



INFORME FINAL DE INTERPRETACIÓN SÍSMICA

Elaborado por: **PETROSEIS LTDA.**
Elaborado para: **ANH.**



Programa: SINÚ SAN JACINTO 2D 2005
Fecha: 30 DE SEPTIEMBRE DE 2011

PetroSeis Ltda.
Calle 94A # 13-59 Of. 201
Bogotá, D.C. – Colombia
TEL. (571) 6237493
Fax (571) 6237729

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO.....	6
2. INTRODUCCIÓN.....	7
3. OBJETIVOS.....	7
4. ALCANCES DEL ESTUDIO.....	7
5. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	9
6. GEOLOGÍA REGIONAL.....	10
6.1 MARCO TECTÓNICO REGIONAL.....	10
6.2 MARCO TECTONO-SEDIMENTARIO.....	11
6.2.1 GEOLOGÍA DEL CINTURÓN PLEGADO DE SINÚ.....	11
6.2.2 GEOLOGÍA DEL CINTURÓN PLEGADO DE SAN JACINTO.....	11
6.2.3 GEOLOGÍA DEL VALLE INFERIOR DE MAGDALENA.....	13
6.3 GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO.....	13
6.3.1 SISTEMA PETROLERO DEL CINTURÓN DEL SINÚ.....	13
6.3.2 SISTEMA PETROLERO DEL CINTURÓN DE SAN JACINTO.....	14
6.3.3 SISTEMA PETROLERO DEL VALLE INFERIOR DE MAGDALENA.....	15
7. DATOS.....	16
7.1 REPROCESAMIENTO SÍSMICA ONDA P.....	16
8. INTERPRETACIÓN.....	19
8.1 ANTECEDENTES.....	19
8.2 BASES DE DATOS.....	23
8.2.1 Pozos.....	23
8.2.2 Columnas Estratigráficas.....	25
8.2.3 Calibración.....	26
8.2.4 Horizontes Interpretados.....	29
8.3 INTERPRETACIÓN SISMO-ESTRATIGRÁFICA Y ESTILOS ESTRUCTURALES.....	31
8.3.1 Interpretación Sismo-Estratigráfica.....	31
8.3.2 Estilos Estructurales Definidos.....	46
8.3.3 Diferentes dominios tectónicos del programa Sinú San Jacinto 2D 2005.....	46
8.3.4 Observaciones importantes de los Horizontes y Unidades Sísmicas.....	47
9. INTEGRACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE PROSPECTOS.....	48
10. PRODUCTOS FINALES.....	57
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
12. REFERENCIAS.....	60

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ACTIVIDADES REALIZADAS PARA EL PROGRAMA SINÚ SAN JACINTO 2D 2005	8
FIGURA 2. UBICACIÓN DE SINÚ SAN JACINTO 2D 2005.....	9
FIGURA 3. UBICACIÓN CUENCA DEL SINÚ, MOSTRANDO EL ÁREA DEL PROGRAMA SÍSMICO.	10
FIGURA 4. UBICACIÓN DE LOS DIFERENTES BLOQUES DEL CINTURÓN PLEGADO DE SAN JACINTO.	14
FIGURA 5. LÍNEA ANHSS-2005-01_PSTM DE SINÚ-SAN JACINTO 2D 2005 MIGRADA POSTAPILADO EN TRABAJOS ANTERIORES (ARRIBA) Y MIGRADA PRE-APILADO EN EL ACTUAL PROYECTO.....	17
FIGURA 6. LÍNEA ANHSS-2005-08_PSTM DE SINÚ-SAN JACINTO 2D 2005 MIGRADA POST-APILADO EN TRABAJOS ANTERIORES (ARRIBA) Y MIGRADA PRE-APILADO EN EL ACTUAL PROYECTO.....	18
FIGURA 7. SECCIÓN ESQUEMÁTICA DEL CINTURÓN PLEGADO DE SINÚ, EN EL CUAL SE MUESTRAN LOS RASGOS ESTRUCTURALES PRINCIPALES DEFINIDOS POR ANTOLINEZ EN SU ESTUDIO	19
FIGURA 8. SECCIÓN SÍSMICA QUE REPRESENTAN LAS 4 SECUENCIAS IDENTIFICADAS POR REY Y RUBIANO	20
FIGURA 9. ESQUEMATIZACIÓN DE LA CUÑA ACREACIONARIA DE SINÚ, EN LA CUAL SE PUEDE OBSERVAR LA DIRECCIÓN DE LA DEFORMACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO	20
FIGURA 10. SECCIÓN QUE MUESTRA LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA PETROLERO Y SECCIÓN SÍSMICA INTERPRETADA.....	22
FIGURA 11. MAPA UBICACIÓN DEL POZO ARBOLETES-1X CON RESPECTO A LAS LÍNEAS SÍSMICAS PERTENECIENTES A SINÚ SAN JACINTO 2D 2005.	24
FIGURA 12. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERALIZADA PARA SINÚ-SAN JACINTO Y EL VIM.	25
FIGURA 13. LOCALIZACIÓN DEL POZO ARBOLETES RESPECTO A LA LÍNEA ANHSS-2005-02 DE SINÚ SAN JACINTO 2D 2005 PARA LA CALIBRACIÓN SÍSMICA-POZO	26
FIGURA 14. CORRELACIÓN SÍSMICA-POZO DE ARBOLETES 1 CON LA LÍNEA SÍSMICA ANHSS-2005-02_PSTM DE SINÚ SAN JACINTO 2D 2005	27
FIGURA 15. LÍNEAS SÍSMICAS PERTENECIENTES AL LEVANTAMIENTO SINÚ SAN JACINTO 2D 2005 SOBRE EL MAPA GEOLÓGICO DE COLOMBIA (INGEOMINAS, 2007)	28
FIGURA 16. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE HORIZONTES Y UNIDADES INTERPRETADAS EN EL ÁREA DE SINÚ, SAN JACINTO Y VIM. PROGRAMA SÍSMICO SINÚ SAN JACINTO 2D 2005.....	30
FIGURA 17. SECCIÓN SÍSMICA ANH-SSSJ-2005-02-04-06.	32
FIGURA 17A. ZOOM DE LA SECCIÓN SÍSMICA ANH-SSSJ-2005-02-04-06.	33
FIGURA 17B. ZOM DE LA SECCIÓN SÍSMICA ANH-SSSJ-2005-02-04-06.	34
FIGURA 17C. ZOOM DE LA SECCIÓN SÍSMICA ANH-SSSJ-2005-02-04-06.	35
FIGURA 18. MAPA DEL HORIZONTE D3.	36
FIGURA 19. MAPA DEL HORIZONTE D4	37
FIGURA 20. MAPA DEL HORIZONTE D5.....	38
FIGURA 21. MAPA DEL HORIZONTE D7.....	39
FIGURA 22. MAPA DEL HORIZONTE D8.....	40
FIGURA 23. CORRELACIÓN SÍSMICA LATERAL DENTRO DEL PROGRAMA SINÚ SAN JACINTO 2D 2005... ..	43
FIGURA 24. DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES EN EL VIM, TRANSICIÓN ENTRE SUB CUENCA DE SAN JORGE.....	44
FIGURA 25. DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES EN EL VIM, SUB CUENCA DE PLATO.....	45
FIGURA 26. FLATTEN DE LOS HORIZONTES D7 Y D6, VIM.....	46
FIGURA 27. PROSPECTOS A1 Y A2 ASOCIADOS AL HORIZONTE D4	49

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

FIGURA 28. PROSPECTOS A3 Y A4 ASOCIADOS AL HORIZONTE D4.....	50
FIGURA 29. PROSPECTO B1 ASOCIADO AL HORIZONTE D5.....	51
FIGURA 30. PROSPECTO B2 ASOCIADO AL HORIZONTE D5.....	52
FIGURA 31. PROSPECTO B3 ASOCIADO AL HORIZONTE D5.....	53
FIGURA 32. PROSPECTO C1 ASOCIADO AL HORIZONTE D7.....	54
FIGURA 33. PROSPECTO C2 ASOCIADO AL HORIZONTE D7.....	55

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. INFORMACIÓN DE UBICACIÓN ESPACIAL DEL POZO EN ESTE PROGRAMA.....	23
TABLA 2. RELACIÓN DE REGISTROS PARA EL POZO EN ESTE PROGRAMA.....	23
TABLA 3. TOPES FORMACIONALES CON CORRELACIÓN DE EDADES PARA EL POZO ARBOLETES-1X.....	25
TABLA 4. DISTRIBUCIÓN DE HORIZONTES INTERPRETADOS	29
TABLA 5. HORIZONTES INTERPRETADOS Y SU CORRESPONDENCIA ESTRATIGRÁFICA Y TECTÓNICA	41
TABLA 6. LEADS IDENTIFICADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO SINÚ SAN JACINTO 2D 2005.	48

1. RESUMEN EJECUTIVO

Nombre del servicio:	Interpretación de Datos Sísmicos.
Proyecto:	Sinú San Jacinto 2D 2005 845,98 km.
Cuenca:	Sinú San Jacinto.
Datos Intepretados:	PSTM Componente Vertical.
Fecha de Interpretación:	Agosto de 2011.
Compañía:	PetroSeis Ltda.
Responsables:	
Por PETROSEIS:	Enrique García. Gerente General. Luis A. Espinel. Geólogo/Analista Líder de Procesamiento.
Por IGS:	Jesús Sierra. Control de Calidad del Procesamiento. Marlene Bonilla. Gerente de Proyecto. Crelia Padrón. Intérprete Senior. Iván Omaña. Geofísico Analista.
Por ANH:	Cristian Peñafort. Geólogo / Subdirección Técnica.

2. INTRODUCCIÓN

El presente informe presenta la interpretación de sísmica P reprocesada para la identificación de *leads* en el programa Sinú San Jacinto 2D 2005, en la Cuenca Sinú San Jacinto, Colombia.

El programa Sinú San Jacinto 2D 2005 es un levantamiento 2D adquirido en el año 2005 en la cuenca Sinú San Jacinto y realizado para la Agencia Nacional de Hidrocarburos -ANH-. Consiste en 10 líneas sísmicas y cuenta con 16.918 disparos y un total de 845,98 km. Geográficamente se encuentra ubicado sobre los departamentos Atlántico, Bolívar, Córdoba, Magdalena y Sucre.

El informe muestra los resultados de la interpretación de los 10 perfiles, de los cuales se cartografiaron 5 horizontes, y la definición de los estilos o dominios estructurales presentes en el área. Finalmente se presenta la identificación de 7 *leads* y la clasificación de tipos de trampas asociados a los niveles de interés.

3. OBJETIVOS

- Interpretar las secciones sísmicas en tiempo del programa sísmico Sinú San Jacinto 2D 2005 (845,98 km en total) adquiridos por la Agencia Nacional de Hidrocarburos -ANH-.
- Identificar posibles oportunidades a partir de los resultados de la interpretación estructural-estratigráfica.

4. ALCANCES DEL ESTUDIO

La Figura 1 presenta las actividades llevadas a cabo para cada una de las etapas contempladas en el programa Sinú San Jacinto 2D 2005.

- **Preliminar:** Revisión del marco tectónico-estructural del área de estudio.
- **QC Reprocesamiento:** Revisión y control de calidad del procesamiento sísmico para las líneas.
- **Interpretación estructural – stratigráfica:** sobre de las secciones de onda P en tiempo, de los límites de secuencias sísmicas asociados a topes de formaciones y horizontes sísmicos de interés prospectivo. Definición de los estilos estructurales en el área de estudio.
- **Integración y Leads:** Identificación, localización, descripción y clasificación de los diferentes *leads*.

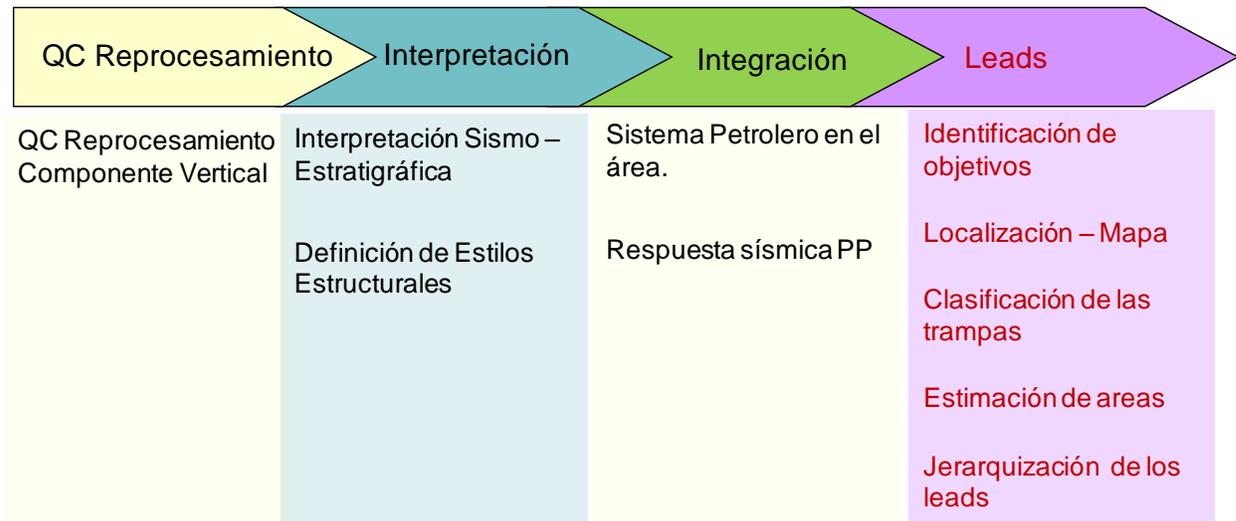


Figura 1. Actividades realizadas para el programa Sinú San Jacinto 2D 2005.

5. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El programa Sinú San Jacinto 2D 2005 se encuentra ubicado en la parte central y norte de la Cuenca Sinú San Jacinto, sobre el Cinturón Plegado de San Jacinto (CPSJ) y el Cinturón Plegado del Sinú (CS), limitado al oeste por la Cuenca Costa Afuera del Sinú y al este por las Sub - cuencas de San Jorge y Plato. En la parte más oriental las líneas solapan parte de las subcuencas de San Jorge y Plato. Este programa, situado sobre los departamentos Córdoba, Antioquia, Sucre, Bolívar, Atlántico y Magdalena, cuenta con cuatro (4) líneas regionales, tres (3) paralelas en dirección NW-SE y la cuarta en la dirección orthogonal, ver Figura 2.

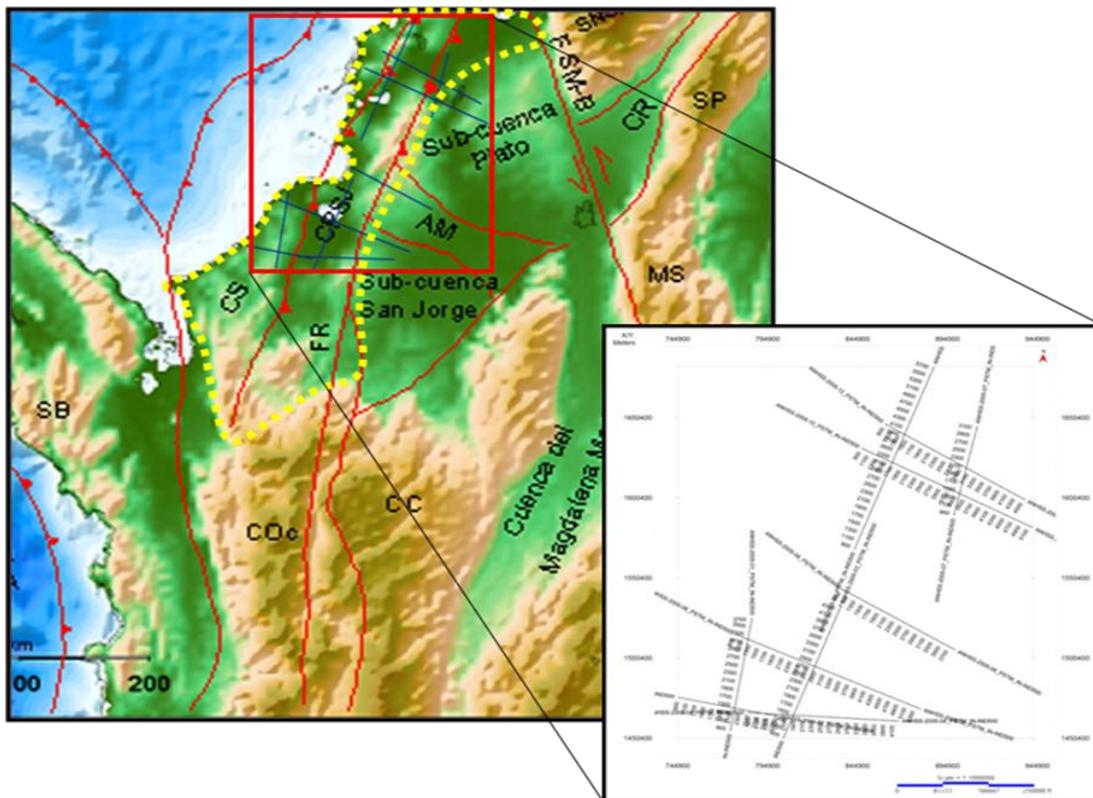


Figura 2. Ubicación geográfica del programa Sinú San Jacinto 2D 2005. Datos topográficos y batimétricos de Sandwell y Smith (1997). El programa Sinú San Jacinto 2D 2005 se encuentra sobre la parte central y norte de la Cuenca Sinú San Jacinto y en la parte más oriental las líneas solapan parte de las subcuencas de San Jorge y Plato. Tomado de Suárez (2009).

6. GEOLOGÍA REGIONAL

6.1 MARCO TECTÓNICO REGIONAL

El programa sísmico Sinú San Jacinto 2D 2005, abarca un área que involucra tanto los cinturones plegados de Sinú y San Jacinto como el Valle Inferior de Magdalena. Dicho programa está enmarcado en el contexto tectónico del borde de placas Caribe-Suramérica (Figura 3). El margen continental del Caribe Colombiano forma parte del frente de deformación originado por la subducción en sentido oeste-este de la placa Caribe bajo la placa Suramericana, proceso que se presenta desde el Cretácico tardío. Este proceso compresivo ha determinado en gran parte los patrones estratigráficos y estructurales en las provincias geológicas del norte de Colombia, y ha traído como consecuencia un régimen tectónico transpresivo, que ha involucrado obducción y acreción a lo largo del tiempo geológico.

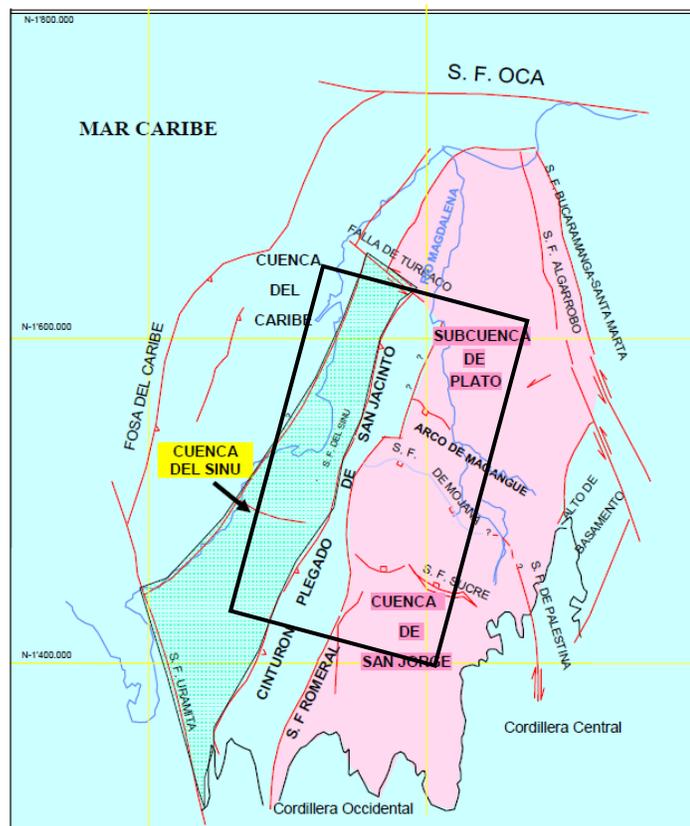


Figura 3. Ubicación Cuenca del Sinú, mostrando el área del programa sísmico. Modificado de Hernández y Jaramillo (2009).

El Cinturón Plegado del Sinú-San Jacinto ha sido definido por Flinch (2003) como un prisma de acreción Clásico, donde su parte interna corresponde a la parte más antigua Cinturón Plegado de San Jacinto y su parte externa corresponde a la parte más joven, cinturón del Sinú. El basamento del prisma de acreción consiste en gabros cretácicos, basaltos y lavas almohadilladas, intrusionadas por monzodioritas, monzonitas, sienitas y gabros.

Según Duque-Caro (1984), para el Cretácico existían dos (2) dominios geológicos completamente diferentes, el primero es una zona emergida, corteza continental, como continuación de la Cordillera Central, con presencia de rocas volcanoclásticas con metamorfismo de bajo grado, cuyo límite ha sido colocado en la actual zona de sutura del sistema de fallas de Romeral; y otro, al oeste del mencionado

sistema de fallas, con rocas fundamentalmente oceánicas como lo son serpentinitas y basaltos, previo a la depositación de sedimentos finos característicos de los cinturones plegados actuales (Jiménez, 2008).

