuenca del Sinú son los cierres creados por arrastre contra las fallas relacionadas con el diapirismo y/o contra las paredes de los mismos.

Con el fin de continuar de manera sistemática el proyecto de sismica regional se recomienda dar prioridad a la obtención de información sísmica en una línea regional que obtenga localizada en el límite de las cuencas Valle Medio y Valle Inferior del Magdalena, ya que en esta zona no se cuenta con información para investigar, la interrelación entre estas dos cuencas y hasta el momento se considera una zona inexplorada para hidrocarburos.

Adicionalmente, se recomienda complementar con levantamientos de neotectónica, la cartografía geológica de superficie. y perforar pozos estratigráficos en cada una de las cuencas

INTRODUCCION

La Agencia Nacional de Hidrocarburos contrató con Sismopetrol la interpretación sísmica de la línea sísmica Trasandina, ANH-TR-2006-4A, quien realizó la interpretación a través de Inforpetrol S.A. La línea contratada tiene una longitud total de aproximadamente 347 Km.

La Línea Sísmica Trasandina en el tramo del Caribe Colombiano, se extiende geográficamente por el Departamento de Córdoba y en el SE en una pequeña longitud por el Departamento de Antioquia. Geológicamente, de Occidente a Oriente se encuentra en las cuencas de Sinú, San Jacinto y Valle Inferior del Magdalena (s.s) (Cuenca San Jorge) ver Fig. 6

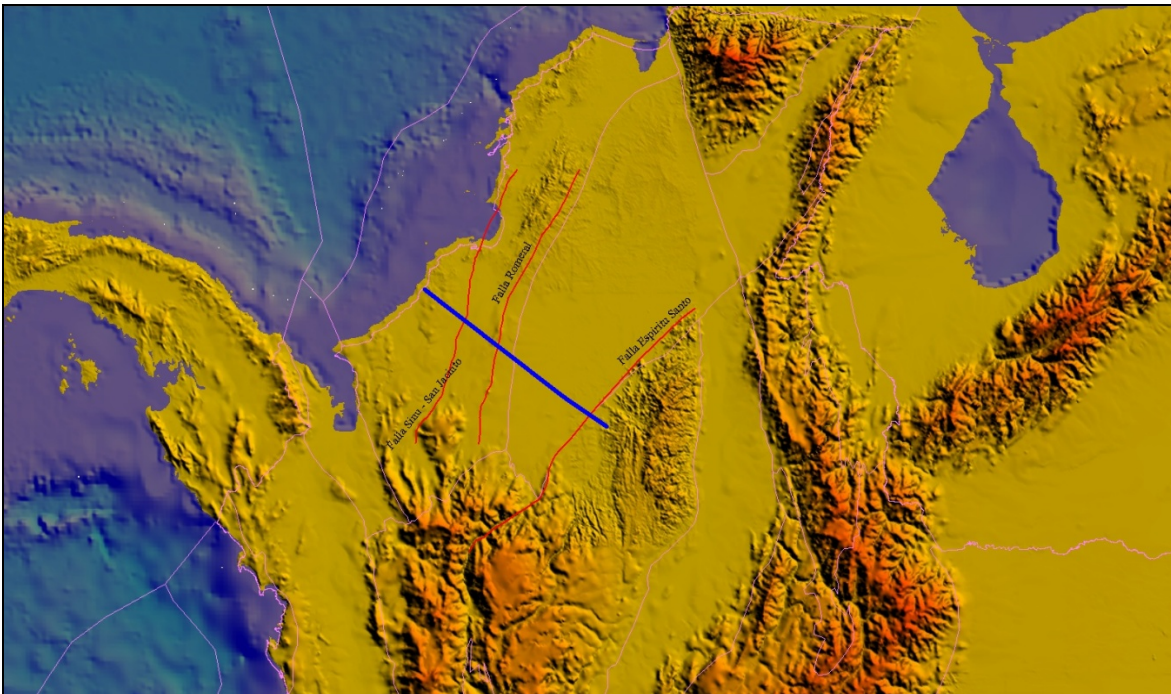


Fig. 6. Localización de la Línea Sísmica Trasandina

La línea transandina Sinú, VMM con una longitud de 347 Km es un proyecto de la ANH cuyo fin es tener información de carácter regional adquirida con parámetros estándares de alta calidad a partir de la cual se puedan generar modelos regionales, para plantear nuevos conceptos exploratorios y también integrar a un modelo los hallazgos existentes y así mejorar las expectativas exploratorias.

OBJETIVO

Obtener un modelo regional que caracterice las cuencas, integrando la parte estratigráfica y estructural de superficie con el subsuelo, con base en el registro sísmico, la geología de superficie, la gravimetría, la magnetometría, la geoquímica e información publicada.

METODOLOGIA

Para obtener un modelo que integre la información se tomó la información adquirida en el proyecto Colombia Regional línea sísmica transandina de la ANH con la cual se obtuvo sísmica con un registro hasta 20 segundos, obteniendo información a gran profundidad y con una excelente resolución en la parte superficial, de otro lado, para que el control fuese de alta calidad se adquirió información gravimétrica, magnetometría y de geoquímica de superficie de alta resolución.

Se realizó una interpretación de la línea sísmica en tiempo, con la sección sísmica migrada en tiempo antes de apilamiento (PSTM) y luego en profundidad con la sección migrada en profundidad antes del apilamiento (PSDM), obtenida con base en las velocidades de procesamiento sísmico.

Se amarró la línea sísmica a la información de superficie adquirida para la ANH por Geosearch Ltda. También se utilizó la información gravimétrica adquirida por Asesorías Geofísicas de Colombia Ltda y la geoquímica adquirida por HGA Ltda. Se revisaron trabajos regionales de diferentes autores con el fin de tomar una definición de las unidades y tener una nomenclatura estándar en estratigrafía y en estructural.

Con el fin de calibrar la información sísmica con la información de pozos, se correlacionaron los topes de las formaciones definidas en los pozos más representativos y los correspondientes reflectores sísmicos los cuales en diversos casos corresponden a discordancias o a aparentes concordancias.

ANTECEDENTES

La secuencia de interpretación partió desde el modelo de tectónica de placas planteado desde Pindel *et al* 1988 y modificado por Sarmiento 2002, Caro 2003, en los cuales se plantea como componente principal la acreción de la placa Caribe una dirección SE de subducción, ya en Montes *et. Al.* 2005 se plantea una componente transpresiva dextral.

La secuencia estratigráfica presenta desde Duque. 1973, hasta Caro. 2003, una concepción de desarrollo autóctono de la secuencia Terciaria en la cual se desarrolla la secuencia en ámbitos tectonosedimentarios contiguos afectados solamente por movimientos verticales entre las diferentes provincias estructurales.

Para los modelos estructurales publicados hasta hoy día se muestra solamente una serie deformada en un ámbito compresivo de “Fore Arc” para la región del Sinú, San Jacinto y de un “Back Arc” para la región del VIM sin desarrollo de Arco Volcánico, esto último justificado con un ángulo de subsidencia muy bajo de la placa Caribe, pero sin explicar un modelo de esfuerzos regionales.

Para la cartografía regional se tomaron los mapas de Ingeominas 2008 y el de Ariana Ltda. 2007 entre los cuales se presenta una diferencia en la continuidad de los rasgos estructurales, en el primero se presenta un

modelo de desarrollo estructural de apilamiento estructural local, dominado por componente compresiva, en el segundo se plantea un modelo de acreción por transpresión, dominado por componente de rumbo.

LOCALIZACION

El área se encuentra localizada en la parte Norte del país (ver Fig. 7) en las cuencas del Sinú, VIM y VMM las cuales se caracterizan claramente por la diferencia en el relieve topográfico entre cada una de ellas; las cuencas del Sinú y San Jacinto con topografía ondulosa con accidentes topográficos de mediana altura hasta 400 metros de altura sobre el nivel del mar con una orientación N10E separados por valles fluviales con depósitos cuaternarios; La cuenca del VIM con topografía muy plana con alto grado de zonas de inundación y cubierta casi en su totalidad por depósitos cuaternarios en los cuales se marca una alta influencia neotectónica que determinó su tipo y distribución.

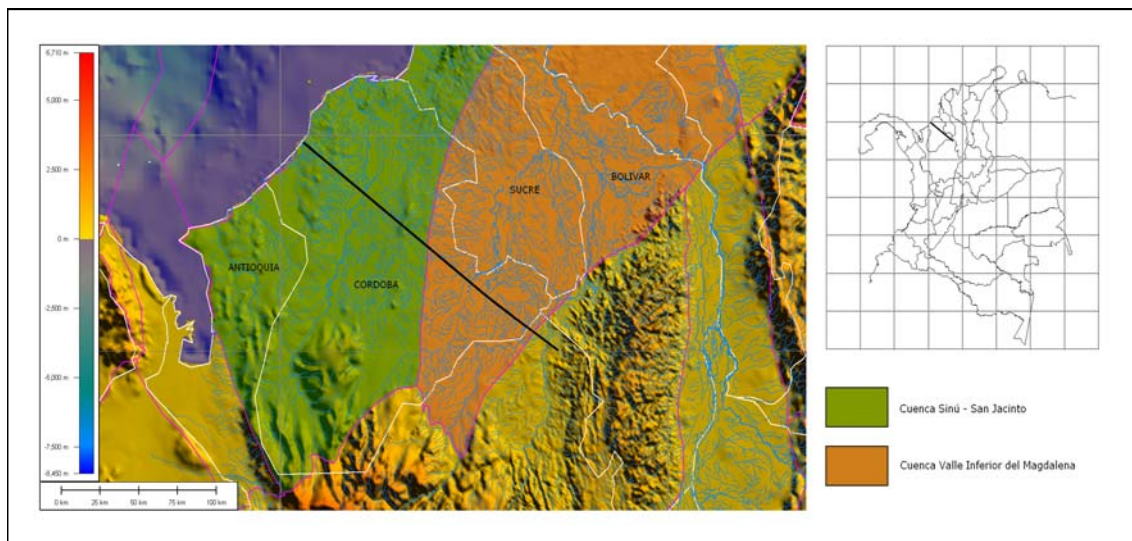


Fig. 7. Localización de la línea sísmica trasandina ANH TR 2006 4A

Los principales rasgos estructurales se muestran en las Fig. 8 y Fig. 9.



Fig. 8. Mapa Geológico del área de influencia de la línea trasandina regional, tomado de Ingeominas 2008. La línea azul indica la línea sísmica trasandina en el sector del Caribe.

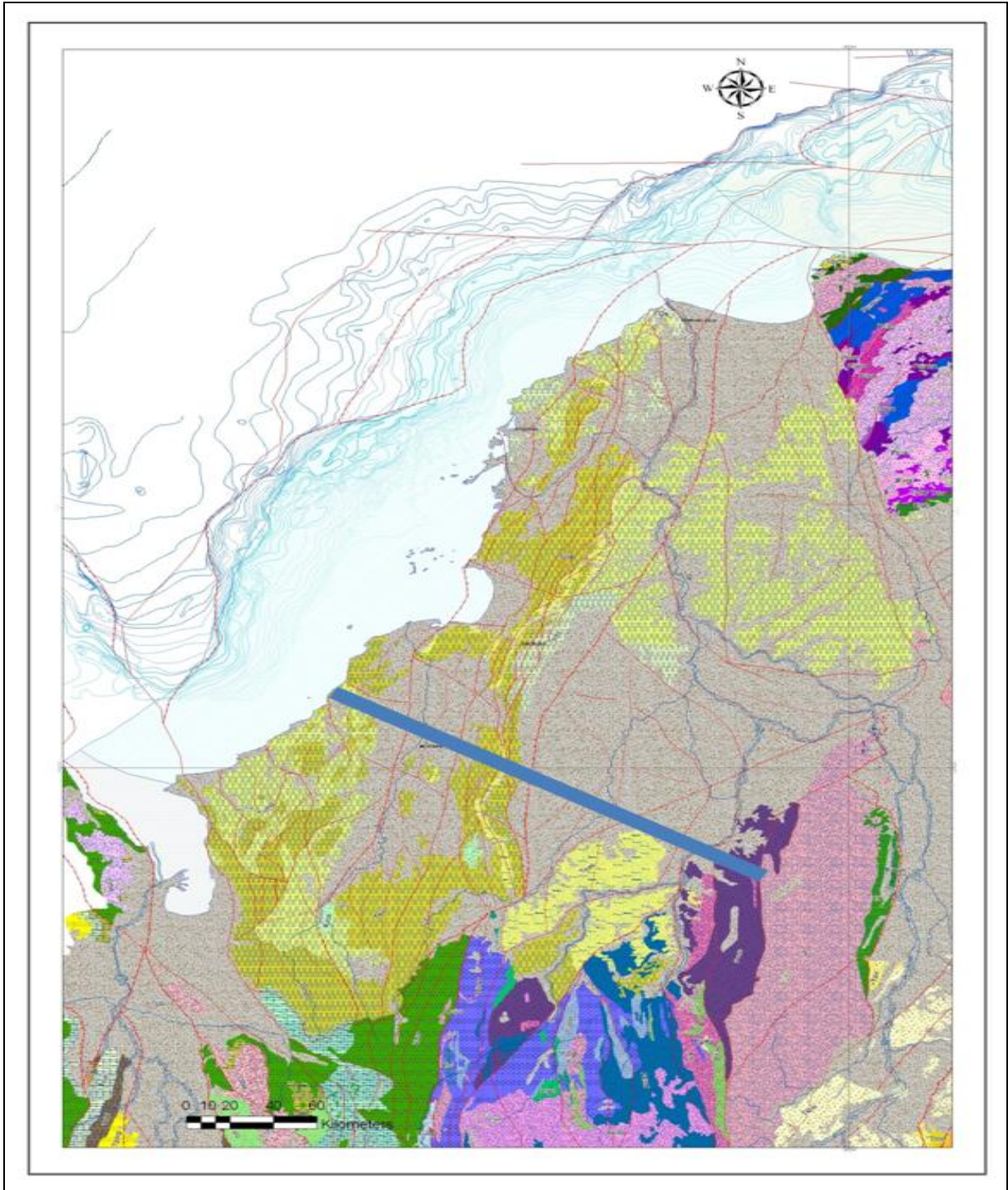


Fig. 9. Mapa Geológico tomado de Ariana 2007. La línea azul indica la línea sísmica trasandina en el sector del Caribe.

De los mapas regionales se destacan las fallas de Romeral punteada en la Fig. 8 cuyo trazo se termina chocando contra el sistema de fallas de Santa Marta esto difiere del mapa de la Fig. 9 en el cual esta característica se continua hacia el Caribe contra el sistema de fallas de Oca, esta diferencia no es relevante

para la interpretación de la línea regional, pero sí lo es y en un grado de suma importancia para la delimitación de las cuencas y por ende para la exploración de hidrocarburos.

Otro punto de diferencia es que en el mapa Fig. 8 la deformación en las cuencas del Sinú y San Jacinto solo refleja una serie de cabalgamientos mayores entre los cuales se desarrolla una serie de pliegues de propagación de falla enmarcando la deformación como un cinturón de cabalgamientos; en el mapa de la Fig. 9 se plantea una deformación mucho más intensa y por la geometría de los trazos de fallas se muestra una alta deformación con superposición de estilos estructurales con fallas de cabalgamiento y de rumbo como resultado de un sistema transpresivo, esta diferencia marca de fondo una diferencia radical en el modelo de exploración pues las estructuras resultantes tanto en la deformación como en la distribución de las unidades reservorio es muy diferente entre un estilo y otro.

INFORMACION UTILIZADA.

Con el fin de interpretar la Línea Sísmica transandina, en un contexto regional, la interpretación geológica de la información sísmica de dicha línea se integró con la interpretación de geología de superficie, gravimetría, magnetometría, geoquímica y se amarró con líneas sísmicas aledañas a la línea regional, suministradas por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), con lo cual se logró el mejor ajuste de las interpretaciones.

GEOLOGIA DE SUPERFICIE.

Para el control geológico de superficie se utilizó la información obtenida en campo a lo largo de un corredor de 1Km de ancho por la línea sísmica regional, cartografiado por Geosearch 2008 (Fig. 10), igualmente se utilizaron mapas geológicos de Ingeominas 2008 y Ariana. Ltda. 2007. El sector de la línea regional que se extiende entre Córdoba y Antioquia en su mayor parte está cubierto por sedimentos del Cuaternario, no obstante algunas fallas fueron cartografiadas así como afloramientos de sedimentos del Neógeno en la parte NW de la línea. En el extremo SE de la línea se presentan afloramientos de rocas ígneas de edad precámbrico pertenecientes a la Serranía de San Lucas.



Fig. 10. Mapa geológico sobre la línea sísmica regional

De la geología de superficie se puede extraer que el grado de deformación es muy alto en los cinturones de Sinú y San Jacinto en donde se presenta un fuerte control de las unidades por ser concomitantes con la deformación, esto se aprecia aun en los depósitos cuaternarios.

La diferencia de amplitud en los pliegues, de las cuencas de Sinú y San Jacinto nos muestra que en subsuelo se deben esperar estructuras muy estrechas y de variación lateral muy marcada para estos cinturones; entre tanto la deformación de la cuenca del VIM (San Jorge) es muy poco evidente lo que mostraría que la deformación es casi nula o está enmascarada por los depósitos recientes, si esto es así se requerirían trabajos de neo tectónica para poder demostrar la actividad tectónica del cuaternario en esta área, la cual si se aprecia en la línea sísmica.

GRAVIMETRIA

Con base en mapas regionales de Anomalías de Bouguer, Interpretación del litoral Caribe Colombiano ANH- Octubre 2004. La línea sísmica ANH TR – 2006-4 A, se aprecian los altos y bajos de basamento y su continuidad regional ver Fig. 11, en la que se observa la anomalía de Bouguer y el trazo de la línea regional y, los rasgos geológicos principales asociados.

Se aprecian cambios muy marcados en la anomalía gravimétrica y con base en ello se pudieron delimitar las cuencas en especial las cuencas del Plato y San Jorge caracterizadas por corresponder a bajos gravimétricos (color, azul) así como el alto de Cicuco que a su vez corresponde también a un alto gravimétrico. El alineamiento NE-SW que separa los altos gravimétricos en el occidente (amarillos y Rojos) de los bajos (azules) se interpreta como la falla o sutura de Romeral, en el mapa estructural se puede observar la disposición en relevo que presenta esta falla.

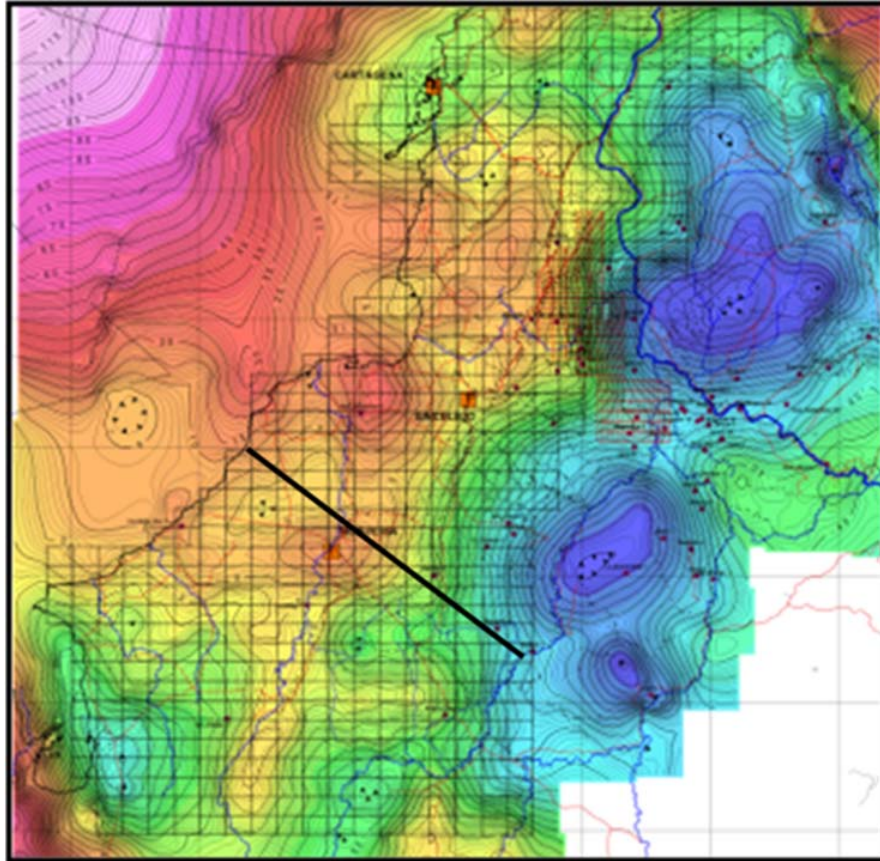


Fig. 11. Mapa de anomalía de Bouguer a escala regional se observan los rasgos estructurales principales.

En la gravimetría a lo largo de la línea regional los cambios en la anomalía gravimétrica (ver Fig. 12) se delimitaron las cuencas de: Sinú, San Jacinto y San Jorge y las fallas de: Sinú y Romeral, lo que permite en conjunto con la sísmica un control más riguroso de la ubicación de estas estructuras.

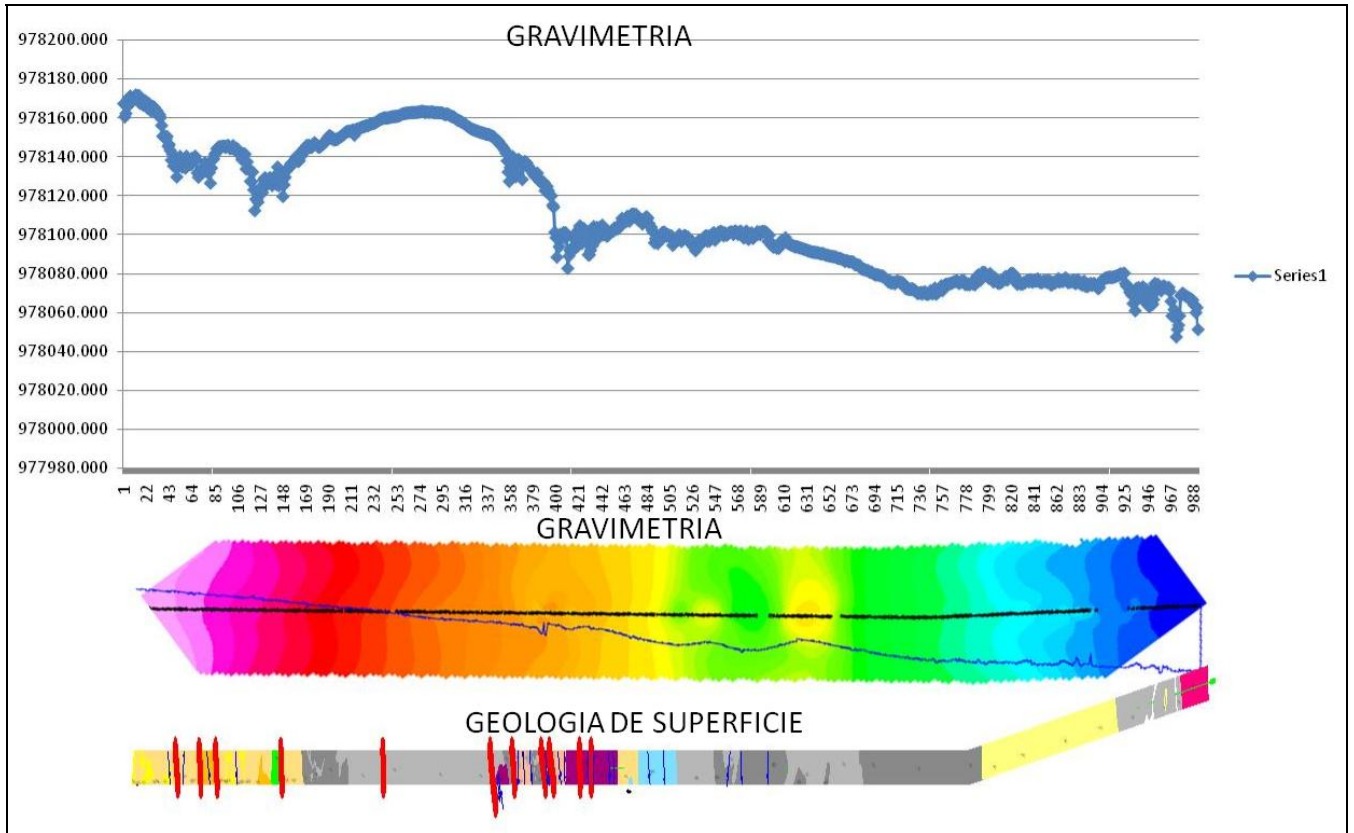


Fig. 12. Perfil gravimétrico a lo largo de la línea regional parte a, mapa de la anomalía gravimétrica parte b y geología de superficie parte c.

