



SUBDIRECCIÓN TÉCNICA

LOCALIZACIÓN DE POZOS ESTRATIGRÁFICOS CUENCA DEL SINÚ (ZONA Sur)

**CONTRATO No. 055 de 2007
LOCALIZACIÓN DE POZOS ESTRATIGRÁFICOS EN CADA UNA DE LAS
SIGUIENTES CUENCAS: CHOCÓ, CESAR-RANCHERÍA, SINÚ (ZONA SUR),
CAUCA-PATÍA, LLANOS ORIENTALES Y CAGUÁN**

PRESENTADO POR:



GEOCONSULT LTDA

ENERO DE 2008

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	3
LISTA DE TABLAS.....	5
INTRODUCCIÓN	6
1. OBJETIVO.....	7
2. LOCALIZACIÓN	8
3. INFORMACIÓN GEOLÓGICA Y GEOFÍSICA UTILIZADA	10
4. DEFINICIÓN DEL MODELO GEOLÓGICO REGIONAL.....	12
4.1 PRINCIPALES RASGOS ESTRUCTURALES	12
4.2 EVOLUCIÓN DE LA CUENCA.....	12
4.3 ESTRATIGRAFÍA Y ELEMENTOS DEL SISTEMA PETROLÍFERO.....	15
4.3.1 Cinturón plegado de San Jacinto (CPSJ).....	17
4.3.2 Cinturón Plegado del Sinú (CPSn).....	18
5. INTERPRETACIÓN SÍSMICO-ESTRUCTURAL.....	19
5.1 SECUENCIAS SÍSMICAS	21
6. RECOMENDACIÓN PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS SOMEROS TIPO <i>SLIM HOLES</i>	22
6.1 COMISIÓN DE CAMPO PARA VERIFICAR LOS PUNTOS RECOMENDADOS	22
6.2 PROGNOSIS POZOS SOMEROS TIPO <i>SLIM HOLES</i>	24
6.3 POZOS SOMEROS SIN VERIFICACIÓN DE CAMPO	34
7. RECOMENDACIÓN PERFORACIÓN DE POZOS ESTRATIGRÁFICOS.....	43
7.1 POZO SINÚ ESTRATIGRÁFICO 1	45
7.2 POZO SINÚ ESTRATIGRÁFICO 2	51
7.3 POZO SINÚ ESTRATIGRÁFICO 3	53
8. PROGRAMA DE PERFORACION	55
8.1 POZO SINU ESTRATIGRÁFICO 1, VERSIÓN 1	55
8.2 POZO SINÚ ESTRATIGRÁFICO 2	58
9. INCERTIDUMBRES	61
10. CONCLUSIONES.....	62
BIBLIOGRAFIA	63
ANEXOS	65

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización de las cuencas de Sinú y San Jacinto	8
Figura 2. Información sísmica y de pozos disponible, cuenca del Sinú	11
Figura 3. Esquema conceptual del Cretácico Superior	13
Figura 4. Esquema conceptual del Paleoceno – Eoceno Temprano	13
Figura 5. Esquema conceptual del Oligoceno	14
Figura 6. Esquema conceptual del Plioceno - Pleistoceno	14
Figura 7. Sistemas Petrolíferos, columna Sinú-San Jacinto	16
Figura 8. Información de pozos y sísmica evaluada	20
Figura 9. Localización de <i>slim holes</i> recomendados, cuenca Sinú San Jacinto	23
Figura 10. Corte estructural de los <i>slim holes</i> SH2 y SH4.	26
Figura 11. Corte estructural del <i>slim hole</i> SH3.	27
Figura 12. Corte estructural de los <i>slim holes</i> SH2 y SH4.	29
Figura 13. Corte estructural de los <i>slim holes</i> SH5 y SH7.	30
Figura 14. Corte estructural <i>slim hole</i> SH6.	32
Figura 15. Corte esquemático de los <i>slim holes</i> 8A y 8B	34
Figura 16. Corte esquemático del <i>slim hole</i> SH-9	37
Figura 17. Localización <i>slim hole</i> SH-10	38
Figura 18. Corte esquemático para el <i>slim hole</i> SH-10	39
Figura 19. Localización <i>slim hole</i> SH-11	40
Figura 20. Corte esquemático del <i>slim hole</i> SH-11	41
Figura 21. Mapa geológico con la ubicación de los pozos estratigráficos	44
Figura 22. Columna estratigráfica resumida comparativa de los cinturones de Sinú y San Jacinto	47
Figura 23. Localización estructural pozo Sinú Estratigráfico-1 (Versión 1)	49
Figura 24. Localización estructural pozo Sinú Estratigráfico-1 (Versión 2)	51

Figura 25. Localización estructural Pozos: Sinú Estratigráfico-2 y Sahagún 1, Línea sísmica ANH-SS-2005-06	52
Figura 26. Localización del pozo Sinú Estratigráfico-3 línea sísmica ANH-SS-2005-08	53
Figura 27. Estado Mecánico y prognosis Pozo Sinú Estratigráfico-1	57
Figura 28. Estado Mecánico y prognosis Pozo Sinú Estratigráfico 2	60

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Secuencias sísmicas y horizontes interpretados	21
Tabla 2. Prognosis de formaciones, litologías y espesores probables, <i>slim hole</i> SH2	25
Tabla 3. Prognosis de formaciones, litologías y espesores probables, <i>slim hole</i> SH-3	26
Tabla 4. Prognosis de formaciones, espesores y litologías probables, <i>slim hole</i> SH-4	28
Tabla 5. Prognosis de formaciones, litologías y espesores probables, <i>slim hole</i> SH-5	30
Tabla 6. Prognosis de formaciones, litologías y espesores probables, <i>slim hole</i> SH-6	31
Tabla 7. Prognosis de formaciones, litologías y espesores probables, <i>slim hole</i> SH-7	33
Tabla 8. Coordenadas de los sitios seleccionados para efectuar <i>slim holes</i> en el sector Central del cinturón plegado de San Jacinto	33
Tabla 9. Prognosis de formaciones, espesores y litologías, <i>slim hole</i> SH-8A	35
Tabla 10. Prognosis <i>slim hole</i> SH-8B	36
Tabla 11. Prognosis de formaciones, espesores y litologías, <i>slim hole</i> SH-9	37
Tabla 12. Prognosis <i>slim hole</i> SH-10	39
Tabla 13. Prognosis de formación, espesores y litologías, <i>slim hole</i> SH-11	41
Tabla 14. Coordenadas de los sitios seleccionados para efectuar <i>slim holes</i> (8 a 11) en el sector central del cinturón plegado de San Jacinto	42
Tabla 15. Topes de formación, tiempos y velocidades de intervalo, pozo San Jorge-1	43
Tabla 16. Topes de formación, tiempos y velocidades de intervalo, pozo Claro-1	45
Tabla 17. Topes de formación, tiempos doble y sencillo y velocidades intervalo, Pozo San Sebastián 1	45
Tabla 18. Prognosis de litologías a encontrar en el pozo Estratigráfico 1, versión 1	48
Tabla 19. Prognosis pozo Estratigráfico 1 (versión 1)	49
Tabla 20. Prognosis de litologías a encontrar en el pozo Estratigráfico 1, versión 2	50
Tabla 21. Prognosis pozo Estratigráfico 1 (versión 2)	50
Tabla 22. Prognosis de litologías a encontrar pozo Estratigráfico 2	52
Tabla 23. Prognosis pozo Estratigráfico 2	53
Tabla 24. Coordenadas de los puntos seleccionados para pozos estratigráficos	54

INTRODUCCIÓN

Los primeros esfuerzos realizados en Colombia para la búsqueda de hidrocarburos datan del año 1869 cuando en terrenos del Antiguo Resguardo de Indígenas de “Tubará”, el General Manuel María Palacio verificó, a siete kilómetros de Puerto Colombia en un sector llamado Los Volcanes, que “La superficie de la tierra tenía un olor penetrante a petróleo”, y para investigar su procedencia excavó un aljibe que llegó a la profundidad de 22 pies, de la cual no se pudo pasar por la gran cantidad de gas natural que salía, produciendo la asfixia de los trabajadores.

En 1884 el geólogo y naturalista Luis Striffler, ciudadano alemán, se encargó de la dirección de la perforación del primer pozo de petróleo colombiano, el cual llegó a una profundidad de 94 pies, esfuerzo que se perfecciona en 1906 con la perforación del pozo Perdices -1, de Atlantic Oil Company Limited, habiendo encontrado petróleo con una explotación diaria de 50 barriles a 750 pies de profundidad, convirtiendo el sector de Tubará y a sus dueños en los pioneros del petróleo en Colombia y la primera explotación en América Latina¹².

Posteriormente esfuerzos han sido realizados en los sectores de Sinú y San Jacinto por compañías como Socony, Richmond, Colpet, Intercol, Mobil, ECOPEPETROL, Petrocol y Petrolinson, entre otras, dejando cerca de 140 pozos de los cuales los pozos Barranquilla-1, Molinero-1 y 3-X y Tolú-1 y 3, fueron clasificados como productores no comerciales de gas y el pozo Jaraguay N-1 como productor no comercial de aceite. No obstante, la expectativa de encontrar campos de hidrocarburos en el área está basada en los múltiples manaderos superficiales existentes, nuevos datos y conceptos innovadores de geología estructural que pretenden llenar los vacíos de conocimiento con relación a la historia de formación de la cuenca.