Posterior a esta etapa, la sedimentación estuvo fuertemente controlada por el proceso transpresivo desarrollado en la zona, a causa de la migración al este de la placa Caribe y el emplazamiento del arco de Panamá. Este episodio limitó la depositación de unidades en el dominio continental y generando cuñas acrecionarias conocidas como sistema acrecionario Sinú San Jacinto, pero pudiendo diferenciarse en: Cinturón Plegado de Sinú (CPS) y Cinturón Plegado de San Jacinto (CPSJ).

6.2 MARCO TECTONO-SEDIMENTARIO

6.2.1 Geología del Cinturón Plegado de Sinú

El Cinturón Plegado de Sinú (CPS) está caracterizado por un conjunto de sedimentos marinos y fosilíferos superpuestos de gran espesor, predominando sucesiones del Oligoceno y Mioceno. El rasgo más representativo de esta parte de la cuenca es el diapirismo y vulcanismo de lodo, y el desarrollo de los sinclinales caracterizando cuencas longitudinales de hundimiento (Hernández, 2009). Este cinturón ha sido sometido a varios eventos de deformación, tanto extensivos como compresión simultánea en régimen de convergencia oblicua producto del choque de placa entre Caribe y Suramérica (Caro y Rey, 2009). A diferencia del Cinturón de San Jacinto, este prisma es catalogado como tal en el Mioceno, hecho atribuido al cierre del arco de Panamá.

Los diferentes eventos tectonoestratigráficos del CPS se pueden resumir dentro de la fase de margen activo del oeste de Suramérica, asociado a una serie de pulsos durante la deformación.

- **Eoceno medio:** Caro y Rey (2009) hacen referencia a una deformación incipiente en el cinturón, con deformación local previa en la base de los sinclinales. Los esfuerzos compresivos aumentan producto del avance del Caribe, generando un margen transformante y generando la Fosa del Sinú como nueva zona de subducción.

- **Oligoceno – Mioceno temprano:** Basculamiento de los estratos y levantamiento de la cuenca hacia el oeste del Cinturón de San Jacinto, como consecuencia de los continuos esfuerzos ocurridos en la Fosa del Sinú (Hernández y Jaramillo, 2009).

- **Mioceno medio:** Fuerte evento compresivo causante de la inversión de las estructuras existentes en el área, produciendo erosión y depositación, seguido por sedimentación turbidítica (Flinch, 2003), cerrando el ciclo con el levantamiento de la Serranía de Sinú debido al cierre de Panamá.

- **Plioceno tardío – Pleistoceno:** fuerte evento transpresivo que lleva a la cuenca a su configuración actual, produce fallamiento rumbo-deslizante, estructuras de flor positivas, rotación de sinclinales y diapirismo de lodo, emplazado a través de las fallas con componente rumbo-dextral deformando algunos anticlinales (Caro y Rey, 2009).

- **Pleistoceno – Holoceno:** El Cinturón de Sinú continúa emergiendo debido a la compresión lateral y a las altas presiones almacenadas en este, por lo que el vulcanismo de lodo es aun activo en esta etapa (Hernández, 2009).

6.2.2 Geología del Cinturón Plegado de San Jacinto

El Cinturón Plegado de San Jacinto (CPSJ), está caracterizado por una sucesión de estratos altamente tectonizados y fallados por esfuerzos transpresivos, cuya actividad de formación comienza a finales del Cretácico Superior debido al choque de las placas Caribe y suramericana a lo largo de la sutura de Romeral, levantando el borde continental ya emergido y produciendo deformación y metamorfismo en la zona.

En este sentido, los diferentes eventos tectonoestratigráficos del CPSJ se pueden resumir en dos (2) fases, la primera correspondiente al margen pasivo y la segunda fase corresponde al margen activo, asociado a una serie de pulsos durante la deformación.

La evolución geológica del CPSJ se puede resumir en cinco (5) eventos:

Fase 1: Margen Pasivo (Cretácico temprano-Cretácico tardío)

Inicio del Margen Pasivo a partir del Cretácico temprano hasta Cretácico tardío (Maastrichtiense). Durante el Albiense cesa el fallamiento normal asociado a la fase de apertura e inicia la sedimentación marina que se extiende a los márgenes norte y oeste de Suramérica, alcanzando su máxima extensión en el Cenomaniense al Santoniense (Covey y Dengo, 1993; Drake y Pindell, 1988).

Fase 2: Margen Activo (Maastrichtiense – Eoceno temprano)

A esta fase se le pueden asociar diferentes eventos de deformación debido a la colisión oblicua de las placas antes mencionadas:

2.1 Cretácico Tardío – Paleoceno: Diversos investigadores del área sugieren actividad diapírica que da paso a la deformación y emergencia del cinturón. Una transgresión en el área es la causante de sedimentación de rocas pelágicas marino profundo (Fm. Cansona) y batial (Fm. San Cayetano) que suprayacen al fundamento oceánico existente.

2.2 Eoceno medio – Oligoceno: Esfuerzos compresivos aumentan producto del avance del Caribe, generando un margen transformante y formando la Fosa del Sinú como nueva zona de subducción. Comienza la orogénesis pre-Andina, causante del primer levantamiento de mayor relevancia en el Cinturón de San Jacinto. La zona positiva al este de Romeral sirve de fuente a la sedimentación siliciclástica, depositando *cherts*, margas y lodolitas (Hernández, 2009).

2.3 Oligoceno - Mioceno temprano: Un evento diapírico causa el remodelado del relieve y la culminación de la inconformidad del Oligoceno Temprano. Sucesión de eventos erosivos, basculamiento de estratos y levantamiento de la cuenca hacia el oeste del Cinturón, como consecuencia de los continuos esfuerzos ocurridos en la Fosa del Sinú. Este hecho produce el aumento del ángulo de la falla Romeral por acreción de la cuenca oceánica, y da origen a cabalgamientos transpresivos, levantando las serranías de Sinú y San Jacinto en el Mioceno medio (Hernández y Jaramillo, 2009).

2.4 Mioceno tardío – Plioceno: Inestabilidad tectónica relacionada a la separación de la Sierra Nevada de Santa Marta, dando paso a un lapso totalmente emergente, con inversión de las principales estructuras y *half-grabens*, seguido de sedimentación turbidítica con aporte terrígeno (Flinch, 2003; Hernández, 2009).

2.5 Pleistoceno – Holoceno: El área es controlada por la Orogenia Andina, marca una etapa de plegamiento y fallamiento con intrusiones de lodo que deforman el cinturón plegado y en algunas zonas la exposición de la cubierta sedimentaria de la plataforma.

6.2.3 Geología del Valle Inferior de Magdalena

El Valle Inferior de Magdalena (VIM) está definido como zona positiva previo al Cretácico tardío (corteza continental), cuya actividad tectónica inicia con el choque de la placa Caribe con la Suramericana. Actualmente se divide en dos (2) depocentros principales conocidos como la subcuenca de Plato al norte y la subcuenca de San Jorge al sur, divididos por un alto de basamento llamado Arco de Magangué o Arco de Cicuco de orientación noroeste-sureste.

Los eventos tectonoestratigráficos del VIM se pueden resumir dentro de la siguiente serie de pulsos durante la deformación:

- **Conaciense – Paleoceno:** Deformación asociada a la colisión oblicua del arco continente, propagándose de sur a norte, desarrollando el sistema de fallas de Romeral, el cual separa los dominios continental y oceánico, acreción de corteza oceánica al oeste de la sutura, y la sedimentación de aguas profundas al oeste del límite, dejando sin depósitos al VIM.
- **Eoceno – Oligoceno:** Se activa la cuenca VIM. Acreción del Cinturón Plegado de San Jacinto. Colapsa una región de la Cordillera Central de la Cuenca de Plato-San Jorge. Depositación mayormente turbidítica.
- **Mioceno:** Cuenclas *piggyback* que se rellenan con sedimentos de evento regresivo. Al este de Romeral una compresión N-S que involucra basamento se desarrolló con inversión de estructuras existentes (Flinch, 2003). La colisión del arco de Panamá es la causante de la deformación de la Cordillera Central.
- **Plioceno:** Depocentros migran costa afuera desde el Mioceno. Inversión de cuencas Plato-San Jorge registran pulso final de orogenia andina. La fuerte regresión es la principal responsable de los cambios rápidos de facies marino, costero, continental.

6.3 GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO

6.3.1 Sistema Petrolero del Cinturón del Sinú

El Cinturón Plegado de Sinú, en cuanto al sistema petrolero se comporta de manera similar al Cinturón de San Jacinto, al poseer como roca madre a la Fm. Cansona con kerógenos tipo I y II aptos para la generación de petróleo y gas con valores de %COT entre 2-11%, con una media de 5,6% (ANH, 2006a), otras posibles rocas generadoras postuladas son aquellas de edad Oligoceno Temprano a Mioceno Temprano con kerógenos tipo II y III y valores de %COT que oscilan entre 1 y 7%, hecho que Díaz et al. (2009) colocan en evidencia, al mencionar que los campos de gas Floresanto y Jaraguay indican diferencia en roca fuente, migración, maduración, entre otros factores.

Caro y Rey (2009) mencionan que la Fm Cansona no se ha presentado como roca fuente en el área del Sinú, viendo la necesidad de apoyarse en rocas paleógenas como la Fm. Maralú. Por otro lado, estos autores colocan a las principales rocas reservorio a los niveles arenosos de las formaciones Pavo, Floresanto, Pajuil y Manantial. Entre las rocas reservorio propuestas en los informes de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH, 2006a y 2006b) se mencionan aquellos depósitos calcáreos y clásticos, arenas y conglomerados de la Formación San Cayetano que presentan porosidades entre 3 y 24%, rocas del Mioceno medio a tardío como las formaciones Porquero superior, Floresanto Pavo y Tubará.

Un muestreo y análisis de roca realizado por Geoandes, durante el año 2000, en la Cuenca de Sinú, muestra niveles factibles de reservorio correspondientes a arenas del Paleoceno y Oligoceno (Fm. San

Cayetano, El Floral y Ciénaga de Oro) por datos de porosidad, aunque poseen baja permeabilidad (ANH, 2006a).

Las trampas y sellos corresponden pliegues de etapas tempranas de formación de diapiros que no rompen completamente las secuencias y son lateralmente extensos, truncamientos de estratos contra los diapiros, truncamientos por discordancias sindeposicionales y otros cambios laterales de facies. Caro y Rey (2009) mencionan como posible sello a estratos de la Fm. Maralú y Floresanto.

6.3.2 Sistema Petrolero del Cinturón de San Jacinto

El Cinturón Plegado de San Jacinto en cuanto al sistema petrolero es dividido en dos (2) bloques, el bloque norte o Bloque Luruaco representado por el anticlinorio del mismo nombre y el Bloque San Jacinto al sur (Figura 4). En relación al segundo, su correspondiente anticlinorio es altamente tectonizado, imposibilitando el hallazgo de una sección estratigráfica bien representativa y limitando también la exploración del subsuelo. En sectores del centro de este anticlinorio afloran estratos de sedimentación marina correspondiente al Cretácico Tardío (Fm. Cansona), el cual es considerado la mayor sucesión de estratos con potencial de generación de hidrocarburos en el cinturón. Por otro lado, el anticlinorio Luruaco es una sección estratigráfica más reciente, con grandes estructuras de deformación. Los estratos que afloran en la parte central son sucesiones de arenas monótonas y arcillositas, discordantes con la Fm. Arroyo (ANH, 2006a).



Figura 4. Ubicación de los diferentes bloques del Cinturón Plegado de San Jacinto.

Este anticlinorio presenta cantidades importantes de resumaderos relacionados a depósitos continentales del Mioceno. Los análisis geoquímicos en el cinturón establecen contenido de kerógeno tipo I y II, aptos para generar petróleo y gas con valores de %COT entre 2-11%, con una media de 5,6% (ANH, 2006a).

En los informes de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH, 2006a y 2006b), se proponen como rocas reservorio los *cherts* fracturados y areniscas del Paleoceno, y Eoceno correspondientes a la parte superior de la Formación Cansona y a la Formación San Cayetano, sobre la cual se han obtenido porosidades entre 3 y 24%. Hacia la parte norte del cinturón, las rocas reservorio corresponden a unidades paleógenas – neógenas, como lo son las formaciones Pajuil, Floresanto, Pavo, San Jacinto Ciénaga de Oro, El Carmen, Porquera, Mucacal, Maco y La Risa.

Por otro lado, las trampas corresponden a los pliegues por fallamiento inverso, por intrusiones de diapiros, trampas estratigráficas por cambios laterales de facies, discordancias sindeposicionales, truncamientos de reservorios por rellenos de valles incisos, anticlinales, altos de paleobasamento, entre otros. Las lodolitas silíceas de la Formación San Cayetano pueden actuar como roca sello en las intercalaciones clásticas del área, así como las formaciones Maralú, Changue y Carmen.

El mayor riesgo para el sistema petrolero en el área corresponde a la sincronización, debido a los diversos pulsos de deformación que pudieron destruir las estructuras formadas y remigrar el hidrocarburo previo al Plioceno. Para la parte norte del cinturón, los abanicos aluviales y canales distributarios como vías de migración a zonas altas.

No obstante, en los reportes antes mencionados de la Agencia Nacional de Hidrocarburos -ANH-, se sitúan dos (2) eventos principales de migración, el primero en el Paleoceno tardío y otro antes de la deformación del Mioceno temprano.

6.3.3 Sistema Petrolero del Valle Inferior de Magdalena

Con base en datos geoquímicos, la Agencia Nacional de Hidrocarburos -ANH- muestra que el sistema petrolero del VIM es completamente diferente a aquellos desarrollados en las provincias de Sinú y San Jacinto, debido principalmente a la Falla Romeral (ANH, 2006a y 2006b).

La roca madre por excelencia en la zona está constituida por las lutitas fluviales de la Formación Ciénaga de Oro, con puntos aun activos y en fase de generación/migración, que están presentes en la subcuenca Plato, registrado entre los pozos Guamito-1 al noreste y Pijiño-1 al sur, formación con unidades arenosas cuyas características le permiten servir a su vez de reservorio, por presentar una secuencia espesa. El sello local lo representan las intercalaciones de lutitas fluviales-transicionales de la Fm. Ciénaga de Oro, a la cual le suprayace las lutitas de Porquero Inferior.

Las trampas en el área están conformadas por los pliegues compresivos relacionados al sistema de falla de Romeral y los truncamientos por falla. La migración es por la red de fracturas y planos de falla.

7. DATOS

7.1 REPROCESAMIENTO SÍSMICO DE ONDA P

En este proyecto se llevó a cabo el reprocesamiento de todas las líneas sísmicas de la zona San Jacinto 2005. Esta secuencia de procesamiento incluyó una migración pre-apilado, buscando mejorar la definición de reflectores, terminaciones y colapsar mejor las estructuras observadas. A continuación se mostraran varias figuras comparativas de las líneas sísmicas migradas post-apilado (procesamiento anterior) respecto a las migradas pre-apilado en el presente trabajo.

En la Figura 5 se muestra claramente como el perfil migrado pre-apilado (abajo) correspondiente a la ANHSS-2005-01_PSTM del programa sísmico Sinú San Jacinto 2D 2005, presenta una mejor definición de reflectores, en especial en zonas con mayores buzamiento (ver recuadros negros); asimismo se pudo corroborar que esta sección presenta una mejor relación señal-ruido que la obtenida de la migración post-apilado de trabajos previos. En la figura 6 se muestra la ANHSS-2005-08_PSTM de la zona de estudio migrada post-apilado (procesamiento anterior) y migrada pre-apilado (reproceso Petroseis Ltda. 2011), se corrobora la mejora en calidad de señal que ofrece la migración pre-apilamiento.

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

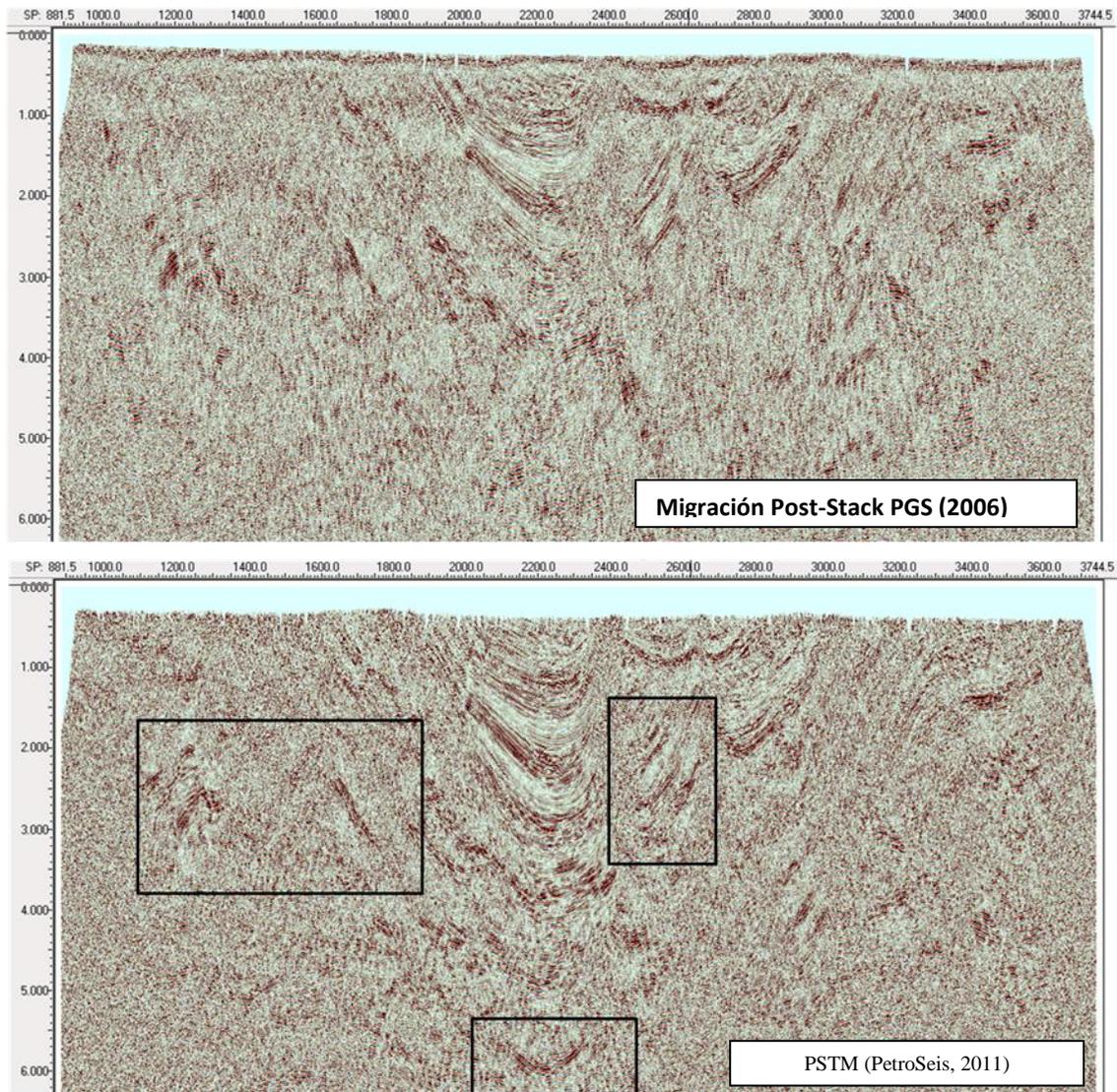


Figura 5. Línea ANHSS-2005-01_PSTM de Sinú San Jacinto 2D 2005 migrada postapilado en trabajos anteriores (arriba) y migrada pre-apilado en el actual proyecto.

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

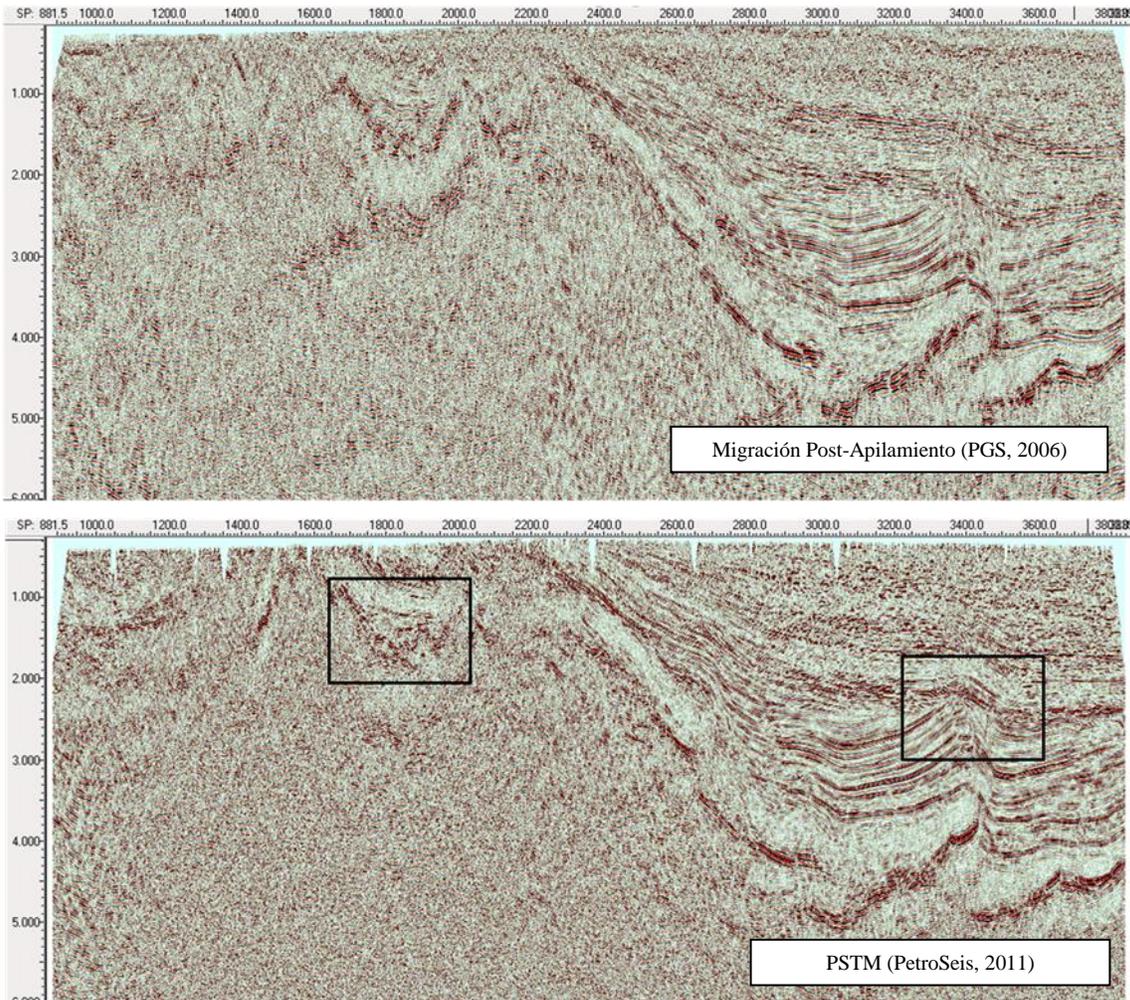


Figura 6 Línea ANHSS-2005-08_PSTM de Sinú San Jacinto 2D 2005 migrada post-apilado en un procesamiento anterior (arriba) y migrada pre-apilado en el actual proyecto.