En la interpretación de la línea se separaron tres sectores importantes que corresponden a cuencas sedimentarias con relevancia en la exploración de hidrocarburos, Sinú separado de San Jacinto por la falla del Sinú, la cual presenta cambio brusco en el comportamiento de la anomalía gravimétrica y un ángulo de buzamiento alto mayor de 45° de carácter regional. San Jacinto separado del Valle Inferior del Magdalena por la Sutura de Romeral y la cuenca de San Jorge

MAGNETOMETRÍA.

Con base en mapas regionales de Anomalías Magnética Total y Anomalía Magnética reducida al polo. En la Interpretación del litoral Caribe Colombiano ANH- Octubre 2004, se aprecia muy claramente como anomalías magnéticas marcan las fallas dentro del basamento y su continuidad regional ver Fig. 13 y Fig. 14.

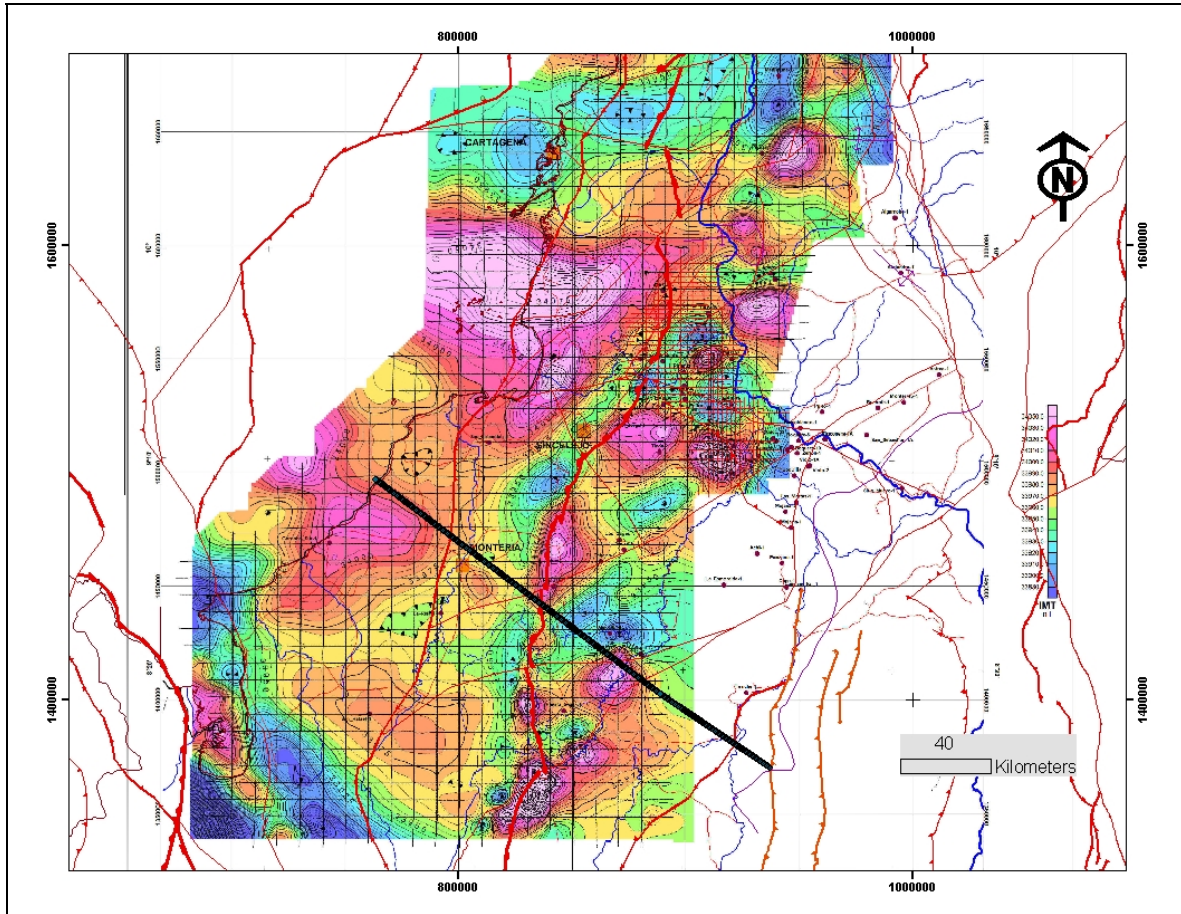


Fig. 13. Mapas de Intensidad Magnética Total e interpretación de Basamento Preterciario. ANH- Octubre 2004. La línea ANH TR – 2006-4A se muestra con la línea en negro.

Dado los escasos afloramientos de las Formaciones Geológicas del área se utilizaron mapas de Intensidad magnética total y de profundidad de basamento magnético en escala 1:500.000. El mapa de intensidad magnética muestra separación de anomalías pequeñas al Este y anomalías relativamente mayores al oeste, el límite entre estas corresponde a la sutura de Romeral que se desarrolla en fallas de relevo separadas por fallas transversales de dirección aproximada EW. Así mismo en el oriente se pueden interpretar las anomalías magnéticas que representan las cuencas de San Jorge y Plato (anomalías azules en el Oriente del área).

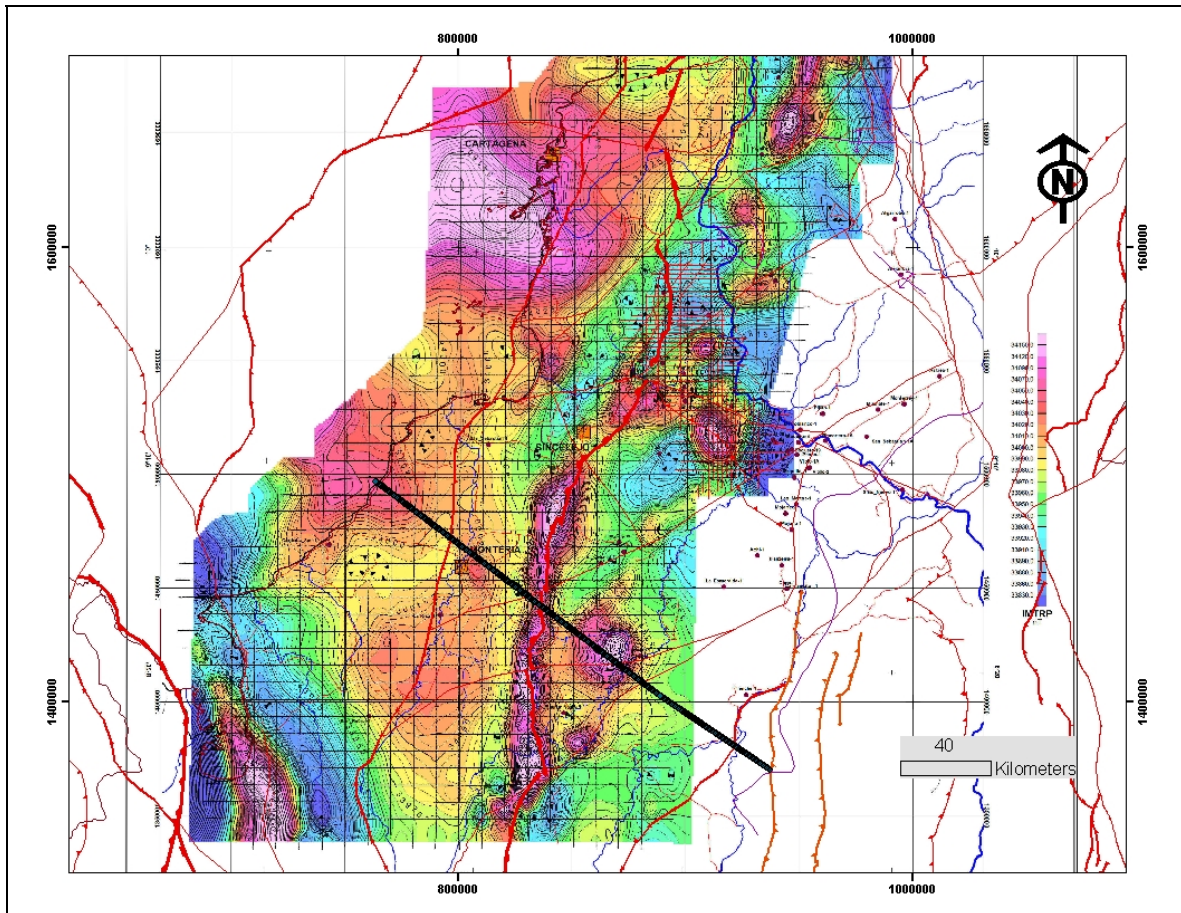


Fig. 14. Mapa de Intensidad magnetica reducida al polo

El mapa de basamento muestra los altos de color verde, alineados en dirección NE-SW los cuales corresponden a la cuenca de San Jacinto que limita con la cuenca del Sinú por un alineamiento con dirección N-S que se puede interpretar como el alineamiento del Sinú.

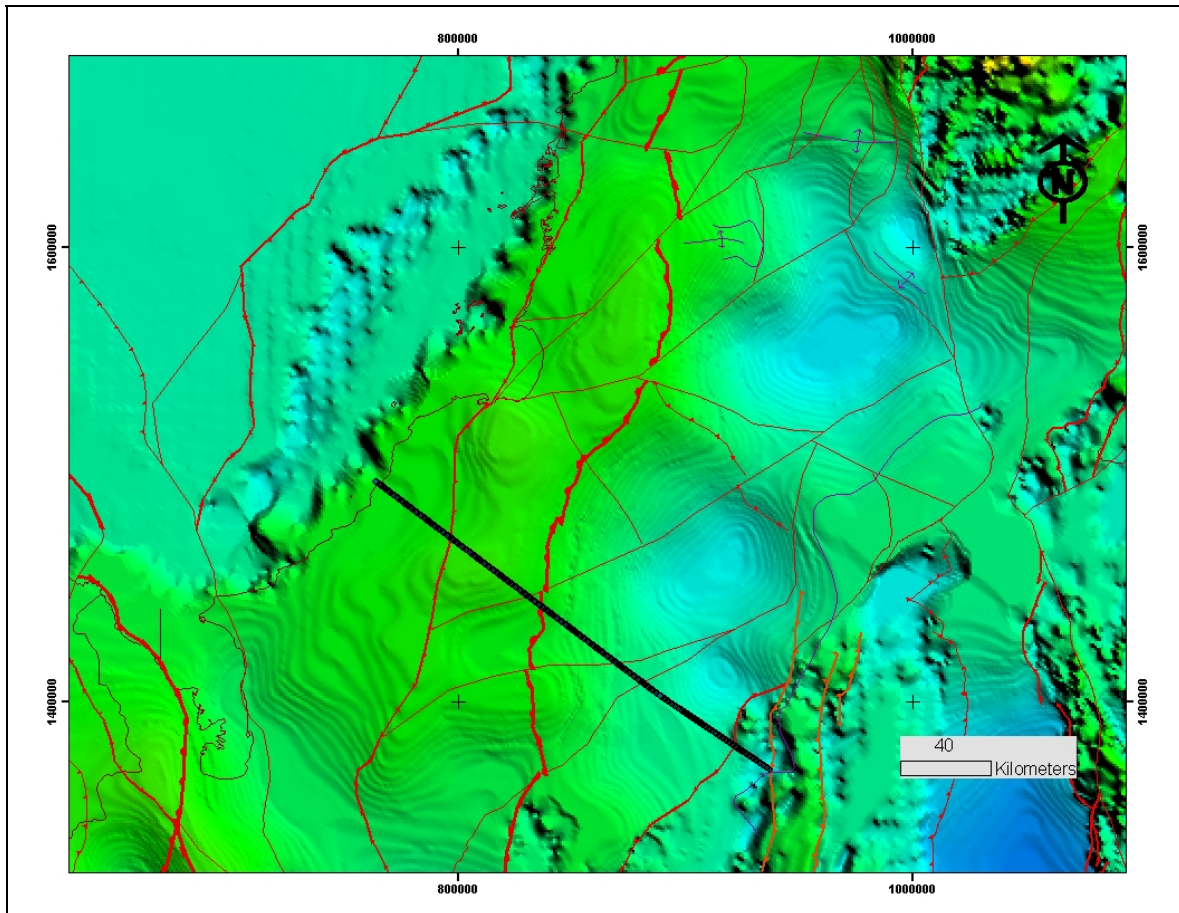


Fig. 15. Mapa del tope del basamento

GEOQUIMICA

La información de gasometría fue adquirida por la empresa HGA Ltda. En este trabajo se reconocieron 14 anomalías de Gas Termogénico y algunas de gas micro biológico; las cuales se distribuyen así: 4 anomalías principales en el sector Sinú, 5 en el sector San Jacinto, 5 en el Valle Inferior del Magdalena (VIM), ver Fig. 16.

La presencia de manaderos (“oil seeps”) es un marcador importante de la generación de hidrocarburos Fig. 17; la marcada diferencia en densidad abundantes Sinú y San Jacinto con respecto a la mínima expresión en el VIM se puede deber a la intensidad de fallamiento que llega a superficie y que el cuaternario del VIM por su génesis se comporta como un sello superficial.

Cabe resaltar que las anomalías observadas en el trabajo de gasometría presentan gran coincidencia con las fallas cartografiadas y con las interpretadas en la sismica, lo que confirma la interpretación que las fallas conectan las rocas reservorios o generadoras con la superficie.

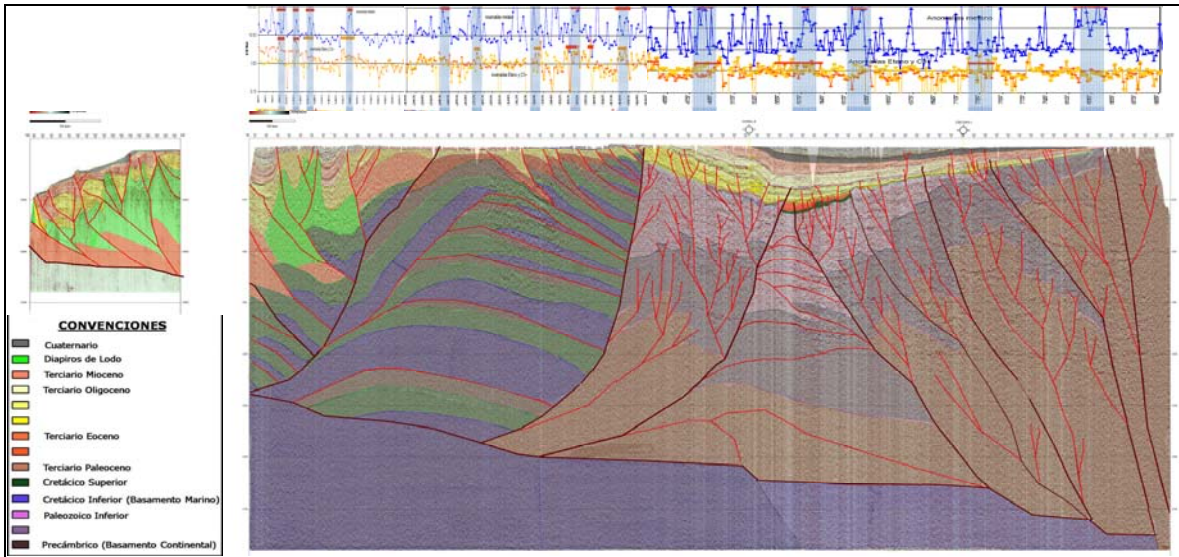


Fig. 16. Anomalías Gasométricas marcadas en azul a lo largo de la línea trasandina 2006-4A

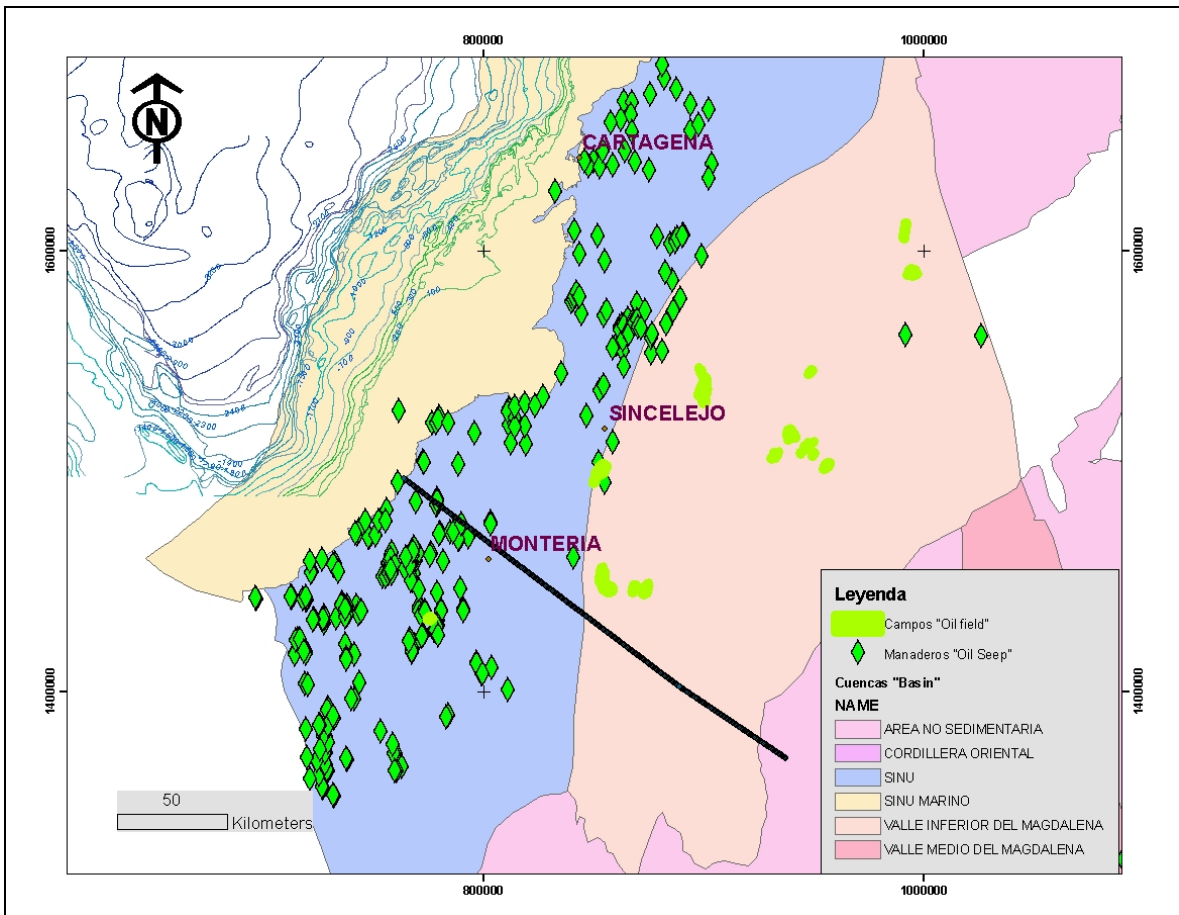


Fig. 17. Manaderos de Hidrocarburos en las cuencas de Sinú, San Jacinto y VIM.

SISMICA

LÍNEA SÍSMICA REGIONAL ANH-TR-2006-4A.

La primera parte de la línea ANH-TR-2006-4A que corresponde a la costa Caribe Colombiana, se puede dividir en cuatro secciones claramente diferenciables, con estilos estructurales característicos y calidad de información diferente de NW a SE se encuentran los siguientes ámbitos geológicos: Cuenca del Sinú, Cuenca de San Jacinto, Cuenca de San Jorge (VIM) y Serranía de San Lucas (Cordillera Central).

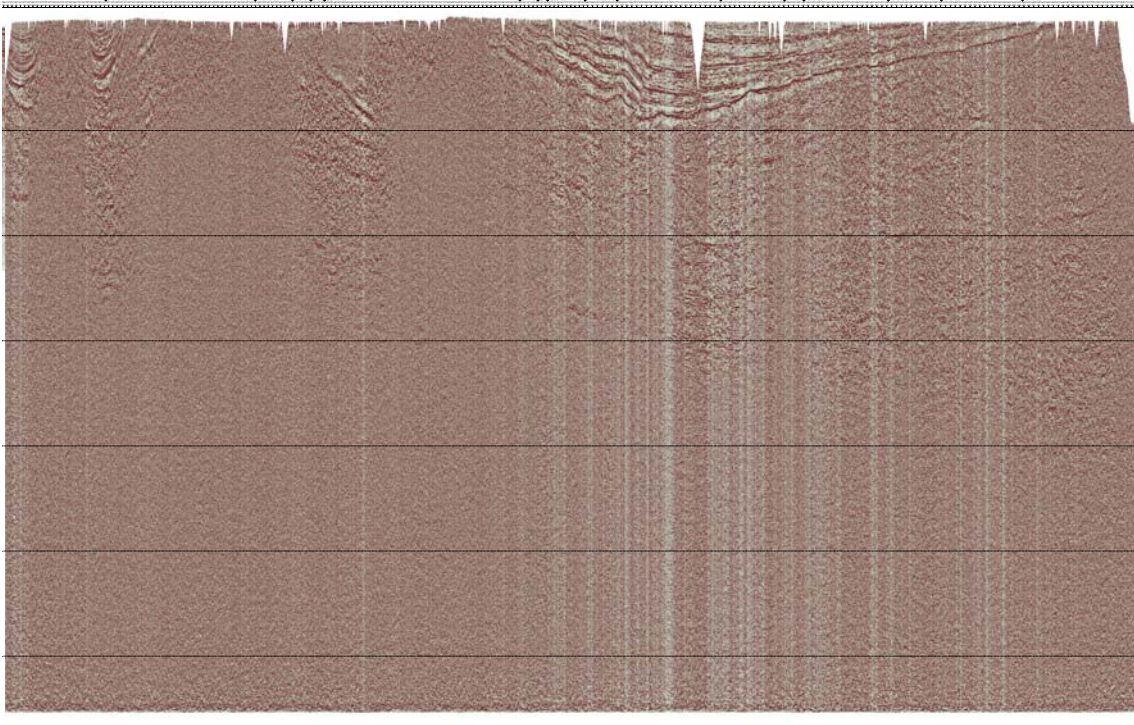


Fig. 18. Línea sísmica registrada a 20 segundos.