La compleja historia geológica reinante durante la conformación de las cuencas sedimentarias al norte de Colombia, ha dejado como registro en el área del Sinú, dos provincias denominadas Cinturón Plegado de San Jacinto y Cinturón Plegado del Sinú, y en ellos una secuencia de sedimentos superimpuestos del Cretácico al Plioceno, predominando las capas del Mioceno y del Oligoceno en los que se ha identificado un importante potencial de generación de hidrocarburos. En el sector sur de esta área se reporta la presencia de hidrocarburos en profundidad y abundantes manaderos en superficie. Se han definido familias de petróleos y correlaciones crudo-crudo y algunas crudo-roca, no obstante se requiere un mayor conocimiento de las rocas generadoras, reservorio y sello para acometer agresivos programas de exploración en la cuenca.

¹ <http://palacio.org>

² <http://tubara.homestead.com/Historia.html>

1. OBJETIVO

La Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) en su calidad de administradora del recurso hidrocarburífero del país, visualizó la necesidad de adquirir información de subsuelo que le sirva como materia prima del proceso exploratorio, parte de la cual consiste en la perforación de *slim holes* y pozos estratigráficos en cuencas sedimentarias que se consideran de bajo nivel exploratorio, buscando obtener muestras de roca que le permitan mediante análisis exhaustivos, adquirir la mayor información geológica de los procesos evolutivos de la cuenca y del sistema petrolífero (roca fuente, almacenadoras y sello).

En el presente documento se relaciona el análisis que la compañía Geoconsult Ltda realizó para la ANH en la cuenca del Sinú (zona sur), en desarrollo del contrato ANH-055 “Localización de Pozos Estratigráficos”.

Los objetivos principales del presente estudio son:

- Localizar pozos someros en el sector central del cinturón plegado de San Jacinto que permita adquirir información geológica directa de las unidades litoestratigráficas que conforman el sistema petrolífero.
- Localizar pozos someros con el objetivo de obtener núcleos, principalmente de rocas con características almacenadoras.
- Localizar pozos estratigráficos para adquirir la mayor cantidad de información geológica y del sistema petrolífero (rocas almacenadoras, fuentes y sellos).

El cinturón plegado de San Jacinto aflora en su mayor parte costa adentro; la porción norte se encuentra bajo el mar (**Figura 1**). El cinturón plegado de San Jacinto tiene una orientación NE, una longitud de 350 Km. y aproximadamente 20 Km. de ancho. Está localizado entre el cinturón del Sinú y las cuencas San Jorge y Plato (**Figura 1**). Al oriente, la falla de Romeral o el rasgo que en superficie ha sido denominado como sutura de Romeral, lo separa de las cuencas Plato y San Jorge. Al occidente está limitado por el lineamiento del Sinú que lo separa del cinturón del Sinú, al norte lo limita la falla de Oca y al sur la Cordillera Occidental.

El cinturón del Sinú limita al oriente con el lineamiento del Sinú que lo separa del cinturón plegado de San Jacinto y al occidente por la falla de Uramita. Tanto en superficie como en subsuelo es observable el intenso diapirismo y vulcanismo de lodo que diferencia esta zona de las áreas adyacentes. Del cinturón plegado del Sinú únicamente su porción sur aflora costa adentro y dos terceras partes de su extensión hacen parte de la actual plataforma costera.

3. INFORMACIÓN GEOLÓGICA Y GEOFÍSICA UTILIZADA

Para ubicar la localización de los pozos estratigráficos en este sector, se contó con una amplia base de datos de estudios geológicos realizados en la cuenca por Ingeominas, Ecopetrol, información de los pozos perforados en el área, y de las líneas sísmicas obtenidas tanto por ECOPETROL, la ANH y otras operadoras. En la **Figura 2** se observa la distribución de campañas sísmicas obtenidas en Sinú-San Jacinto y la localización de algunos de los pozos perforados que han servido como referencia para múltiples estudios realizados en la cuenca.

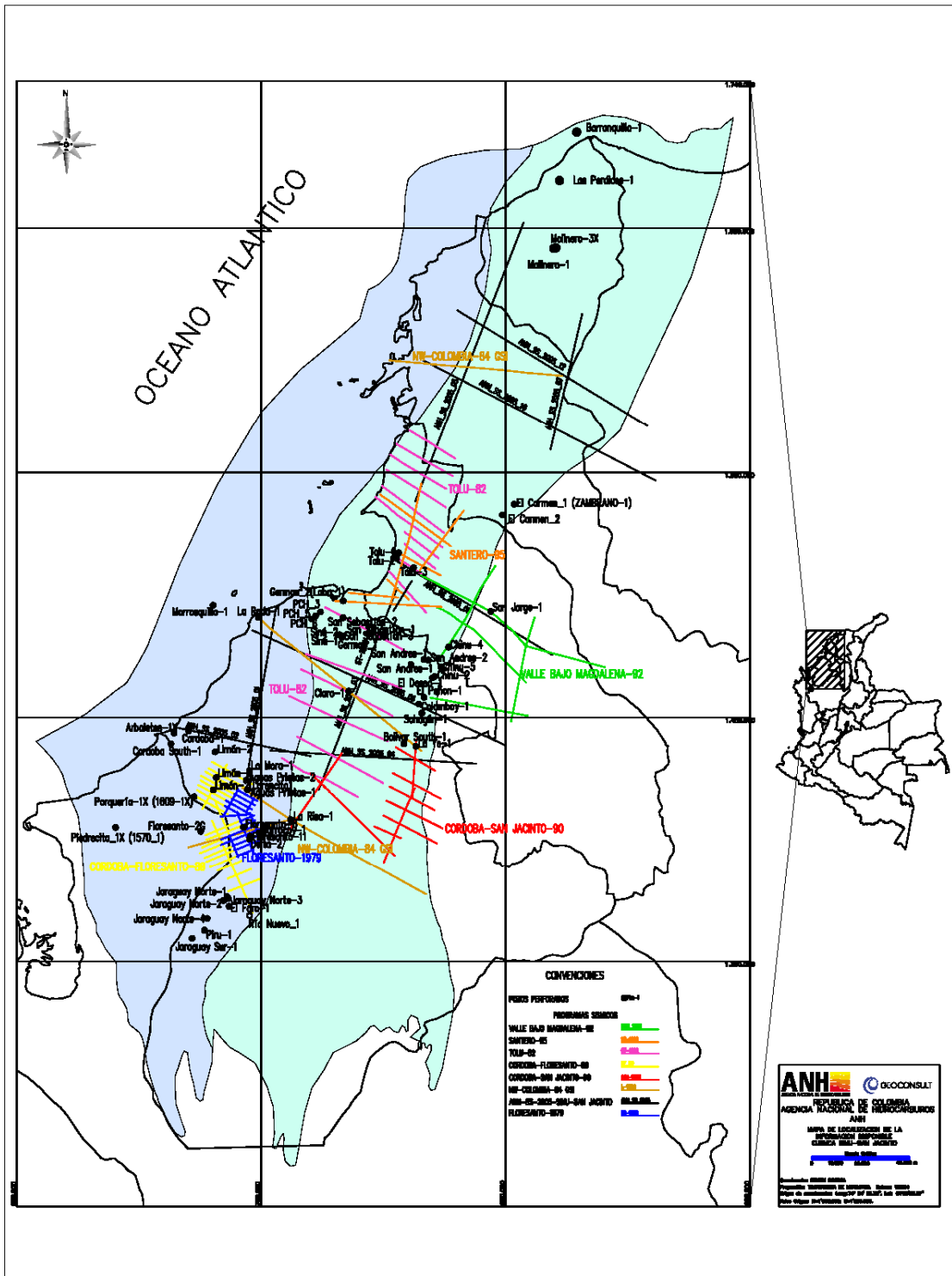


Figura 2. Información sísmica y de pozos disponible Cuenca del Sinú.

4. DEFINICIÓN DEL MODELO GEOLÓGICO REGIONAL

La evolución tectónica de la región del Sinú, ubicada entre el límite de las placas del Caribe y Suramérica, ha sido controlada desde el Cretácico Tardío por la interacción entre estas placas, que ha resultado en una aparente migración hacia el oriente de la placa del Caribe a lo largo del margen de Suramérica. Este proceso generó el desarrollo de dos prismas acrecentivos con estilos estructurales e historias deposicionales definidas: Prisma acrecentivo de San Jacinto desarrollado al oeste de la Cuenca del Valle Inferior del Magdalena y prisma acrecentivo del Sinú desarrollado al oeste del prisma acrecentivo de San Jacinto (Geotec, 2003).

4.1 PRINCIPALES RASGOS ESTRUCTURALES

En el sector del Sinú el estilo estructural consiste de un sistema conjugado de fallas de rumbo y cabalgamientos. Las fallas de rumbo tienen una orientación preferencial E-W y SE-NW dejando bloques limitados por fallas con grandes pliegues sinclinales con sus ejes orientados NE-SW. Las áreas situadas lateralmente entre sinclinales están muy deformadas por cabalgamientos cuyos planos buzcan hacia el SE. En este sector los anticlinales son casi excepcionales dentro del sistema de pliegues, no solamente por su escaso número sino por su corta extensión, además son muy apretados. Los anticlinales están asociados a diapiros y volcanes de lodo.

La geometría del cinturón de San Jacinto es el resultado de varios eventos de evolución tectónica, incluyendo un episodio de extensión y varios de compresión. El primer periodo de inversión ocurrió durante el Eoceno Medio y estuvo limitado probablemente a ciertas áreas y el levantamiento más reciente sucedió en el Plioceno-Pleistoceno durante la Orogenia Andina, fallando y plegando las estructuras existentes (Caro, 2003).