El reprocesamiento llevado a cabo en el presente trabajo es de gran importancia porque permitió obtener una mejor información sísmica y con ello un mejor entendimiento del estilo estructural e información estratigráfica del área de estudio.

8. INTERPRETACIÓN

8.1 ANTECEDENTES

Según Caro y Rey (2009) la existencia de los componentes del sistema petrolero está comprobada por la producción reportada en los campos Floresanto y Jaraguay Norte.

Antolinez et al. (2009) concluyen de una sección NW – SE, que el cinturón deformado de Sinú representa la continuación hacia el sureste de un frente de deformación, en el cual se presentan fallas inversas que convergen hacia esta misma dirección con bloques que cabalgan sobre una zona no deformada en el noroeste, que se depositó sobre la corteza oceánica (Figura 7). Estos mismos autores plantean que las fallas tienen un despegue en rocas pre-oligocenas, además de proponer el desarrollo de una cuenca asimétrica limitada por fallas normales de edad Oligoceno – Mioceno.

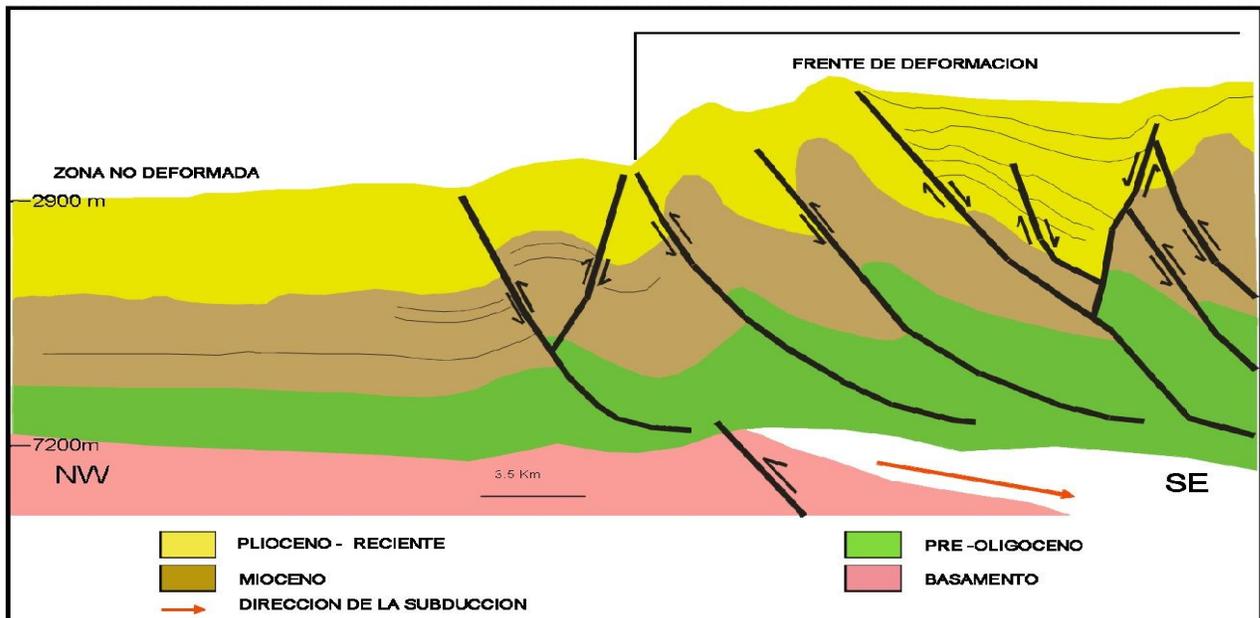


Figura 7. Sección esquemática del Cinturón Plegado de Sinú, en el cual se muestran los rasgos estructurales principales definidos por Antolinez en su estudio. Tomado de Antolinez et al., 2009.

Por otra parte Rey y Rubiano (2009), en su estudio del área costa afuera de la Cuenca de Sinú definen cuatro (4) secuencias sísmicas depositadas entre el Mioceno y el Holoceno, dentro de las cuales se encuentran tres (3) tipos de reservorios con excelentes propiedades petrofísicas, los cuales son: “*sheet sands* no confinadas”, “*sheet sands* semiconfinadas” y “*channel levee complex*” (Figura 8).

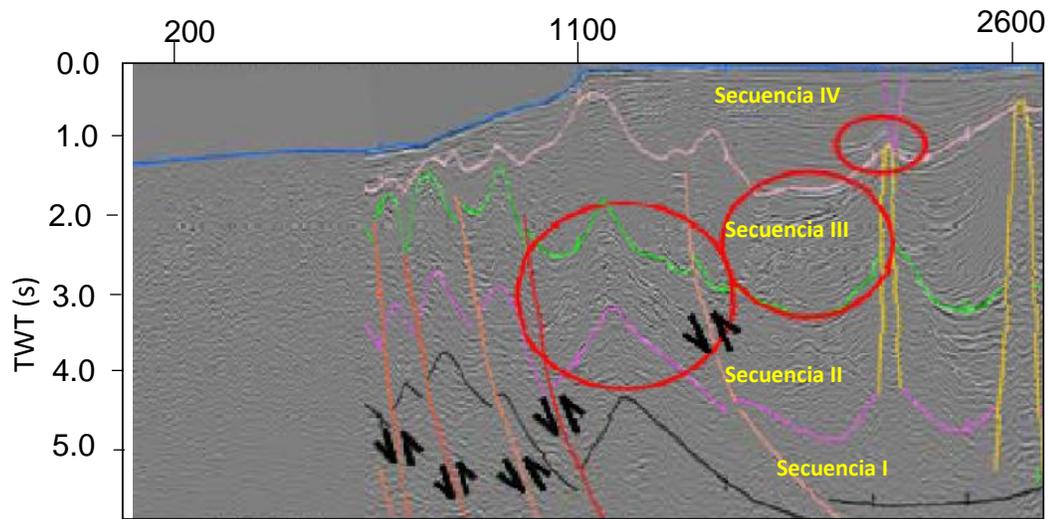


Figura 8. Sección sísmica que representan las 4 secuencias identificadas por Rey y Rubiano. Dentro de las elipses rojas se encuentran los reservorios identificados como “sheet sands semiconfinadas” (Rey y Rubiano, 2009).

Flinch (2003) define el área de Sinú San Jacinto como una cuña acrecionaria de edad Oligoceno – Paleoceno, en el cual las rocas más antiguas están expuestas hacia el este y el área Sinú sería la zona imbricada más joven que está expuesta hacia el oeste del área. Además, Cerón et al. (2005) identifican dos (2) discordancias en el área, una de edad Eoceno – Oligoceno temprano, relacionada a la Orogénesis Pre-andina y otra durante el Mioceno tardío – Plioceno temprano, relacionada a la Orogénesis Andina.

Estos autores identifican tres (3) unidades estructurales en el área donde se ubica el prisma acrecionario de Sinú y San Jacinto: la primera una plataforma sin deformar al este de la zona de falla Romeral, una segunda unidad que representa el cinturón plegado de San Jacinto al oeste de esta misma zona de falla, y el cinturón deformado de Sinú donde la deformación continúa hacia el frente de la cuña (Figura 9).

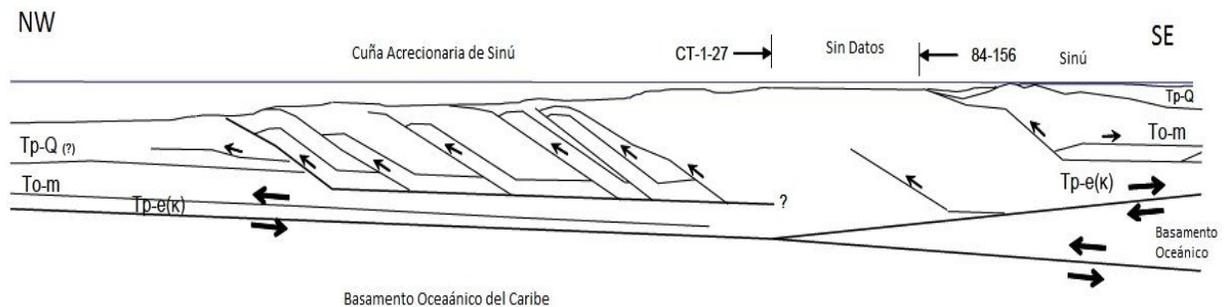


Figura 9. Esquematación de la cuña acrecionaria de Sinú, en la cual se puede observar la dirección de la deformación en el área de estudio. Tomado de Cerón et al., 2005.

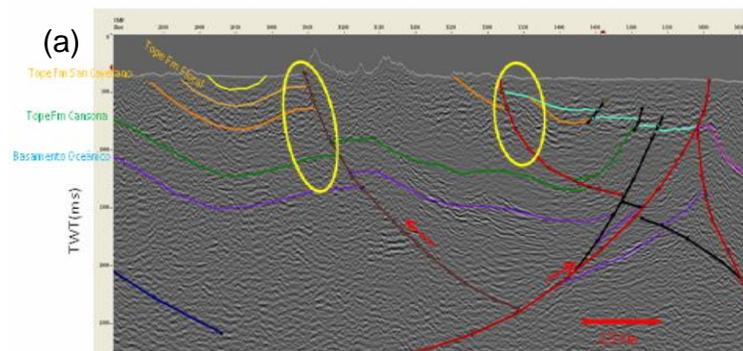
En el año 2006, el Grupo SP-337 realizó un reprocesamiento de las líneas de la campaña de interés. Dentro de la secuencia de procesamiento se pueden destacar: Edición de trazas, recuperación de amplitudes, deconvolución consistente en superficie, análisis de velocidades, entre otros. Luego se realizó el apilado final, para posteriormente proceder a realizar la migración por diferencias finitas, aplicar filtros y ganancia, y obtener el resultado final.

La geología del petróleo del área puede ser dividida en tres (3) zonas, primero la relacionada al cinturón deformado de San Jacinto, en la que se define como roca madre a la Formación La Casona, la cual es la principal roca generadora para el noroeste de Colombia. Como roca yacimiento se proponen las arenas de la Formación San Cayetano, mientras que la roca sello es definida por los sedimentos finos de la Formación El Floral, que se encuentran en la parte central de los sinclinales. Por último, como se muestra en la Figura 9, los flancos de los sinclinales se identifican como trampas, delimitadas por las fallas inversas, y los bloques colgantes de las fallas inversas (ANH 2006a; Caro y Rey, 2009).

La segunda zona pertenece al área del cinturón deformado de Sinú. El sistema petrolero es similar al antes descrito, los autores proponen como roca madre “*shales*” de ambiente marino profundo de edad Mioceno temprano a medio de la Formación Floresanto, la Formación Maralú de edad Oligoceno y el *Chert* de Candelaria (ver Figura 10). En cuanto a la roca reservorio, se propone las arenas de la Formación Pavo en el occidente y las arenas de las formaciones San Rafael y Pavo en el oriente, mientras que los sedimentos finos de la Formación Floresanto se definen como roca sello (ANH 2006a; Caro y Rey 2009).

La tercera zona corresponde al área del Valle Inferior de Magdalena, en la cual el sistema petrolero es completamente diferente a aquellos descritos anteriormente. La roca madre por excelencia en la zona está constituida por las lutitas fluviales de la Formación Ciénaga de Oro, mientras que los intervalos arenosos de la misma le permiten servir a su vez de reservorio, el sello regional es representado por la secuencia de lutitas de Porquero Inferior. Las trampas en el área las conforman los pliegues compresivos relacionados al sistema de falla de Romeral y los truncamientos por falla.

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005



Sección Sísmica ANH-SSUR-2008-06, PSTM

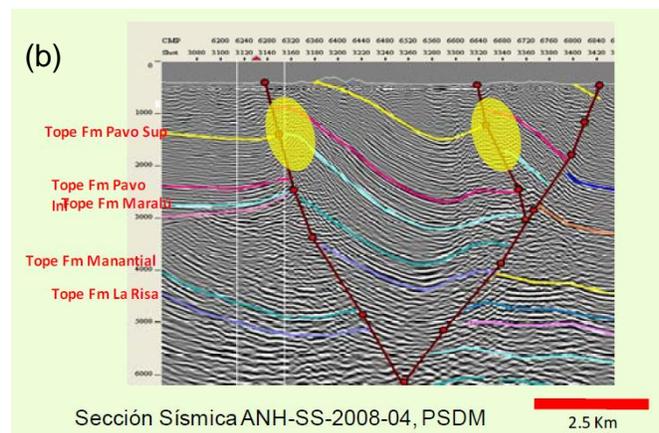


Figura 10. Sección que muestra los elementos del sistema petrolero y sección sísmica interpretada. Tomado de Caro y Rey (2009). La sección (A) muestra los elementos del sistema petrolero identificados por Caro y Rey, 2009. En el área de estudio, dentro del círculo amarillo se presentan las áreas prospectivas definidas por estos autores. Mientras que en la sección sísmica interpretada (B), se pueden observar las trampas estructurales (elipses amarillas) interpretadas por Caro y Rey, 2009, para el área de Sinú.

8.2 BASES DE DATOS

8.2.1 Pozos

Para la interpretación del programa Sinú San Jacinto 2D 2005, se contó con la información del pozo Arboletes-1X. La Tabla 1 muestra información relacionada con el posicionamiento del pozo Arboletes-1X con coordenadas en Datum Magna Sirgas (Zona Bogotá), mientras que en la Tabla 2, se observa la relación de registros para el mismo, así como la disponibilidad de *checkshots*.

Tabla 1. Información de ubicación espacial del pozo en este programa.

POZO	UWI	KB (pies)	COORDENADA X (m)	COORDENADA Y (m)
Arboletes-1X	ARBO001	51,5	744.427	1.473.572

Tabla 2. Relación de registros para el pozo en este programa.

POZOS	REGISTROS						CHECKSHOT
	GR	SP	DT	Resistividad	RHO	PHI	
Arboletes-1X	X	X	X	X	X	X	

En el mapa expuesto en la Figura 11, se muestra la ubicación del pozo Arboletes-1X con respecto a las líneas sísmicas pertenecientes al levantamiento de Sinú San Jacinto 2D 2005. De esta imagen se puede observar que el pozo se encuentra cercano a la línea ANHSS-2005-02, con la cual se hizo la correlación sísmica-pozo.

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

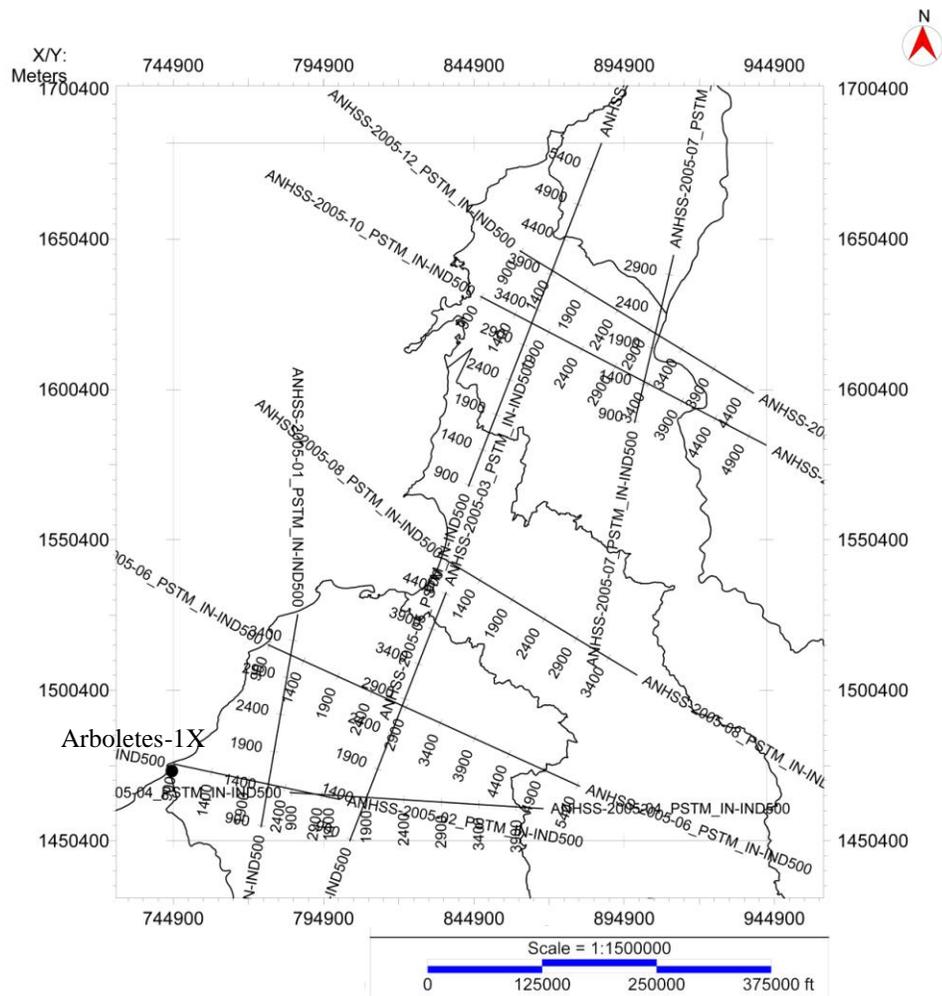


Figura 11. Mapa ubicación del pozo Arboletes-1X con respecto a las líneas sísmicas pertenecientes a Sinú San Jacinto 2D 2005. Sistema de Coordenadas Magna Sirgas, Zona Bogotá.

La información de topes para el pozo Arboletes-1X se observa en la Tabla 3. Estos topes fueron establecidos por ECOPEPETROL mediante la interpretación de registros eléctricos, información bioestratigráfica y correlación de pozos.

Tabla 3. Topes formacionales con correlación de edades para el pozo Arboletes-1X.

UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	EDAD	TOPE (pies)
Corpa	Plioceno - Pleistoceno	---
Tubara	Mioceno tardío	90
Porquero superior	Mioceno temprano	430
Porquero inferior	Mioceno medio	4315
Ciénaga de Oro superior	Oligoceno – Mioceno temprano	6320
San Jacinto	Eoceno tardío	5910

8.2.2 Columnas Estratigráficas

La estratigrafía del CPS y CPSJ se resume en la siguiente columna generalizada (Figura 12), en la cual se muestra la relevancia hidrocarburífera de las calizas de la Formación Cansona, las arenas de Ciénaga de Oro (CDO) y de San Cayetano de edad Cretácico Superior, Eoceno superior y Paleoceno superior, respectivamente.

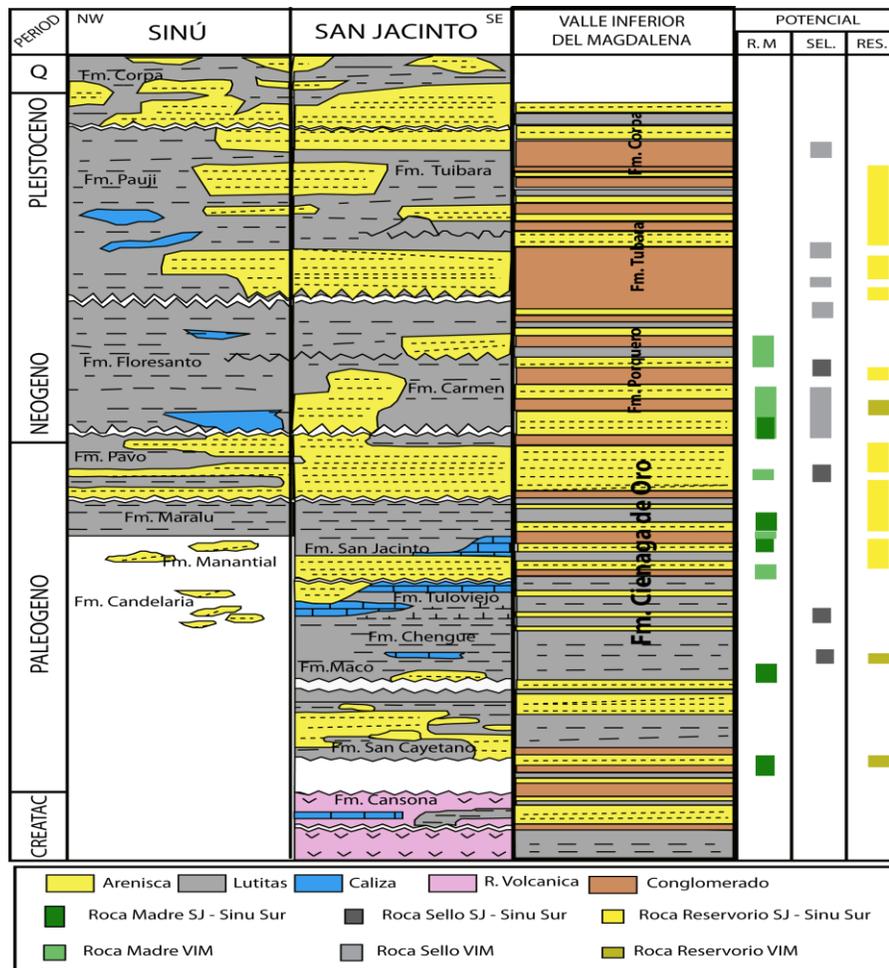


Figura 12. Columna estratigráfica generalizada para Sinú-San Jacinto y el VIM. Nótese en recuadro rojo la formación reservorio clave.