MODELO TECTONICA DE PLACAS

Para enmarcar la línea regional en un modelo en el ámbito de tectónica de placas se ha tomado la configuración actual del fondo oceánico ver Fig. 19

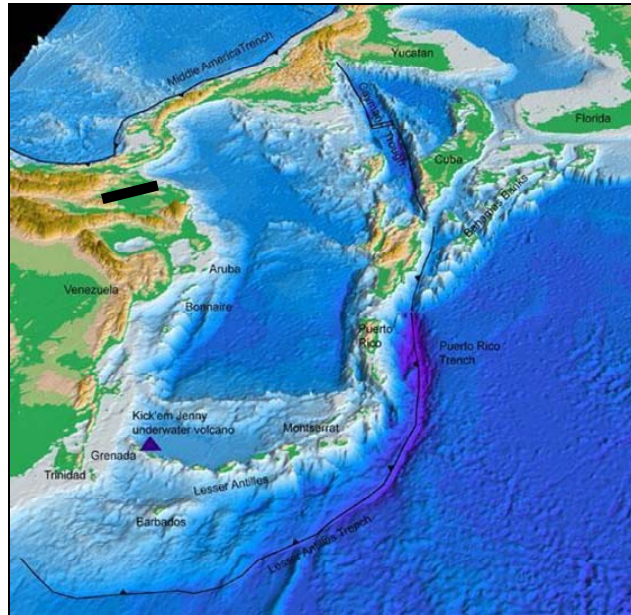


Fig. 19. Relación entre el fondo oceánico y su relación con las placas tectónicas.

Se parte del modelo de placas del Caribe (Fig. 20) planteado desde Pindel et al, 1988 con modificaciones de Taboada 2001, Gómez 2001, Sarmiento 2002 hasta Caro 2007, en los cuales se plantea un modelo de subducción clásico que no desarrollo arco volcánico por el bajo ángulo de la placa Caribe.

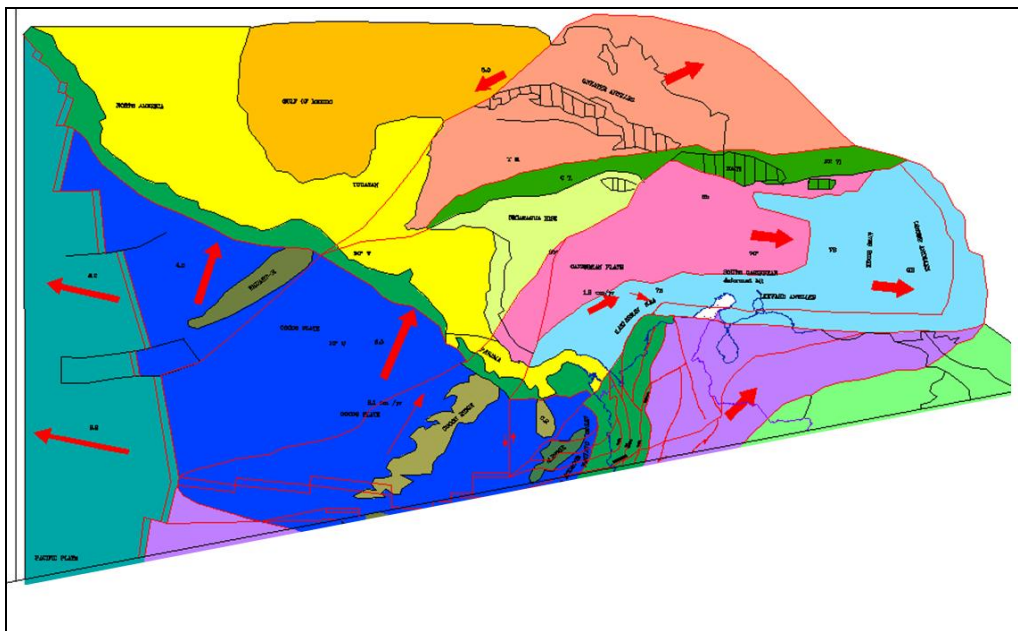


Fig. 20. Armazón tectónico del Caribe

Las diferentes reconstrucciones de la evolución en el contexto de placas tectónicas del Caribe presentan en común el desplazamiento hacia el E de la placa Caribe y al W la placa Suramericana Fig. 21, esto genera un importante vector de movimiento dextral en la parte norte de Suramérica.

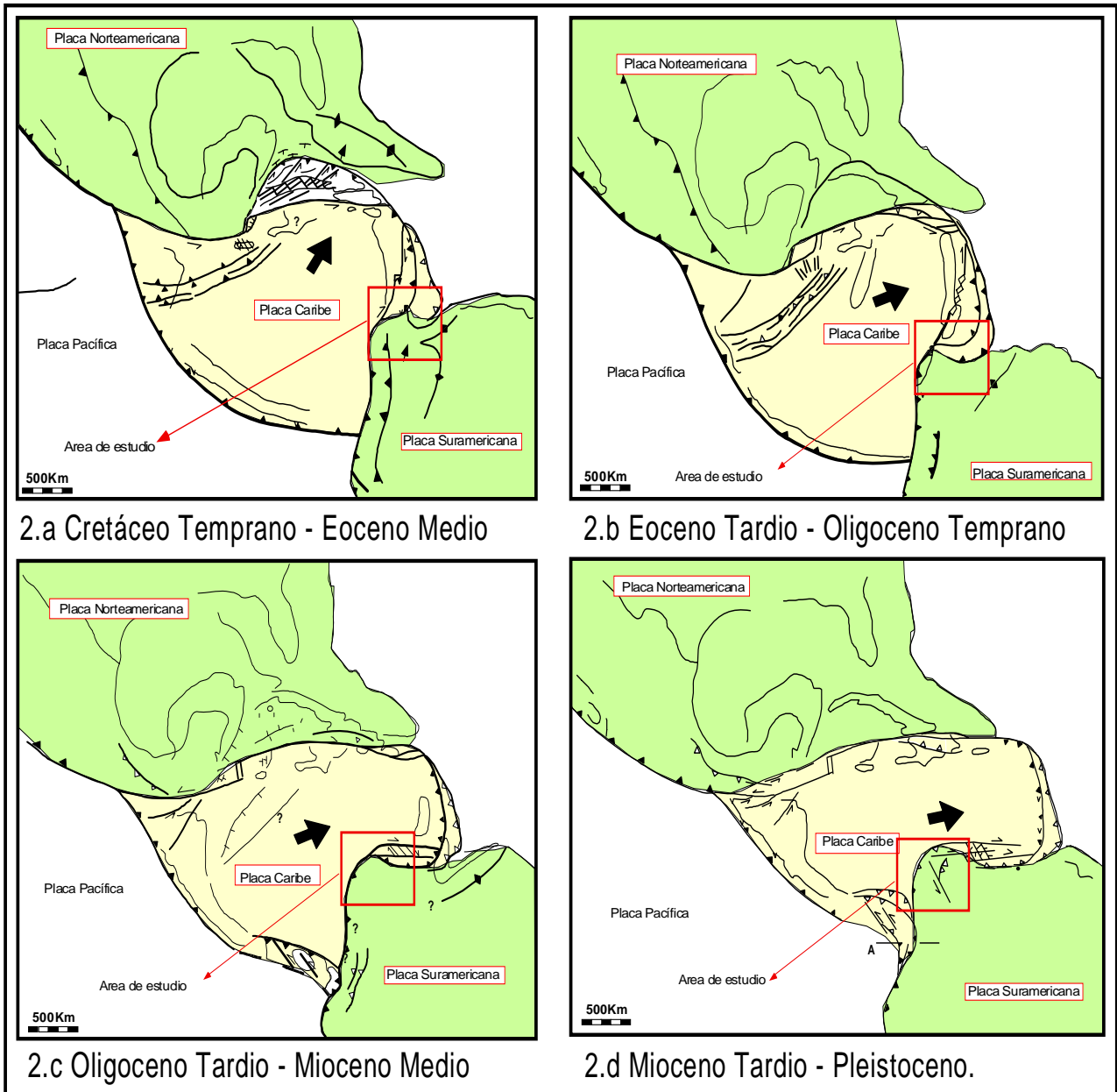


Fig. 21. Interacción y evolución en la tectónica de las placa Caribe, Suramericana y Norteamericana (Pindell 1992)

En las Fig. 22 y Fig. 23 se muestran los hipocentros de los sismos que enmarcan la geometría de la subducción y su proyección en profundidad, se aprecia la diferencia de la geometría del sector sur respecto a la parte norte de Colombia, en el sur Fig. 22 se aprecia claramente la geometría de la placa de farallones subduciendo bajo la placa de Suramérica y en la Fig. 23 parte NW de Colombia no se observa subducción como la que se puede apreciar en la zona de las Antillas.

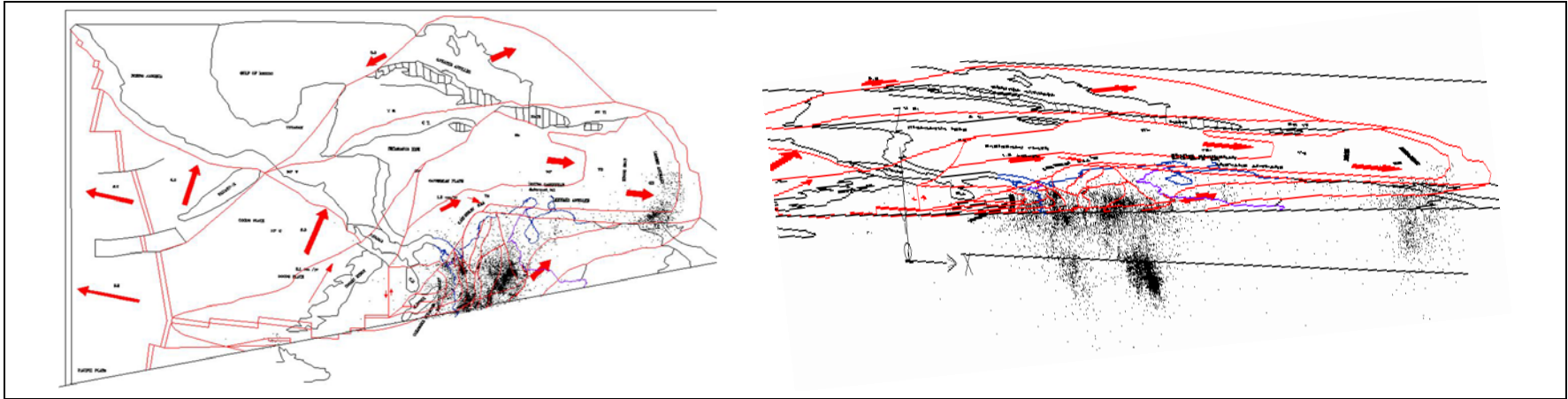


Fig. 22. Localización de los hipocentros de los sismos en la parte N de Colombia al norte de la Falla de Garrapatas

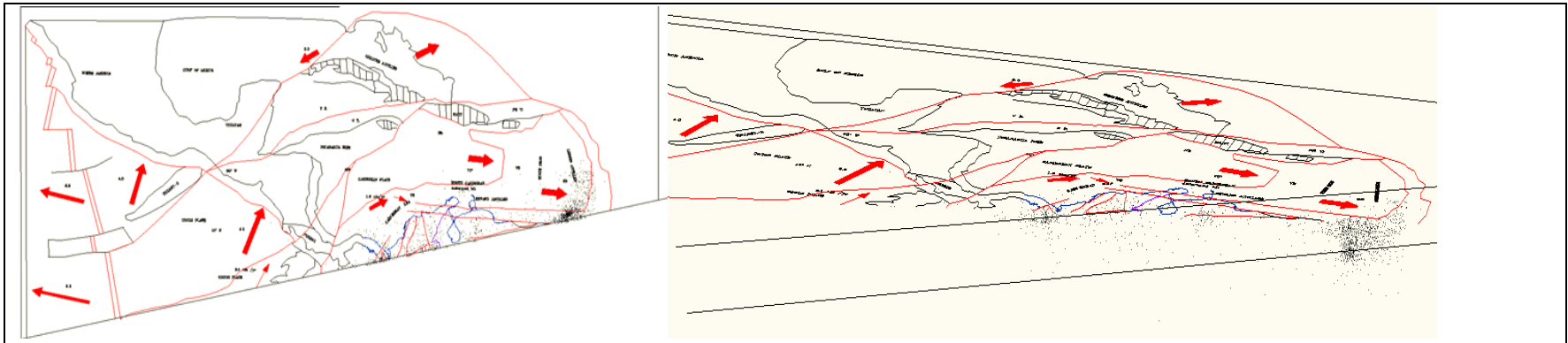


Fig. 23. Localización de los hipocentros de los sismos en la parte N de Colombia al norte de la Falla de Espíritu Santo

Con base en todo lo anterior se plantea un modelo de movimiento de las placas en la parte NW de Colombia (Fig. 24) en la cual la componente de rumbo es muy importante esto con base en la velocidad diferencial entre las placas siendo mayor la de la placa Caribe

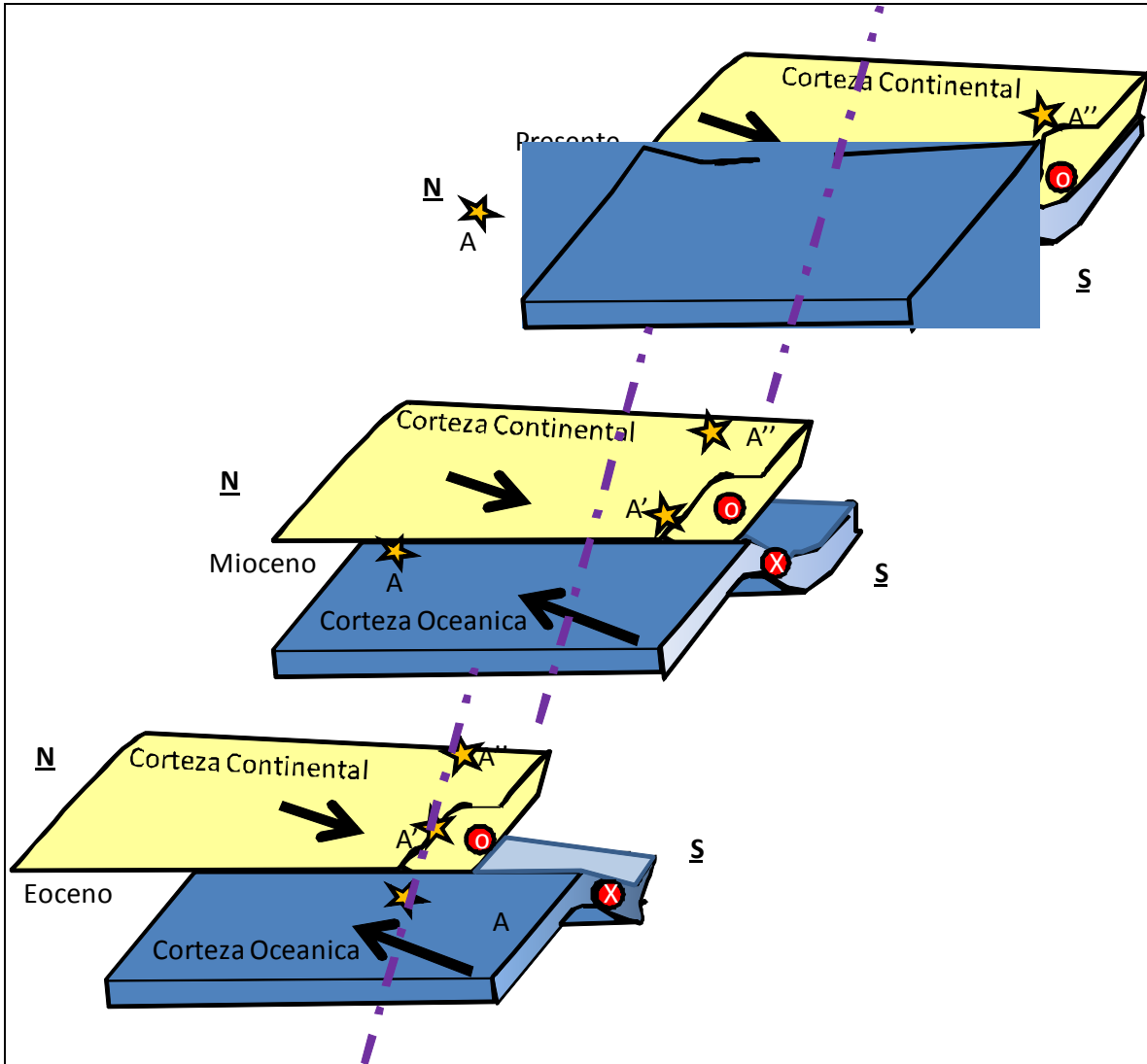


Fig. 24. Modelo de movimiento de placas del Caribe modificado de Díaz y Ramos 2008

ESTRATIGRAFIA

La secuencia sedimentaria para las cuencas de Sinú y San Jacinto fue descrita a partir de la geología de superficie y trabajos anteriores y para la cuenca de San Jorge con base en las descripciones de pozos y registros eléctricos.

CINTURÓN DEL SINÚ

En el levantamiento de geología de superficie se separaron las siguientes formaciones: Floresanto (N1f). Mioceno temprano-Mioceno tardío, Formación Pajuil Inferior (N1pai). Mioceno medio, Formación Pajuil Superior (N1pas). Mioceno tardío, Formación Moñitos (N1mn). Mioceno medio-Mioceno tardío, Formación Morrocoy – El Pantano (N1N2mp). Mioceno tardío-Plioceno temprano, Formación Broqueles (N2b). Plioceno, Depósitos recientes (Q). Holoceno, Depósitos de Terraza aluvial (Qt), Depósitos aluviales (Qal).

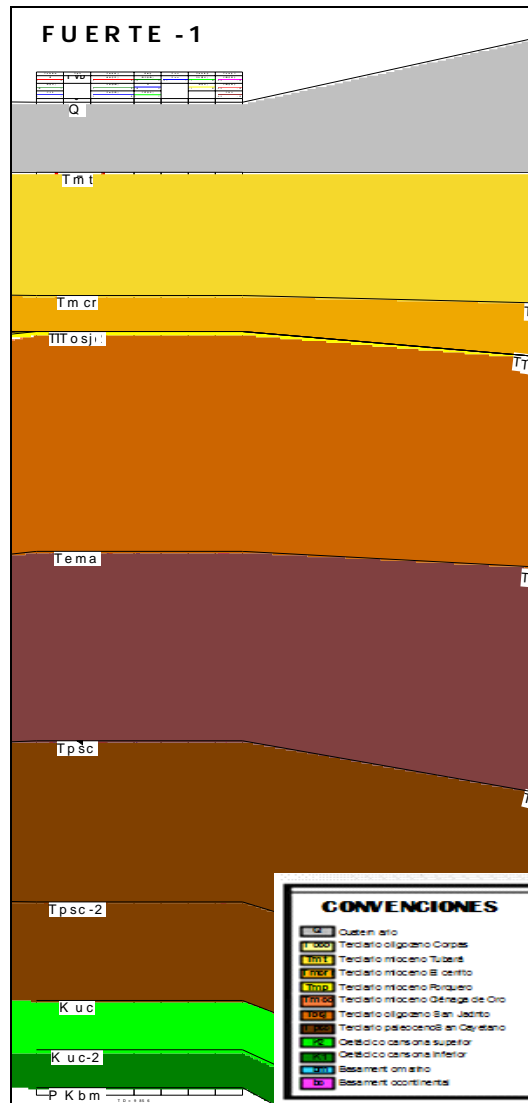


Fig. 25. Registro del pozo Fuerte 1 registra la secuencia típica de la cuenca del Sinú.

SAN CAYETANO

(Tpsc) Shales con algunas intercalaciones con reflectores discontinuos, color verde aguamarina Fig. 26.

MACO

(Tema) Conglomerados y arenas gruesas con variación importante en los espesores reflector naranja oscuro ver Fig. 26.

SAN JACINTO

Intercalaciones de arenas y arcillas el tope está resaltado en color amarillo fuerte con algunos niveles discontinuos que pueden representar discordancias intraformacionales por ejemplo el reflector resaltado con el color amarillo quemado ver Fig. 26.

TUBARA

Secuencia superior conformada por interestratificaciones de arenas al tope resaltado con color amarillo claro se observan paquetes que varían de espesor lateralmente y entre los diferentes bloques lo que muestra que esta secuencia tuvo un fuerte control por la tectónica local Fig. 26.

DEPOSITOS CUATERNARIOS

Por encima del reflector del Tubará varían muy fuertemente de espesor en corta distancia.

DIAPIROS DE LODO

Es un fenómeno muy conspicuo en superficie y que a profundidad presentan una importancia relevante, se resalta su geometría con línea verde oscura en la cual se observa que cortan y deforman los sedimentos que intruyen, tienden a salir a superficie a lo largo de los planos de las principales fallas, también se observa que podrían estar intercomunicados por debajo de las estructuras sinclinales.

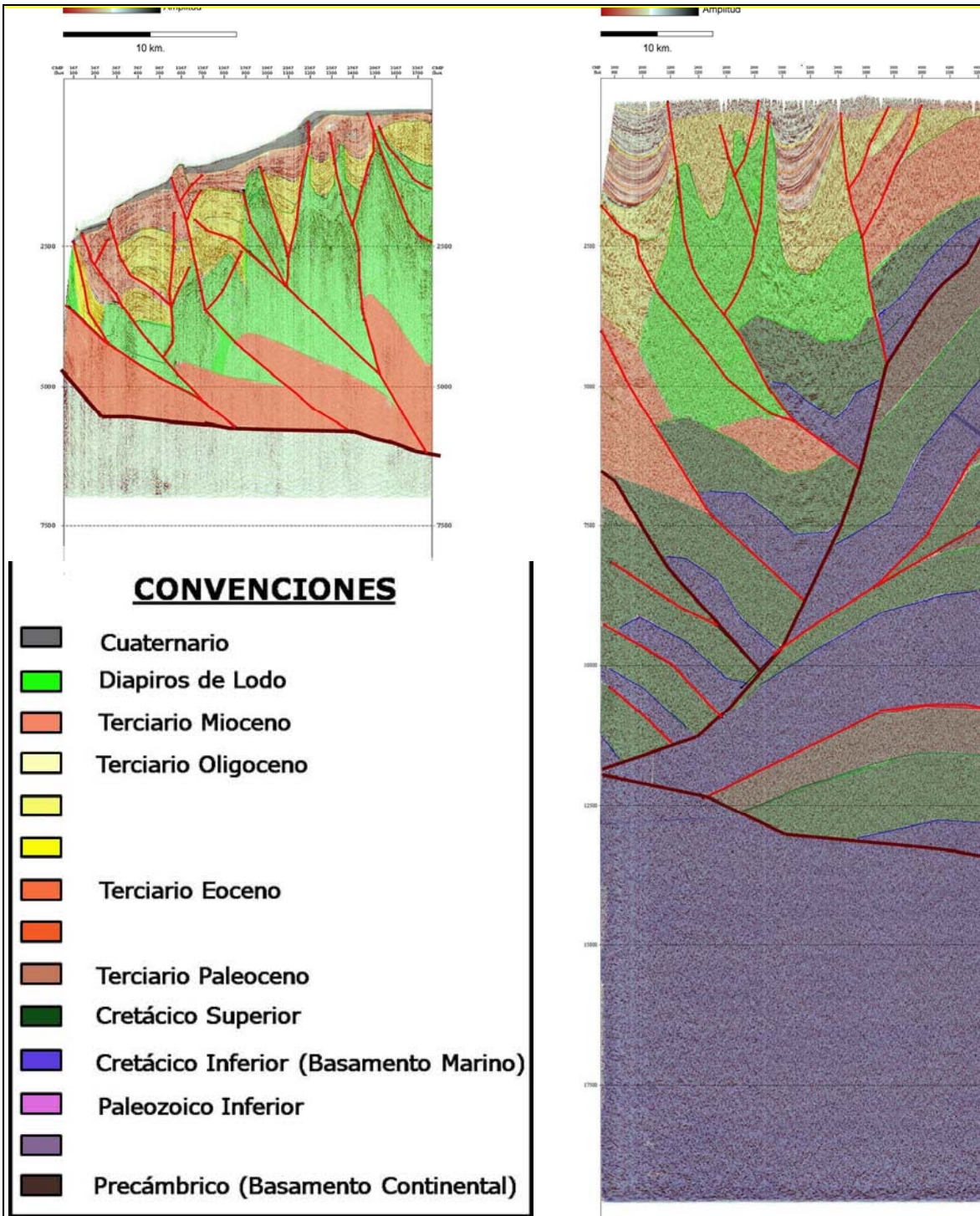


Fig. 26. Comportamiento sísmico de las unidades en el Cinturón del Sinú

CINTURÓN DE SAN JACINTO,

En la geología de superficie se separaron las siguientes formaciones: San Cayetano (E1E2sc). Paleoceno tardío-Eoceno temprano, Ciénaga de Oro (E3N1co). Oligoceno-Mioceno temprano, Porquera (N1p). Mioceno temprano-Mioceno Medio, El Cerrito (N1N2ec). Mioceno tardío-Plioceno temprano, Depósitos aluviales (Qal).