4.2 EVOLUCIÓN DE LA CUENCA

El estudio realizado por Geotec para Ingeominas en 2003, presenta entre otros, la evolución de la cuenca; relacionamos aquí, apartes de dichos conceptos.

A finales del Cretácico, existían dos grandes dominios geológicos: al este de la sutura de Romeral se presentaba una zona emergida, probablemente la continuación al norte de la Cordillera Central, constituida por rocas volcánico-sedimentarias y al occidente un fundamento de rocas de afinidad oceánica

constituida por basaltos y serpentinitas generadas aparentemente en un centro de expansión oceánica y de edad Cretácica Tardía (**Figura 3**).

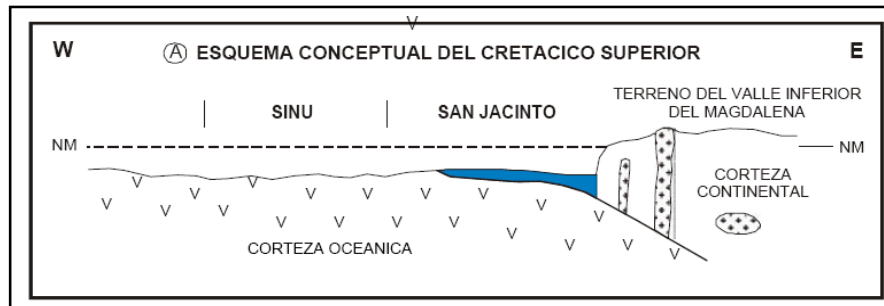


Figura 3. Esquema conceptual del Cretácico Superior.
(Tomado de Geotec, 2003).

Sobre estas rocas básicas, se depositaron sedimentos finos Maastrichtiano-Coniaciano de la denominada Formación Cansona (Ksc), que afloran en algunos sectores del cinturón de San Jacinto. Sedimentitas finas con microfósiles del Paleoceno y correspondientes a zonas batiales, caracterizan junto con arenitas y conglomerados, los depósitos turbidíticos de la Formación San Cayetano.

Un hiato sedimentario en el Eoceno Inferior sugiere un tectonismo regional importante, seguido por un periodo de vulcanismo que se registra por la sedimentación silíceo de aguas profundas y el depósito de material tobáceo de los denominados Chert de la Candelaria en la región del Sinú y los Chert de Aguas Blancas en la región de San Jacinto (**Figura 4**).

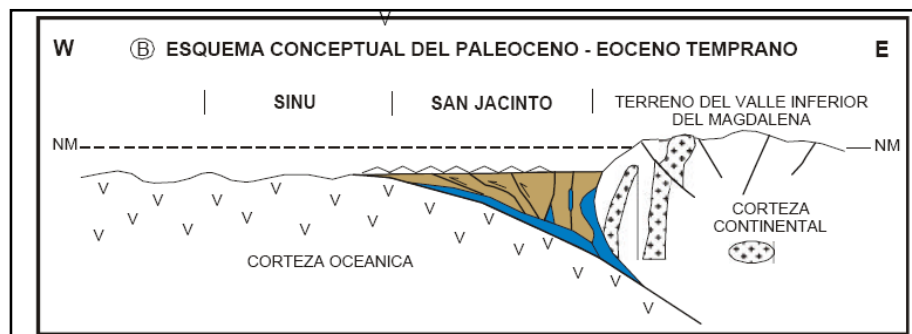


Figura 4. Esquema conceptual del Paleoceno – Eoceno Temprano
(Tomado de Geotec, 2003).

El periodo de relativa quietud que caracteriza al Eoceno Medio en la región de San Jacinto finaliza con la sedimentación marina de lutitas, margas y calizas de las formaciones Chalán/La Risa. Un periodo de aquiescencia domina los ámbitos de sedimentación durante el Oligoceno y se expresa por depósitos marinos finos de la secuencia post-Manantial y de la parte superior de la Formación El Floral (**Figura 5**).

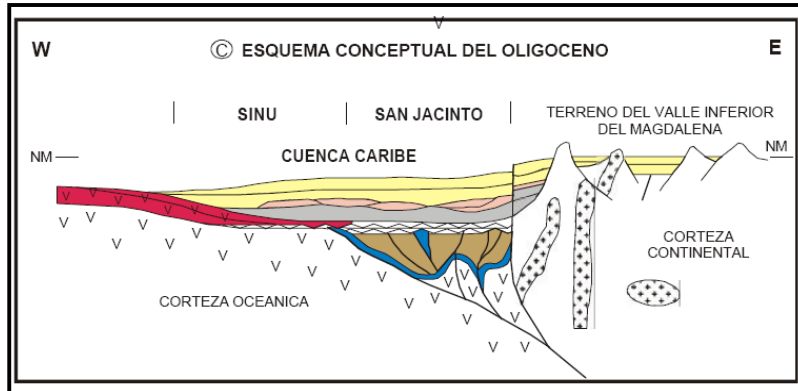


Figura 5. Esquema conceptual del Oligoceno
(Tomado de Geotec, 2003).

Una inundación general en el Mioceno Temprano se registra en el Sinú (Formación Floresanto) y cubre los depósitos más someros y lutitas que caracterizan el periodo más temprano (unidades Pavo y Campano). La orogenia desarrollada en el Plioceno se manifiesta con la discordancia intra-Plioceno, seguida por el depósito potente de sedimentitas en la región del Sinú y la configuración de las cuencas de hundimiento (**Figura 6**).

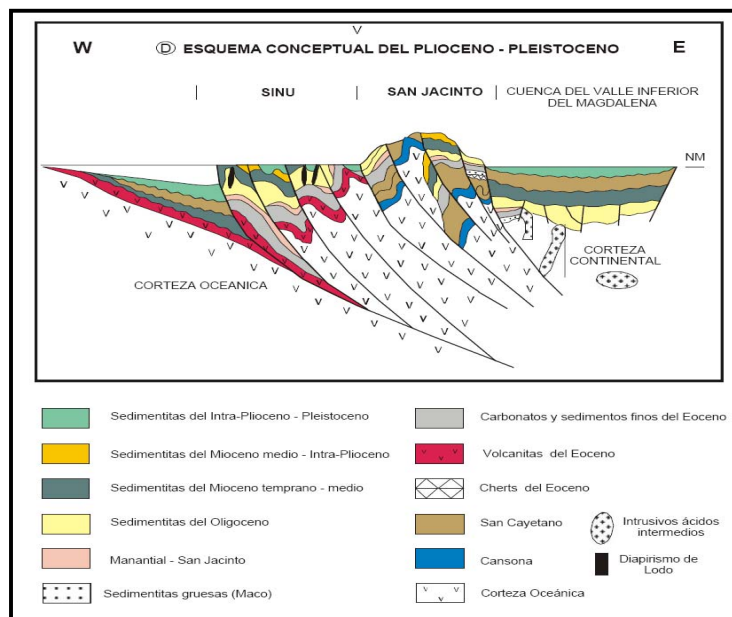


Figura 6. Esquema conceptual del Plioceno - Pleistoceno
(Tomado de Geotec, 2003).

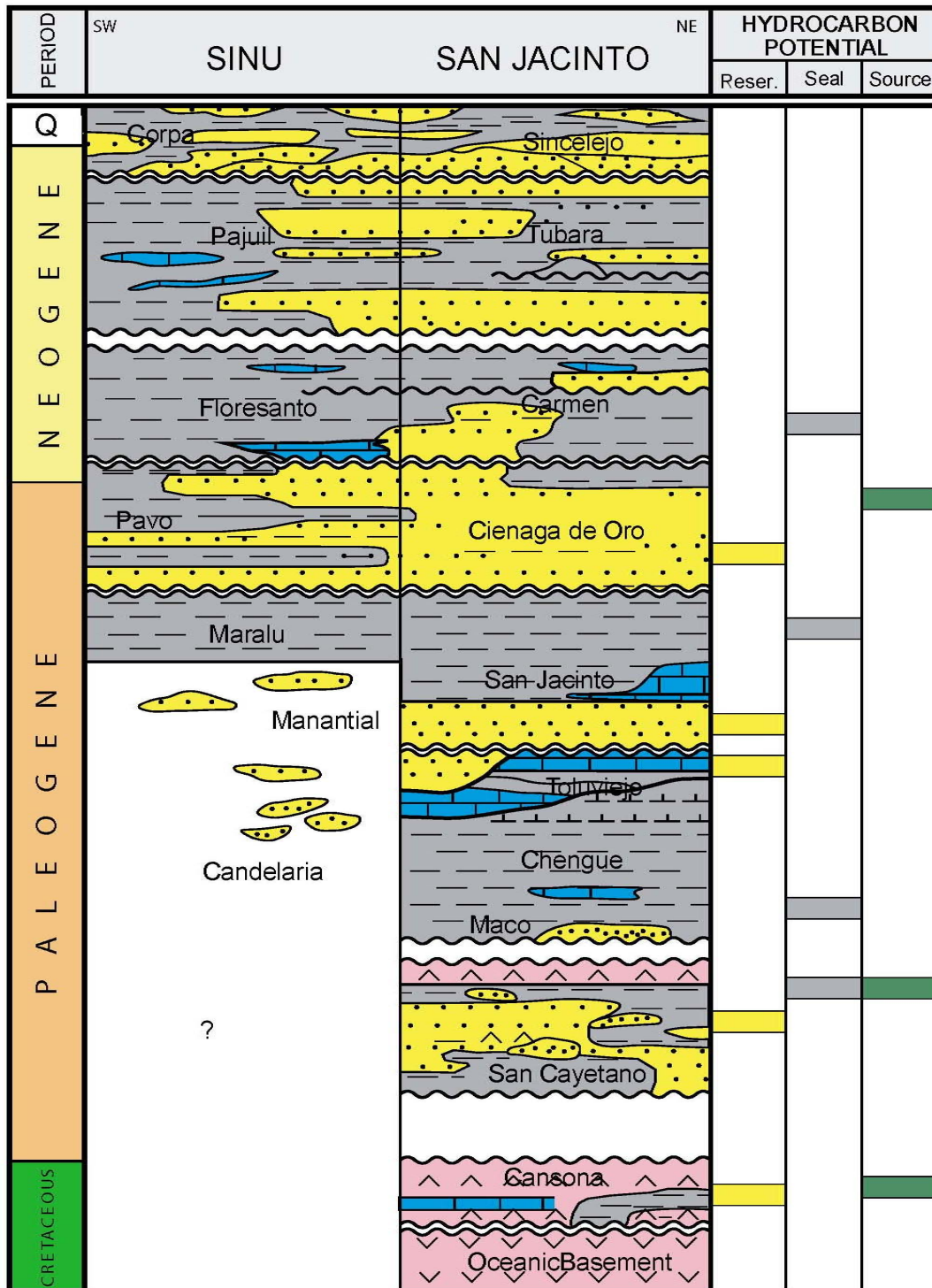
De acuerdo con Caro (2003), es necesario mencionar que sobre el origen del cinturón de San Jacinto existen diferentes modelos: 1) paleo-*rift* o graben invertido en un margen continental, 2) cuenca continental levantada y plegada en dos eventos compresivos, 3) depósitos de *trench* invertidos por levantamiento y