8.2.3 Calibración

El único pozo disponible con registros sísmico y/o densidad necesarios para la calibración sísmica-pozo es el pozo Arboletes-1X. El pozo Arboletes-1X se encuentra ubicado hacia el suroeste, justo sobre la línea ANHSS-2005-02 de Sinú San Jacinto 2D 2005 (ver flecha verde en Figura 13), la cual presenta una buena relación señal/ruido en la cercanía al pozo.

En la Figura 14, se muestra la calibración realizada entre el sismograma sintético generado para el pozo Arboletes-1X proyectado sobre la línea la ANHSS-2005-02 de éste programa. Resalta la buena correlación obtenida entre los diferentes picos y valles para el intervalo 1500 y 3500 ms de profundidad. Esta calibración ha sido de gran importancia porque permitió corroborar la interpretación sísmica realizada y comprobar en cierta medida la correlación entre el mapa geológico de superficie disponible con respecto a los topos formacionales en el pozo.

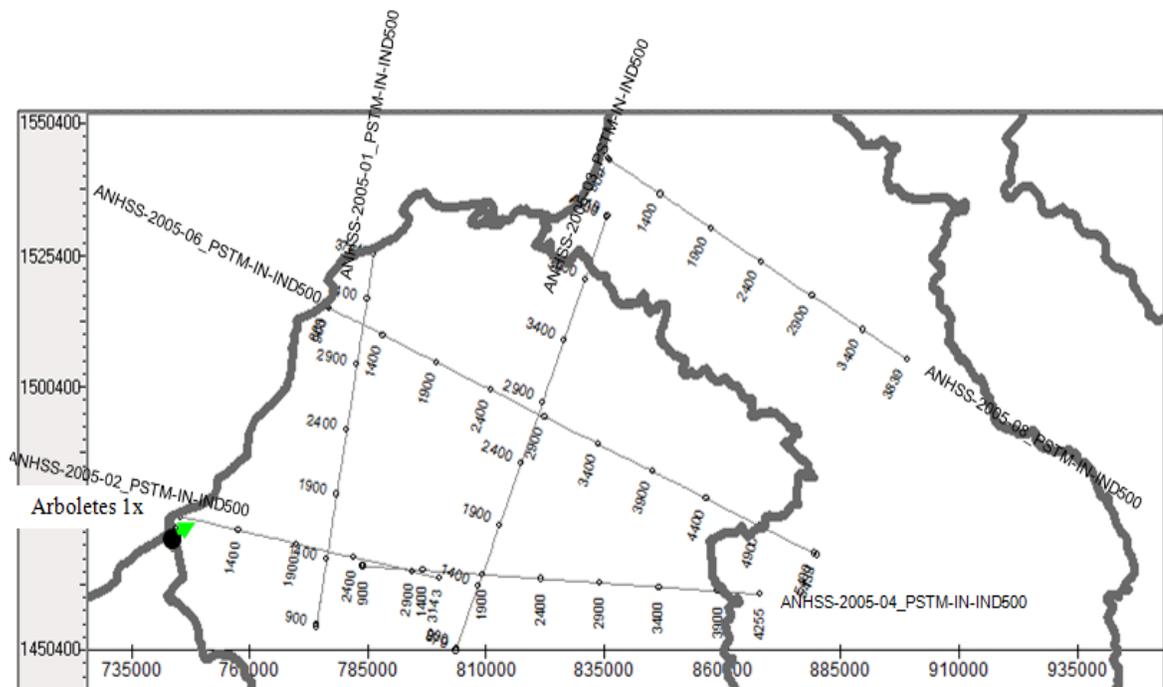


Figura 13. Localización del pozo Arboletes respecto a la línea ANHSS-2005-02 de Sinú San Jacinto 2D 2005 para la calibración sísmica-pozo.

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

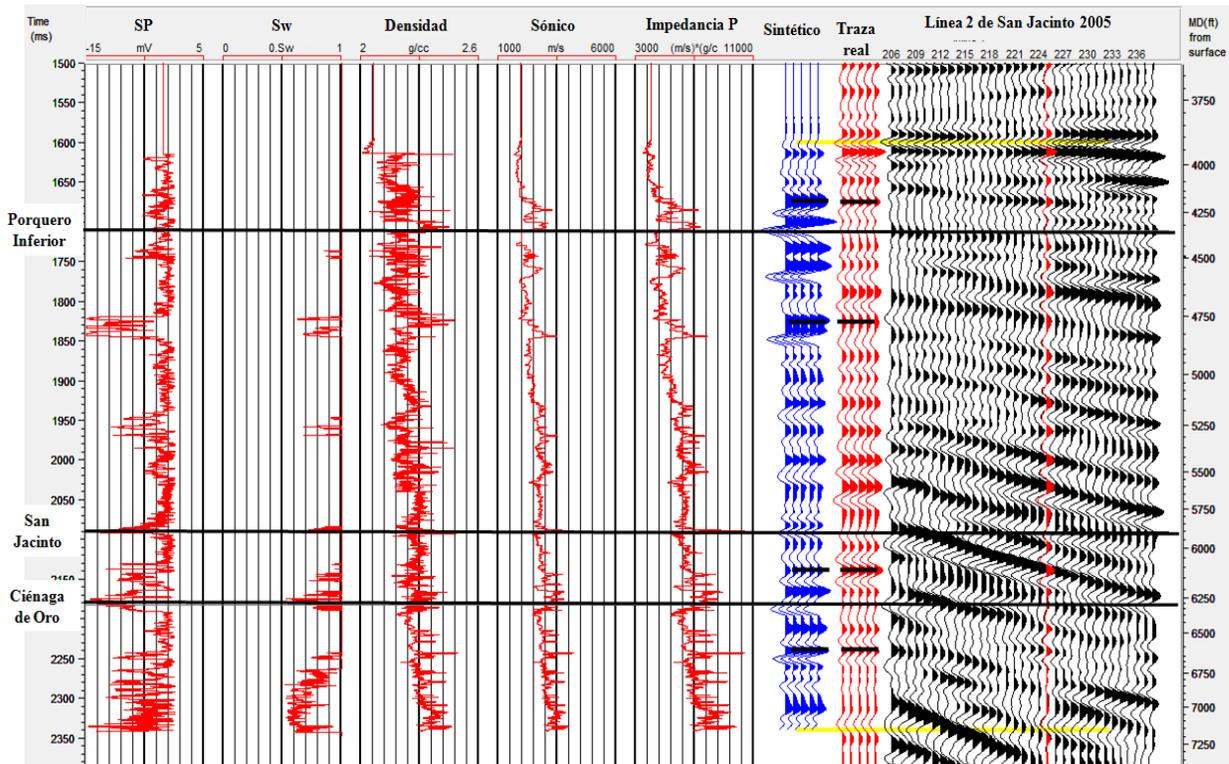


Figura 14. Correlación sísmica-pozo para Arboletes-1X con la línea sísmica ANHSS-2005-02_PSTM del programa Sinú San Jacinto 2D 2005.

8.2.3 Mapas Geológicos de Superficie

En la Figura 14 se muestran las líneas sísmicas correspondientes al programa sísmico Sinú San Jacinto 2D 2005 sobre el Mapa Geológico de Superficie de Ingeominas, 2007. Este mapa fue utilizado con el propósito de correlacionar en subsuelo los contactos de edades y ubicación de estructuras geológicas (fallas, pliegues, etc.).

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

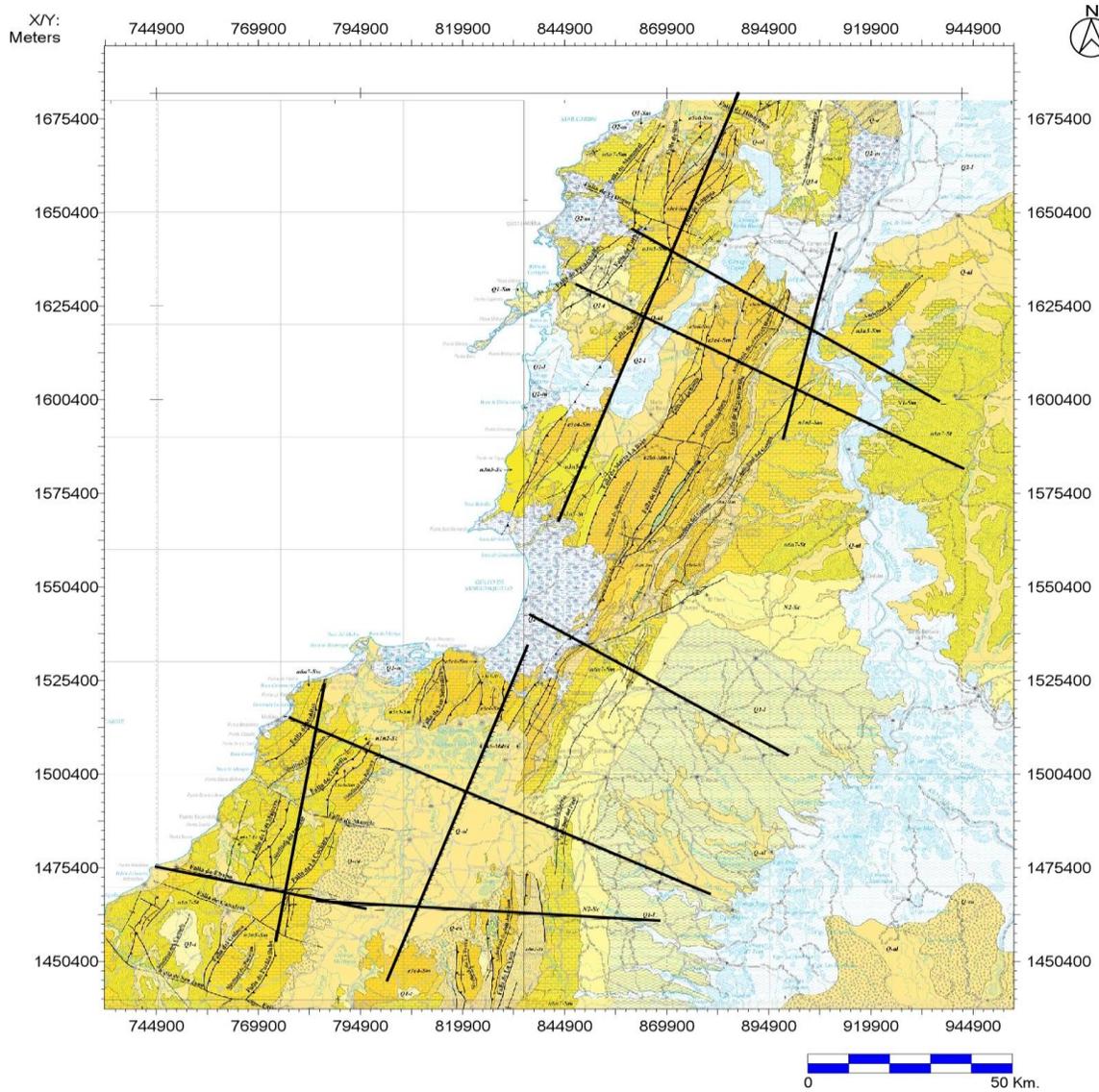


Figura 15. Líneas sísmicas pertenecientes al levantamiento Sinú San Jacinto 2D 2005 sobre el Mapa Geológico de Colombia (INGEOMINAS, 2007).

8.2.4 Horizontes Interpretados

La metodología aplicada para la interpretación del área del Cinturón Plegado del Sinú (CPS), Cinturón Plegado de San Jacinto (CPSJ) y el Valle Inferior de Magdalena (VIM), parte de la identificación de discontinuidades en las secciones sísmicas y su correlación con el mapa geológico de superficie (Ingeominas, 2007). Una vez identificados los horizontes, se procedió a realizar una correlación sismo-estratigráfica basada en la geometría de reflectores, terminaciones, y su expresión sísmica (contenido de frecuencias y amplitud). Adicionalmente se incorporó la información de pozos descrita en las Tablas 1, 2 y 3, con el propósito de ajustar las discordancias identificadas, a partir de la sísmica, con la formación litoestratigráfica del mapa geológico de superficie. Se identificaron diez (10) horizontes:

Tabla 4. Distribución de horizontes interpretados.

Horizontes	Área Sinú	Área de San Jacinto Sub-cuenca del Plato	Área de VIM, Sub-cuenca de San Jorge	Descripción del horizonte
Primer horizonte	D1	D1(?)		Intra-Cretácico Superior 1.
Segundo horizonte	D2	D2(?)		Intra-Cretácico Superior 2.
Tercer horizonte	D3	D3	D3	Discordancia Eoceno tardío.
Cuarto horizonte	D4	D4	D4	Asociado a la base del Oligoceno ?
Quinto horizonte	D5		D5	Discordancia de edad Mioceno temprano de carácter regional asociada a la base del Porquero Inferior en VIM. Dentro del CPS corresponde a un cambio de régimen tectónico, representado por la Fm. Floresanto.
Sexto horizonte	D6		D6	Intra Mioceno medio. Discordancia de edad Intra o base del Mioceno medio?
Séptimo horizonte	D7		D7	Intra Mioceno medio, parte superior.
Octavo horizonte			D8	Mioceno superior / Plioceno.
Noveno horizonte			D9	Plioceno.
Décimo horizonte			D10	Pleistoceno.

La correlación sísmica parte de las expresiones sísmicas regionales asociadas a discontinuidades producto de los diferentes pulsos de deformación ocurridos dentro del programa sísmico Sinú San Jacinto 2D 2005, y se esquematizan en la Figura 16.

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

		SINU SUR		SAN JACINTO		VALLE INFERIOR DE MAGDALENA			
Cuaternario	Holoceno						D10		
	Pleistoceno		CORPA		SINCELEJOS		D9		
NEOGENO	Plioceno	U6	D8	U6	D8	U6	CORPA D8		
	MIOCENO		D7		D7	U5	TUBARA D7		
		U5	PAJUIL	D6	U5	TUBARA	D6	U4	PORQUERO SUP. ? D6
		U4	FLORESANTO	D5	U4	CARMEN	D5	PORQUERO INFERIOR ? D5	
	PALEOGENO	OLIGOCENO	U3	PAVO	D4	U3	CIENAGA DE ORO	D4	U3
EOCENO		U2	MARALU	D3	U2	San Jacinto	D3	U2	CIENAGA DE ORO Inferior D3
								?	
CRETACICO	SUPERIOR		D2		D2				
		U1	?	D1	U1	LA CANSONA	D1	?	

Figura 16. Esquema de distribución de horizontes y unidades interpretadas en el área de Sinú, San Jacinto y VIM. Programa Sísmico Sinú San Jacinto 2D 2005.

Sin embargo, no todos los horizontes sostienen una óptima correlación sísmica a lo largo de las diez (10) secciones. Por una parte, esto se debe a que lateralmente de norte a sur y de este a oeste, hay una variación de facies sedimentarias importantes, donde no se preservan los mismos paquetes formacionales. Por otro lado, la baja relación S/R es un factor adicional que dificulta la correlación lateral e identificación de estos paquetes. Adicionalmente, debido a la evolución tectonoestratigráfica del área, la continuidad de las diferentes secuencias depositacionales se ve afectada y controlada netamente por las estructuras existentes. Es por ello que a nivel del CPSJ en la parte central solo se correlacionan cuatro (4) horizontes (D1, D2, D3 y D4), según esta interpretación, ya que se asume que a partir del Eoceno tardío (D3) no se depositó el resto de las secuencias, y a partir de la falla del Sinú hacia el oeste, reaparecen el resto de los horizontes, los cuales fueron correlacionados sísmicamente desde las líneas del programa vecino Proyecto Sinú Sur 2008. En línea con lo anterior, destacamos que debido a la baja relación S/R de las secciones sísmicas correspondientes al área del CPSJ, no se aprecian terminaciones de reflectores que marquen un “*pinch out*” de los horizontes D5 al D10, que puedan indicar si la unidad tectónica estuvo previamente levantada a la depositación (Figura 17).

8.3 INTERPRETACIÓN SISMO-ESTRATIGRÁFICA Y ESTILOS ESTRUCTURALES

8.3.1 Interpretación Sismo-Estratigráfica

Se realizó con base en la correlación de los horizontes antes descritos, los cuales se definen a continuación:

1) HORIZONTE D1: Intra-Cretácico Superior 1. Interpretado como **D1**, representa una discordancia intra Cretácica (Figura 17), posible base de la Formación Cansona en el CPSJ. Horizonte que aflora hacia el este del área de San Jacinto, tal como se observa en el mapa geológico de Ingeominas (2007), levantándose y somerizándose hacia el centro del área con la falla del Sinú y Sinú-Sur, y profundizándose hacia el centro del área del CPSJ, Figura 17.

2) HORIZONTE D2: Intra-Cretácico Superior 2. Interpretado como **D2**, representa una discordancia intra Cretácica (Figura 17), posible tope de la Formación Cansona. Al igual que el Horizonte D1, aflora hacia el este del área de San Jacinto, tal como se observa en el mapa geológico de Ingeominas (2007), se profundiza en la parte central y se levanta hacia el oeste controlado por las fallas del Sinú y Sinú sur.

3) HORIZONTE D3: Eoceno tardío? Representa una discordancia intra Eocena que podría estar asociada al levantamiento de la Cordillera Central y la consecuente remoción de la cobertura sedimentaria en el área o Orogénesis Pre-Andina (Cerón et al., 2005). Estratigráficamente se podría asociar a la base de la Formación San Jacinto en la región de CPSJ, Maralú en CPS y CDO en VIM (Figura 17). Este horizonte tiende a exponerse en el centro del CPSJ profundizándose hacia el oeste y este del área, ver mapa del horizonte **D3** (Figura 18 y Anexo A1.1).

4) HORIZONTE D4: Intra Oligoceno? Asociado a la Formación Ciénaga de Oro (CDO). Horizonte que se erosiona completamente en la parte central, entre las Fallas Sinú y la falla al oeste de La Vara (Figura 17), y se profundiza hacia el este del área, ver mapa del horizonte **D4** (Figura 19 y Anexo A1.2).

5) HORIZONTE D5: Mioceno temprano? Posiblemente asociado a la base del Mioceno temprano. Horizonte que no se observa en la parte central del CPSJ, sino que se observa en el área de CPS y VIM (Figura 17). Esta discontinuidad tiene un carácter regional de edad posiblemente Mioceno temprano, identificada en el Valle Inferior de Magdalena (VIM) como la Base de Porquero Inferior. A su vez, ha sido reportada por González et al., 2000 y Duque-Caro (1984 y 1990; y podría estar asociada a un evento tectónico que reactivó y deformó la región del Cinturón Plegado de San Jacinto, ver mapa del horizonte **D5** (Figura 20 y Anexo A1.3).

6) HORIZONTE D6: Mioceno medio? Asociado a la base del Mioceno medio, base de la Formación Tubará (equivalente lateral hacia el este a la Fm. Pajuil y hacia el oeste a la Fm. Porquero superior). Discordancia que no se observa en la parte central del CPSJ, sino que es inferida producto de la correlación sísmica del área del Cinturón del Sinú, Figura 17.

7) HORIZONTE D7: Intra-Mioceno Medio? Asociado a una discordancia intra-miocena medio. Discordancia que no se observa en la parte central del CPSJ, sino que se infiere hacia el área del Cinturón del Sinú, es decir se trajo por correlación sísmica ver mapa del horizonte **D7** (Figura 21 y Anexo A1.4).

8) HORIZONTE D8: Mioceno tardío/ Plioceno, discordancia asociada a la base del Plioceno que pudiese representar el pulso final del levantamiento Andino. No se observa en la parte central del CPSJ, se interpreta hacia las regiones del CPS, asociada a la Base de la Fm. Sincelejos y VIM sub-cuencas del Plato y San Jorge, asociada a la Fm. Corpa (Figura 22 y Anexo A1.5).

9) HORIZONTE D9: Plioceno/Pleistoceno? Asociada a la Fm. Corpa se identifica en ambas subcuencas del VIM, Figura 17.

10) HORIZONTE D10: Intra-Pleistoceno? Asociada a la Fm. Corpa se identifica en ambas subcuencas del VIM, Figura 17.