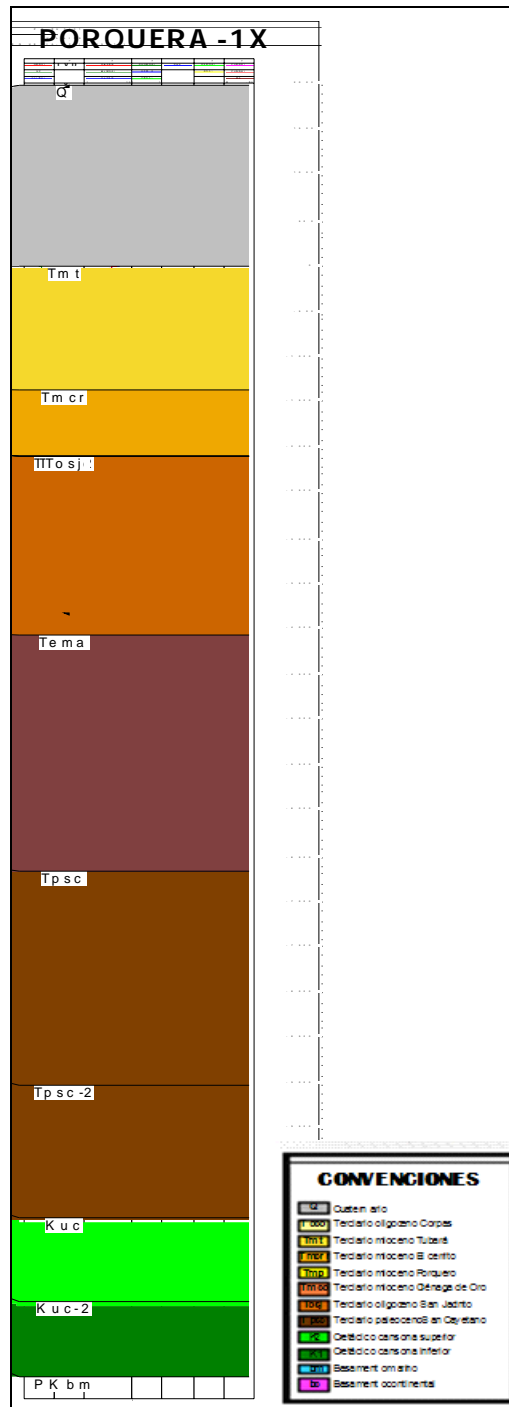


Fig. 27. Registros eléctricos del pozo Porquera 1 secuencia típica área de San Jacinto

BASAMENTO

(Pkbm) de afinidad marina conformado por basaltos con una alta velocidad sísmica 6000 m/s, en la sección sísmica corresponde a la zona de alto ruido y sin continuidad ver Fig. 26.

CANSONA

(Kuc) Conformada por shales presenta localmente sísmicamente presenta reflectores semicontinuos visibles localmente sobre el basamento reflector azul (Fig. 26).

SAN CAYETANO

(Tpsc) Shales con algunas intercalaciones en la sección sísmica se manifiesta con reflectores discontinuos, color verde aguamarina Fig. 28.

MACO

(Tema) Conglomerados y arenas gruesas con variación importante en los espesores reflector naranja oscuro ver Fig. 28.

SAN JACINTO

Intercalaciones de arenas y arcillas el tope esta resaltado en color amarillo el espesor de esta unidad es menor en este sector comparado con el Sinú ver Fig. 28.

TUBARA

Secuencia superior conformada por intraestratificaciones de arenas tope resaltado con color amarillo claro al Sur disminuye fuertemente de espesor Fig. 28.

DEPOSITOS CUATERNARIOS

No presentan importancia en espesores para la escala sísmica se conservan en las partes bajas.

DIAPIROS DE LODO

Este fenómeno no se observó en el área.

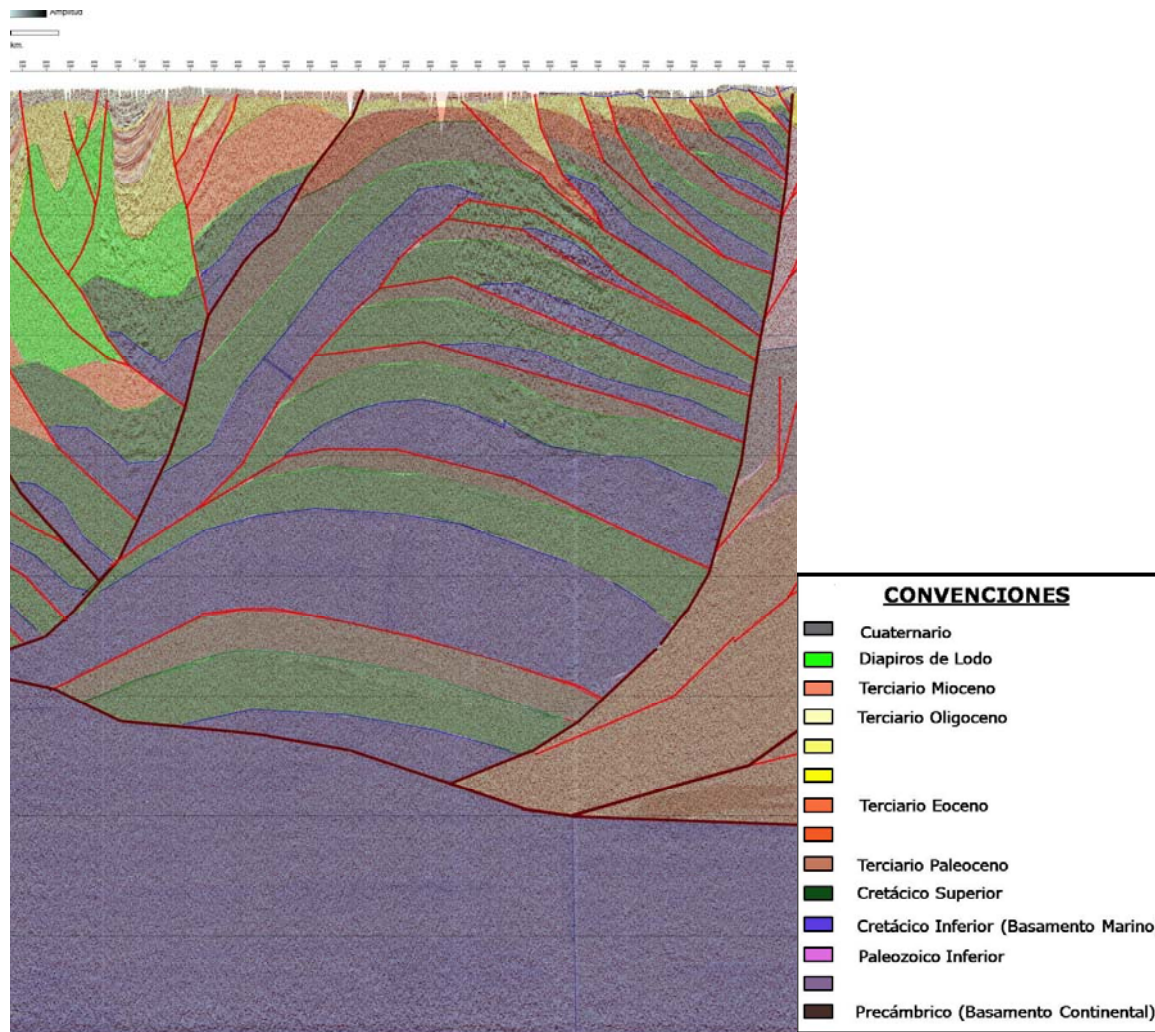


Fig. 28. Expresión sísmica de las unidades en el Cinturón del San Jacinto; obsérvese el apilamiento estructural contra la sutura de Romeral con ángulo mayor de 50 ° y el dúplex en la parte central con basaltos de la corteza oceánica y sedimentos. El extremo NW se presenta en rojo la falla de Sinú y en el extremo SE la "falla de Romeral" que sirve de límite entre la cuenca de San Jacinto y la cuenca del VIM.

BASAMENTO

(Pkbc) de afinidad continental conformado por granodioritas y rocas metamórficas con una velocidad sísmica de 4000m/s en la sección sísmica corresponde a la zona de alto ruido se observan paquetes de reflexiones discontinuas que pueden corresponder a rocas paleozoicas con bajo grado de metamorfismo y también amplias zonas de fracturamiento natural Fig. 30.

CIÉNAGA DE ORO

(Tmco) Reflexiones fuertes pueden corresponder arenas gruesas con variación importante en los espesores con algunas intercalaciones con reflectores discontinuos, se observan niveles cortados por discordancias intraformacionales, color amarillo Fig. 30.

PORQUERO

(Tema) Muy continua a través de toda la cuenca conformado por lutitas con algunas intercalaciones de arenas se resalta el tope con el reflector morado ver Fig. 30.

CERRITO

(Tmcr) Intercalaciones de arenas y arcillas el tope esta resaltado en color amarillo fuerte con algunos intervalos discontinuos que representan discordancias intraformacionales ver Fig. 30.

TUBARÁ

(Tmt) Secuencia superior conformada por intraestratificaciones de arenas tope resaltado con color amarillo claro se observan paquetes de espesor mínimo entre los diferentes bloque lo que muestra que esta secuencia tuvo un fuerte control por tectónica local Fig. 30.

DEPÓSITOS CUATERNARIOS

No presentan importancia en espesores para la escala sísmica deben conservarse con mayor espesor en las partes bajas.

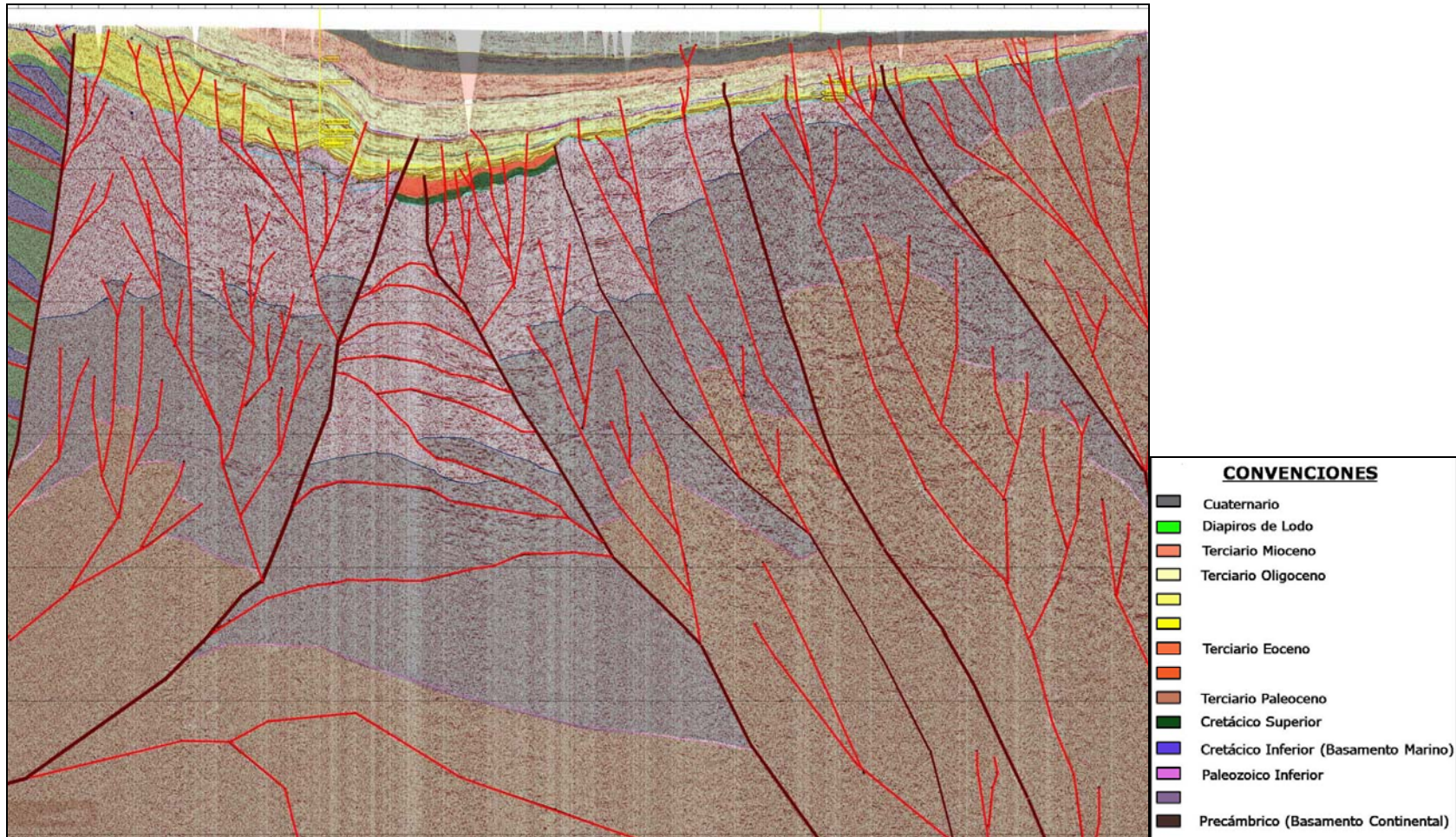


Fig. 30. Comportamiento sísmico de las unidades en la cuenca de San Jorge

SERRANÍA DE SAN LUCAS

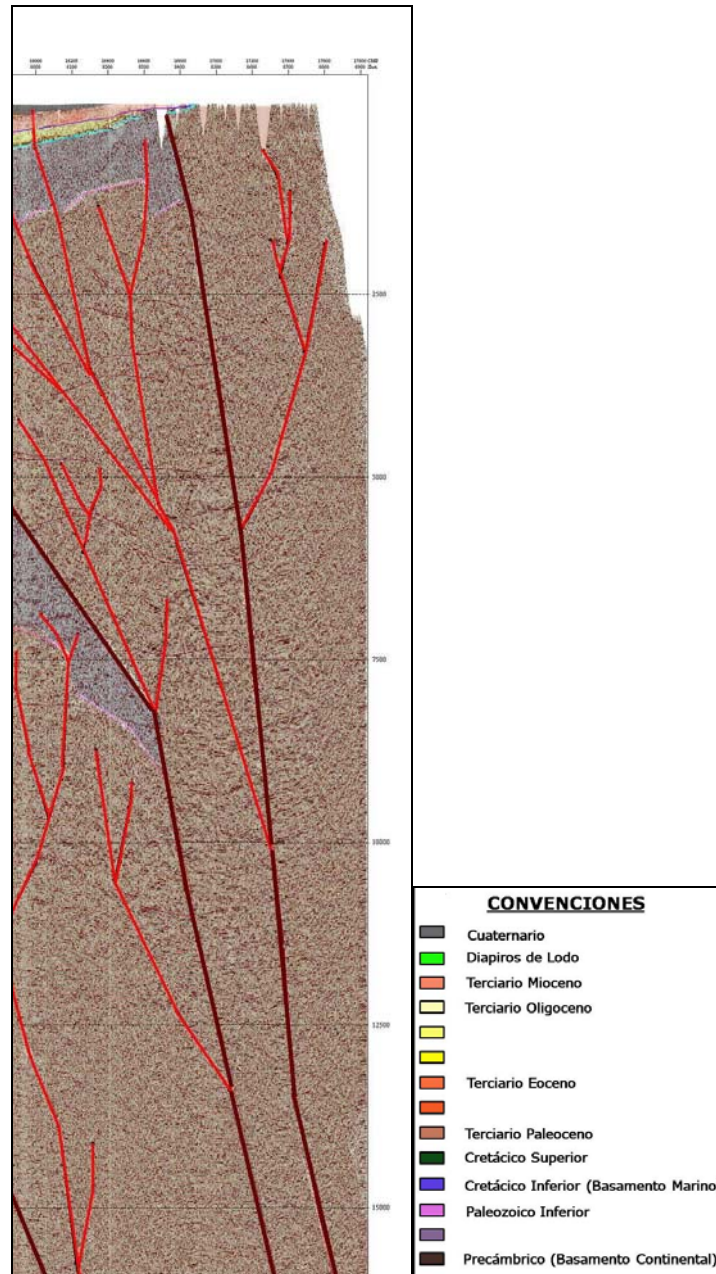


Fig. 31. Comportamiento sísmico de las unidades en el área de las estribaciones de la Serranía de San Lucas.

CORRELACIONES LITO Y CRONO ESTRATIGRAFICAS

Con base en la continuidad estratigráfica observada en la sísmica y los registros de pozos se realizó la correlación Litoestratigráfica en las cuencas Sinú, San Jacinto y San Jorge Fig. 32 y con base en información bibliográfica se elaboro la carta de correlación Cronoestratigráfica Fig. 33

CORRELACION REGIONAL A' - A'

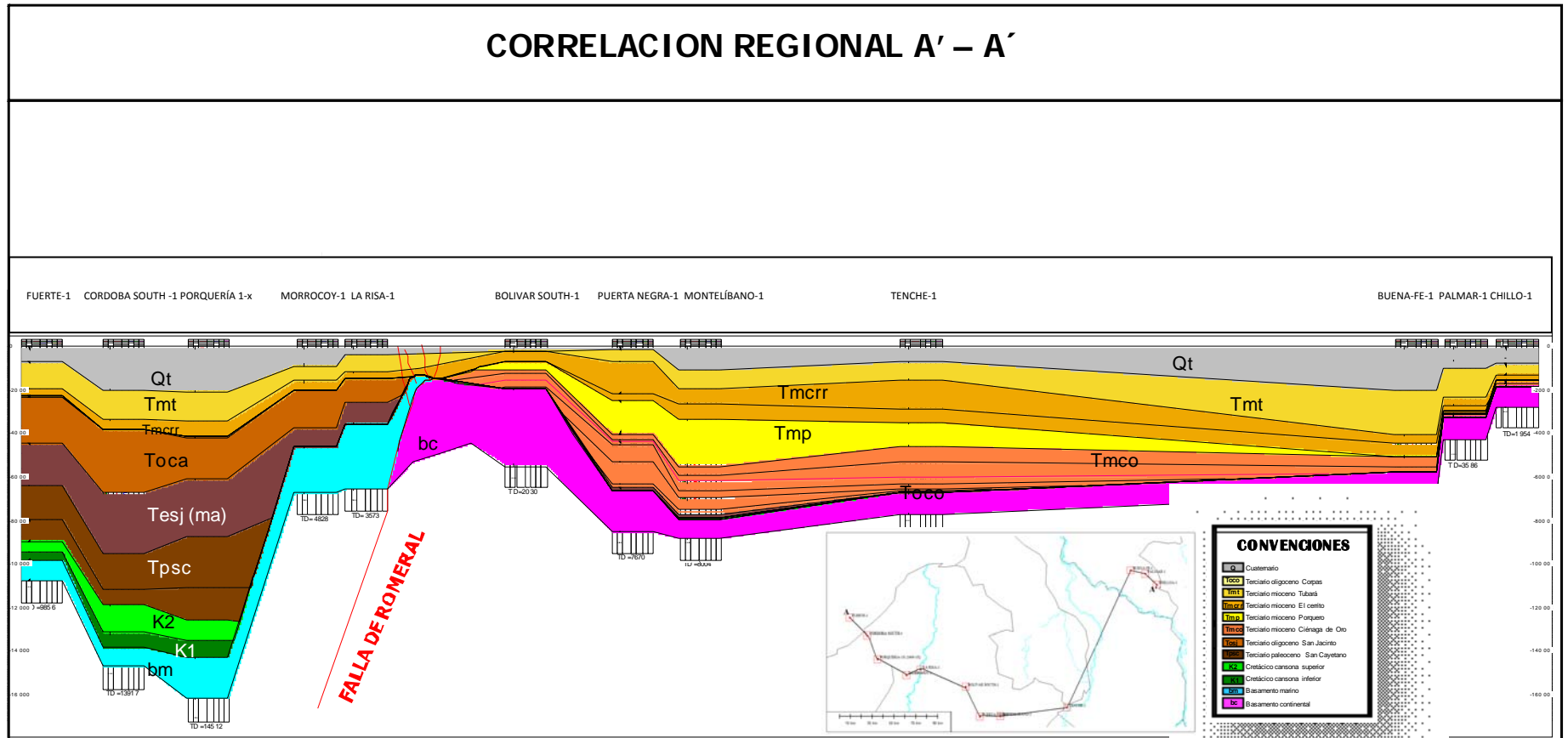


Fig. 32. Correlación Litoestratigráfica a lo largo de la línea sísmica regional

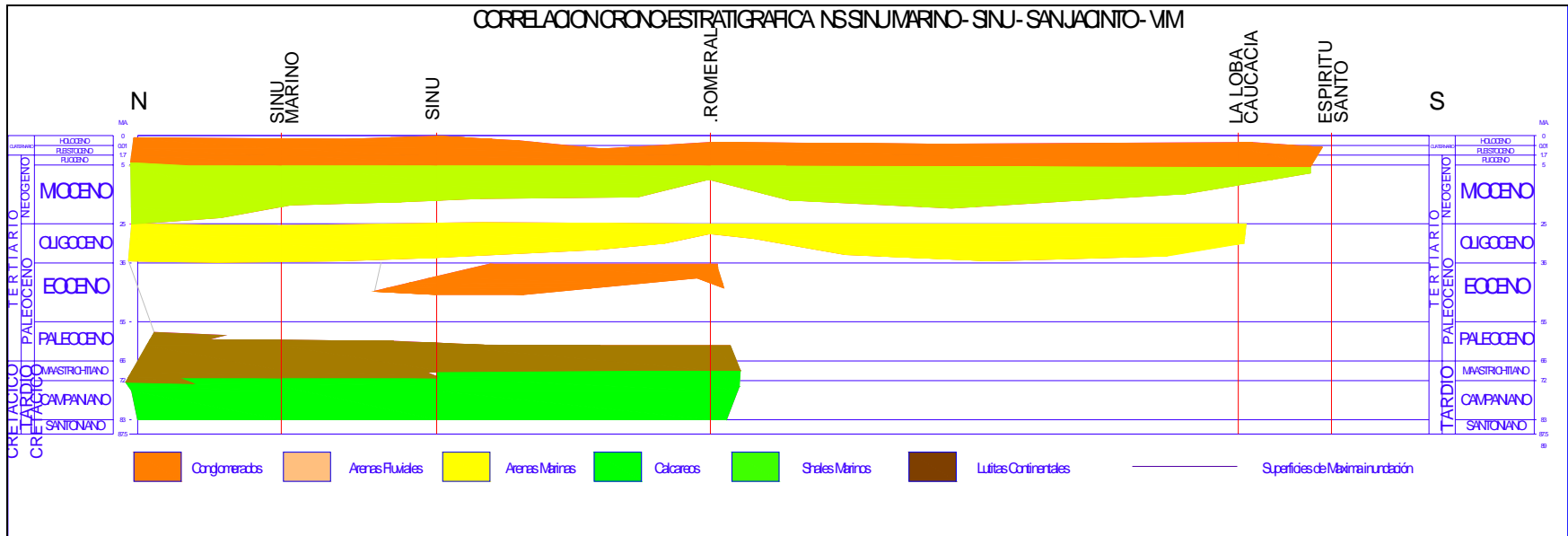


Fig. 33. Correlación Cronoestratigráfica a lo largo de la línea sísmica regional

DESCRIPCIÓN DE SECUENCIAS SÍSMICAS LÍNEA TRASANDINA ANH-TR-2006-4A

CUENCA SINÚ

La Línea Sísmica en este sector está localizada en la porción costa adentro del cinturón acrecionario del Sinú, al Sur del Golfo de Morrosquillo, y es perpendicular al tren estructural general del área. A lo largo de la línea sísmica, dos sinclinales bien configurados limitan una zona transparente, lo cual es característico de diapiros de lodo en el cinturón acrecionario del Sinú.