cabalgamiento, 4) una cuenca de *strike-slip pull-apart* y 5) prisma de acreción, modelo más usado por los diferentes autores. Cada modelo tiene implicaciones específicas con relación a los momentos de generación y expulsión de hidrocarburos, sin embargo es necesario avanzar en el conocimiento del área y obtener información adicional de subsuelo y mapeo detallado de estructuras para corroborar la verdadera historia de formación de la cuenca.

4.3 ESTRATIGRAFÍA Y ELEMENTOS DEL SISTEMA PETROLÍFERO

Las diferentes compañías petroleras que han trabajado en el área, han utilizado diferentes nomenclaturas estratigráficas.

Es necesario mencionar que existen grandes interrogantes sobre la correcta clasificación y correlación de los sedimentos que han sido considerados potenciales almacenadores. Mesa (2001), postula que la complejidad en la evolución tectónica de la cuenca, dio lugar a que los cuerpos arenosos exhiban grandes variaciones granulométricas y mineralógicas relacionadas al área fuente, siendo frecuente entre otros, que los sedimentos de la Formación Chengue sean clasificados como Formación San Cayetano, o que muestras de pozo clasificadas como Formación San Jacinto no presenten características petrológicas coincidentes con las referenciadas en la literatura y se asemejen casi completamente a las descritas en la Formación Ciénaga de Oro (**Figura 7**).



From Ilex, 1995

Figura 7. Sistemas Petrolíferos, Columna Sinú-San Jacinto (Ilex, 1995: en ANH, 2005).

En el cinturón de San Jacinto, ECOPEPETROL perforó el pozo Molinero-1, que produjo de las calizas de Tolúviejo (5.5 MMCFD), pero los pozos Molinero-2 y 3 fueron secos. El pozo Sebastián-1 produjo 100 BODP de la Formación San Cayetano, por un tiempo de dos años. Aunque se han perforado algunos pozos, a la fecha no se han reportado acumulaciones económicas importantes de hidrocarburos (Caro, 2003).

A continuación se relacionan algunos elementos del sistema petrolífero, que autores principalmente de ECOPEPETROL y la ANH, han referido en trabajos anteriores separadamente para los sectores de San Jacinto y Sinú, dado que en estas áreas no se depositaron las mismas unidades litológicas.

4.3.1 Cinturón plegado de San Jacinto (CPSJ)

Roca Generadora: En el cinturón plegado de San Jacinto se han identificado dos tipos de roca generadora: la primera corresponde a la secuencia del Cretácico Tardío, representada por la unidad Cansona a la que se le asigna kerógeno tipo II en muestra de afloramiento, Carbono Orgánico Total (TOC) de 5.6% e Índice de Hidrógeno (HI) de 361 mg/g, que indican excelentes condiciones de generación de petróleo (Reyes *et al.*, 2001). La otra roca generadora en el área se encuentra en la secuencia del Oligoceno Inferior al Mioceno Temprano, su potencial generador es principalmente de gas con algo de aceite debido a que se identifican kerógenos tipo III y IV.

Roca Almacenadora: Los principales reservorios fueron depositados entre el Eoceno y el Mioceno. Estos depósitos varían de ambiente continental fluvio-deltáico a marino incluyendo depósitos de carbonatos de aguas someras. La secuencia depositada en el Paleoceno (unidad San Cayetano) muestra niveles clásticos intercalados con lodolitas silíceas y con porosidades que varían entre el 3 y el 24% (Ecopetrol-ICP, 1998).

En la unidad Chengue de edad Eoceno se identifican dos tipos de roca almacenadora: niveles clásticos depositados sobre los flancos de los paleoaltos dejados por la Orogenia Preandina y crecimientos calcáreos desarrollados al tope de la unidad en la cresta de los mismos paleoaltos. Estos dos tipos de roca han dado manifestaciones de gas y aceite en los pozos Molinero-1 y Campeche-1.

En la secuencia del Oligoceno, predominante lodosa, se han reportado intercalaciones arenosas a la base de la secuencia pertenecientes a la unidad Ciénaga de Oro Inferior, depositadas en un ambiente batial superior a nerítico externo. Es probable que algunos intervalos de las unidades Porquero Inferior, Porquero Superior y Tubará, tengan propiedades petrofísicas que cataloguen estas unidades como rocas almacenadoras, principalmente los intervalos arenosos de la unidad Porquero Inferior (Reyes *et al.*, 2001).

Roca Sello: El principal problema para el potencial de hidrocarburos en el cinturón de San Jacinto es el sello y el *timing* de las estructuras versus la migración de hidrocarburos. Hubo generación de hidrocarburos pero parece haber migrado antes de que se formaran las estructuras mas jóvenes (Caro, 2003).

Dentro de la secuencia del Paleoceno se describen principalmente lodolitas silíceas en la unidad San Cayetano, las cuales pueden actuar como roca sello de las intercalaciones clásticas que se encuentran en esa unidad.

En el Mioceno Temprano se deposita la unidad Ciénaga de Oro Superior, conformada por *shales* batiales. En el Valle Inferior del Magdalena esta unidad es la roca sello efectiva en algunos campos.

4.3.2 Cinturón Plegado del Sinú (CPSn)

Roca Generadora: Para Esri-Ilex (1995) la roca generadora está en *shales* de facies marinas profundas de edad Mioceno Temprano, que actualmente están sobrepresionados y en profundidad forman los núcleos de algunos diapiros de lodo. Contienen kerógeno de los Tipos II y III, con capacidad para generar gas y crudo. Para Thrasher, J., D. Strait, y R. Álvarez Lugo (1996b), la roca fuente está contenida en la secuencia del Oligoceno Inferior al Mioceno Inferior (unidades Ciénaga de Oro Inferior y Ciénaga de Oro Superior (Reyes *et al.*, 2001).

Roca Almacenadora: A continuación se enumeran las unidades cronoestratigráficas que se consideran potenciales rocas almacenadoras en el cinturón plegado del Sinú.

En el Mioceno Medio a Tardío, la unidad Porquero Superior muestra desarrollos arenosos al sur del cinturón, encontrando producción en el miembro Areniscas de San Rafael de la Formación Floresanto perforada por los pozos Jaraguay. Hay también manifestaciones de aceite y gas en los pozos del campo Jaraguay en las areniscas del Pavo de edad Mioceno Temprano pertenecientes a la unidad Ciénaga de Oro Superior. Por último la unidad Tubará de edad Mioceno Tardío (Formación Pajuil) ha tenido producción de aceite en el Campo Floresanto. Se han reportado ciertas manifestaciones de gas en las areniscas del Mioceno Superior en el pozo Barranquilla-1, del Plioceno en el pozo San Diego-1 y del Pleistoceno Inferior en el pozo Cartagena-2.

Roca Sello: Desde el punto de vista de la evolución tectonoestratigráfica, la Cuenca del Sinú tiene la posibilidad de tener excelentes intervalos para actuar como rocas sellos en los intervalos del Paleoceno, Eoceno y Mioceno (PGT, 2005).

5. INTERPRETACIÓN SÍSMICO-ESTRUCTURAL

Con el fin de determinar las mejores ubicaciones para la recomendación de perforación de dos pozos estratigráficos en las cuencas Sinú y San Jacinto, se integró la información sísmica más relevante de los programas ANH 2005, L-84 y LMV-1992, líneas que por su extensión superior a 80 Km., permiten definir los principales rasgos estratigráficos y estructurales para este sector de la cuenca.

La información geológica de superficie fue monitoreada mediante archivos elaborados en AUTOCAD y posteriormente junto con la información sísmica y de pozos fue cargada al sistema interactivo GEOGRAPHIX 2007. La información fue suministrada por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), siendo necesaria una evaluación y selección previa de información para los propósitos del proyecto.