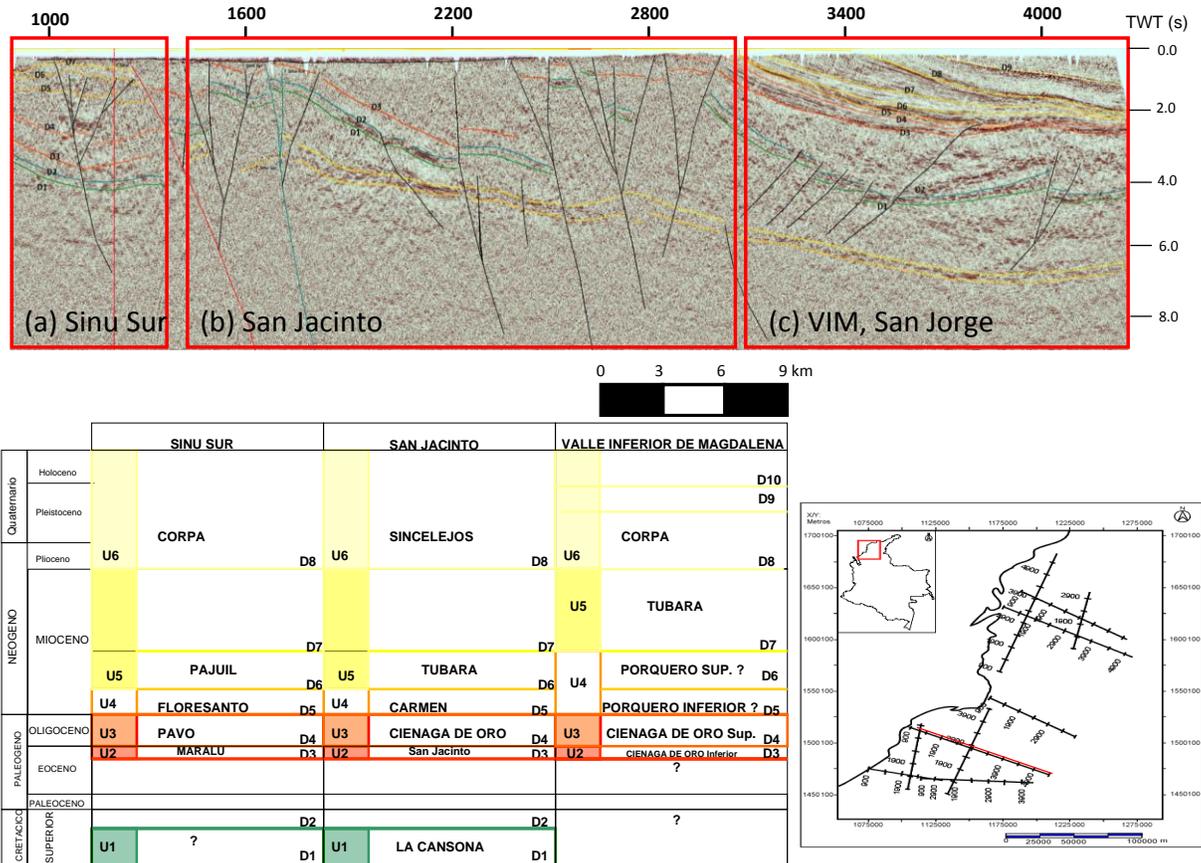


Figura 17. Sección sísmica ANH-SSSJ-2005-02-04-06. Definición de horizonte sobre Línea ANH-SS-2008-06. Nótese la baja relación S/R de la sección en la parte central (CPSJ). Los Horizontes D4, D3, D2 y D1 son levantados en la parte central (CPSJ), el resto de los horizontes no se depositan en la parte central, ver Anexo A2.4.

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

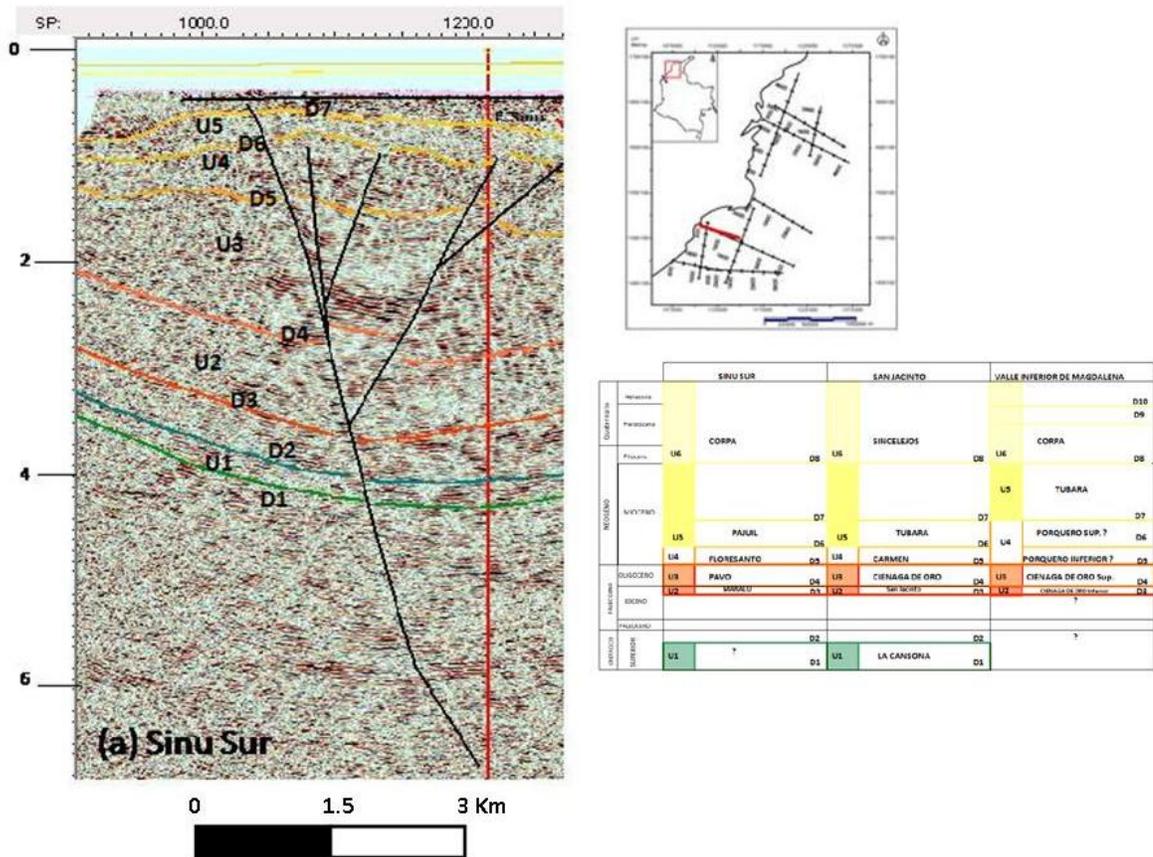
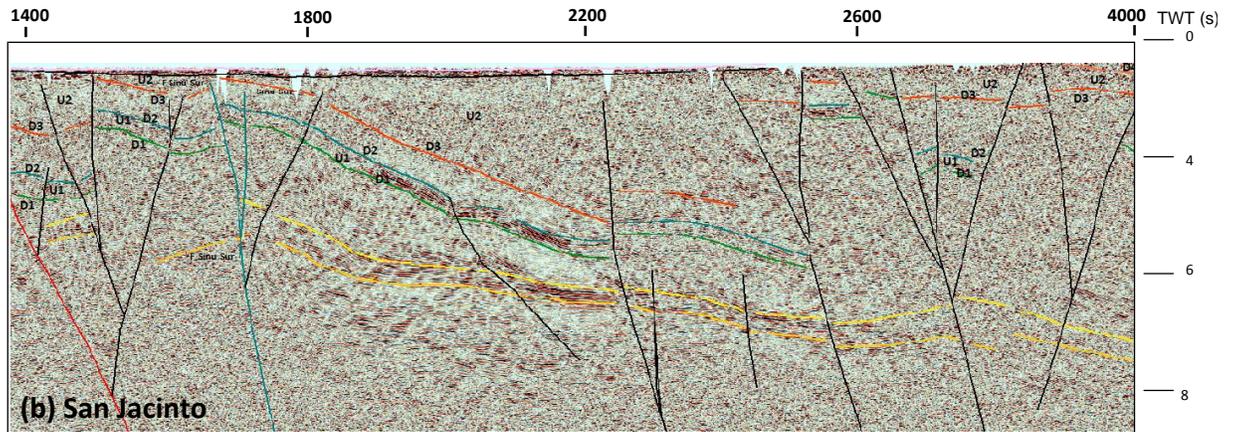


Figura 17a. Zoom de la sección sísmica ANH-SSSJ-2005-02-04-06. Nótese la baja relación S/R de la sección en la parte oeste (CSJ).

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005



		SINU SUR	SAN JACINTO	VALLE INFERIOR DE MAGDALENA
Cuaternario	Holoceno			D10
	Pleistoceno			D9
NEOGENO	Plioceno	U6 CORPA D8	U6 SINCELEJOS D8	U6 CORPA D8
	MIOCENO	U5 PAJUIL D7	U5 TUBARA D7	U5 TUBARA D7
PALEOGENO	OLIGOCENO	U4 FLORESANTO D5	U4 CARMEN D5	U4 PORQUERO SUP. ? D6
	EOCENO	U3 PAVO D4	U3 CIENAGA DE ORO D4	U3 CIENAGA DE ORO Sup. D4
CRETACICO SUPERIOR		U2 MARALU D3	U2 San Jacinto D3	U2 CIENAGA DE ORO Inferior D3
		U1 ? D2	U1 LA CANSONA D2	U1 ? D2

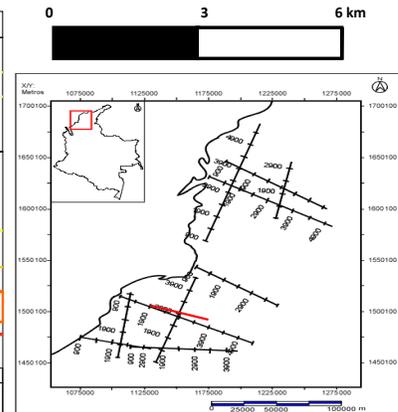


Figura 17b. Zoom de la sección sísmica ANH-SSSJ-2005-02-04-06. Nótese la baja relación S/R de la sección en la parte central (CPSJ).

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

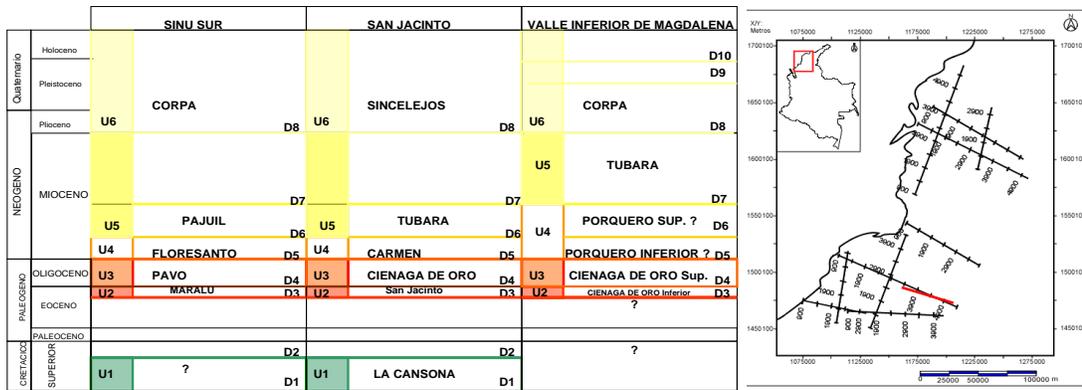
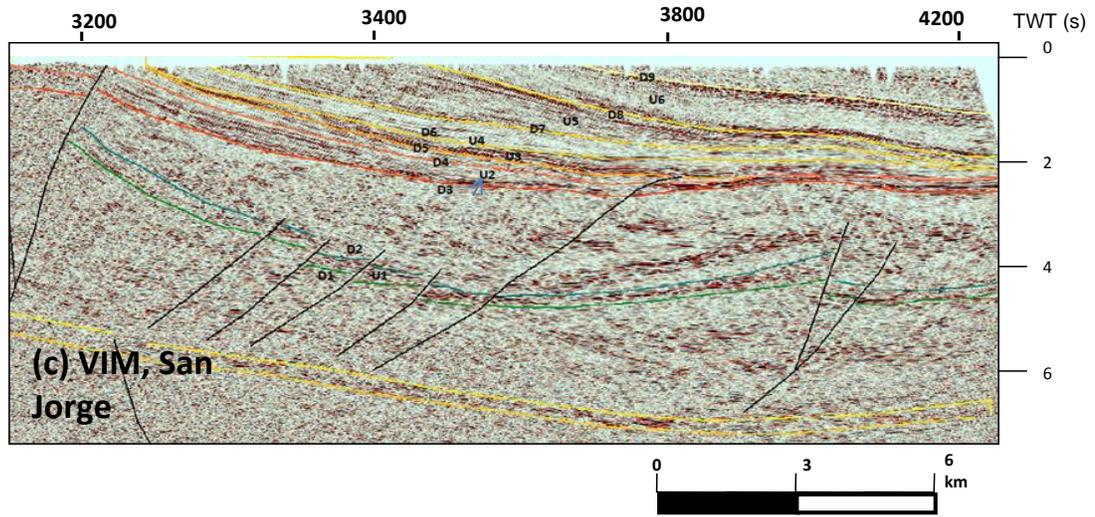


Figura 17c. Zoom de la sección sísmica ANH-SSSJ-2005-02-04-06. Nótese la buena relación S/R de la sección en la parte este (VIM, San Jorge).

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

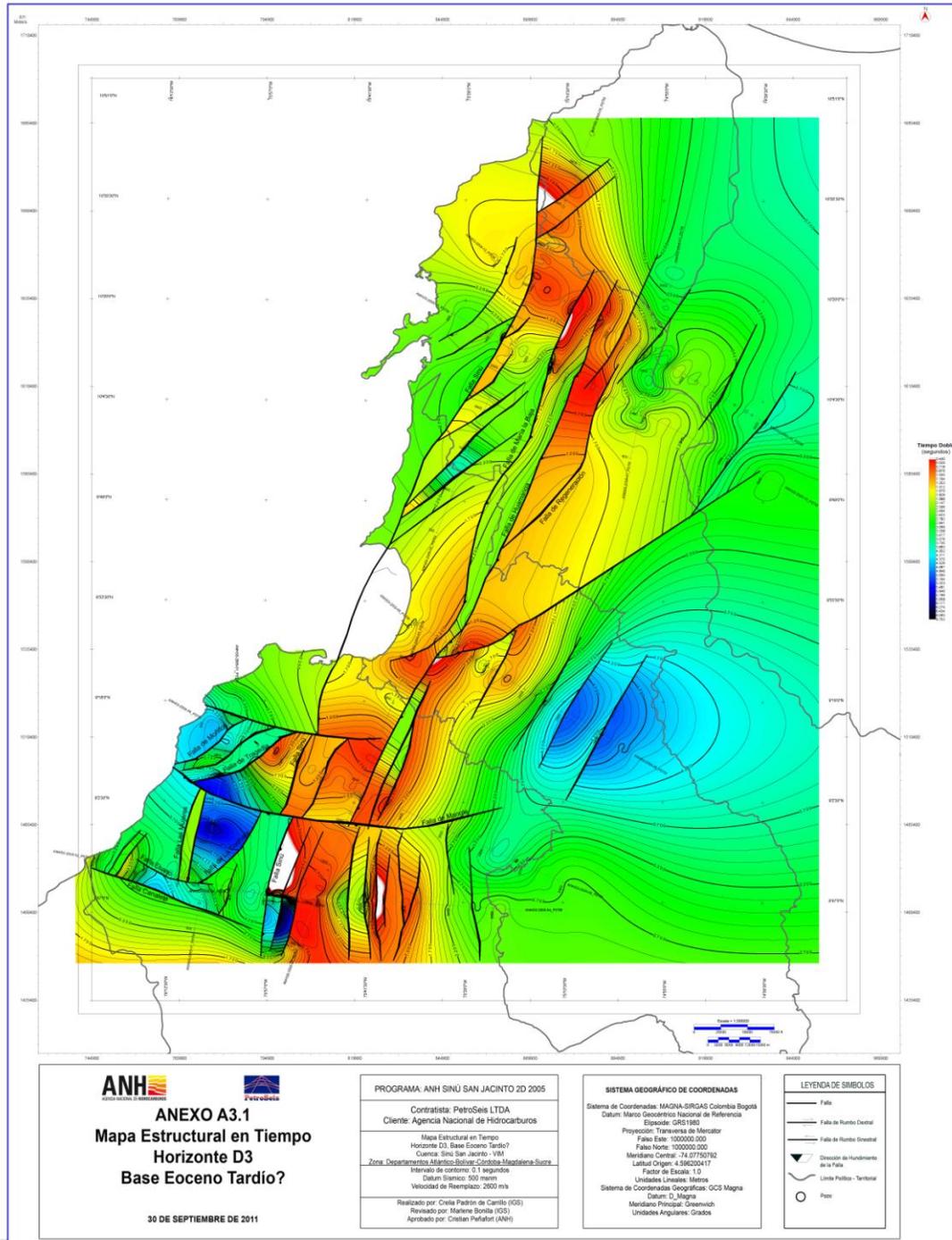


Figura 18. Mapa del Horizonte D3. Horizonte asociado a la base de la Fm. CDO, Eoceno tardío-Oligoceno? Los depocentros de este horizonte están asociados a depósitos contemporáneos a la sedimentación. Nótese hacia el centro somerización y hacia el SE y NW profundización.

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

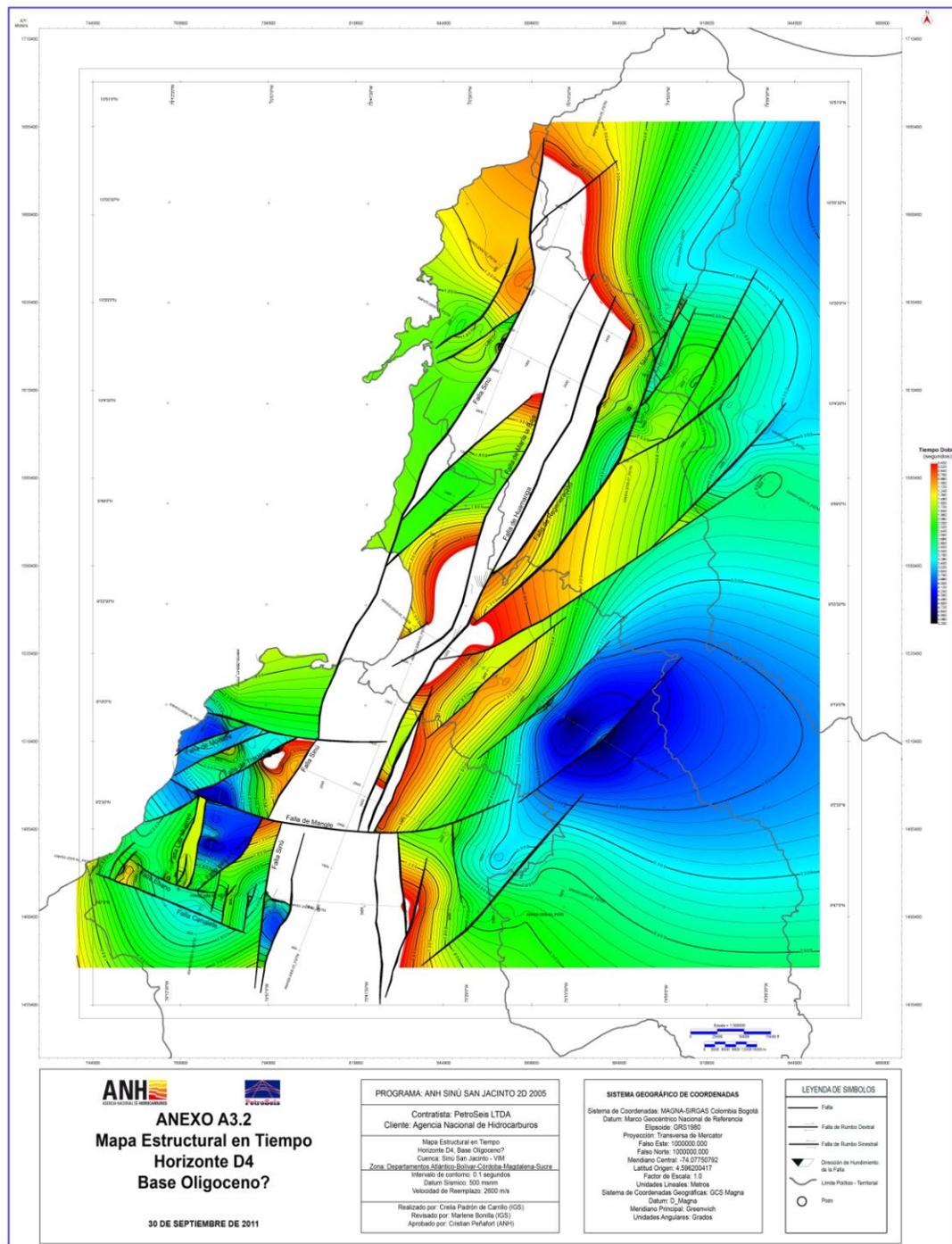


Figura 19. Mapa del Horizonte D4. Horizonte asociado a la parte superior de la Fm. CDO, Oligoceno? Los depocentros de este horizonte están asociados a depósitos contemporáneos a la sedimentación. Nótese hacia el centro somerización y hacia el SE y NW profundización.