Sobre esta parte del área de estudio la información sísmica es de mediana calidad, debido a un avanzado estado de deformación con presencia de fallas inversas, plegamiento y diapirismo. En general, las dos formas sinclinales asociadas al ascenso de material arcilloso están limitadas al Oriente por las estructuras relacionadas al Lineamiento Sinú.

La mejor calidad se muestra en los sinclinales, sobre los cuales están representadas las discordancias más importantes del Terciario (Mioceno medio, Plioceno). La respuesta sísmica es de alta frecuencia, gran amplitud, y muy buena continuidad, en donde resaltan niveles con valores altos de frecuencia instantánea y energía de reflexión (Fig. 35).

Las zonas libres de reflexiones representan la respuesta sísmica del basamento de tipo oceánico y de los diapiros de lodos.

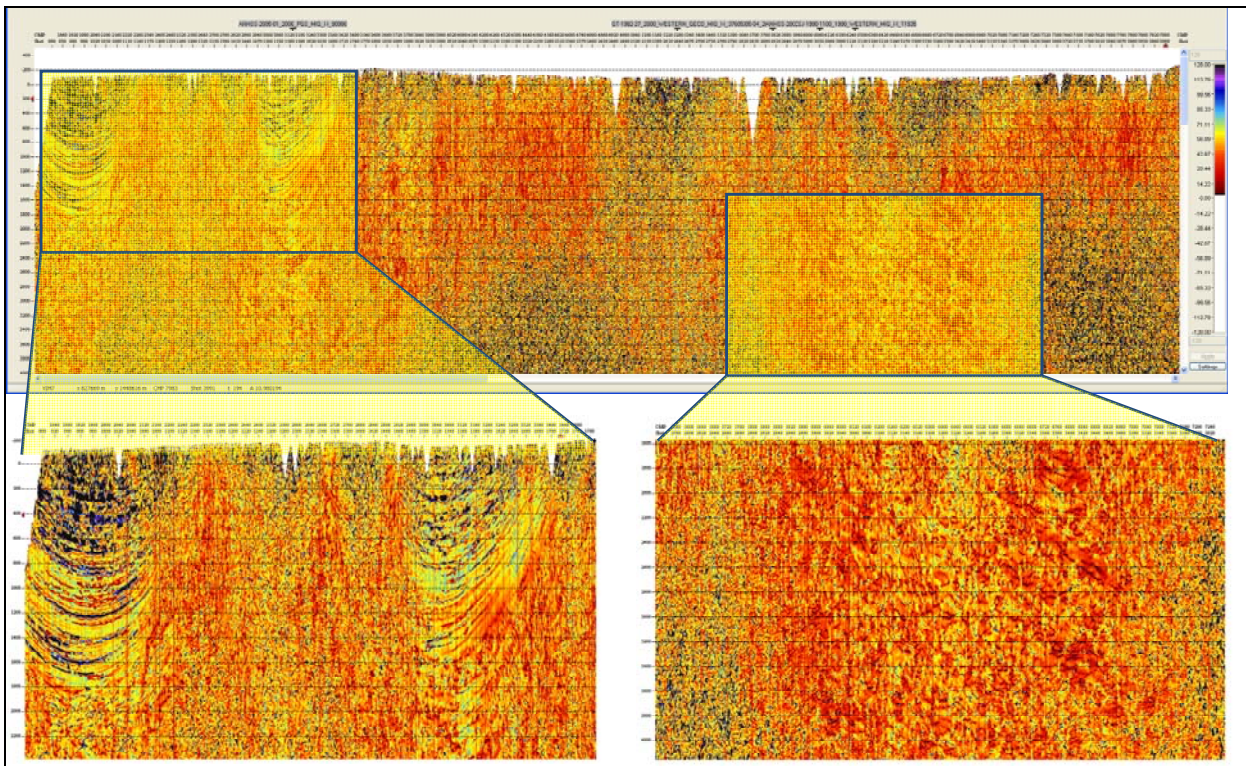


Fig. 35. Frecuencia Instantánea de la información sísmica del Cinturón Acrecionario del Sinú y del Cinturón Plegado de San Jacinto. En el detalle de la izquierda, notese los mayores valores calculados para este atributo sobre el sinclinal más NorOeste de la Línea contrastando con los valores bajos asociados a los

diapiros de lodo (Izquierda). A la derecha resalta la secuencia del Cretácico – Paleoceno en repetición estructural con un alto grado de buzamiento hacia el SE.

CUENCA DE SAN JACINTO

Corresponde a una sección complejamente fallada y plegada en el cinturón acrecionario de San Jacinto, limitada al Noroeste por el lineamiento Sinú y al Sureste por la Zona de Falla Romeral. Son reflectores bien desarrollados posiblemente pertenecientes a una sucesión Cretácico – Paleoceno, los cuales presentan fuerte buzamiento hacia el Sureste alcanzando una profundidad de 7 segundos. Estructuralmente, se caracteriza por el desarrollo de un gran dúplex con una dirección de transporte tectónico hacia el Noroccidente, el cual involucra material del basamento oceánico, Cretácico y del Paleoceno.

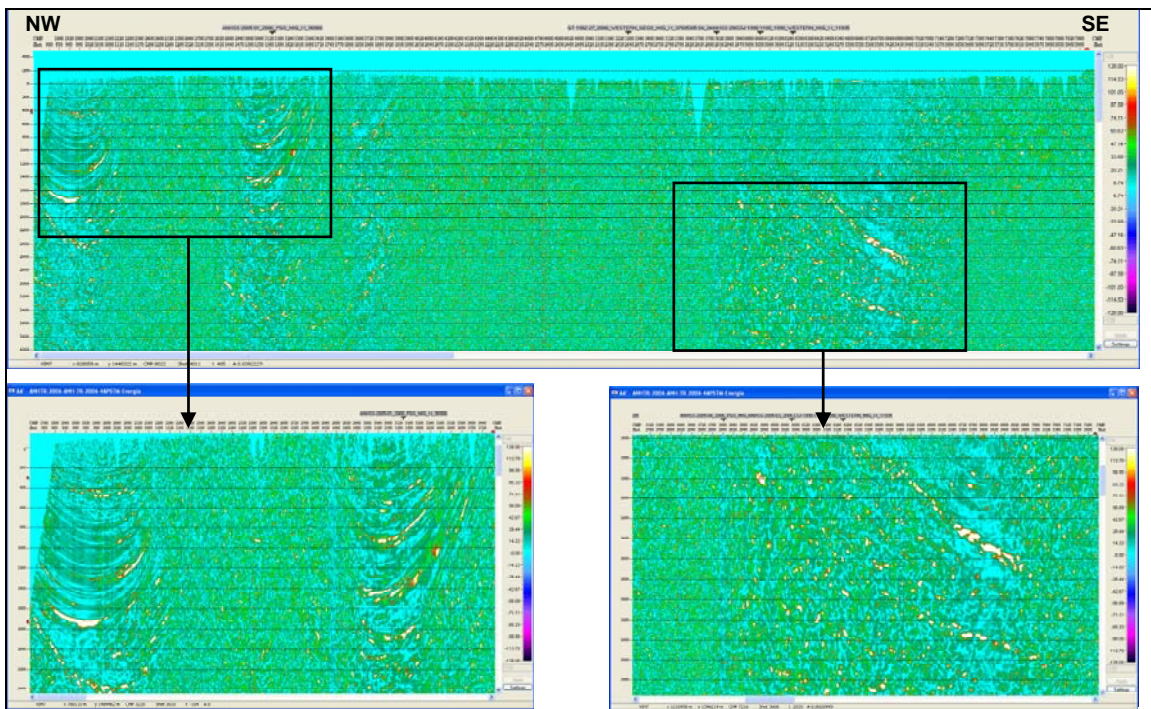


Fig. 36. Energía de reflexión de la información sísmica de la cuenca Sinú y de la cuenca San Jacinto. A la izquierda se observan los sinclinales con alta energía de reflexión sobre las discordancias de la secuencia sísmica. En la parte derecha la energía de los reflectores asociados al dúplex.

CUENCA DE SAN JORGE

En este sector la línea sísmica Regional ANH-TR-2006-4A cruza el extremo sur de la Subcuenca de San Jorge en el Departamento de Córdoba, limitada al Sureste por la Serranía de San Lucas y al Noroccidente por la Zona de Falla de Romeral. La Subcuenca de San Jorge presenta una geometría asimétrica sobre el trazo de la línea, mostrándose un poco más alargada y de menor pendiente hacia la parte oriental, y más deformada y de mayor pendiente hacia el sector occidental.

Al Oriente de la Falla de Romeral se observan diferentes secuencias sísmicas delimitadas por discordancias de edad Oligoceno temprano y medio, Mioceno temprano y medio y Plioceno, las cuales descansan sobre el basamento de tipo continental. De manera general, las secuencias sufren un notable adelgazamiento de espesores hacia el Este, y con menor deformación hacia el techo. Estructuralmente están afectadas por fallas de rumbo con estructuras en flor positivas en su mayoría fosilizadas por la discordancia del Mioceno Medio.

La respuesta sísmica en esta parte del área es de buena calidad, con una alta relación señal/ruido, y con un contenido de frecuencias entre 20 y 50 ciclos por segundo. La Fig. 37 muestra la frecuencia instantánea característica de los eventos, la cual está relacionada principalmente a los espesores estratigráficos de las secuencias. Es clara la respuesta sísmica de más baja frecuencia asociada al basamento continental que contrasta con los valores intermedios y de alta frecuencia de las secuencias sedimentarias.

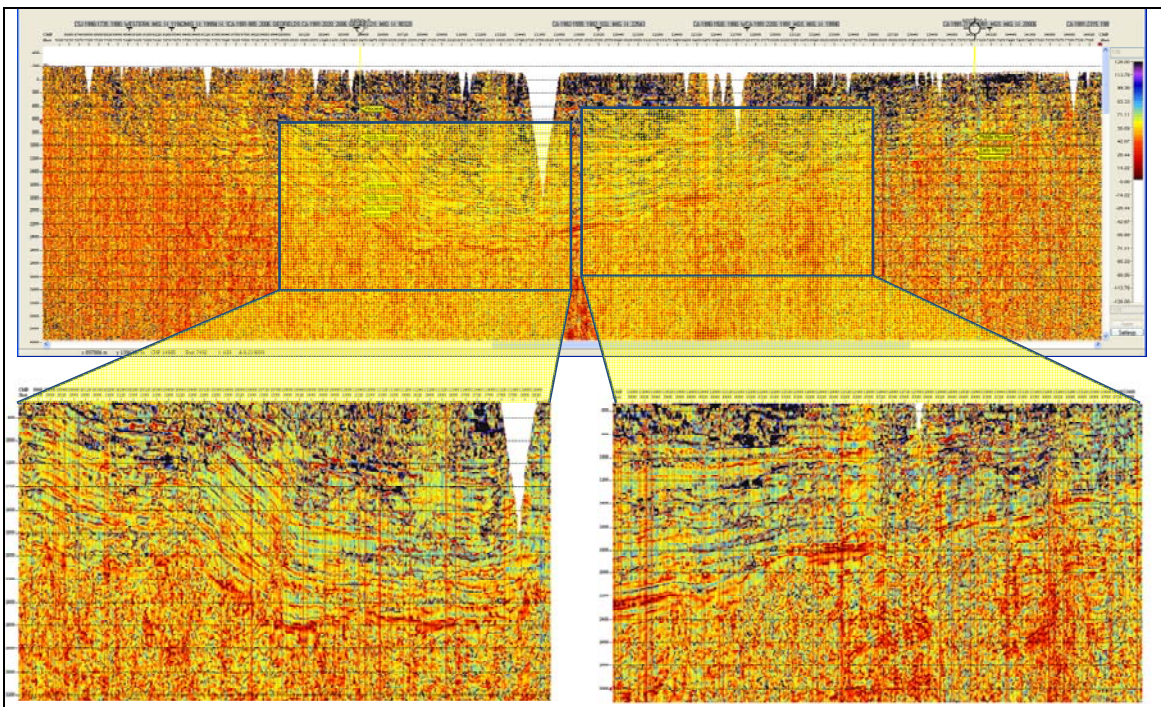


Fig. 37. Frecuencia Instantánea de las secuencias sísmicas del Valle Inferior del Magdalena – Subcuenca de San Jorge. Nótese la zonificación en la parte superior de la sección de frecuencias altas, seguida de frecuencias intermedias y a partir de aproximadamente 2600 mseg. frecuencias bajas.

Adicionalmente, se calculó la Energía de reflexión o medida de reflectividad, la cual indica que a mayor energía más alta es la amplitud. Este atributo realza en la sección las variaciones laterales dentro de los eventos sísmicos, mostrando mayores valores hacia los reflectores del lado occidental de la cuenca. También se realzan las fallas y estructuras más sutiles. La energía de reflexión es notablemente alta hacia los niveles que representan las discordancias significativas, sobresaliendo el nivel de los depósitos superiores al basamento (Fig. 38).

Nótese en la Fig. 38 los rectángulos a la derecha una configuración “onlap” de los reflectores de alta energía que descansan sobre el basamento. A la izquierda se realza una falla que desplaza el basamento y algunos niveles superiores a él.

Las secuencias sísmicas están limitadas por discordancias y se escogieron con base en la ocurrencia de las terminaciones de las reflexiones. Estas terminaciones representan traslape “onlap” y truncamiento erosivo. Las dos superficies más destacadas en la Subcuenca de San Jorge son la no conformidad con el basamento y la discordancia angular de edad Mioceno medio. (Ver Fig. 38.)

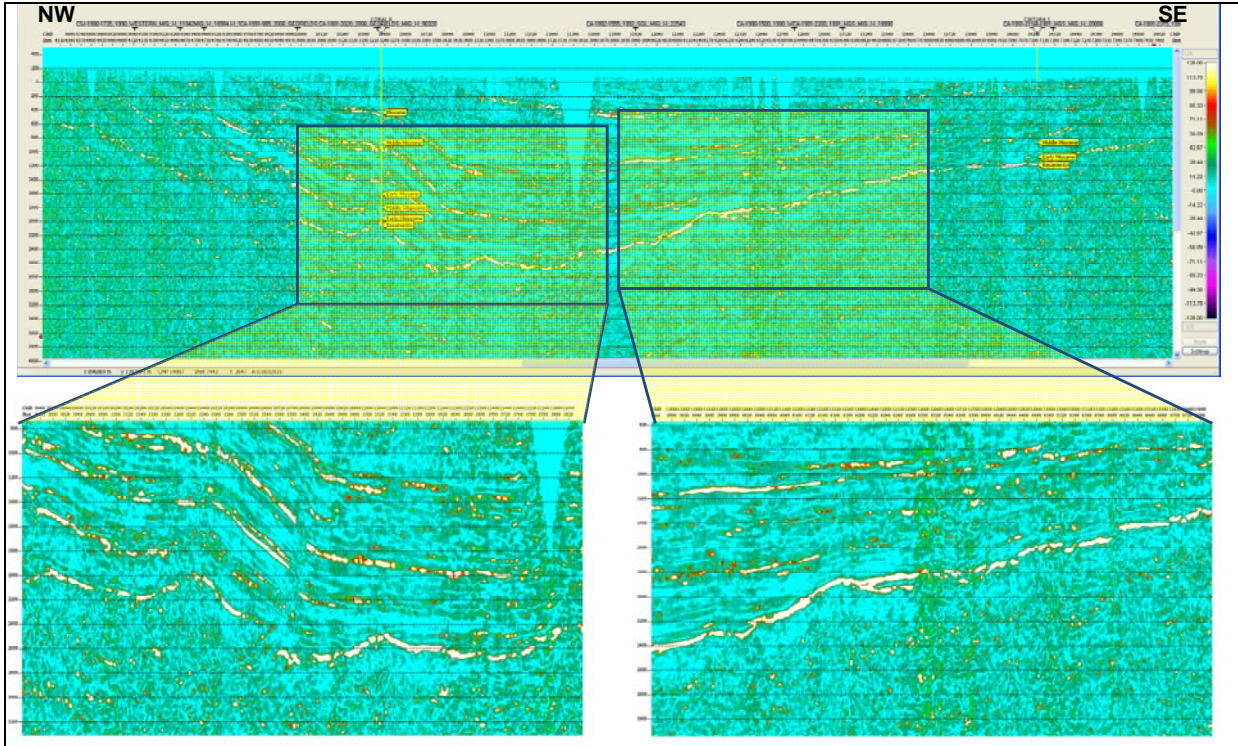


Fig. 38. Energía de reflexión de las secuencias sísmicas del Valle Inferior del Magdalena – Subcuenca de San Jorge. Obsérvese la mayor energía de las reflexiones en las discordancias y en la correspondiente a la base de la secuencia sedimentaria..

BASAMENTO

En general, el basamento de la Subcuenca de San Jorge se caracteriza por tener coeficiente de reflexión positivo, frecuencia intermedia, poca continuidad y por una inusual baja amplitud; esta última característica es debida a que encima de esta generalmente se presenta una reflexión fuerte que corresponde a rocas del Oligoceno o del Eoceno. En algunos sectores internamente se destaca la presencia de una serie de reflexiones de mayor frecuencia y amplitud, que se relacionan con características estructurales dentro del basamento, y al carácter metasedimentario y metamórfico de las rocas paleozoicas como la foliación. A pesar de dichas reflexiones internas, el tope del basamento económico es claramente identificado por sus altas velocidades de intervalo, frecuencias intermedias y alta energía de la reflexión.

OLIGOCENO TEMPRANO

Al Oriente de la Falla de Romeral se encuentran los sedimentos del Oligoceno inferior y medio suprayaciendo y traslapando las rocas del basamento cristalino de tipo continental. Esta secuencia se adelgaza por erosión de la discordancia del Oligoceno temprano y acuñamiento hacia el Este contra el basamento, caracterizándose por su no-depositación hacia los paleo-altos del basamento.

La reflexión correspondiente al tope de esta secuencia es de baja frecuencia, gran amplitud y alta continuidad, con un gran coeficiente de reflexión positivo, debido posiblemente a la presencia de niveles de una secuencia de carbonatos de alta velocidad y densidad. En ocasiones se puede confundir con la reflexión del basamento, sin embargo en este estudio éste corresponde a la base de la secuencia como lo indican los pozos de control.

OLIGOCENO MEDIO

El Oligoceno medio está restringido a la parte occidental de la cuenca, acuñándose contra un alto de basamento. Está representado por una secuencia de reflectores discontinuos, de mediana frecuencia y baja amplitud, energía de la reflexión, lo cual está relacionado con una alternancia de arcillas, arenas y carbón, con menor proporción de calizas.

MIOCENO TEMPRANO

El Mioceno temprano se distribuye por toda la sección bajo la Subcuenca de San Jorge, con una considerable disminución de espesores hacia el Este, donde la secuencia presenta una configuración “*de transalape*” contra algunos altos de basamento. Corresponde a un nivel de reflectores continuos de baja frecuencia y amplitud media, mediana energía de la reflexión la que para el pozo Coral-9 coincide con una unidad conformada por arenas limpias con intercalaciones de arcillolita.

MIOCENO MEDIO

Supra yaciendo la discordancia del Mioceno temprano se observa un conjunto de gran espesor que disminuye hacia el Oriente de la cuenca. Consiste en un nivel superior representado por reflectores de alta continuidad y frecuencia, y amplitud que disminuye hacia la base. El nivel inferior tiene reflectores más discontinuos y de menor frecuencia. Estos dos niveles se encuentran separados por la discordancia del Intra-Mioceno medio, y corresponden a shales y arenas depositadas en un ambiente deltaico. La discordancia del Mioceno medio es muy prominente en el área de estudio y se observa de tipo angular en algunos sectores de la línea, donde fueron denudados de los altos estructurales.

La propagación vertical de la mayoría de las fallas se evidencia solo hasta esta secuencia, en donde las estructuras son truncadas por la discordancia del Mioceno medio.

PLIOCENO

Corresponde a una secuencia que se caracteriza por no presentar una variación significativa de espesor y estar menos fallada. En general, se observan reflectores uniformes de carácter continuo, alta frecuencia y gran amplitud, indicando sedimentos clásticos asociados a un grueso depósito de arenas de grano fino a medio.

PLEISTOCENO

Representan los sedimentos más jóvenes de la Subcuenca los cuales están depositados sobre la discordancia del Plioceno. El carácter sísmico de esta secuencia es de media-alta amplitud, sobresaliendo por presentar

las mayores frecuencias de la sección (Figura 37). Consiste en reflectores sísmicos paralelos a subparalelos, ligeramente continuos, con varias zonas de reflexiones más transparentes. Estos paquetes de reflexiones se infieren como shales y limolitas interestratificadas con areniscas. Dentro de esta secuencia se presentan reflectores translapantes y discontinuos que parecen corresponderse con facies de canales, las cuales pueden contener depósitos de arenas.

POST-PLEISTOCENO

Los sedimentos de esta secuencia se describen en la mayoría de los pozos del área como depósitos continentales. La secuencia se reconoce sísmicamente en la Subcuenca de San Jorge por el carácter subparalelo y discontinuo de los reflectores, la cual puede ser interpretada como facies de canales. Hacia el Oeste los reflectores son más continuos, paralelos y de mayor amplitud, sugiriendo un ambiente de depósito con influencia marina.