La **Figura 8** presenta la información sísmica y de pozos integrada para la evaluación. La densidad de información sísmica de carácter regional de buena calidad adquirida en la cuenca Sinú-San Jacinto es baja. Dada la variada terminología estratigráfica usada por las diferentes compañías petroleras y por Ingeominas, se definieron los principales límites de secuencias sísmicas con el fin de establecer una primera definición estratigráfica relacionada con estos eventos regionales. Estos límites se asociaron con términos estratigráficos de uso frecuente provenientes de información de pozos y de geología de superficie, omitiendo nombres locales o poco conocidos.

La ubicación en superficie de cada pozo estratigráfico se realizó sobre líneas sísmicas de buena resolución para obtener una apropiada calibración pozo-sísmica que sirva para postular lo mejor posible. Se utilizan los límites de secuencia (discordancias) para una confiable terminología estratigráfica regional para las cuencas Sinú-San Jacinto, evitando el exceso de términos formacionales o nomenclatura puntual.

Para la interpretación se utilizó como referencia el programa sísmico ANH SS-2005 (migración), éste presenta datum de 0 m.s.n.m y 2.000 metros/segundo, como velocidad de corrección, con el cual se calibraron los topes, contactos formacionales y/o límites de secuencias equivalentes usados para la prognosis y diseño de los pozos propuestos.

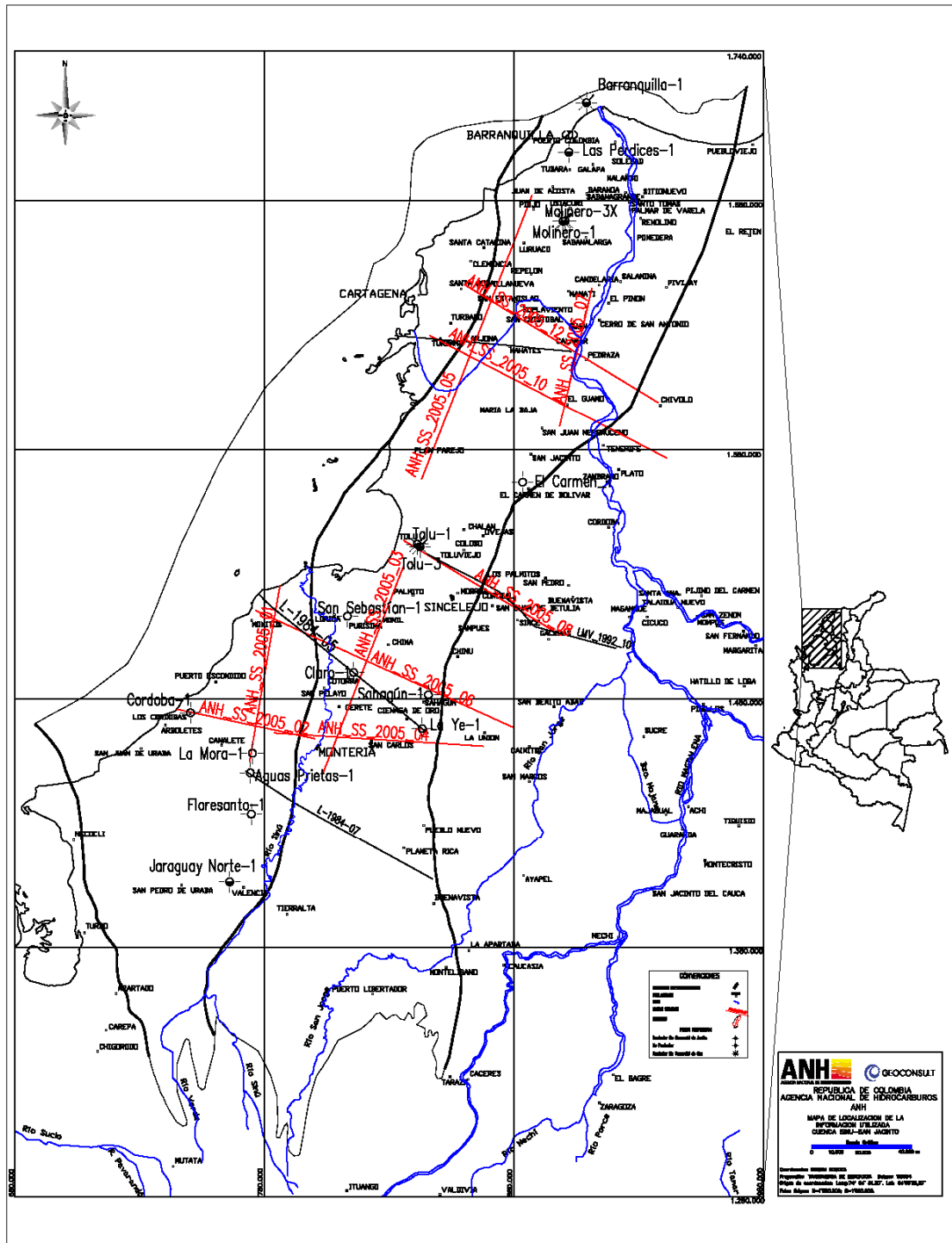


Figura 8. Información de pozos y sísmica evaluada.

5.1 SECUENCIAS SÍSMICAS

Las más importantes facies sísmicas fueron identificadas e interpretadas a través de la información sísmica de referencia. Estas concuerdan con “*onlapping*”, truncación, y son correlacionadas con discordancias regionales y/o secuencias relacionadas con contrastes bien definidos de impedancia acústica y concuerdan con límites litológicos y/o posiblemente formacionales.

Los horizontes incluidos en la **Tabla 1** fueron interpretados sobre la información sísmica seleccionada y constituyen eventos regionales o límites de secuencias (discordancias), para la Cuenca del Sinú, los cuales pueden correlacionarse con términos formacionales definidos en diferentes sectores de la cuenca por varios autores.

Secuencias sísmicas (Límites- discordancias)	Unidad formacional Sinú San Jacinto Sur	Unidad formacional Sinú San Jacinto Norte
Plioceno	Fm. Corpa	Fm. Tubará
Mioceno Medio	Fm. Floresanto Fm. Pavo Fm. Porquero	Fm. Porquero o Fm. El Carmen
Oligoceno	Fm. Floresanto Fm. Maralú	Fm. Ciénaga de Oro
Eoceno Superior	Fm. Manantial Fm. La Risa	Fm. San Jacinto
Eoceno Medio	Fm. La Risa “Chert de Candelaria”	Fm. Tolú Viejo, Fms. Chengue y Maco
Paleoceno	Fm. San Cayetano	Fm. San Cayetano
Cretácico Superior	No Reportado	Fm. Cansona
Basamento	Oceánico	Oceánico-Continental

Tabla 1. Secuencias sísmicas y horizontes interpretados (discordancias regionales).

6. RECOMENDACIÓN PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS SOMEROS TIPO *SLIM HOLES*

La selección de los *slim holes* se hizo en el área sugerida por la ANH mostrada en la **Figura 9**, correspondiente a la parte central del cinturón plegado de San Jacinto evitando hacerlo en el Parque de Reserva Natural. El área seleccionada por ANH se encuentra cerca a afloramientos, donde las unidades del sistema petrolífero se encuentran a poca profundidad. También se tuvo en cuenta en la selección de los sitios para los *slim holes*, sectores con poca deformación estructural, bajos buzamientos de las capas y buenas vías de acceso y logística para la perforación.

Para la selección de los sitios a perforar se utilizó principalmente la geología de superficie y la interpretación de las líneas sísmicas GT-82-17 y LMV-92-101, únicas de buena calidad que pasan por el área recomendada para los *slim holes* (**Figura 9**).

La estratigrafía utilizada para definir los *slim holes* es tomada de Guzmán *et al*, 1994 y 2004. Los contactos formacionales son tomados directamente de los mapas geológicos del Ingeominas a escala 1:100.000 (planchas 44, 52, 37, 38). Debido a ello, los espesores son los arrojados por la proyección de los mismos según los buzamientos encontrados en superficie. Mapas más detallados son necesarios para tener más precisión en los espesores a encontrar en cada pozo. Los resultados de los espesores pueden variar considerablemente debido a la escala manejada en su definición. Para cada *slim hole* se hizo un corte estructural perpendicular a la estructura, usando los mapas geológicos del Ingeominas.

En el área se presentan varias discordancias, en el Eoceno Inferior, Eoceno Medio, Eoceno Superior, Oligoceno Superior, Mioceno Medio y Plioceno, evidenciadas en la sísmica y por la ausencia en superficie de algunas unidades en algunos sectores. Por esta razón los espesores de las unidades cambian considerablemente de un lugar a otro.

6.1 COMISIÓN DE CAMPO PARA VERIFICAR LOS PUNTOS RECOMENDADOS

Con el objetivo de verificar la viabilidad técnica, logística, vías de acceso y aspectos socio ambientales de las locaciones seleccionadas para la perforación de pozos someros en el área central del cinturón plegado de San Jacinto, del 30 de octubre al 1º de noviembre del presente año se llevó a cabo una salida de campo, conjuntamente con geólogos de la ANH y profesionales de las compañías con intención de perforar los *slim holes*.