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

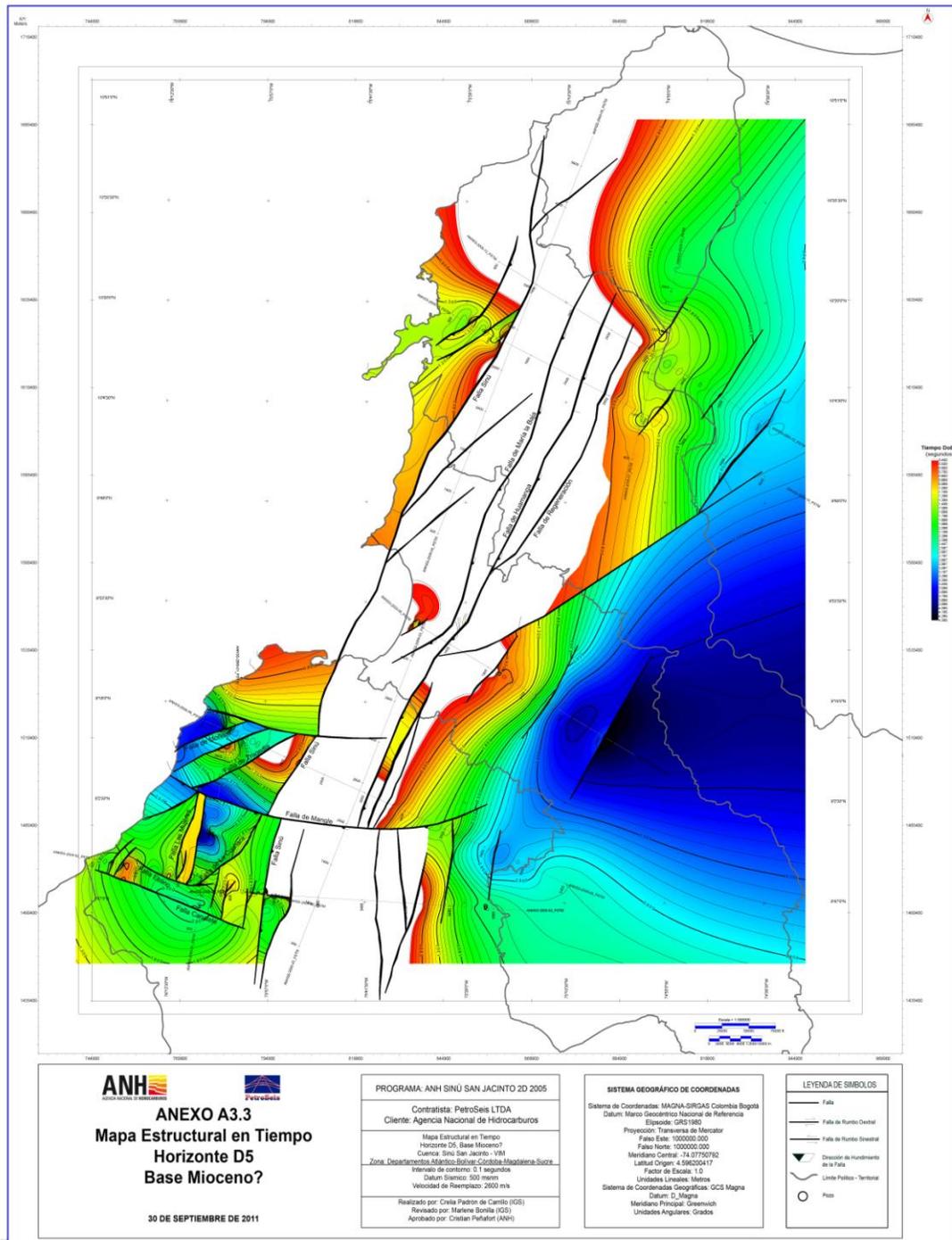


Figura 20. Mapa del Horizonte D5. Horizonte asociado al tope del Oligoceno-Base del Mioceno temprano, Fm. Floresanto (CPS), Fm. Carmen (CPSJ), Fm. Porquero Inferior (VIM)? Nótese que la sección se deposita hacia el oeste y este donde se profundiza.

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

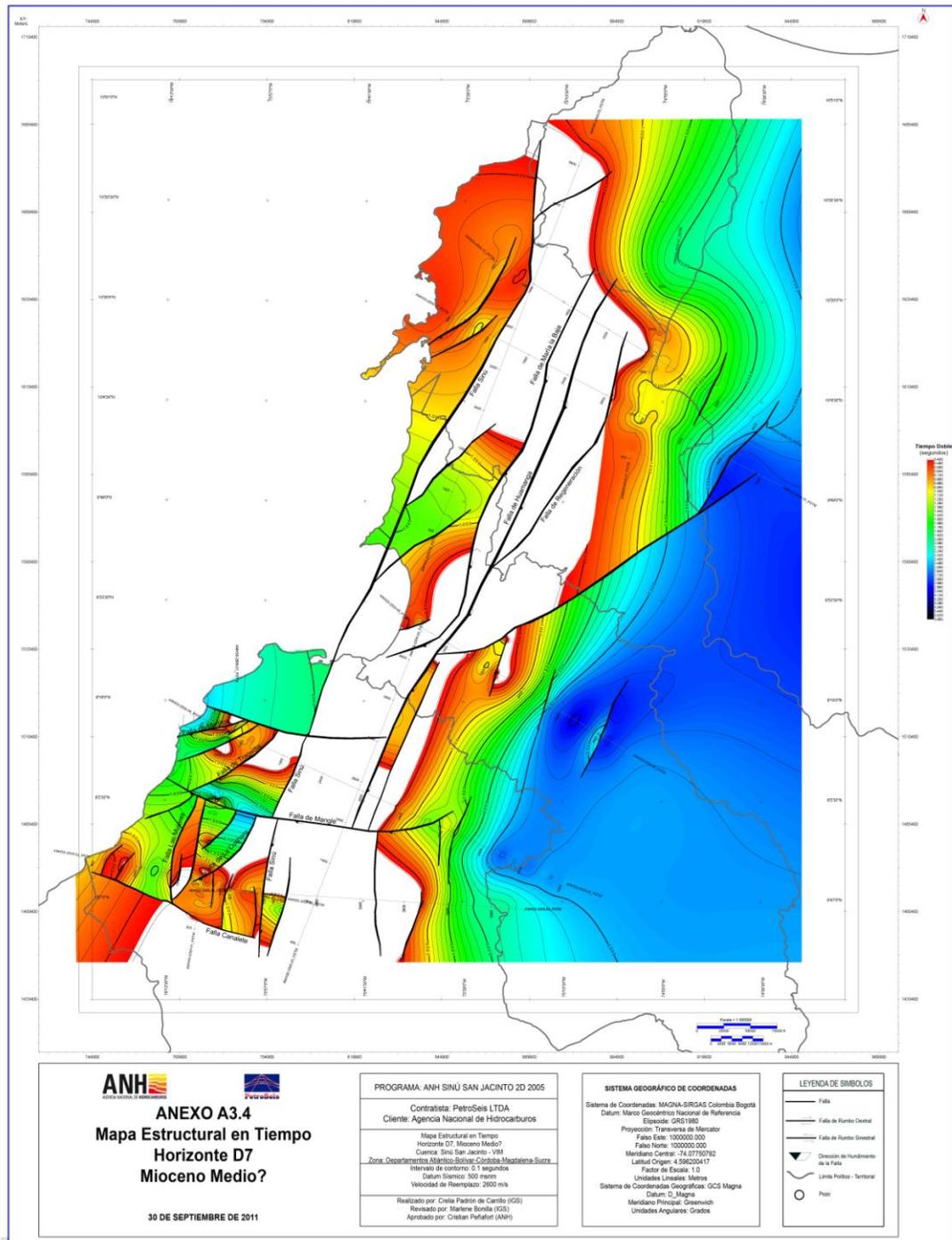


Figura 21. Mapa del Horizonte D7. Horizonte asociado al Mioceno-medio/tardío Fm. Pajuil (CPS), Fm.Tubará (CPSJ y VIM). Nótese hacia el centro la sección está erosionada y se profundizándose hacia el SE-NE y SW-NW.

En la siguiente Tabla se resumen los horizontes interpretados y su correspondencia con los diferentes eventos tectono-estratigráficos:

Tabla 5. Horizontes interpretados y su correspondencia estratigráfica y tectónica.

Horizonte	Correspondiente estratigráfico			Evento Tectono-Estratigráfico
	Sinú	San Jacinto	VIM	
D10 D9 D8	Fm. Corpa			Discordancia Plioceno-Mioceno tardía? – Levantamiento Andino
D7	Fm. Pajuil Superior / Tubará			Mioc. tardío, Separación de Sierra Nevada de Santa Marta
D6	Fm. Pajuil Inferior / Tubará / Porquero			Discordancia Intra-Mioceno Medio-superior. Cierre de Panamá
D5	Fm. Floresanto / Fm. Carmen/ Porquero inferior			Discordancia Mioceno temprano
D4	Fm. Pavo / Fm. CDO			Marca la Discordancia Oligoceno-Eoceno tardío?
D3	Intra- Fm. Maralu? / San Jacinto / Fm. CDO.			Orogénesis Pre-Andina (Cerón et al., 2005)
D2	Intra- Fm. Cansona –Candelaria Eoc. medio?			
D1	Intra- Fm. Cansona-Candelaria Eoc. medio?			

A partir de la interpretación de los horizontes antes descritos se definieron las siguientes unidades:

U1: Intra-Cretácica o intra Eocena? Limitada en su base por el horizonte D1 y en su parte superior por el horizonte D2. La unidad U1 está conformada posiblemente por la Formación Cansona, o San Cayetano? Dentro del CPS y CPSJ. U1 tiene un espesor constante de ~250 ms TWT, en la sección donde se pudo identificar (ANHSSSJ-2005-02, 04, 06, 08). Hacia el área de VIM se encuentran una correlación sísmica muy parecida a este paquete, considerado U1, sobretodo en la subcuenca de San Jorge, Figuras 17, 23 y 24. Sísmicamente mantiene un contenido de amplitud y de frecuencia variable de moderado a muy bajo, lo que hace que su correlación en el área no se pueda desarrollar.

U2: Intra-Eoceno. Limitada en su base por el horizonte D2 y en su parte superior por el horizonte D3. La unidad U2 podría estar conformada estratigráficamente por la Formación San Cayetano o *chert* de la Candelaria?, dentro del CPSJ. U2 posee un espesor variable de ~400 ms TWT. Hacia el VIM la U2 es equivalente a la parte basal de la Fm. CDO, la cual es una secuencia que tiende acuñarse hacia el basamento, Figuras 17, 23 y 24. Sísmicamente mantiene un contenido de amplitud y de frecuencia variable de moderado, lo que hace que su correlación en el área no se pueda desarrollar.

U3: Intra-Oligoceno. Limitada en su base por el horizonte D3 y en su parte superior por el horizonte D4. La unidad U3 está conformada estratigráficamente, por la Formación Maralú o San Jacinto (Figuras 17 y 23), identificado como reservorio en el CPS por Caro y Reyes, 2009. En relación a su espesor, éste es variable entre ~ 600 ms y ~ 250 ms TWT. Sísmicamente mantiene un contenido de amplitud y de frecuencia de bajo lo que no facilita su correlación a lo largo del programa sísmico Sinú Sur 2008.

U4: Intra-Oligoceno. Limitada en su base por el horizonte D4 y en su parte superior por el horizonte D5. U4 está conformada estratigráficamente por la Formación Floresanto en el área del CPS, Fm. Carmen en el área de CPSJ y Porquero en el VIM. En relación a su espesor, éste es variable entre ~ 700 ms y ~

250 ms TWT, ya que son depósitos contemporáneos a la deformación. Sísmicamente mantiene un contenido de amplitud y de frecuencia bueno-moderado, Figuras 17 y 23.

U5: Mioceno. Limitada en su base por el horizonte **D5** y en su parte superior por el horizonte **D8**, Figuras 17, 23 y 24. La unidad U5 está conformada estratigráficamente, por la Formación Paujil (CPS), Tubará (CPSJ), Fm. Porquero-Tubará (VIM). Solo en la parte central del CPS se mantiene esta unidad, producto de los sinclinales desarrollados a través de las fallas de Almagrita, El Pozón, El Caimán y hacia el suroeste El Congo. El espesor equivalente de ésta es variable entre ~1000 y ~ 500ms TWT, debido a que forma parte de depósitos contemporáneos a la deformación. Sísmicamente mantiene un contenido de amplitud y de frecuencia bueno-moderado, Figuras 17 y 23.

U6: Plio-Pleistoceno Limitada en su base por el horizonte **D8** y en su parte superior por el horizonte **D10-superficie**, Figuras 17, 23 y 24. La unidad U6 está conformada estratigráficamente, por la Fm. Corpa-Sincelejos. Solo en la parte central del CPS se mantiene esta unidad, dentro de los sinclinales desarrollados a través de las fallas de Almagrita, El Pozón, El Caimán y hacia el suroeste la falla El Congo. El espesor equivalente de ésta es variable por poseer depósitos contemporáneos a la depositación. Sísmicamente mantiene un contenido de amplitud y de frecuencia variable de bueno-moderado, dependiendo de la localidad.

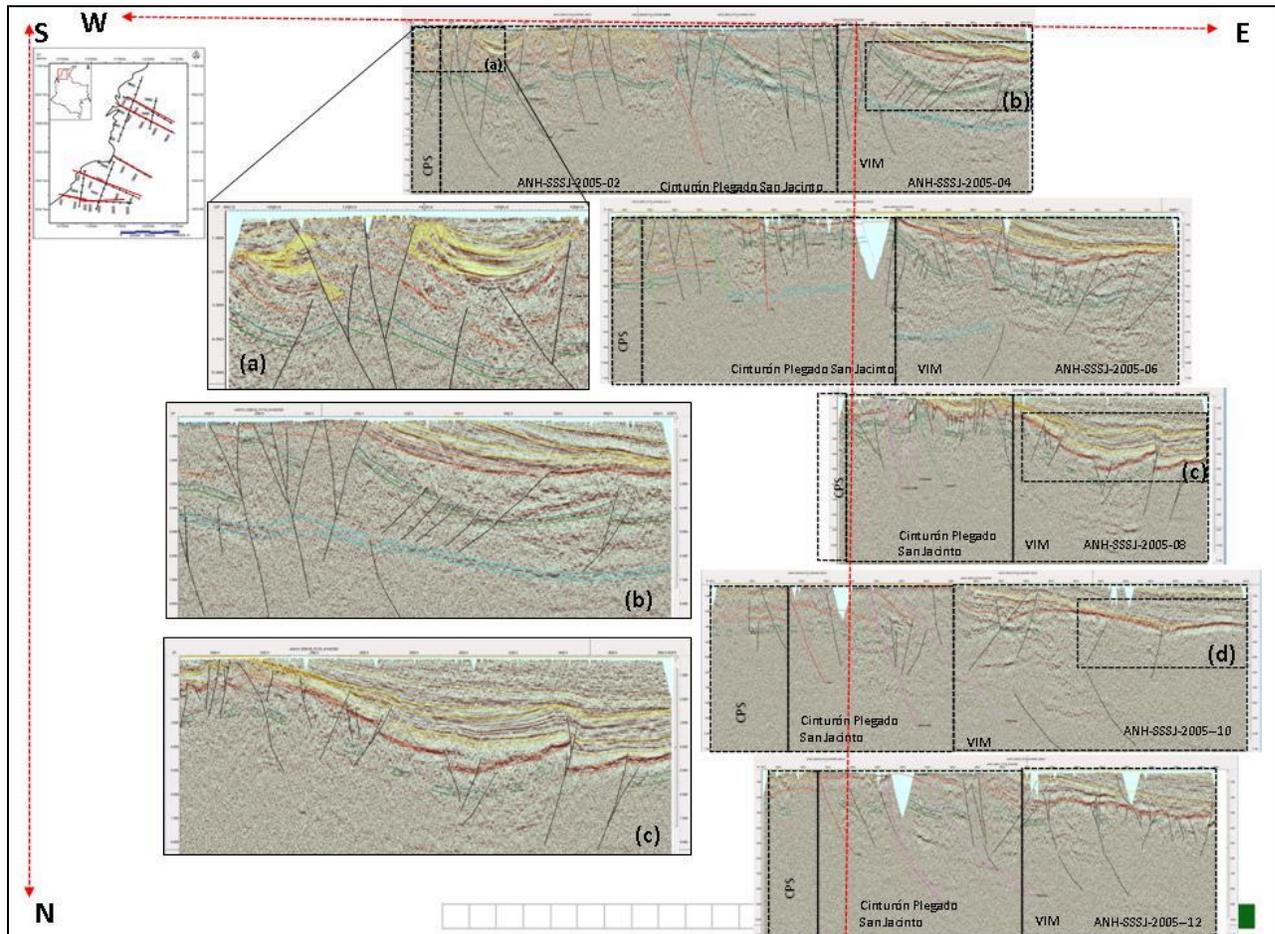


Figura 23. Correlación sísmica lateral dentro del programa Sinú San Jacinto 2D 2005. CPS. Se reflejan 3 sectores sísmicamente diferenciables: (a) Zona del CPS, (b) Zona del CPSJ, (c) Zona del VIM sub cuenca de San Jorge y (d) Zona del VIM sub-cuenca del Plato. Nótese que hacia el sector de la su-cuenca de San Jorge, se aprecia un paquete correlacionado sísmicamente con la U1, mientras que hacia ala sub-cuenca de San Jorge el paquete no se observa.

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

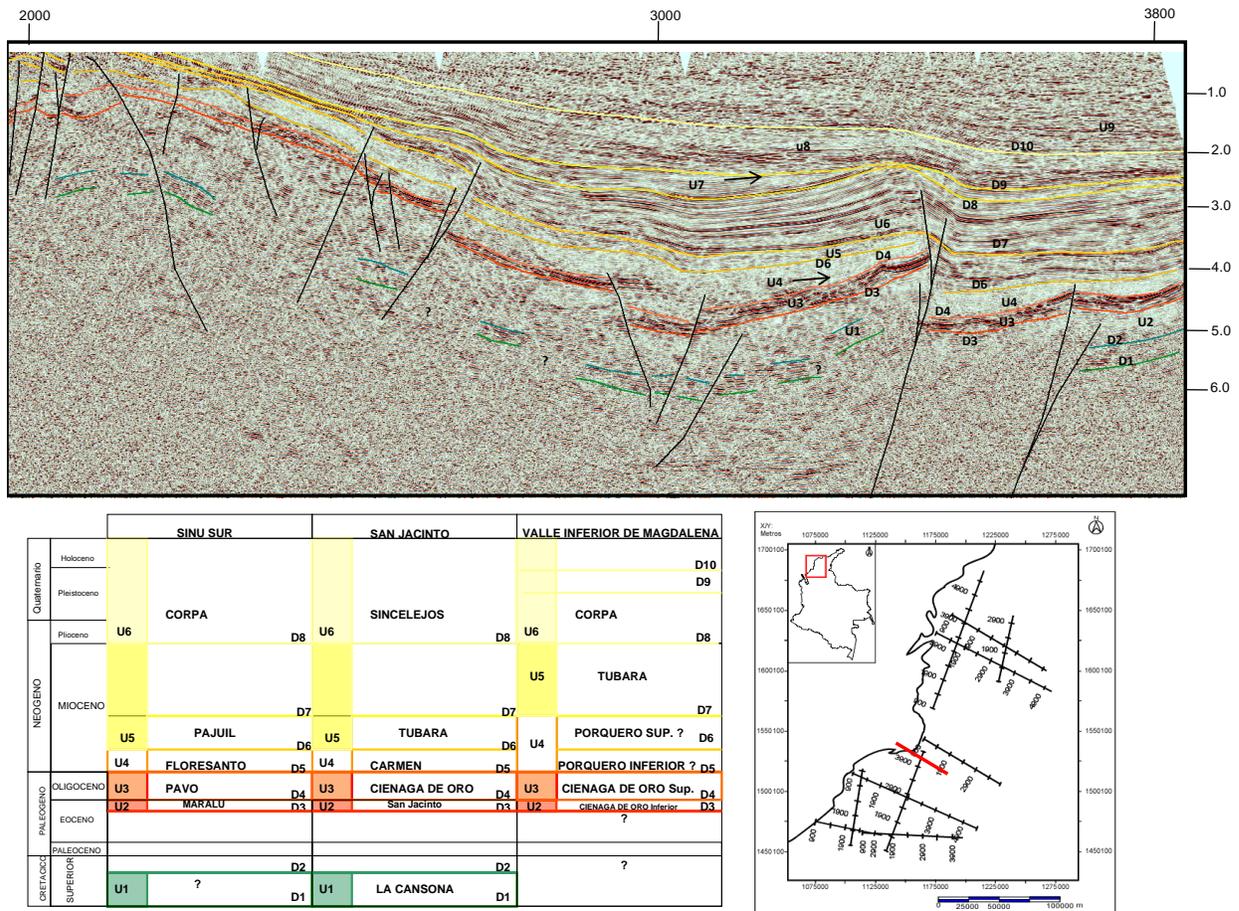


Figura 24. Distribución de unidades en el VIM, Transición entre Sub cuenca de San Jorge. Nótese el estilo estructural a nivel de basamento, fallas normales reinvertidas. Las unidades: U1, posiblemente a un paquete intra-cretácico estratificado?; U2, asociado a la secuencia basal de CDO.