INFORMACION DE VELOCIDADES SISMICAS

Con el fin de calibrar la información de los registros de los pozos se contó con registros de velocidad de los pozos Coral-9 y Cintura-1 para la Cuenca de San Jorge y Claro-1 para la Cuenca San Jacinto. Los datos de tiempo y profundidad de los pozos utilizados se muestran en las siguientes tablas así como sus correspondientes curvas de tiempo contra profundidad (Figuras.39,40 y 41).

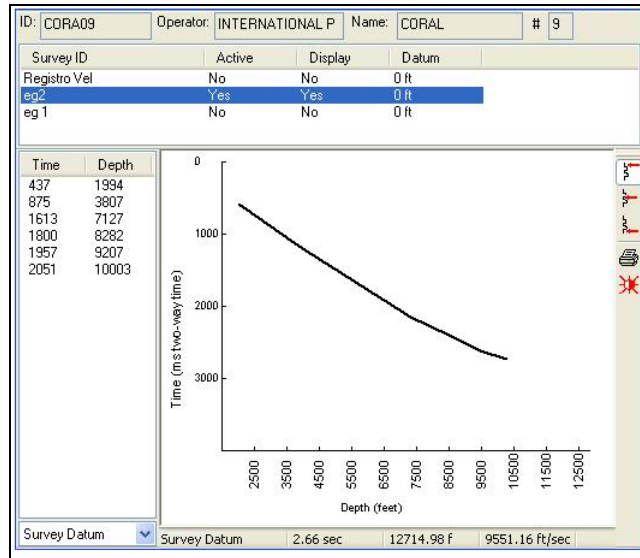


Fig. 39. Check shot del pozo CORAL-9

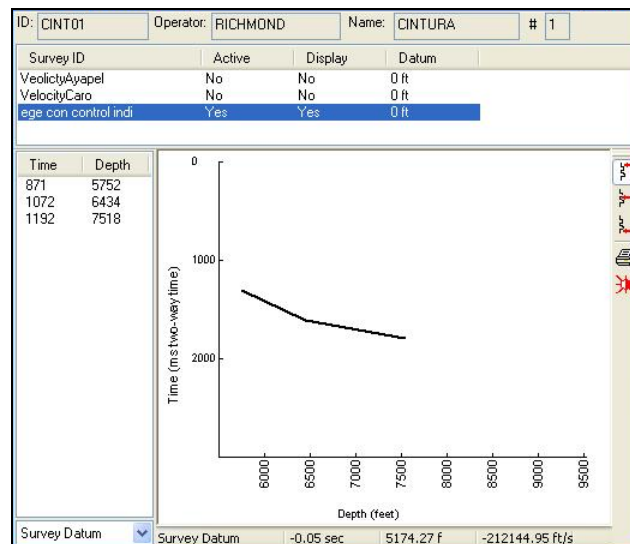


Fig. 40. Velocidades de intervalo del pozo CINTURA-1

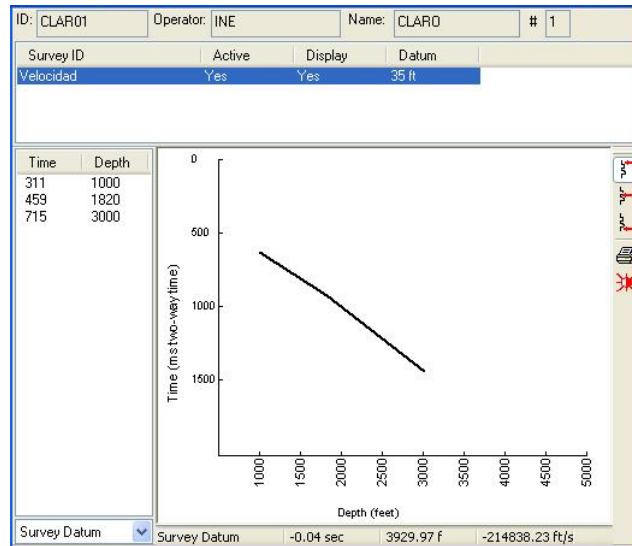


Fig. 41. Gráfica de profundidad contra tiempo del pozo CLARO-1

El datum de referencia sísmica utilizado en la interpretación corresponde al nivel del mar, y una velocidad de reemplazamiento de 2000 m/s.

En la figuras se muestran las calibraciones entre los pozos CORAL-9 y CINTURA-1 y la sección sísmica regional en el Sector del Valle Inferior, y entre el pozo CLARO-1 y la línea sísmica ANH-SS-2005-03, perpendicular a la Regional en el sector de San Jacinto.

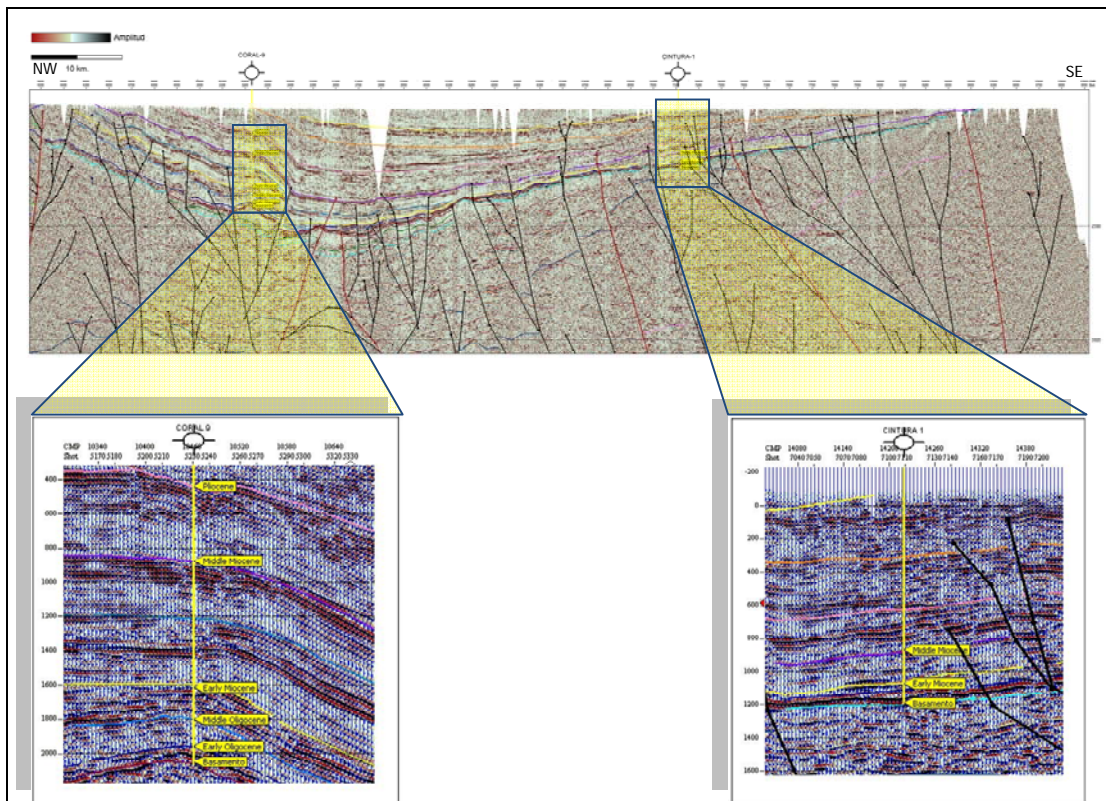


Fig. 42. Calibracion entre los pozos CORAL-9 y CINTURA-1 y la seccion sísmica regional ANH-TR-2006-4

Las cuencas de Sinú y San Jacinto estructuralmente corresponden a prismas acrecionarios producidos como resultado de la colisión oblicua entre las placas del Caribe y Suramérica durante el Neógeno al igual que la cuenca de San Jorge (VIM) la que se desarrolló en un ámbito transpresivo de esfuerzos que generaron una serie de horsts y grabbens que dieron lugar a las sub cuencas de San Jorge y Plato; y no obedece a la rotación y translación de la Sierra de Santa Marta hacia el Noreste, como lo plantean otros autores, que no muestran un esquema de deformación que sustente esta hipótesis, pues la deformación para este sector no muestra una geometría radial como debería ser para soportarla.

ESTRUCTURAL

La Línea trasandina registra en la cuenca de Sinú con un estilo estructural dominado por diapiros de lodo los cuales deforman la secuencia superior Plio- Pleistoceno en Sinclinales simétricos apretados que se deformaron plásticamente, pues dichos depósitos no se consolidaron antes de la deformación, las fallas inversas las cuales muestran una componente de rumbo dextral a través de las cuales se emplazaron los diapiros, que a su vez deformaron totalmente las estructuras anticlinales asociadas, involucrando en el fenómeno de diapirismo los depósitos localizados en las charnelas de estos, la vergencia de estas fallas es NW con altos ángulos de buzamiento, la estructura presenta un despegue regional en los depósitos turbidíticos distales del Oligoceno; con base en la sismica se concluye que la parte marina de la cuenca del Sinú se desarrolló en un ámbito tectónico transpresivo de contiguo a una fosa oceánica generando un prisma acrecentivo.

En la cuenca de San Jacinto se aprecia un fenómeno fosilizado e invertido tectónicamente de prisma acrecentivo de San Jacinto muy deformado como resultado de la alta velocidad de convergencia transpresiva de la placa Caribe respecto a la de Suramérica a lo largo de la Falla de Romeral, que se comporta como una sutura hasta el Eoceno inferior pero por la alta velocidad genero un fenómeno de obducción de la placa Caribe a partir de esta edad, el apilamiento estructural del dúplex de San Jacinto de escama gruesa genero un engrosamiento estructural de la placa Caribe, en esta zona de convergencia, lo cual da como resultado una placa oceánica anómalamente gruesa, esto se refleja en la sismica y en las anomalías gravimétricas y magnetométricas a escala local y regional, la obducción controló tectónicamente la subsidencia de este sector y lo que da como resultado un pobre registro estratigráfico a partir del Eoceno superior hasta el presente.

En el Valle Inferior el registro estratigráfico del Cretácico y Paleoceno fue erodado drásticamente por la discordancia del Eoceno inferior, al igual que el registro del Eoceno superior por la discordancia del Mioceno inferior a medio, solo se registran estos periodos localmente hacia la parte media de la cuenca de San Jorge la cual como resultado de los esfuerzos transtensivos generó una cuenca asimétrica, con el flanco NW más inclinado y de menor extensión (hacia Romeral), entre tanto el flanco SE mas tendido y de mayor extensión (hacia la Serranía de San Lucas); las unidades presentan una geometría ,a nivel regional, de batea truncándose entre ellas por discordancias de menor orden, lo que corresponde a un dominio sintectónico de los ámbitos de depositación, el resultado de estos eventos son una serie de flores estructurales las cuales generaron bloques horst y grabens de tipo compresivo.

La parte NW de la Serranía de San Lucas conformada por un bloque de basamento levantado a lo largo de fallas inversas de alto ángulo en el bloque colgante involucra unidades del Precámbrico y Paleozoico inferior.

Con Base en la Cartografía regional y la anomalía gravimétrica de la cual se genero el mapa de basamento y para establecer el modelo estructural se utilizó el elipsoide de deformación de un estilo estructural de rumbo de componente dextral aplicable al área de trabajo Fig. 43, en el se ve claramente la continuidad de las estructuras observadas en la línea regional y su continuidad y distribución regional.

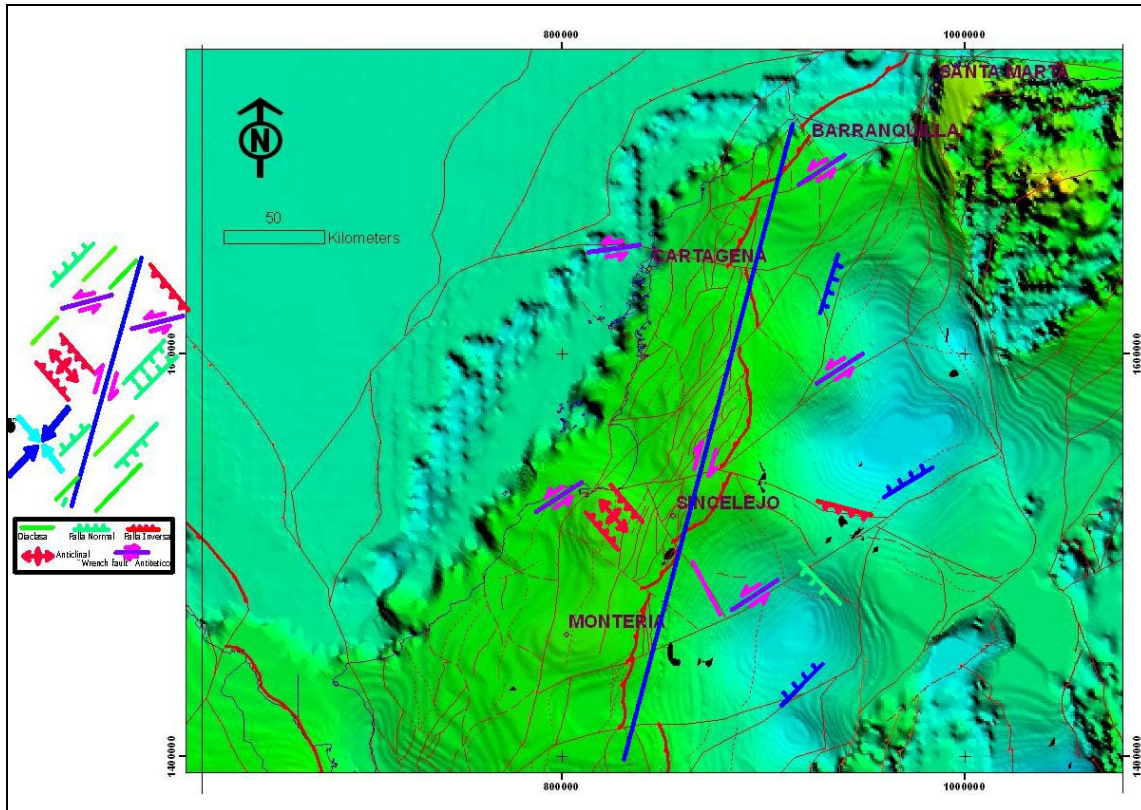


Fig. 43. *Elipsoide de deformación y relación con la estructuración del basamento*

El elipsoide de deformación permite delinear estilos estructurales y la historia de deformación, caracterizar los sistemas de fallas y las fracturas; Evaluar el papel de las fallas y fracturas en la acumulación de hidrocarburos Determinar la cronología de la estructuración en relación con la maduración de hidrocarburos y la migración, delinear las trampas estructurales y las vías de migración, lo cual es un proceso iterativo vinculado a otro tipo de datos, con los cuales para este estudio no se cuenta y puede ser objeto de otro proyecto.

Mediante la carga vertical Fig. 44 podemos observar como la componente extensional y los sistemas de fracturas y de cizalla en tres direcciones en rocas Isotrópicas y homogéneas que están sujetas a un esfuerzo triaxial de suficiente magnitud se fractura a lo largo de las superficies de falla con 30° de ángulo con respecto a la dirección de mayor esfuerzo y 60° respecto a la dirección del menor esfuerzo.

La tectónica de las placas determina como el estilo estructural está vinculado a los movimientos relativos de las placas, el cual cambia continuamente a través del tiempo. Lo que da como resultado las componentes del "stress".

Es el movimiento relativo de las placas el que determina los estilos estructurales y por ende los elementos estructurales que determinan el estilo, los cambios de orientación o relevos de los límites de fallas que controlan las estructuras asociadas.

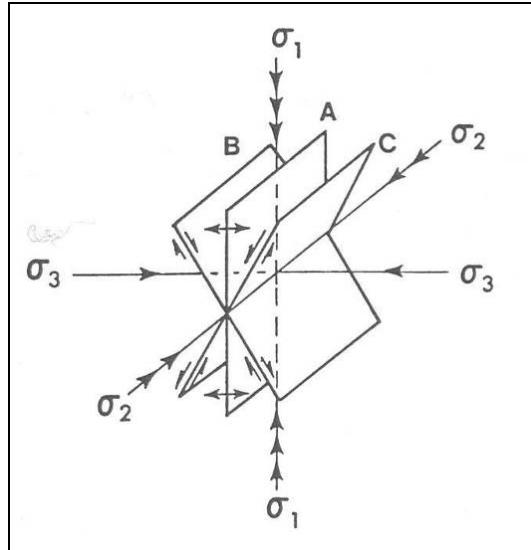


Fig. 44. Extensional y fracturas de cizalla - tres direcciones

Con base en la Fig. 45 se aprecia el modelo resultante del análisis de desplazamientos de la corteza esperado para el área Caribe.

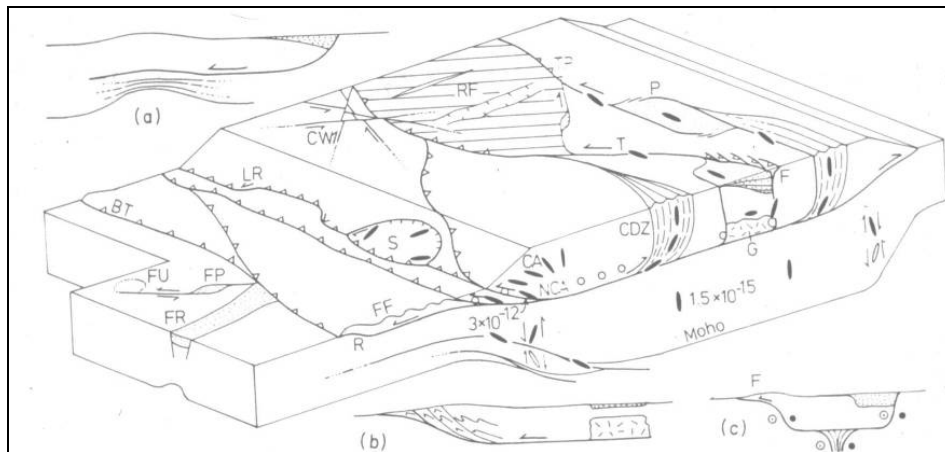


Fig. 45. Modelo hipotético inicial de la deformación en donde se puede apreciar las estructuras asociadas y esperadas para la parte del Caribe. (tomado de Lowell, 1987)

Diferentes estilos resultado de un cambio en la curvatura de la geometría en la falla principal da lugar a relevos en los segmentos de falla los cuales están conectados por sectores que pueden corresponder a regiones con bloques levantados horst o grabens generando cuencas tipo pull apart, las diferencias son probablemente derivadas a bloques pre-existentes que se reactivan por antiguas fallas.

El resultado de lo anterior es la formación de cualquiera de las características o de restricción - transensional o transpresional.

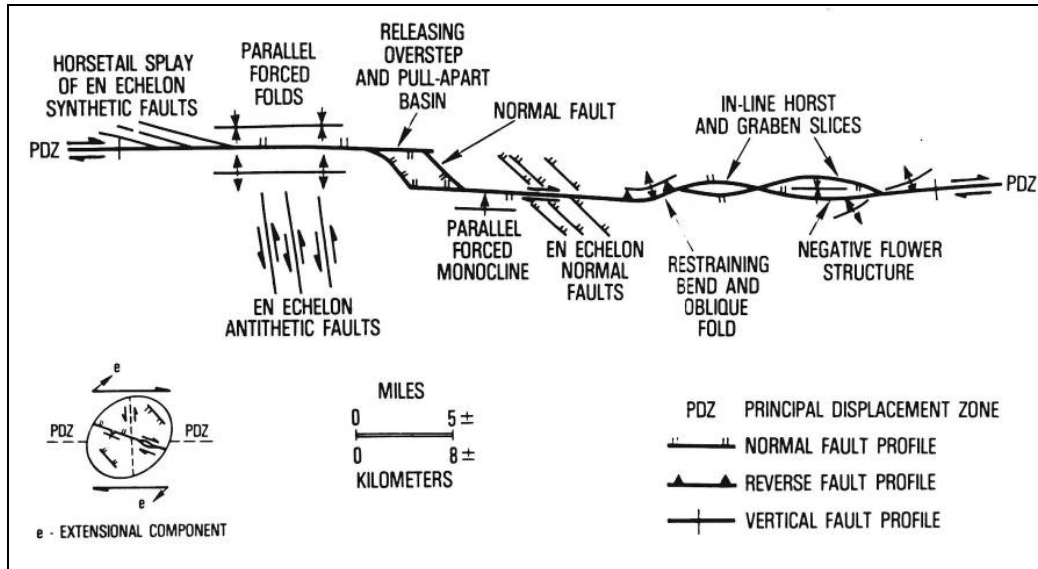


Fig. 46. Una zona de fallas de rumbo puede tener superposición de estilos transtensional y transpresional dependiendo de la orientación de la falla en relación con direcciones de desplazamiento; el sistema se desarrolla estructuras en flor positivas o negativas lo que es de relevante importancia para la exploración en el área. (tomado de Lowell. 1987)

Una serie deformada por fallas que crecen hacia arriba comúnmente se deben a la reactivación de antiguas discontinuidades, en este caso como la componente es oblicua se generan en ámbitos superpuestos de tipo transpresional o transtensional

El desplazamiento horizontal es normalmente mucho mayor que el desplazamiento vertical, por lo tanto la deformación es mucho mayor que el sugerido en un corte transversal; a este estilo de trampa muy común a escala mundial están asociados campos grandes de hidrocarburos.

LINEA SISMICA INTERPRETADA

En la interpretación sísmica se siguió la siguiente metodología:

Se identificaron todos los reflectores que se consideraron señal. La sección sísmica regional tiene reflectores hasta 10 seg. que corresponde a una profundidad aproximada de 20 Kilómetros,. Entre 11 seg y 20 seg la relación señal-ruido es muy baja lo que impide la identificación de eventos coherentes de extensión regional; pero se observan eventos locales de corta extensión los que también fueron resaltados, en este intervalo el cual se interpretó a través de un modelo conceptual. Valga mencionar, que si bien es cierto la longitud del cable de grabación fue de 10 Km, se obtiene información hasta 20 Km debido a los bajos buzamientos.

Se integró la información de geología de superficie sobre la sísmica, tratando de dar continuidad en el subsuelo.

La gravimetría se utilizo como marcador de cambios mayores a nivel de basamento.