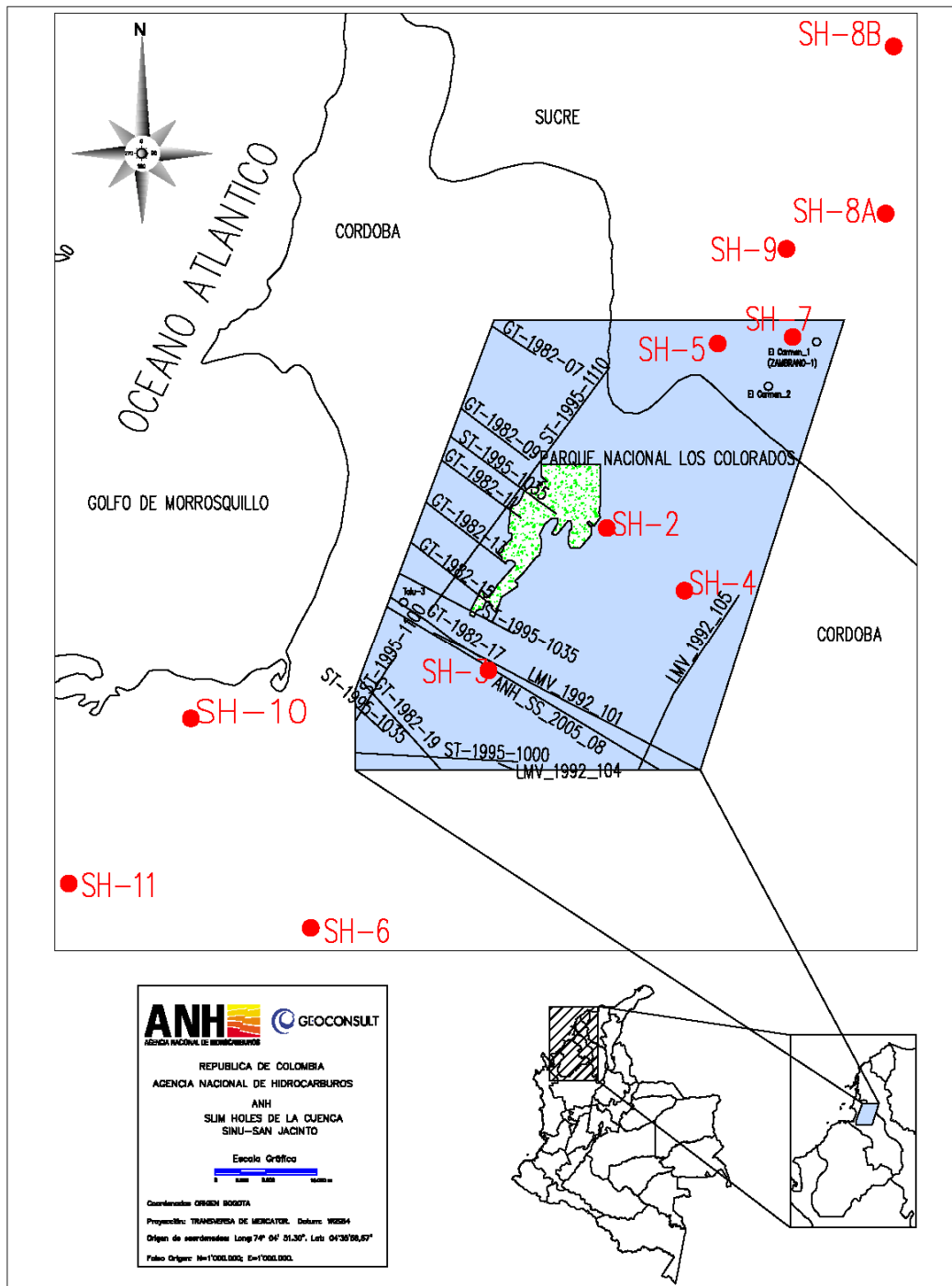


Figura 9. Localización de slim holes recomendados, cuenca Sinú San Jacinto. El polígono indica el área recomendada por la ANH para la ubicación de los pozos

Durante la comisión de campo se visitaron nueve (9) de los diez (10) sitios propuestos, ubicados en áreas cercanas a las poblaciones de Carmen de Bolívar, Ovejas, Chalán, Tolúviejo y Tuchín, en los departamentos de Bolívar, Sucre y Córdoba. Con la ayuda de información cartográfica de Ingeominas, geología regional de la ANH, GPS y las coordenadas preliminares de cada punto se hizo la verificación y/o reubicación de cada uno de los sitios propuestos para los *slim holes*.

De los diez sitios recomendados se definieron seis (6), a los cuales se les verificó su accesibilidad, logística y aspectos socio ambientales.

6.2 PROGNOSIS POZOS SOMEROS TIPO *SLIM HOLES*

A continuación se presenta la prognosis de los pozos someros propuestos para perforar. La litología es tomada de la literatura existente en columnas levantadas cerca al área, y principalmente de la geología levantada por Ingeominas (1994 y 2004).

Slim Hole 2 (SH2)

El *slim hole* SH2 pretende perforar la parte inferior de la Formación Tolúviejo, las formaciones Maco y San Cayetano y parte superior de la Formación Cansona, alcanzando una profundidad total de 500 m, medidos desde superficie. Se propone se perfore con una inclinación de 15° hacia el SE. La **Tabla 2** presenta la prognosis de las formaciones, litologías y espesores a perforar en este pozo.

En el campo no se observó la Formación San Cayetano y al parecer la Formación Tolúviejo descansa discordantemente sobre la Formación Cansona en la parte oriental del anticlinal de Chalán, sin embargo el mapa geológico muestra las formaciones Maco y San Cayetano aflorando. Adicionalmente en el núcleo del anticlinal de Chalán se observó el basamento cristalino aflorando.

El *slim hole* SH2 se encuentra ubicado en la vereda Tonayá del municipio de Chalán, en el anticlinal del mismo nombre. Al lugar se llega ya sea por la carretera que conduce de Tolúviejo a Chalán o por la de Ovejas – Joney. Al NW de Chalán en inmediaciones del pueblo hay un carreteable que lleva al sitio denominado “La Finca”, para llegar al punto se debe seguir por el camino de la izquierda. Debido a que no fue posible definir con exactitud los contactos formacionales, este pozo iniciará perforando unas limolitas pertenecientes a la Formación Tolúviejo.

Prognosis <i>slim hole</i> SH 2				
Formación	Profundidad	Espesor aparente	Litología	Ref.
Toluviejo	0 m	50 m	Parte inferior de la formación. Limolitas color crema con intercalaciones de areniscas de grano fino a medio. Calizas terrígenas, fosilíferas, macizas, capas de 2 metros o más.	Petrodata, 2000, arroyo Chalán
Maco	50 m	150 m	Litoarenitas grano medio a grueso, conglomeráticas con intercalaciones de conglomerados y algunas veces de lodolitas.	Guzmán et al., 2004
San Cayetano	200 m	200 m	Litoarenitas desde conglomeráticas a grano fino. Intercalaciones de lodolitas con areniscas de grano fino a medio. Hacia el tope niveles de chert en finas capas. Hacia la base intercalaciones de arcillositas con areniscas de grano fino.	Guzmán et al., 2004
Cansona	400 m	100 m	Parte superior. Arcillolitas, limonitas arcillosas calcáreas, shales oscuros. Intercalaciones de caliza, limonitas y shales. Chert negro intercalado con shales y limonitas silíceas.	Petrodata, 2000. Arroyo Chalán
Profundidad final	500 m			

Tabla 2. Prognosis de formaciones, litologías y espesores probables, *slim hole* SH2.

Las coordenadas deL *slim hole* SH2 son:

N: 9° 32' 54.3" N: 1.547.612,53
W: 75° 19' 35.2" E: 863.241,11

Magna Sirgas:

N: 1.547.616,5
E: 863.246,9

La **Figura 10** y el **Anexo 1** muestran la ubicación estructural de este punto, conjuntamente con la del SH4.

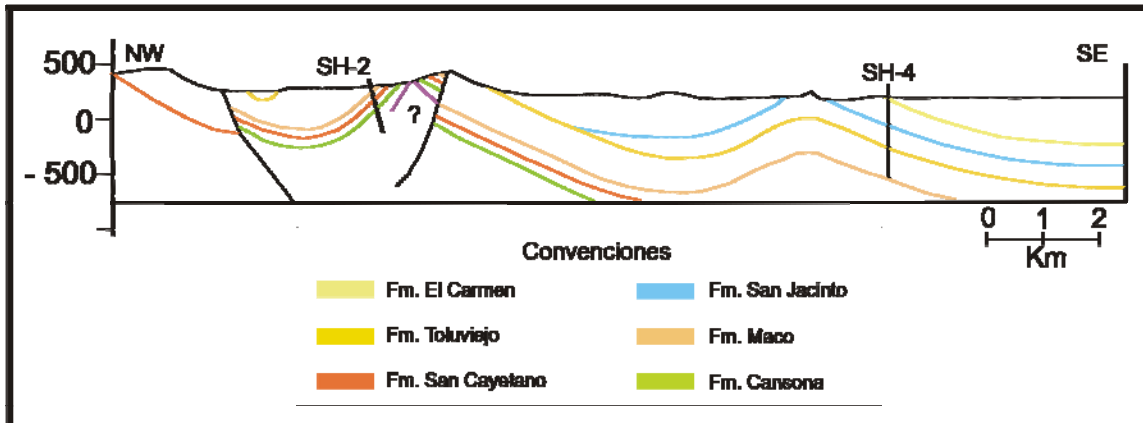


Figura 10. Corte estructural de los slim holes SH2 y SH4.
Realizado sobre la plancha 44, Sincelejo de Ingeominas.