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

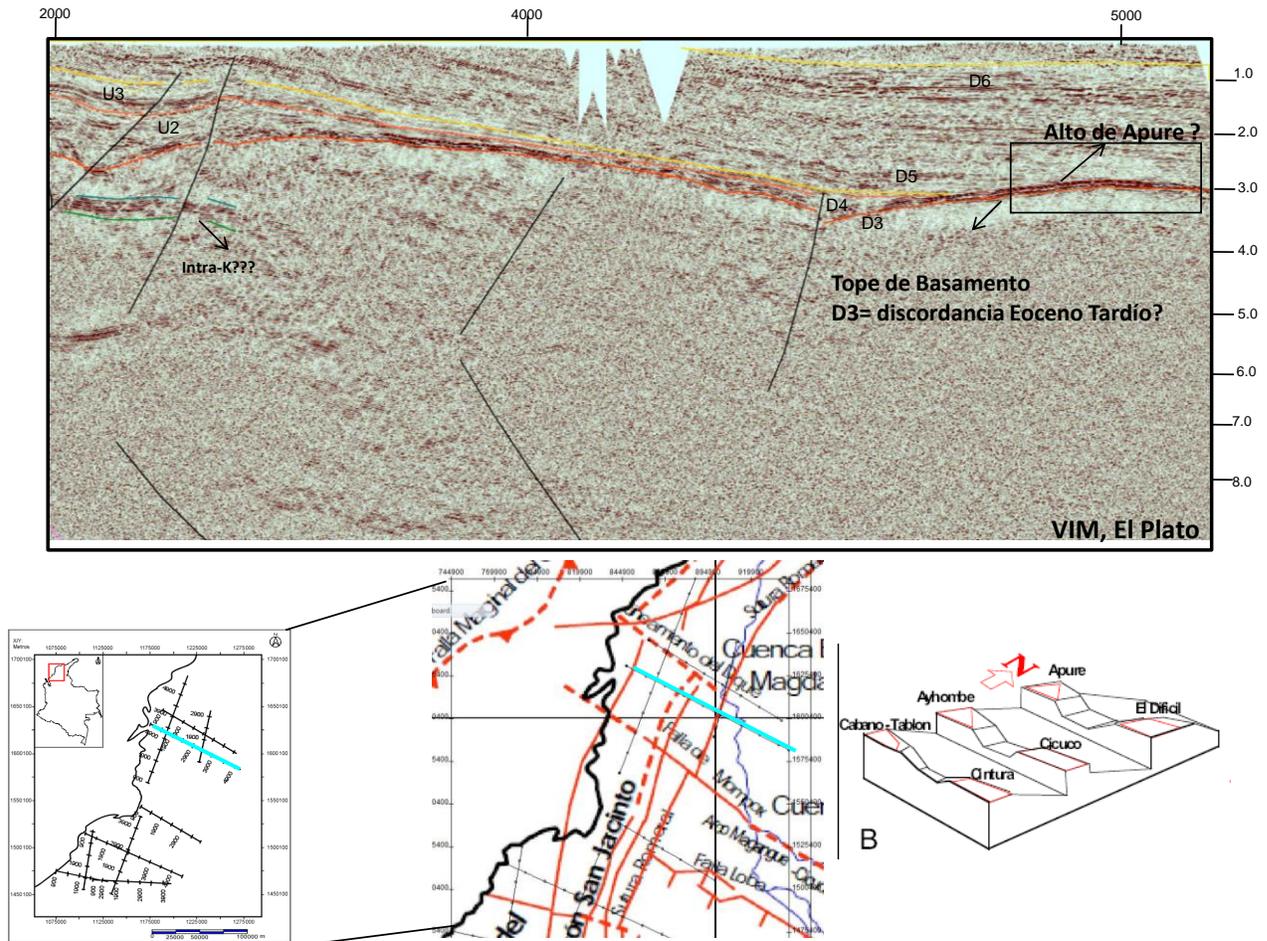


Figura 25. Distribución de unidades en el VIM, Sub cuenca de Plato. Nótese que en el alto de basamento, llegan los horizontes D4 y D5 asociados a la Fm. CDO. Dicho alto podría correlacionarse con el alto de Apure?

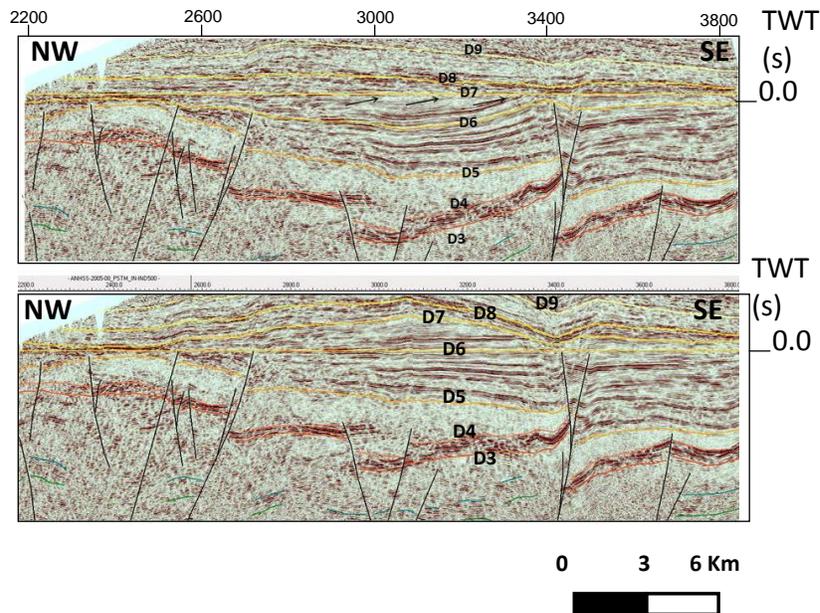


Figura 26. Flatten de los horizontes D7 y D6, VIM. Nótese que el horizonte D6 marca un fuerte pulso de inversión, posiblemente cierre de Panamá; D7 marca otro pulso importante de deformación

8.3.2 Estilos Estructurales Definidos

En relación al fallamiento identificado dentro del CPS, CPSJ y VIM, se observan esencialmente dos (2) familias de fallas:

- 1.- Fallas normales, con orientación ~ N-S, a nivel de basamento asociadas a depósitos pre-oligocenos? Fallamiento que en algunos sectores refleja inversión positiva, Figuras 23 y 24.
- 2.- Fallamiento inverso de alto ángulo con vergencia hacia el oeste asociado a la transpresión, producto de los diferentes pulsos de deformación suscitados en el CPS y CPSJ, Figura 23.

Otro elemento de naturaleza sedimentario, pero que causa deformación estructural evidenciado en el área del CPS es el diapirismo de lodo, el cual se observa en las líneas ANH-SSSJ-2008-04 y 01.

8.3.3 Diferentes dominios tectónicos del programa Sinú San Jacinto 2D 2005

Las estructuras principales del área de estudio mantienen una orientación NE-SE. Donde la sísmica muestra un fallamiento normal pre-Oligoceno?, con la misma orientación (NE-SE) sugiriendo una transpresión posterior. La cual reinvierte algunas estructuras desarrollando geometrías en Flor positiva. La reactivación de estas estructuras desarrollan dentro el CPS pequeñas sub-cuencas separadas por los fallas inversas de alto ángulo; Moñitos, Las Mujeres y Tragedia de oeste a este. Estas cuencas que evidencian depósitos contemporáneos a la sedimentación (Figura 23) han sido fragmentados y desplazados por las fallas rumbo deslizante, como: Ebano, Mangle y El Dique, de sur a norte.

La geometría de las sub-cuencas desarrolladas dentro del CPS, no son tan evidentes, debido a que la sección sísmica no alcanza a ver completamente la región y la relación S/R es baja. No obstante, a grandes rasgos pareciera mantener un desarrollo en secuencia, con una dirección de deformación hacia el oeste. Mostrando que los depocentros se hacen más espesos hacia el sureste y más delgados y

someros hacia el noroeste, Figura 23. Tal como lo esquematizan Cerón et al., (2005) la cuña acrecionaria de Sinú.

8.3.4 Observaciones importantes de los horizontes y unidades sísmicas.

La prospectividad en el área del CPS está asociada a las unidades U4 y U5, las cuales en los diferentes mapas mostrados (Figuras 19, 20 y 21) no reflejan cierres estructurales en cuatro (4) sentidos. No obstante, esto no excluye a la región de ser prospectiva, ya que se observan que las unidades han sido depositadas contemporáneas a la sedimentación, generando geometrías interesantes desde el punto de vista estratigráfico.

En relación a las estructuras y al fallamiento inverso, el área se ve afectada por diapiarismo de lodo, que si bien es cierto, replantea la prospectividad hacia los flancos del anticlinal, evitándose topar con posibles zonas de diapiros, también es cierto que aseguran un sello estratigráfico (ver sección de integración e identificación de prospectos).

Por otro lado la profundidad y baja resolución señal / ruido del programa sísmico Sinú San Jacinto 2D 2005, hace que se dificulte la correlación de los reflectores D1 al D3 dentro del área del CPS.

9. INTEGRACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE PROSPECTOS

Se identificaron nueve (9) zonas de interés (*leads*) asociados a los diferentes horizontes y unidades interpretadas ya descritas en la sección anterior. Para la identificación y clasificación de los prospectos se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Cierre estructural a nivel de mapas en las unidades objetivos.
- Geometrías de cuerpos sedimentarios asociados a: Depósitos contemporáneos a la deformación o simplemente depósitos sedimentarios dentro de los niveles de interés.

En línea con lo anterior, se identificaron nueve (9) prospectos ubicados en la Figuras 27, 28 y 29, tal como se muestra en la Tabla 6, donde se asocian cada uno de éstos a un horizonte interpretado.

Tabla 6. Leads identificados en la zona de estudio Sinú San Jacinto 2D 2005.

NOMBRE	OBJETIVO	LÍNEAS ASOCIADAS	TIPO DE TRAMPA	ÁREA APROX. (km ²)	EVALUACIÓN
A1	D4, VIM-Plato	ANHSS-2005-12	Estructural	400	Verde
A2	D4, VIM-Plato	ANHSS-2005-10	Estructural	300	Amarelo
A3	D4, VIM-San Jorge	ANHSS-2005-08	Estructural	800	Verde
A4	D4, VIM-San Jorge	ANHSS-2005-06 y 04	Estructural	690	Verde
B1	D5, VIM-San Jorge	ANHSS-2005-06	Estratigráfico	960	Amarelo
B2	D5, VIM-Plato	ANHSS-2005-10 y 12	Estratigráfico	1310	Amarelo
B3	D5, CPS	ANHSS-2005-02	Estratigráfico	75	Amarelo
C1	D7, CPS	ANHSS-2005-02	Estratigráfico	75	Amarelo
C2	D7, VIM-Plato	ANHSS-2005-08	Estratigráfico	150	Amarelo

En la Tabla 6 se muestran los objetivos, tipo de trampa y área aproximada de cada uno de los prospectos, asimismo se muestra una columna semáforo de "evaluación" que permite jerarquizar el prospecto en base a los siguientes criterios:

- **Verde:** Poseen menor incertidumbre y se recomiendan como prioridades para futuros estudios y actividades exploratorias.
- **Amarelo:** La incertidumbre es ligeramente menor y están asociados a posibles trampas estratigráficas / estructurales o solamente estratigráficas pero con una correlación lateral de la geometría del cuerpo.
- **Rojo:** El grado de incertidumbre es mayor, son prospectos estratigráficos observados en una sola línea que no permiten ver cierre estructural (4 direcciones).

De las nueve (9) regiones prospectivas identificadas, cuatro (4) corresponden al horizonte D4 asociado a la Fm. CDO en el área de VIM (2 en la sub-cuenca de San Jorge y 2 en la sub-cuenca de Plato, Figura 27); tres (3) al horizonte D5 (uno en la sub-cuenca de San Jorge, otro en la sub-cuenca de Plato, Fm. Porquero) y uno en el CPS (Fm. Floresanto), Figura 28; los otros 2 *leads* identificados están asociados, uno al CPS Fm. Paujil y el otro asociado a la Fm. Tubará en el VIM sub-cuenca de San Jorge, Figura 29.

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

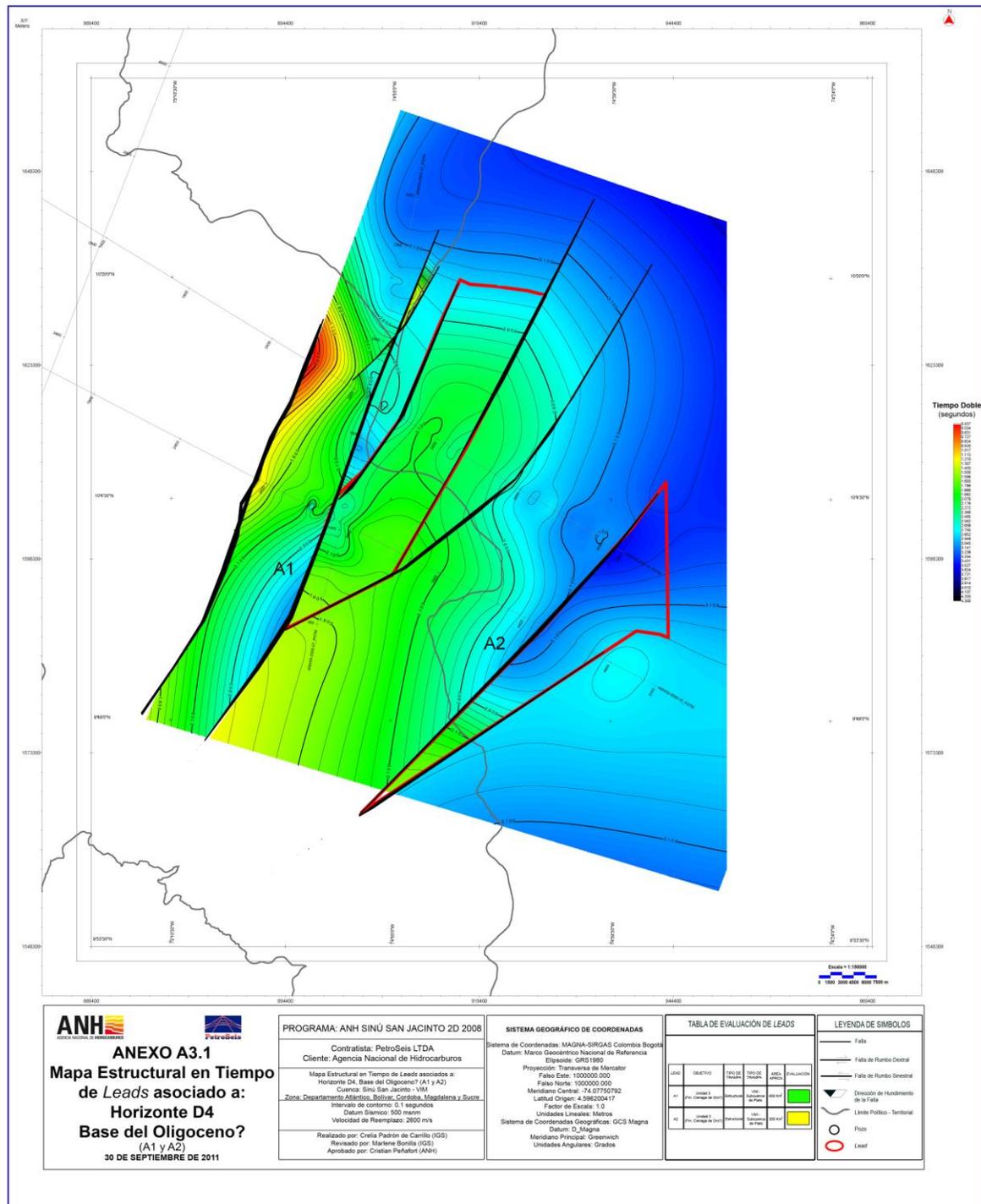


Figura 27. Prospectos A1 y A2 asociados al horizonte D4. Ver Anexo A3.1.

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

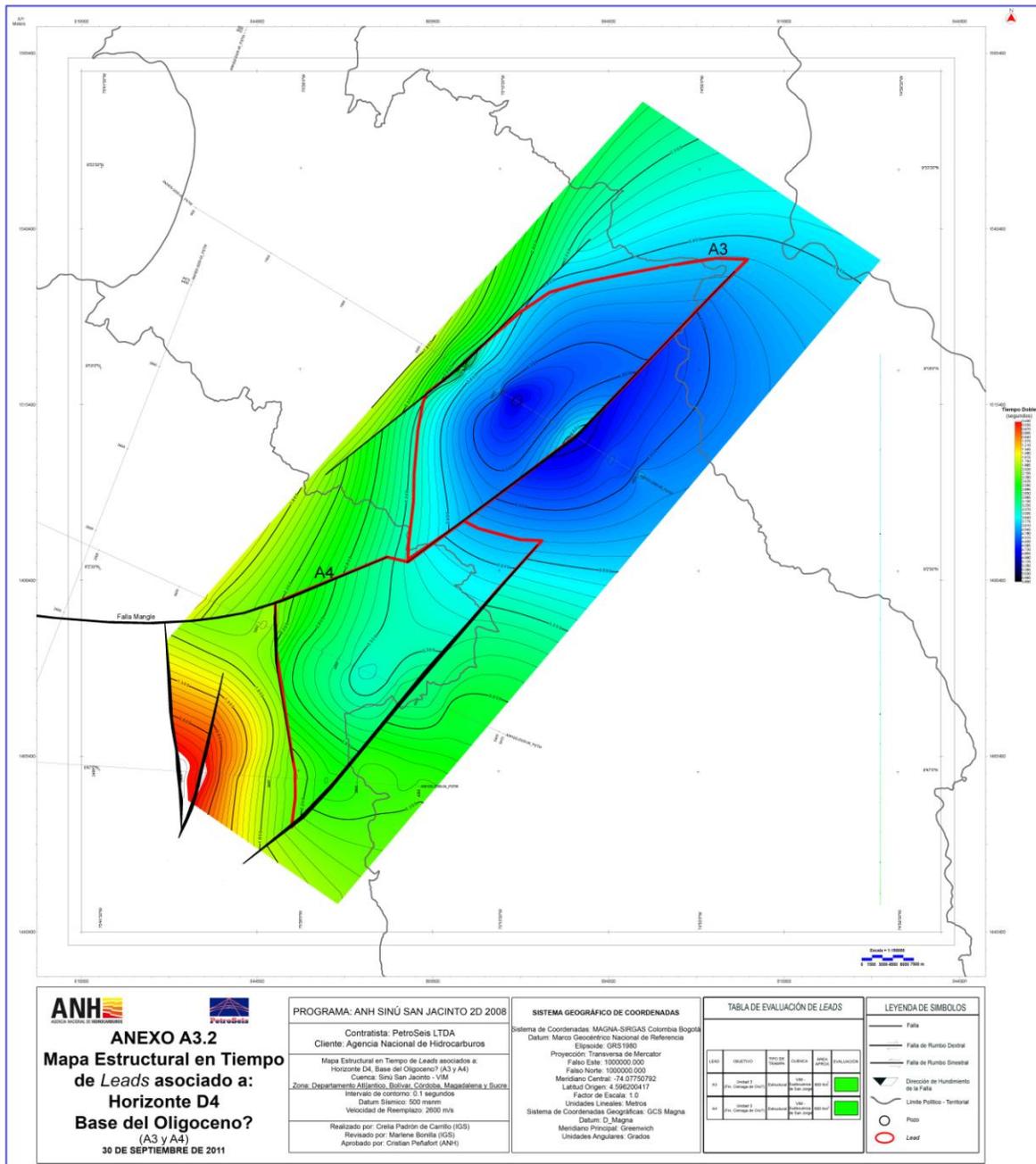


Figura 28. Prospectos A3 y A4 asociados al horizonte D4. Ver Anexo A3.2.

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

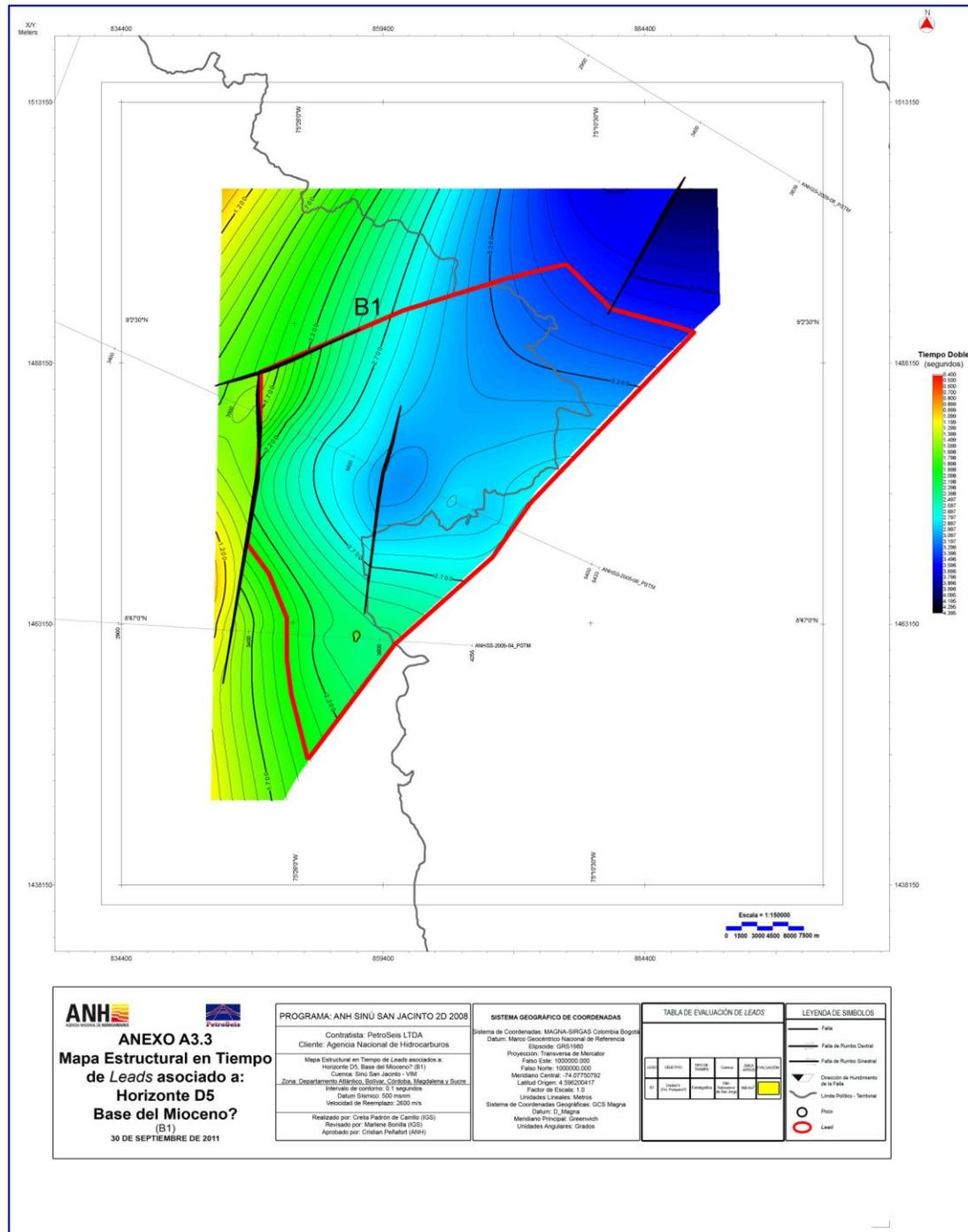


Figura 29. Prospecto B1 asociado al horizonte D5. Ver Anexo A3.3.