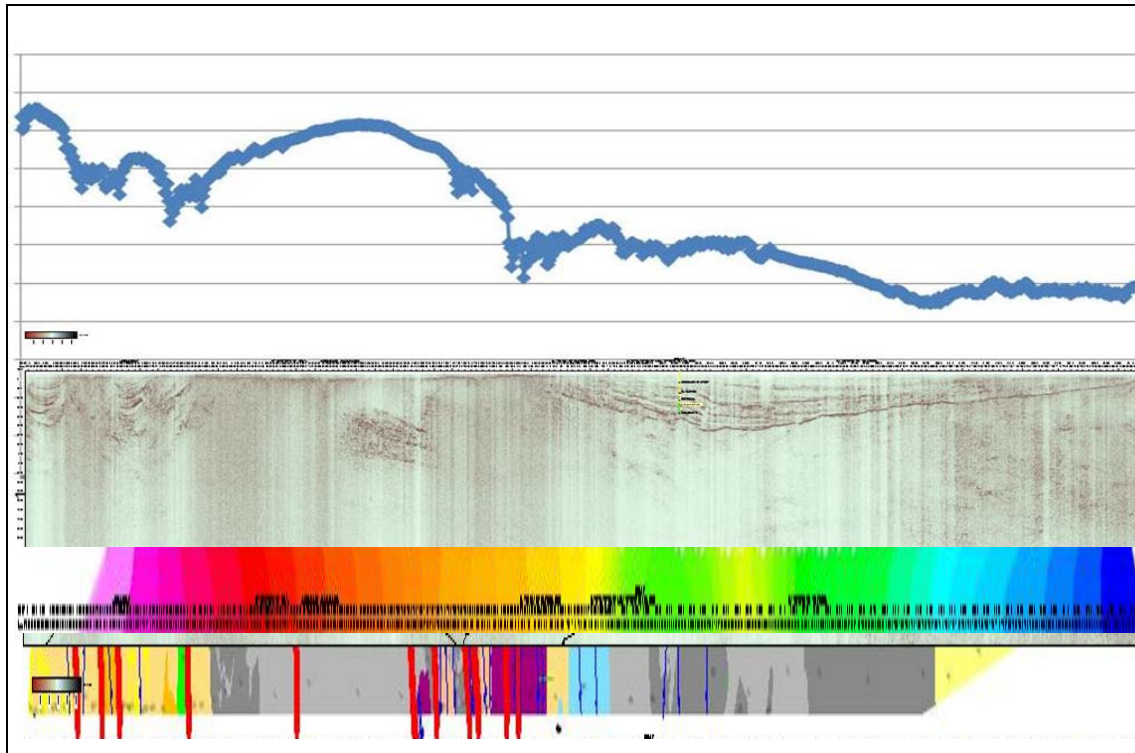


Fig. 47. Información adquirida gravimetría perfil (a) línea sísmica regional (b) planta de gravimetría (c) y geología de superficie (d).

La tectónica de la Cuenca del Sinú es de un estilo estructural en donde los principales esfuerzos son transpresivos; que dan como resultado zonas con diapirismo asociado a fallas de cabalgamiento, en el cual la respuesta sísmica de los sinclinales es de buena continuidad y altas frecuencias en contraste con los anticlinales que no presentan reflexiones. El límite oriental está conformado por el fallamiento inverso que constituye el alineamiento del Sinú. Esta falla buza hacia NW y presenta back - thrust con buzamiento hacia

él SE. El salto de la falla principal (lineamiento de Sinú) es de 4 seg, medido en el horizonte interpretado como basamento.

La interpretación de la línea trasandina se integró con la línea BP SC 1993 14 (Fig. 48a) que muestra la continuidad de la cuenca del Sinú costa afuera, en ella observamos el despegue regional sobre los sedimentos turbidíticos del Oligoceno con un ángulo de 7° buzando al SE, por encima de este despegue se desarrolla una sección deformada por diapiros de lodo los cuales deforman los sedimentos Plio – Pleistoceno en sinclinales simétricos dentro de los cuales se forman discordancias intraformacionales erodando la secuencia de los flancos, las discordancias registran eventos sintectónicos de deformación causados por los pulsos de los diapiros de lodo; el límite NW de los diapiros son fallas inversas de alto ángulo $60^\circ - 70^\circ$ con vergencia NW, la actividad del diapirismo destruyó la charnela de los pliegues anticlinales asociados al frente de estas fallas.

En la parte continental de la cuenca del Sinú línea ANHTR-2006-4A se aprecia una geometría y estilo estructural con las mismas características que en la parte marina, el límite SE es la falla del Sinú ver Fig. 48, la cual presenta una geometría sub vertical con una inclinación de $50^\circ - 60^\circ$ al NW y con vergencia al SE, en la parte superior se comporta como un cabalgamiento entre sedimentos del Terciario, en la parte por debajo de los 4 seg se observa que su geometría se asimila mas a una flor estructural positiva, que es el resultado del apilamiento estructural de escamas de basamento marino del prisma acrecentivo; este apilamiento se debe a la alta velocidad de convergencia de placas, lo que genera que el basamento marino se apile sobre sí mismo.

La Cuenca de San Jacinto limitada por las fallas de Sinú al NW y Romeral al SE, ver Fig. 48, presenta una geometría de dúplex con vergencia NW los ángulos de las fallas varían de $30^\circ - 45^\circ$ los cuales involucran basamento marino y la secuencia del Terciario superior, generando una estructura de tipo “piggy back”; por debajo de los 3 seg, las escamas apiladas en un “anticlinal dúplex” involucran basamento marino y depósitos del Cretácico y Paleoceno dicho apilamiento está limitado al SE por la Falla de Romeral y al NW por un “roof thrust pasivo”.

Este apilamiento estructural al involucrar escamas gruesas de corteza marina genera un engrosamiento anómalo de la corteza marina, el cual se refleja claramente en la gravimetría (ver Fig. 47), la alta velocidad de convergencia de placas sobre la falla de Romeral genera obducción de corteza oceánica sobre corteza continental, debido a esto se tiene como resultado que el prisma acrecentivo de San Jacinto se invierta a lo largo de la falla de Romeral como un “half graben”, sobre un “back ridge stop” conformado por el bloque yacente de la falla de Romeral en el cual el basamento es de afinidad continental.

La Subcuenca de San Jorge en la cobertera sedimentaria presenta una geometría de fallas de alto ángulo $50^\circ - 75^\circ$ con vergencias opuestas al NW en el Flanco Nor-Occidental de la sub cuenca y hacia el SE en el flanco suroriental ver Fig. 48, por esta razón se han interpretado por muchos autores como fallas normales en su génesis, localmente invertidas en eventos recientes; la geometría que se observa en la línea regional permite establecer que estas son la parte final de estructuras en flor desarrolladas por procesos transtensivos en un contexto de fallas de rumbo con componente dextral como los sistemas de fallas de Romeral – Espíritu Santo.

Se registran diferentes eventos de inversión en el Eoceno inferior, uno muy fuerte en el cual se erodó casi todo el registro Cretácico, este se evidencia en la geometría que presentan los bloques de los flancos en donde se erodó gran parte del registro litológico, hasta el Paleozoico inferior, preservando solamente en la

parte axial de la Sub Cuenca de San Jorge registro estratigráfico del Cretácico y del Eoceno y posiblemente del Jurásico ya que hacia el Norte de la Serranía de San Lucas se han reportado sedimentos marinos de esta edad (Geyer,1969, en López E., 2005)

Por la transtensión entre las fallas de Romeral y Espíritu santo se generaron estructuras en flor que permitieron la generación de las cuencas de San Jacinto y Plato separadas por el alto de Cicuco el cual se generó por transpresión en estas zonas.

La Serranía de San Lucas hace parte del bloque colgante del sistema de Fallas del Espíritu Santo las cuales son Fallas de alto ángulo de buzamiento (70° - 80°) con vergencia al NW (ver Fig. 48) y que exhuman rocas cristalinas hasta del Precámbrico., los contactos de estas rocas son principalmente mecánicos mostrando una alta deformación y una intensidad de fracturamiento alta.

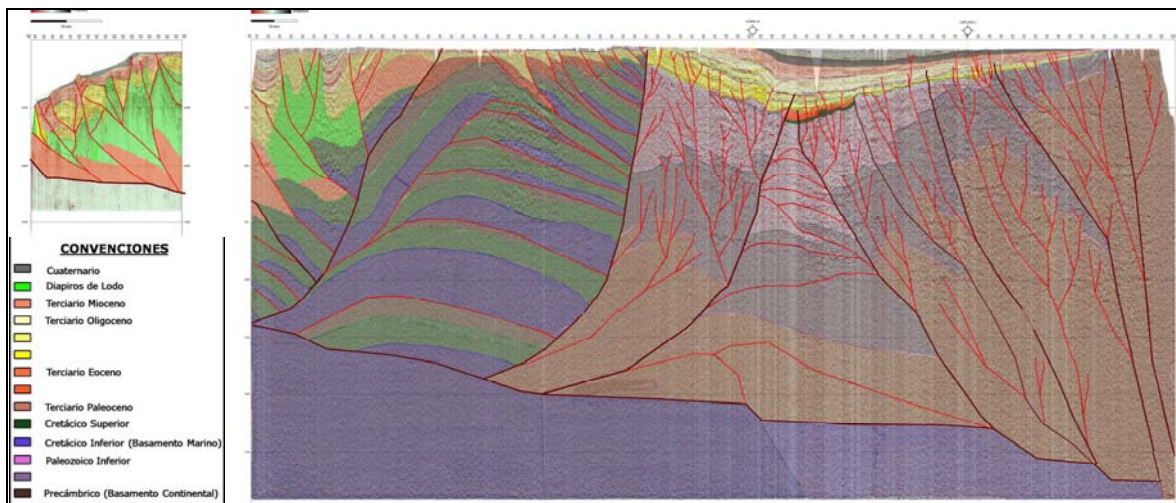


Fig. 48. Línea sísmica regional interpretada.

En la Fig. 49 se integro la información adquirida e interpretada en la Línea Sísmica Trasandina mostrando claramente los eventos transpresivos y transtensivos que generaron la geometría actual de las cuencas.

De la integración de la información del mapa regional se puede concluir:

La configuración espacial de los rasgos tectónicos activos cuaternarios en el Caribe, sugiere que esta región está sujeta a un régimen tectónico transcurrente compresivo (transpresivo), caracterizado por un esfuerzo horizontal máximo ($sH=s1$) de dirección NNE placa Caribe y EW-SE placa Suramericana y un mínimo ($sh=s3$ or $s2$) orientado E-NE Placa Caribe y W-SW placa Suramericana, los cuales son los responsables de la rotación del vector de desplazamiento principal a una dirección E en la placa Caribe al norte de la Sierra Nevada de Santa Marta.

La aplicación de métodos de inversión a datos microtectónicos determinados sobre planos de fallas en rocas sedimentarias esencialmente de edad plio-cuaternarias confirma este régimen tectónico, por lo que se recomienda un estudio al respecto.

Consecuentemente, este régimen es responsable por la cinemática y actividad cuaternaria de familias de estructuras tectónicas frágiles: (1) fallas dextrales NE, (2) fallas dextrales NW que actúan como "Riedels" sintéticos-, (3) fallas dextrales ENE a este que se comportan como fracturas P, (4) fallas normales NNO, (5)

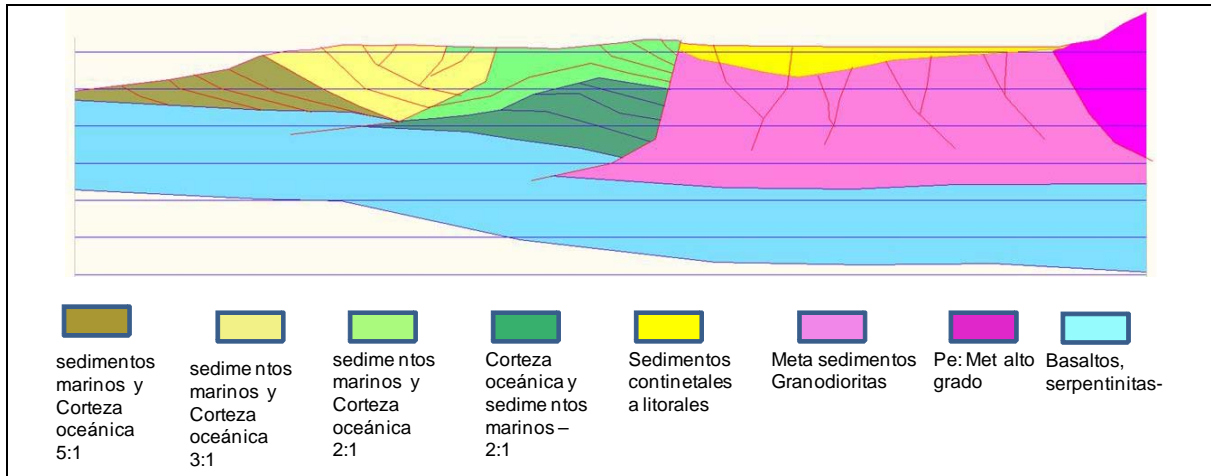


Fig. 50. Línea sísmica interpretada en profundidad y modelo regional de esta

Los estilos estructurales y la historia de deformación determinaron el sistemas de fracturas, fallas, saltos verticales y la geometría de estas, lo que es fundamental en la historia de generación, migración y entrapamiento de hidrocarburos, la determinación de la cronología de estructuración nos da como resultado el sistema petrolífero para las cuencas, ver Fig. 51.

También es importante ver los porcentajes de acortamiento calculados para las cuencas tanto en extensión como en el tiempo, con ello se puede tratar de establecer un sincronismo entre estructuración y migración, con el fin de poder establecer áreas y prospectividad.

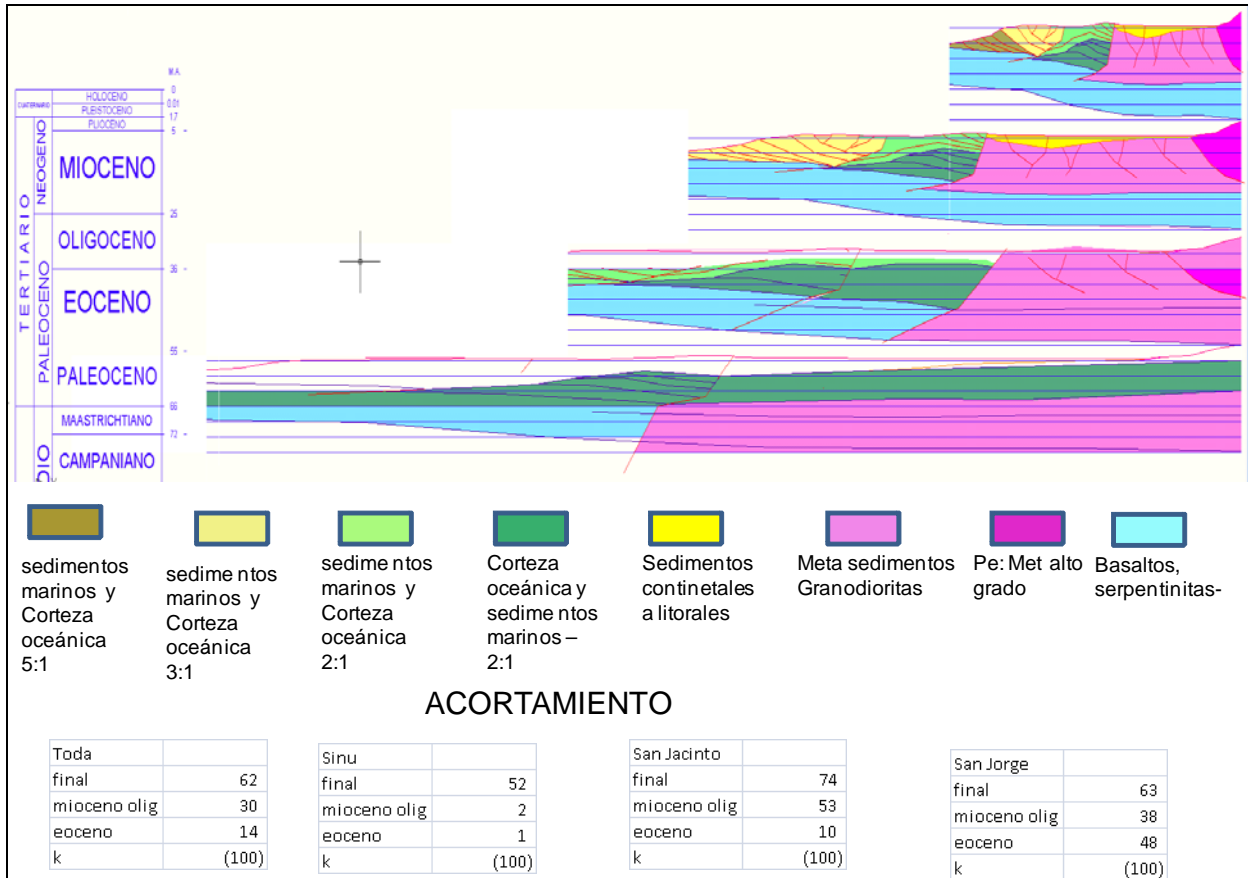


Fig. 51. Historia de evolución estructural y porcentajes de acortamiento

CONSIDERACIONES ESTRUCTURALES

La intensa deformación frágil y dúctil localizada en zonas de cizalla, asociada espacialmente a las zonas de las fallas principales Sinú y Romeral, están representadas regionalmente por lineamientos con azimut NE, que forma parte de un dúplex de rumbo a escala cortical. La deformación dúctil (Mioceno Superior-Plioceno) está representada por zonas de diapiros de ancho kilométrico, con foliación subvertical y dirección de estiramiento NE, mientras que la deformación transtensional dextral se manifiesta a lo largo de zonas de cizalla NW.

El área comprendida entre las fallas de Romeral y Espíritu Santo, corresponde a una zona de deformación interior, donde la geometría y cinemática dúctil (Mioceno Superior-Plioceno) y frágil (post-Mioceno Superior), son compatibles con un modelo triclinico de transpresión dextral general, caracterizado por predominancia de acortamiento NW-SE a lo largo de estructuras con orientaciones NS-NE y de cizalla lateral a lo largo de estructuras con orientaciones NE- EW.

La deformación frágil (post-Mioceno Superior), representada por fallas Kilométricas con estrías y buenos indicadores cinemáticos, tiene una distribución regional amplia y se superpone a la fábrica dúctil. Su cinemática es compatible con un régimen dextral transpresional y transtensional a lo largo de zonas de falla de direcciones NE y NW, respectivamente lo que se debe corroborar con trabajos de campo futuros.

Los movimientos Neotectónicos de rumbo, con dirección oblicua a la deformación debe estar en los 45° , lo que sugiere algún grado de desplazamiento en el trazo del plano de falla principal esto ocurre en un régimen global de transpresión dextral como en la Zona de Falla de Romeral, para cuantificar esta observación se requiere trabajo de campo a nivel regional.

La convergencia oblicua en el margen de placas Caribe-Sudamericana, se ha acomodado en una zona de deformación de centenares de kilómetros de largo y decenas de kilómetros de ancho, que abarca las cuencas de Sinú, San Jacinto, Valle Inferior y San Lucas. En este margen, una parte de la componente de acortamiento es absorbida mediante deslizamientos de rumbo en la zona de Benioff, bajo la región de Sinú. En este trabajo, se plantea la existencia de importantes zonas de deformación dúctil y frágil, de carácter inverso, dentro de San Jacinto y el VIM. Esta observación, unido al hecho que este sector de los Andes carece de un arco magmático el cual es sustituido por una faja plegada y corrida de la Cordillera Central y el VMM, sugiere que la convergencia oblicua ha sido acomodada en la Cordillera Central, y mediante Cabalgamientos en la región de la Cordillera Oriental, esto se explicaría con un muy bajo ángulo de la placa Caribe y una dirección de movimiento de rumbo principalmente.

SECCION EN PROFUNDIDAD

Con base en el modelo geológico expuesto en los párrafos anteriores se migro la línea en profundidad con las velocidades obtenidas en procesamiento, en esta sección se puede observar una distribución de profundidades entre 0 y 60 Km; para cada cuenca se obtuvo:

En la cuenca del Sinú los sinclinales son más amplios y se conservan las reflexiones observadas en los eventos profundos por debajo de los diapiros de lodo.

La Cuenca del San Jacinto se confirma los reflectores en apilamiento estructural postulado aunque con menor amplitud como efecto de la migración.

Para la cuenca de San Jorge se puede observar que su configuración es más amplia y una mejor definición de los reflectores, pudiéndose definir mejor el buzamiento regional; al igual que en la de tiempo por debajo del tope del basamento se muestran reflexiones en menor cantidad, de menor amplitud y frecuencia, lo que indica de un buen filtro por velocidades.

PERSPECTIVAS DE HIDROCARBUROS

A manera de referencia se menciona para cada una de las provincias geológicas de las cuales se obtuvo información sísmica con la línea regional su respectivo potencial de hidrocarburos y una visión diferente de la exploración de las mismas.

CUENCA VALLE INFERIOR DEL MAGDALENA

SUBCUENCA DE SAN JORGE

En esta subcuenca se han encontrado algunos campos de gas termogénico en sedimentos del Oligoceno y Mioceno Inferior (Fm. Ciénaga de Oro) tales como Jobo, Tablon, Sucre y Chinu.

De acuerdo con la concepción estructural que se tenía en su momento estos campos fueron descubiertos teniendo como hipótesis de exploración una tectónica compresional exclusivamente y por tanto se consideraba el bloque se dirigía al bloque alto de la falla. De otro lado, en la interpretación de la línea regional se ha considerado la presencia de fallas de rumbo concepto con el cual se puede dirigir la exploración a la búsqueda tanto en el bloque activo como el pasivo. En la interpretación de la línea regional se ha considerado la presencia de fallas de rumbo concepto con el cual se pueden prospectar hidrocarburos tanto en el bloque activo como el pasivo ya que en a tectónica de transpresión las estructuras resultantes tanto en la deformación como en la distribución de las unidades reservorio es bien diferente comparándolo con el compresional. En la Fig. 53 se presentan oportunidades adicionales de exploración en la cuenca de San Jorge que corresponden a: 1) Acuñaientos contra basamento de las unidades del Eoceno - Oligoceno. y 2) Crecimientos calcáreos del Oligoceno.-Mioceno inferior.

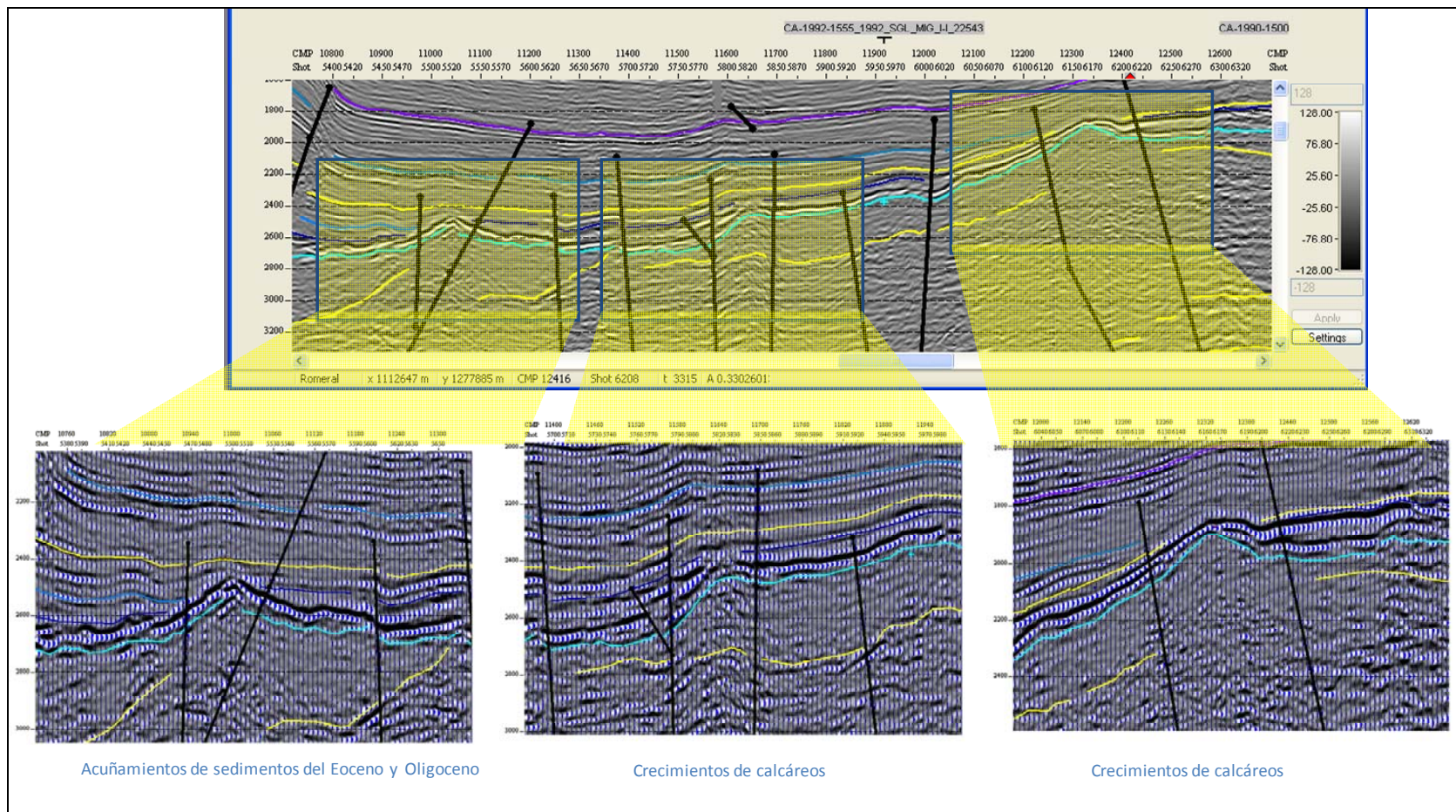


Fig. 53. Perspectivas de Hidrocarburos en la Sub Cuenca de San Jorge

Como roca generadora de hidrocarburos hasta el momento se han considerado las formaciones Porquero y Cienaga de Oro y por lo tanto la cuenca se considera Gas-Pron. Como resultado de este estudio se presenta la hipótesis de la presencia de Cretáceo en las partes profundas de esta cuenca. factor que le proporcionaría un interés petrolífero adicional a la cuenca puesto que se abriría la probabilidad de contar con hidrocarburos líquidos, dado el tipo de kerogeno de las formaciones de esta edad.