Slim Hole 3 (SH-3)

El *slim hole* SH-3 pretende perforar las formaciones Tolúviejo y San Cayetano, alcanzando una profundidad total de 550 m. medidos desde superficie. No fue posible medir el rumbo y buzamiento de las capas, sin embargo en las rocas más cercanas se tiene un rumbo N30°E y buzamiento de aproximadamente 30° al SE. Por lo que se recomienda hacer el *slim hole* con un ángulo de inclinación de 15° al W.

La **Tabla 3** presenta la prognosis de las formaciones, litologías y espesores probables a perforar en este *slim hole*.

Prognosis <i>slim hole</i> SH-3				
Formación	Profundidad	Espesor aparente	Litología	Ref.
Tolúviejo	0 m	300 m	Calizas terrígenas con microfósiles, areniscas calcáreas a calizas clásticas de grano grueso con intercalaciones de limolitas y areniscas de grano fino a medio.	Guzmán et al., 2004
San Cayetano	300 m	250 m	Litoarenitas desde conglomeráticas a grano fino. Intercalaciones de lodolitas con areniscas de grano fino a medio. Hacia el tope niveles de chert en capas finas.	Guzmán et al., 2004
Profundidad final	550 m			

Tabla 3. Prognosis de formaciones, litologías y espesores probables, *slim hole* SH-3.

El *slim hole* SH-3 está ubicado al borde de la carretera que conduce de los municipios de Sincelejo a Tolúviejo, aproximadamente 500m antes del peaje, en la margen izquierda en dirección a Tolúviejo.

Las coordenadas de este punto son:

N:	9° 25' 37.2"	N:	1.534.224,00
W:	75° 26' 2.3"	E:	851.380,26

Coordenadas Magna Sirgas:

N:	1.534.228,5
E:	851.385,6

La **Figura 11** y el **Anexo 2** muestran el corte estructural del *slim hole* SH-3. Este corte se hizo sobre la línea sísmica LMV-92-101, tomando como base la interpretación hecha por Caro (2003). El corte muestra claramente la estructuración del área, donde se evidencian las discordancias presentes en el área y el cambio de espesores a través de la cuenca.

Cerca a este sitio Ecopetrol en el 2002 perforó el pozo somero denominado La Esperanza-1, el cual llegó a una profundidad de 130.45 m y recuperó 118.23 m de núcleos. Según la descripción sedimentológica hecha por Pangea (2002) la totalidad del pozo perforó la Fm. San Cayetano, sin embargo Ingeoambiente (2003) para el mismo pozo reporta 42m de la Formación El Carmen, 48.7m de Tolúviejo y 40m de la Formación San Cayetano.

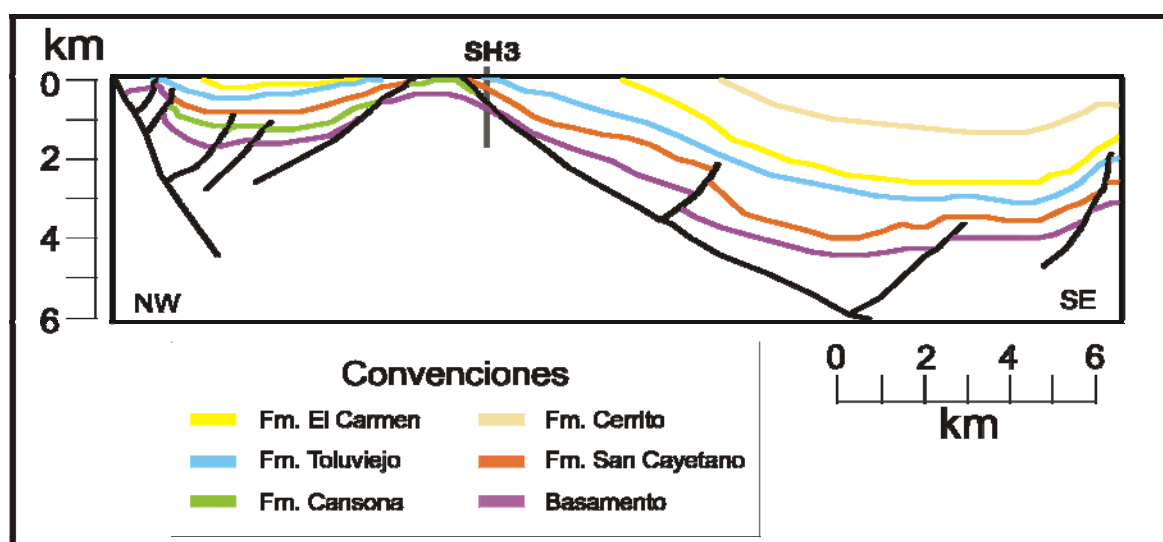


Figura 11. Corte estructural del *slim hole* SH3. Construido sobre la línea sísmica LMV-92-101, amarrada con geología de superficie de Ingeominas, plancha 44. Tomado de Caro, 2003.

Slim Hole 4 (SH-4)

El *slim hole* SH4 pretende perforar las formaciones El Carmen, San Jacinto y Maco, alcanzando una profundidad total de 800 m, medida desde superficie. Este pozo se perforará usando 2 diámetros de hueco diferentes.

Está ubicado por la carretera que del municipio de Ovejas conduce al municipio de Chalán, mucho antes de llegar al caserío de Joney.

Las formaciones, litologías y espesores probables a encontrar durante la perforación de este pozo se encuentran consignados en la **Tabla 4**.

Prognosis <i>slim hole</i> SH-4				
Formación	Profundidad	Espesor aparente	Litología	Ref.
El Carmen	0.0 m	300 m	Arcillolitas gris oscuras. Hacia la base 2 niveles de areniscas calcáreas de grano medio a guijarroso con alto contenido de glauconita, denominadas arenisca del Oso.	Guzmán et al., 2004
San Jacinto	300 m	200 m	Conglomerados (conglomerado basal) y areniscas de grano fino a muy grueso, a conglomeráticas	Guzmán et al., 2004
Maco	500 m	300 m	Litoarenitas de grano medio a grueso, a conglomeráticas con intercalaciones de conglomerados y en ocasiones lodolitas.	Guzmán et al. 2004
Profundidad Final	800 m			

Tabla 4. Prognosis de formaciones, espesores y litologías probables, *slim hole* SH-4.

Las coordenadas para el *slim hole* 4 son:

N: 9° 30' 4.9" N: 1.542.246,07
 W: 75° 15' 39.4" E: 870.415,80

Coordenadas Magna Sirgas:

N: 1.542.249,8
 E: 870.421,3

La **Figura 12** y el **Anexo 3** muestran el corte estructural correspondiente al pozo SH-4.

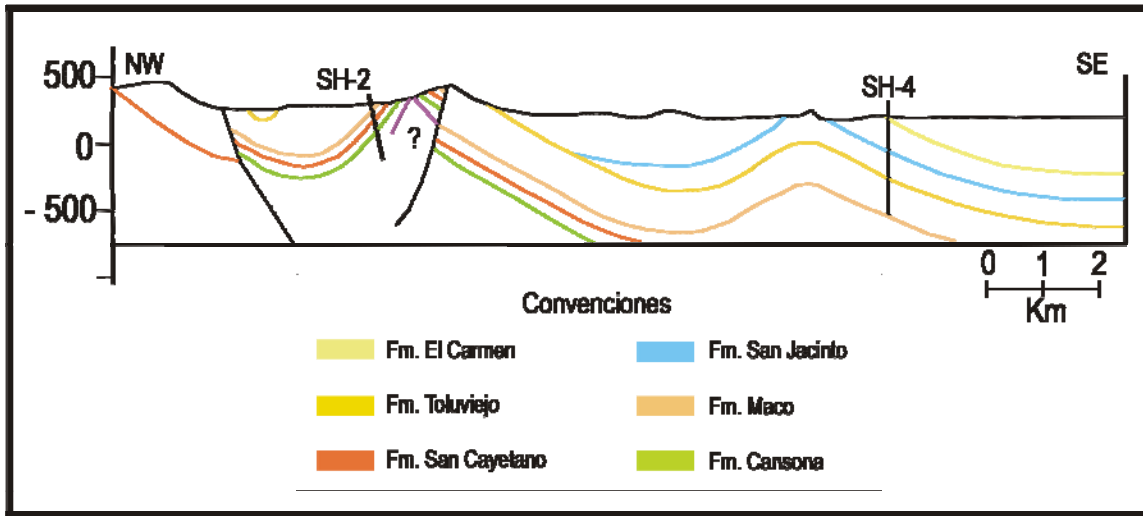


Figura 12. Corte estructural de los slim holes SH-2 y SH-4. Construido sobre la plancha 44, Sincelejo, de Ingeominas.

Slim Hole 5 (SH-5)

El *slim hole* SH-5 pretende perforar las formaciones Chengue, Maco y la parte superior de la Formación San Cayetano, alcanzando una profundidad total de 700 m. Se encuentra localizado cerca al caserío de Caracolí, por el carreteable que conduce del municipio El Carmen de Bolívar al cerro Cansona. De igual forma que en el *slim hole* SH-4 se debe cambiar el diámetro del hueco a mayor profundidad para garantizar la recuperación de los núcleos de roca.

En la **Tabla 5** se presentan las formaciones, litologías y espesores probables a obtener durante la perforación de este *slim hole*.