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

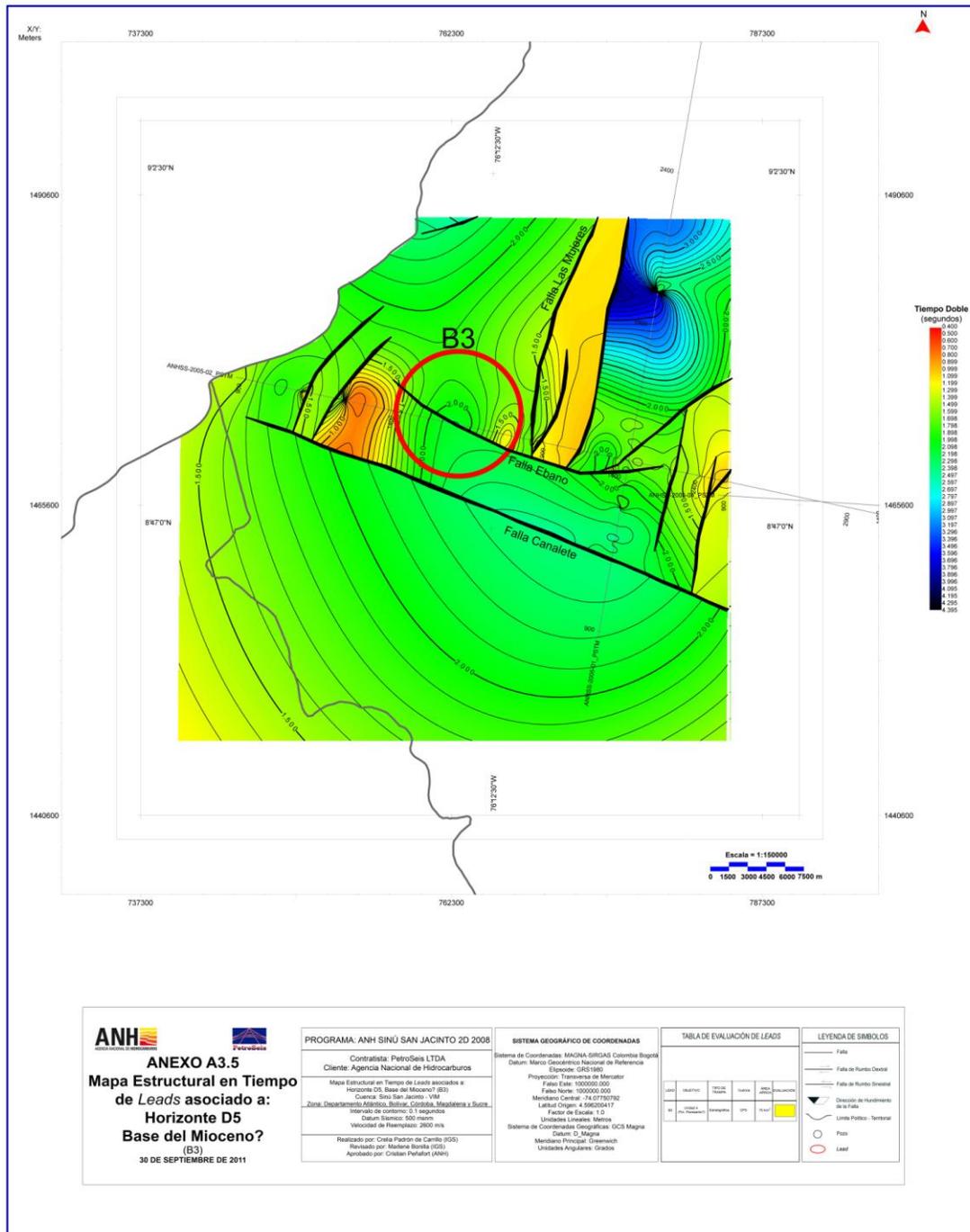


Figura 31. Prospecto B3 asociado al horizonte D5. Ver Anexo A3.5.

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

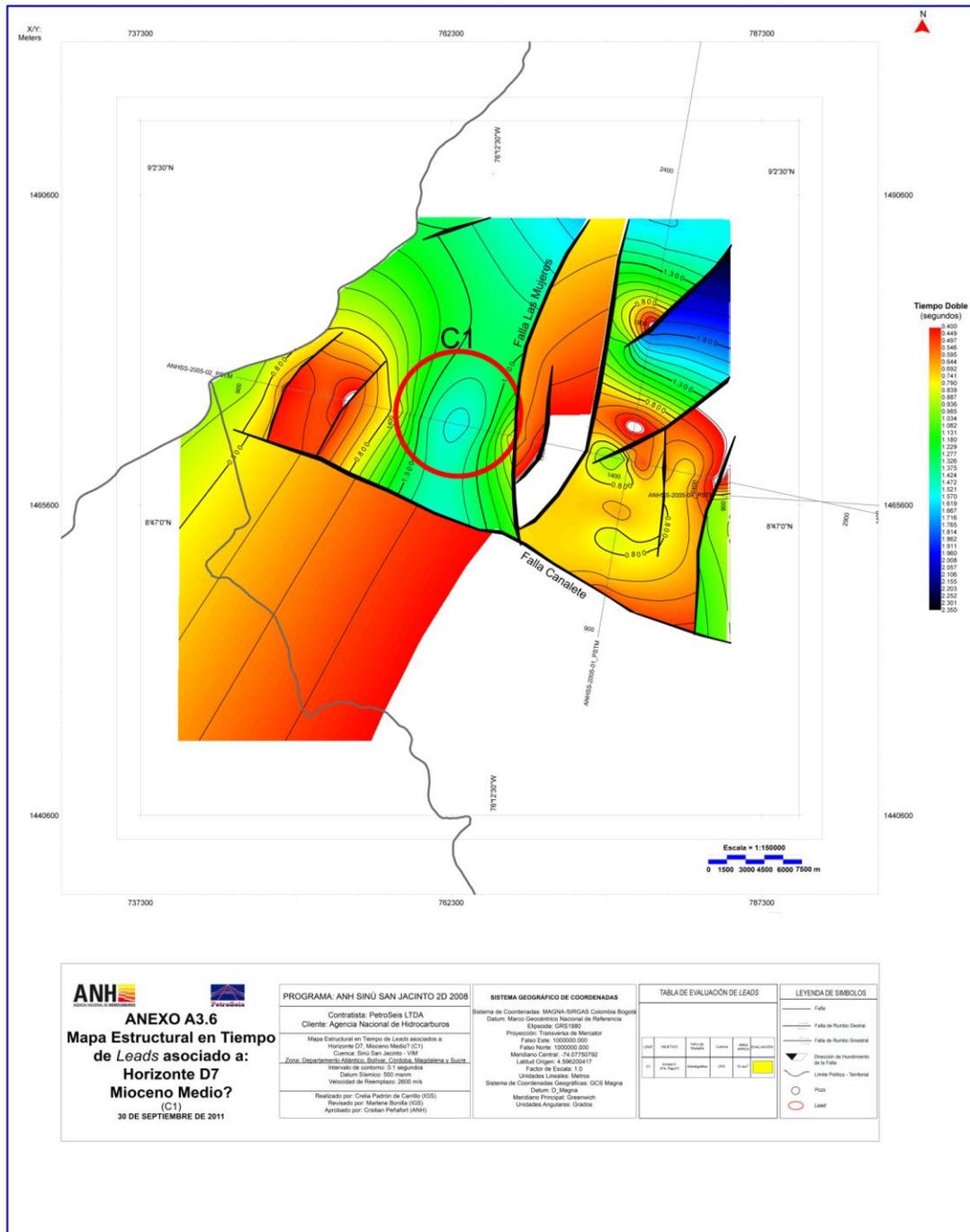


Figura 32. Prospecto C1 asociado al horizonte D7. Ver Anexo A3.6.

Informe Final de Interpretación Sísmica – Programa Sinú San Jacinto 2D 2005

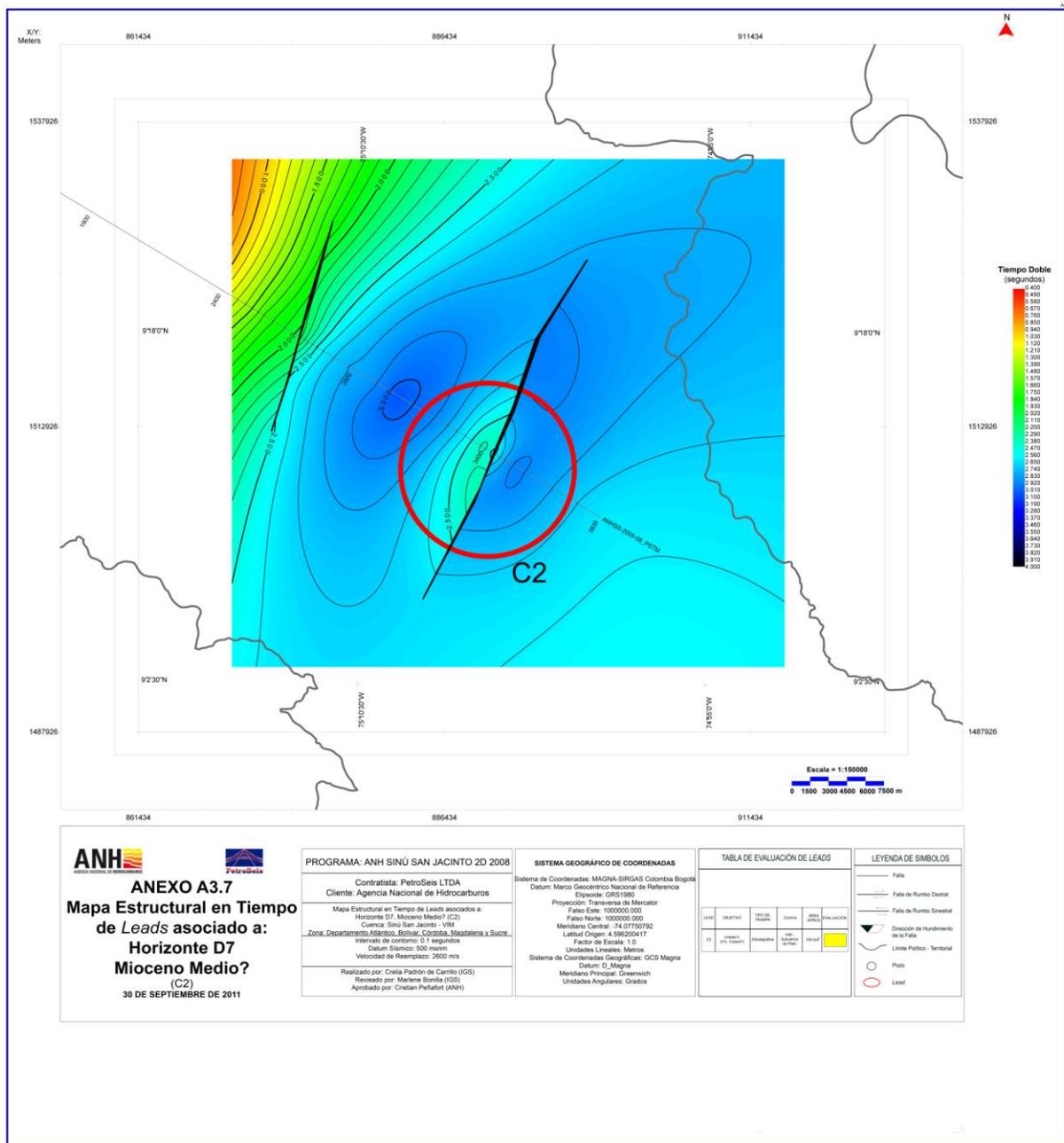


Figura 33. Prospecto C2 asociado al horizonte D7. Ver Anexo A3.7.

Tres (3) niveles fueron identificados como objetivos para la generación de prospectos, el primero de ellos y más profundo corresponde a la unidad 3 (Fm. Pavo y CDO), seguidamente se tiene la unidad 4 asociada a la Fm. Floresanto-Carmen y Porquero Inferior, dependiendo del sector, y por último el nivel más somero correspondiente a la unidad 5 (Fm. Pajuil y Tubará).

Según Caro y Rey (2009), las arenas de esta última formación (Pajuil) resultaron contenedoras de aceite de 51 API durante las pruebas de producción del pozo Floresanto-1. Adicional a este campo, se tiene conocimiento de la existencia del campo Jaraguay Norte, el cual produjo aproximadamente 17 BPPD de aceite de 47 API durante un año, sin embargo, se desconoce cuál fue el intervalo reservorio; lo cual, refuerza lo potencialidad del área.

10. PRODUCTOS FINALES

EN MEDIO DIGITAL: Un disco externo

- 01. Informe Final de Interpretación (WORD y PDF)
 - 01.1. Anexos (WORD y PDF)
 - 01.2. Presentación (PPT)
- 02. Mapas de Interpretación de Horizontes (PDF y ZMAP).
 - 02.1. Mapas de Interpretación de Horizontes (PDF y ZMAP).
 - 02.2. Mapas de Leads (PDF y ZMAP).
- 03. Secciones Interpretadas (CGM).
- 04. Interpretación Sísmica PP (ASCII).
 - 04.1. Horizontes (ASCII).
 - 04.2. Fallas (ASCII).
- 05. Archivos de mallados (ASCII).
- 06. Backup del proyecto.

EN PAPEL: Un Informe y sus Anexos.

Informe Final de Interpretación.

ANEXO A1. Mapas Estructurales en Tiempo. Escala 1:300.000. Cantidad: cinco (5) mapas

ANEXO A2. Secciones Sísmicas Interpretadas. Escala 1:100.000. Cantidad: diez (10) secciones

ANEXO A3. Mapas Estructurales en Tiempo de *Leads*. Escala 1:150.000. Cantidad: siete (7) mapas

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las principales estructuras del área de estudio mantienen una orientación NE-SE. Donde la sísmica muestra un fallamiento normal pre-Oligoceno?, con la misma orientación (NE-SE) sugiriendo una Transpresión posterior. La cual reinvierte algunas estructuras desarrollando geometrías en Flor positiva. La reactivación de estas estructuras desarrollan dentro el CPS pequeñas sub-cuencas separadas por los fallas inversas de alto ángulo. Dichas cuencas evidencian depósitos contemporáneos a la sedimentación que han sido fragmentados y desplazados por fallas rumbo deslizante de dirección oeste-este.

La geometría de las sub-cuencas desarrolladas dentro del CPS, no son tan evidentes debido a que la sección sísmica no alcanza a ver completamente la región y la relación S/R es baja. No obstante, a grandes rasgos pareciera mantener un desarrollo en secuencia, con una dirección de deformación hacia el oeste. Mostrando que los depocentros se hacen más espesos hacia el sureste y más delgados y someros hacia el noroeste. Tal como lo esquematizan Cerón et al. (2005) para la cuña acrecionaria de Sinú.

En relación al fallamiento identificado dentro del CPS, CPSJ y VIM, se observan esencialmente dos (2) familias de fallas:

1.- Fallas normales, con orientación ~ N-S, a nivel de basamento asociadas a depósitos pre-oligocenos? Fallamiento que en algunos sectores refleja inversión positiva.

2.- Fallamiento inverso de alto ángulo con vergencia hacia el oeste asociado a la transpresión producto de los diferentes pulsos de deformación suscitados en el CPS y CPSJ.

La prospectividad en el área se puede separar en dos (2) sectores. CPS y VIM, sub cuenca de Plato y San Jorge. Donde el CPS está asociado a las unidades U3, U4 y U5, las cuales en los diferentes mapas mostrados no reflejan cierres estructurales en cuatro (4) direcciones. No obstante, algunos leads identificados se encuentran en los flancos de los altos asociados a diapirismo.

En relación a las estructuras y al fallamiento inverso del área, ésta se ve afectada por diapirismo de lodo, que si bien replantea la búsqueda hacia los flancos del anticlinal, evitándose topar con posibles zonas de diapiros, también es cierto que se asegura un sello estratigráfico.

Por otro lado, la profundidad y baja resolución señal / ruido del programa sísmico Sinú San Jacinto 2D 2005, hace que se dificulte la correlación de los reflectores D1 al D3 dentro del área del CPS.

12. REFERENCIAS

- ANH. (2006a). *Compilación Análisis y Evaluación de Información existente*, Bogotá, Colombia.
- ANH. (2006b). *Informe final Sinú-San Jacinto 2D 2005*. Bogotá, Colombia.
- ANTOLINEZ, H., DUARTE, L., ESTEVES, C., MOSQUERA, J. y ZALÁN P. (2009). *Nuevos conceptos para el Modelo Tectono – Estratigráfico de las Cuencas Sedimentarias en el Occidente del Caribe Colombiano*.
- CARO, M. y REY, C. (2009). *Principales características geológicas de la subcuenca del Sinú a partir de interpretación sísmica*. X Simposio Bolivariano Exploración Petrolera en Cuencas Subandinas. Cartagena, Colombia.
- CERÓN, J., KELLOGG, J. y TOTO, E. (2005). *Structure and Tectonics of the Sinú – San Jacinto Accretionary Prism in the Northern Colombia*.
- COVEY, M. y DENG, C. (1993). *Structure of the Eastern Cordillera of Colombia: Implications for trap styles and regional tectonics*. AAPG Bulletin, Vol. 77, pp. 1.315-1.337.
- DÍAZ, A, GUERRERO, E y REY, C. (2009). *Proyecto Geofísico “Línea Regional Trasandina” en el Norte de Suramérica*. X Simposio Bolivariano Exploración Petrolera en Cuencas Subandinas. Cartagena, Colombia.
- DRAKE, C. y PINDELL, J. Eds. (1988). *Paleogeographic Evolution and Non-glacial Eustasy, northern South America*. SEPM Special Publication.
- FLINCH, J. (2003). *Structural Evolution of the Sinú-Lower Magdalena Area (Northern Colombia)*. BARTOLINI, R., BLICKWEDE, J. y BUFFLER, T., Eds., *The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics*. AAPG Memoir 79, pp. 776–796.
- GONZÁLEZ J., MONTILLA M. y REYES, J. (2000). *Regiones Tectono-sedimentarias del Valle Inferior del Magdalena, Colombia*. Memorias VII Simposio Bolivariano de Exploración en Cuencas Subandinas. Sociedad Venezolana de Geólogos, pp. 310-333.
- HERNÁNDEZ, O. (2009). *Cartografía geológica y modelado estructural de las Cuencas de Urabá y Sinú San Jacinto a partir de la interpretación de imágenes de sensores remotos y monitoreo sísmico*. Agencia Nacional de Hidrocarburos -ANH-. Bogotá, Colombia.
- HERNÁNDEZ, O. y JARAMILLO, J. (2009). *Reconstrucción de la historia tectónica en los sectores de Luruaco y Cerro Cansona – Cuenca del Sinú-San Jacinto y en el piedemonte occidental de la Serranía del Perijá entre Codazzi y La Jagua Ibérico – Cuenca de Cesar-Ranchería*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- INGEOMINAS. (2007). *Mapa Geológico de Superficie de Colombia, Escala. 1:500.000*.
- KENNAN, L. y PINDELL, J. (2001). *Kinematic Evolution of the Gulf of Mexico and Caribbean*. GCSSEPM Foundation 21st Annual Research Conference Transactions, Petroleum Systems of Deep-Water Basins, pp. 193-220.
- OSORNO, J. (2008). *Intención de perforar mediante campaña de pozos someros (tipo “slim hole”) en la cuenca Sinú-San Jacinto*. Agencia Nacional de Hidrocarburos -ANH-. Bogotá, Colombia.

REY, A. y RUBIANO, J. (2009). *Estratigrafía Secuencial para el Neógeno Superior en el Suroeste Offshore del Caribe Colombiano*. X Simposio Bolivariano Exploración Petrolera en Cuenca Subandinas, Cartagena, Colombia.

SANDWELL, D. y SMITH, W. (1997). *Seafloor topography from satellite altimetry and ship depth soundings*. Science, Vol. 277, pp. 1.957-1.962.

SUÁREZ, L. (2009). *Estudio Geofísico Integrado en la subcuenca de Plato, VIM*. Tesis de MsC.