CUENCA DE SAN JACINTO

Esta cuenca de aproximadamente 27000 Km² ha tenido una escasa exploración, no obstante cabe mencionar que con el pozo Perdices 1, se encontró aceite de 43°API que indica la calidad de hidrocarburos a prospectar en esta area.

El estilo estructural corresponde al de un prisma acrecionario interno, resultado de efectos transpresivos. Las características estructurales interpretadas en esta cuenca, admiten dirigir la exploración a la prospección en apilamientos estructurales que involucren Cretáceo y Basamento (ver Fig. 54). En la Fig. 55 se muestra de manera conceptual el modelo a comprobar en futuras exploraciones, el cual contempla un alto fracturamiento con fallas y fracturas abiertas que permitirían por una parte la interconexion de sedimentos Cretácicos (roca generadora) con los diversos almacenadores y por otra el fracturamiento de estos ultimos mejorando de esta manera sus propiedades petrofísicas, permitiendo de esta manera tener almacenadores naturalmente fracturados. La capacidad conductora de las fallas se manifiesta por los manaderos de hidrocarburos presentes en la cuenca de San Jacinto. (ver Fig. 56).

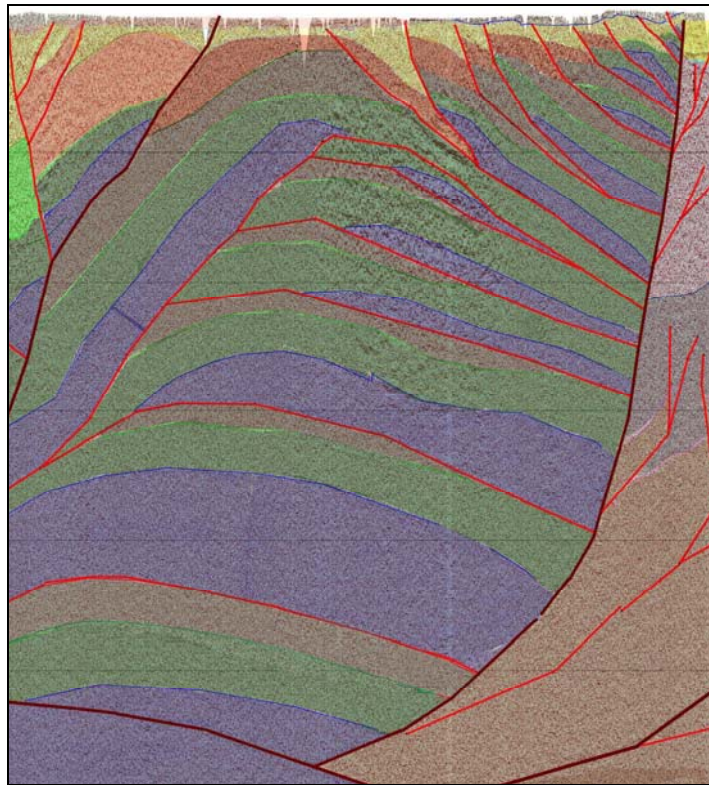


Fig. 54. *Perspectivas de Hidrocarburos en la Sub Cuenca de San Jacinto. Apilamiento estructural con rocas cretácicas y basamento oceánico*

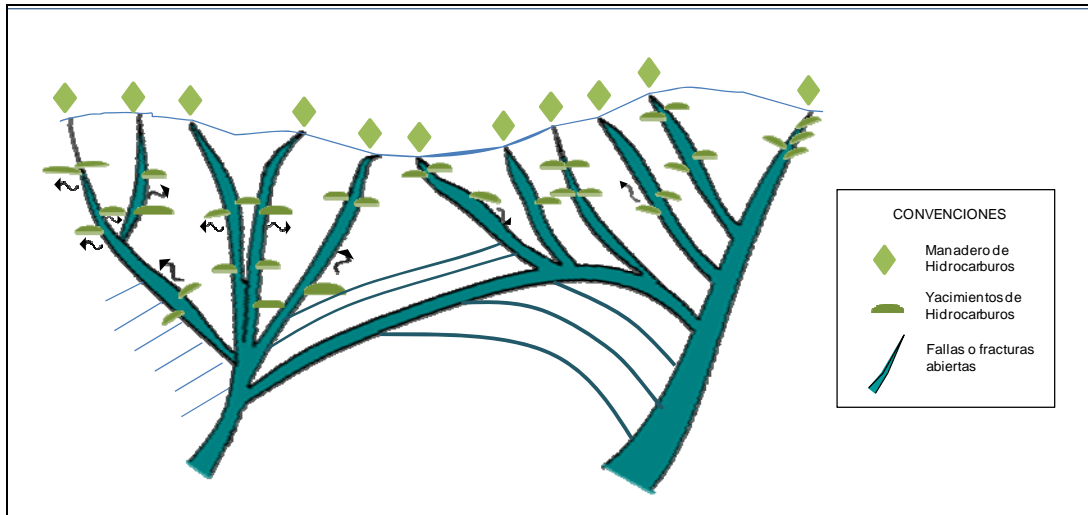


Fig. 55. Play de Yacimientos fracturados

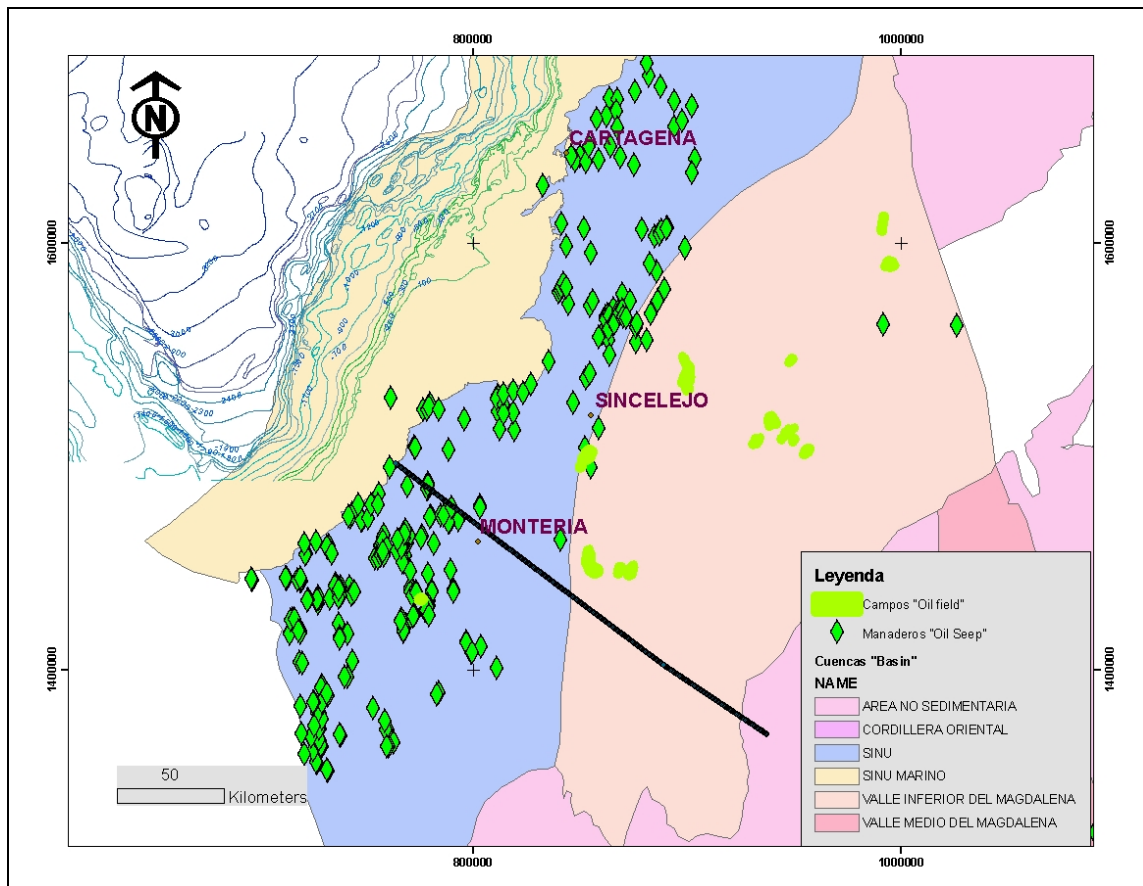


Fig. 56. Manaderos y campos de Hidrocarburos en las cuencas de Sinú y San Jacinto.

CUENCA DEL SINÚ

En esta cuenca se han encontrado dos campos de gas, Floresanto y Jaraguay, los estudios geoquímicos realizados en los hidrocarburos de varios pozos del área indican la diferencia en características tales como roca generadora, tipo de maduración, migración etc, lo que indica la posible existencia de dos rocas generadoras.

En este estudio se postula la presencia de Cretáceo como la unidad sedimentaria mas antigua del área, de esta manera se tendría generación proveniente tanto de rocas terciarias como de rocas cretáceas lo que al igual que en la cuenca del San Jacinto permite esperar la presencia de hidrocarburos líquidos.

El Marco estructural de la cuenca de Sinú corresponde a un prisma de acreción externo como resultado de esfuerzos transpresivos. En esta cuenca en la parte marina se puede interpretar una zona de fallas de cabalgamiento dispuestas en abanico, en la zona continental una estructura en flor y un apilamiento estructural, que producen estructuras anticlinales las cuales constituyen trampas para hidrocarburos.

Característica relevante de esta zona es el diapirismo de lodo que enmascara las estructuras positivas y realza la respuesta sísmica de los sinclinales. El diapirismo está relacionado con la componente compresiva del movimiento de la placa del Caribe y el fallamiento asociado. El fenómeno de diapirismo de lodo, en relación con la generación de hidrocarburos debe considerarse como un factor positivo, puesto que este actúa como un disipador de calor y por lo tanto el gradiente geotérmico disminuye aumentando de esta manera la ventana de generación y por lo tanto la probabilidad de tener hidrocarburos a mayor profundidad, infrayaciendo las invaciones de lodo (ver Fig. 57). Adicionalmente, se pueden esperar trampas de hidrocarburos en los monoclinales que se forma por arrastre contra las fallas asociadas con el volcanismo de lodo o/y las paredes de los diapiros. De lodo (Fig. 58.)

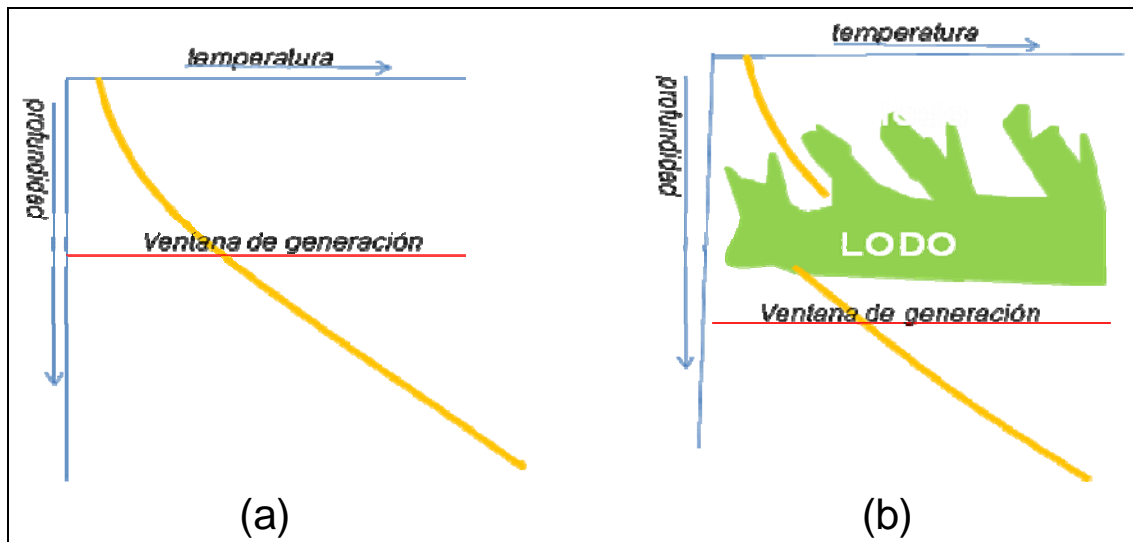


Fig. 57. Disminución del gradiente geotérmico por influencia de diapirismo de lodo en el esquema se muestra en la parte (a) el gradiente normal y en la (b) el desplazamiento hacia la izquierda de la curva del gradiente geotérmico

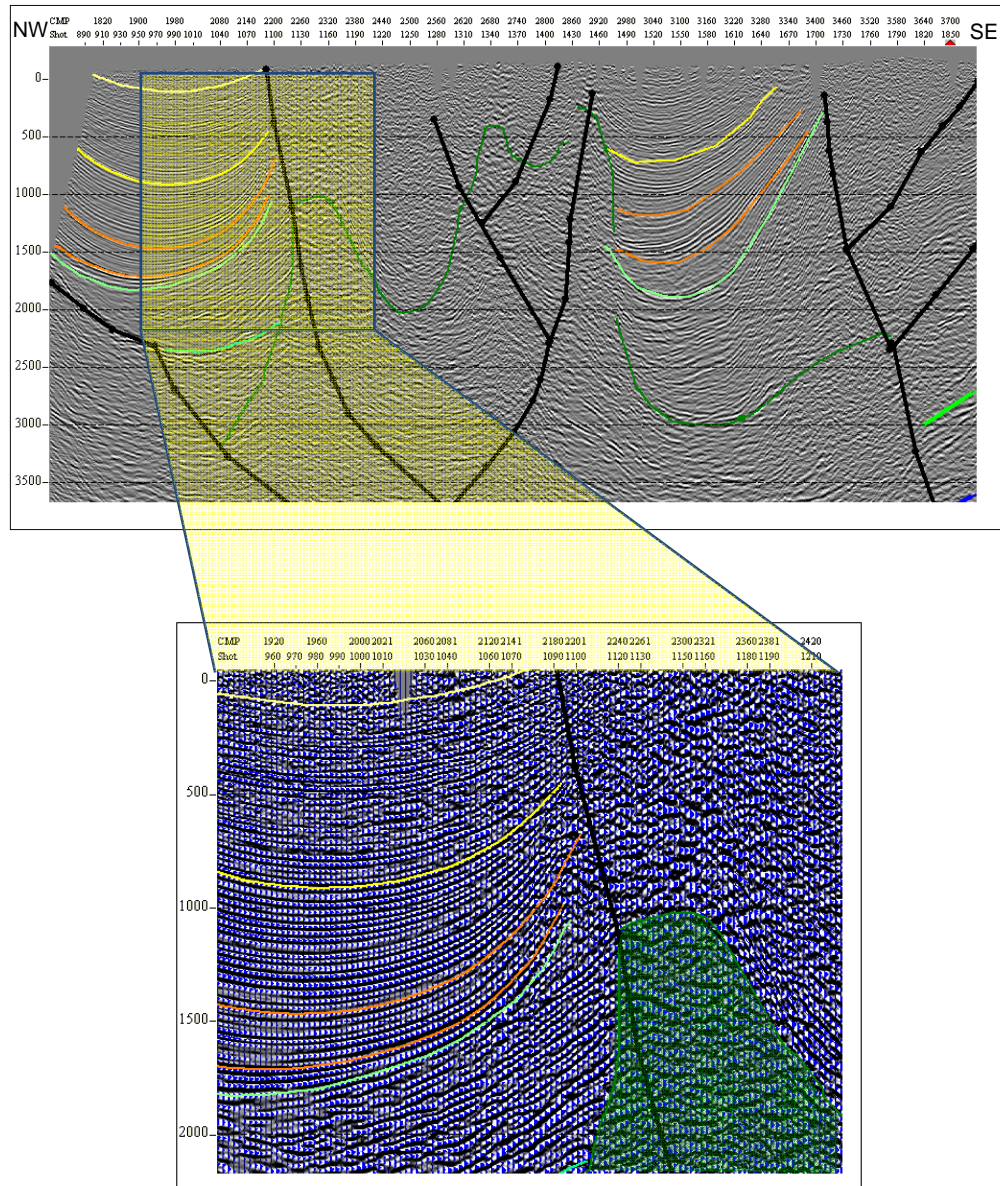


Fig. 58. Trampa de hidrocarburos en la cuenca del Sinú. Cierres creados por arrastre contra las fallas relacionadas con el diapirismo y/o las paredes de los diapiros.

BIBLIOGRAFIA

- Asesorías Geofísicas de Colombia Ltda. 2008 SERVICIO DE GRAVIMETRIA DE SUPERFICIE A LO LARGO DE LA LÍNEA SÍSMICA ANH-TR-2006-4A" Programa Sísmico "LÍNEA SÍSMICA TRANSANDINA ANH-TR-2006-4A, PROYECTO COLOMBIA REGIONAL.
- Caro, M., 2003. Structural evolution of the San Jacinto fold belt, NW Colombia. Thesis, Msc. University of Calgary, Alberta. Canada. 72p.
- Díaz, L., Ramos, B., 2007. Mapa Geológico de Colombia escala 1:1.700.000. Ariana Ltda
- Duque, H., 1967, Informe Bioestratigráfico preliminar, Cuadrángulo E-8 y D-8., Ingeominas., 31, 1522, Bogotá. Geosearch Ltda. 2008 SERVICIO DE GEOLOGÍA DE SUPERFICIE A LO LARGO DE LA LÍNEA SÍSMICA ANH-TR-2006-4A" Programa Sísmico "LÍNEA SÍSMICA TRANSANDINA ANH-TR-2006-4A, PROYECTO COLOMBIA REGIONAL
- Duque, H., 1971, Ciclos tectónicos y sedimentarios en el norte de Colombia y sus relaciones con la Paleogeología., Ingeominas. Bol. Geol. Vol. 19 N° 3., 23, 3, Bogotá.
- Duque Caro, H., 1979, Major Structural elements and evolution of Northwestern Colombia; in "Geological and geophysical investigation on Continental Margins"; AAPG; Memoir 29 (329-351).
- Duque - Caro, H., 1990a, The Chocó Block in the northwestern corner of South America: Tectonostratigraphic and paleogeographic implications., Galley Proofs Journal of South American Geol. (Submitted).,
- Duque-Caro, H. 1990b. Estratigrafía, Paleocanografía y Paleobiogeografía de la Cuenca del Atrato y la evolución de Panamá. - Bol. Geológico Ingeominas, 31(1), 3-46, Bogotá. -
- Duque-Caro, H. 1990c. El bloque del Chocó en el noroccidente colombiano: implicaciones estructurales, tectonoestratigráficas y paleogeográficas. - Bol. Geológico Ingeominas, 31(1), 47-71, Bogotá.
- Geosearch Ltda. 2008 SERVICIO DE GEOLOGIA DE SUPERFICIE A LO LARGO DE LA LÍNEA SÍSMICA ANH-TR-2006-4A" Programa Sísmico "LÍNEA SÍSMICA TRANSANDINA ANH-TR-2006-4A, PROYECTO COLOMBIA REGIONAL
- HGA Ltda. 2008 SERVICIO DE GEOQUIMICA DE SUPERFICIE A LO LARGO DE LA LÍNEA SÍSMICA ANH-TR-2006-4A" Programa Sísmico "LÍNEA SÍSMICA TRANSANDINA ANH-TR-2006-4A, PROYECTO COLOMBIA REGIONAL
- Ingeominas 2008. Mapa Geológico de Colombia.
- Lopez E., 2005 . Evolucion Tectónica de La región Caribe de Colombia, Instituto Colombiano de Geología y Minería
- Lowell, J. D. 1987. Structural styles in petroleum exploration. Oil and Gas Consultan International, Inc. Tulsa, Oklahoma. 477 p.
- Pindell, J. And Dewey, J., 1982. Permo-Triassic Reconstruction Of Western Pangaea And The Evolution Of The Gulf Of Mexico-Caribbean Region. Tectonics 1: 179-211.
- Pindell, J. L. And Barret, S. F., 1990. Geological Evolution Of The Caribbean Region: A Plate Tectonic Perspective. In: G. Dengo And J Case (Eds.), The Caribbean Region, Vol. H, The Geology Of North America. Geol. Soc. Am. Boulder, P. 405-432.
- Pindell, J. And Erikson, J., 1993. The Mesozoic Margin Of Northern South America. In: J. Salfity (Ed.), Cretaceous Tectonics Of The Andes, Vieweg Germany, P. 1-60.

- Pindell J. L. And Tabbutt K. D., 1995. Mesozoic-Cenozoic Andean Paleogeography And Regional Controls On Hydrocarbon Systems. In A. J., Tankard, R. Suarez And H. J. Welsink (Eds.), *Petroleum Basins Of South America: A.A.P.G. Mem.*, 62: 101-128.
- Pindell, J., George, Jr., R. P., Cristancho, J. And Higgs, R., 1997. Clarification Of The Late Cretaceous-Paleogene Evolution Of Colombia. *Iv Simposio Bolivariano Exploración Petrolera En Las Cuencas Subandinas*, Bogotá, Tomo I: 129-132.
- Pindell, J. L., Higgs, R., y Dewey, J. F., 1998. Cenozoic palinspastic reconstruction, paleogeographic evolution, and hydrocarbon setting of the northern margin of South America. En: Pindell, J. L., and Drake, C. L (eds), *Paleogeographic evolution, and non-glacial eustasy, northern South America*. Society for Sedimentary Geology (SEMP), Special Publication No. 58, p 45-85.