Las coordenadas de este punto son:

N: 9° 43' 45.7"	N: 1.567.587,06
W: 75° 12' 47.1"	E: 875.756,01

Coordenadas Magna Sirgas:

N: 1.567.588,3
E: 875.760,0

La **Figura 13** y el **Anexo 4** muestran el corte estructural correspondiente a los *slim holes* SH5 y SH7, hecho sobre la plancha geológica 37-38 del Ingeominas.

Prognosis <i>slim hole</i> SH – 5				
Formación	Profundidad	Espesor aparente	Litología	Ref.
Chengue	0.0 m	340 m	Parte Superior, media e inferior. Calizas bioesparíticas algáceas y lodolitas calcáreas.	Guzmán et al., 2004
Maco	340 m	260 m	Hacia el tope niveles de chert en finas capas. Litoarenitas desde conglomeráticas a grano fino. Intercalaciones de lodolitas con areniscas de grano fino a medio.	Guzmán et al., 2004
San Cayetano	600	100 m	Parte superior. Niveles de chert en capas delgadas. Areniscas de grano medio a conglomeráticas intercaladas con lodolitas y areniscas de grano fino (líticas).	Guzmán et al., 2004
Profundidad Final	700 m			

Tabla 5. Prognosis de formaciones, litologías y espesores probables, *slim hole* SH-5.

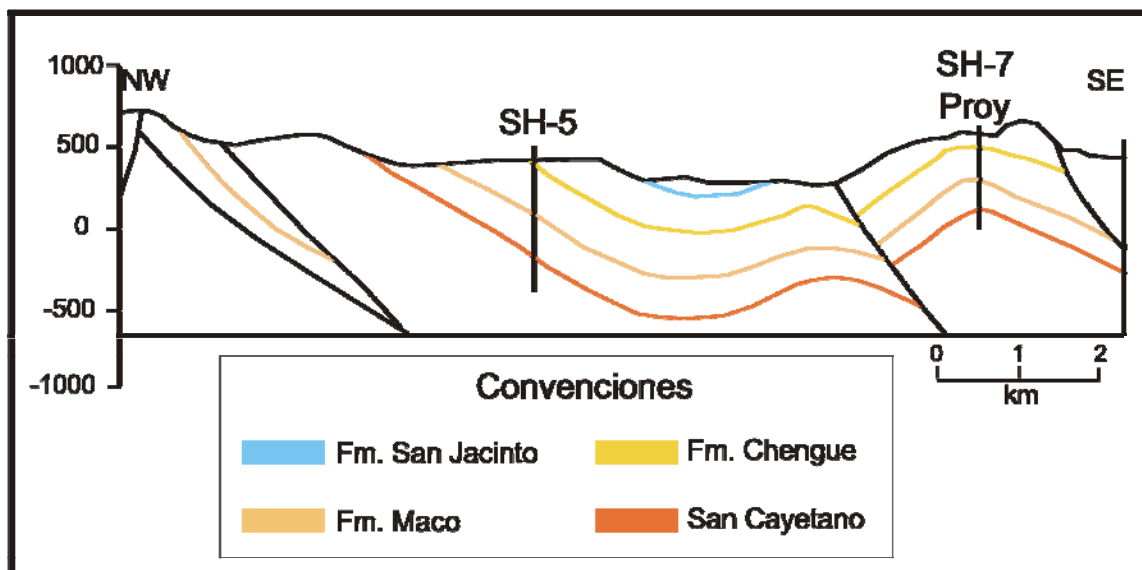


Figura 13. Corte estructural de los *slim holes* SH5 y SH7. Construido sobre la plancha 37-38, El Carmen de Bolívar, de Ingeominas.

Slim Hole 6 (SH6)

El *slim hole* SH6 pretende perforar las formaciones Ciénaga de Oro y San Cayetano, alcanzando una profundidad total de 500 m. En el sitio seleccionado las capas tienen buzamiento 31° SE y rumbo N30°E, por lo que se propone hacer el *slim hole* con unos 15-20° hacia el W. En superficie se encuentran unas areniscas de grano medio a fino, probablemente pertenecientes a la Formación Ciénaga de Oro.

Al sitio se llega por un carreteable que va del municipio de Tuchín a la comunidad Nueva Esperanza. Una vez allí se toma por un carreteable en mal estado, el cual va paralelo al rumbo de las capas, y que conduce a alguna vereda. La **Tabla 6** muestra las formaciones, litologías y espesores probables a perforar en este *slim hole*.

Prognosis <i>slim hole</i> SH-6				
Formación	Profundidad	Espesor aparente	Descripción litológica	Ref.
Ciénaga de Oro	0.0 m	400 m	Alternancia de areniscas de grano fino a conglomeráticas, limolitas bioperturbadas, shales algo calcáreos, shales carbonosos y carbón.	Guzmán et al., 2004
San Cayetano ó lo que este debajo	400 m	100 m	Litoarenitas desde conglomeráticas a grano fino. Intercalaciones de lodolitas con areniscas de grano fino a medio. Hacia el tope niveles de chert en finas capas.	Guzmán et al., 2004
Profundidad Final		500 m		

Tabla 6. Prognosis de formaciones, litologías y espesores probables, *slim hole* SH-6.

Las coordenadas de este punto son:

N: 9° 12' 30.4" N: 1.510.082,65
W: 75° 31' 24" E: 841.464,33

Coordenadas Magna Sirgas:

N: 1.510.087,7
E: 841.468,8

La **Figura 14** y el **Anexo 5** muestran el corte estructural para este *slim hole*, realizado sobre la plancha 52 del Ingeominas. En este sector según la geología de

superficie la Formación Cienaga de Oro descansa discordantemente sobre la Formación San Cayetano. Este es un punto clave a comprobar con la perforación del pozo.

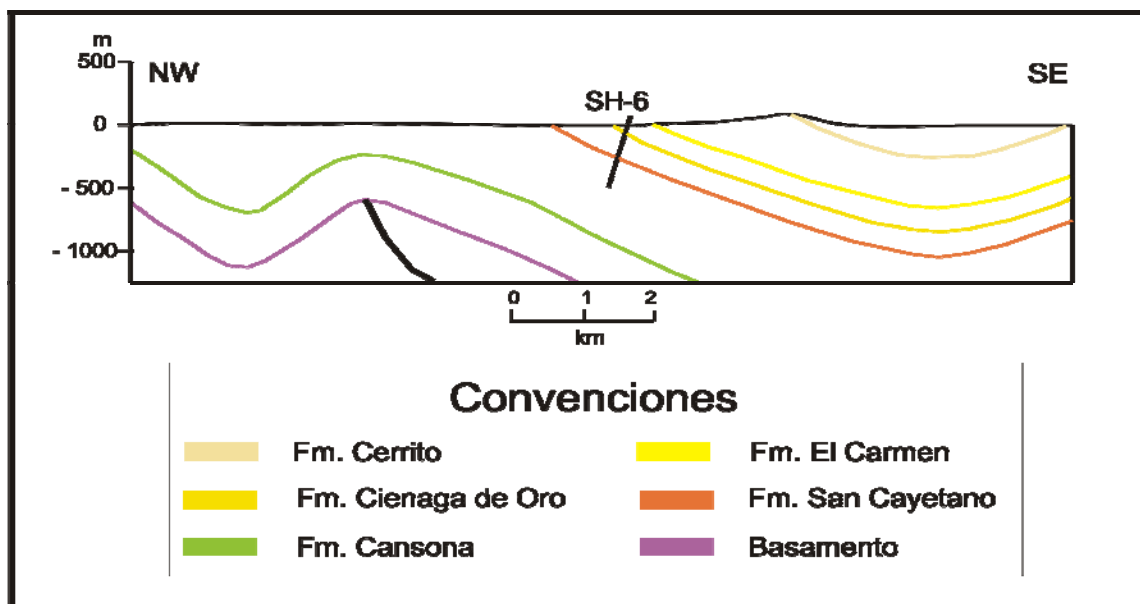


Figura 14. Corte estructural slim hole SH-6. Construido sobre plancha 52 del Ingeominas.

Slim Hole 7 (SH-7)

El *slim hole* SH7 pretende perforar la parte inferior de la Formación San Jacinto y las formaciones Chengue y Maco, alcanzando una profundidad total de 500 metros.

Está ubicado al borde del carreteable que conduce del municipio El Carmen de Bolívar al caserío Caracolí, cerca al caserío Arroyo Arenas. La inclinación de perforación se propone vertical. La **Tabla 7** presenta las formaciones, litologías y espesores probables a perforar en el *slim hole* SH-7.

Las coordenadas de este punto son:

N: 9° 43' 39.9"	N: 1.567.389,68
W: 75° 9' 34.5"	E: 881.627,21

Coordenadas Magna Sirgas:

N: 1.567.391,0
E: 881.631,1

Prognosis <i>slim hole</i> SH-7				
Formación	Profundidad	Espesor aparente	Litología	Ref.
San Jacinto	0.0	80 m	Conglomerados (conglomerado basal) y areniscas de grano fino a muy grueso a conglomeráticas	Guzmán et al., 2004
Chengue	80 m	220 m	Calizas bioesparíticas con lododitas y limolitas calcáreas.	Guzmán et al., 2004
Maco	300 m	200 m	Litoarenitas de grano medio a grueso, algo conglomeráticas con intercalaciones de conglomerados y en ocasiones lodolitas.	Guzmán et al., 2004
Profundidad Final		500 m		

Tabla 7. Prognosis de formaciones, litologías y espesores probables, *slim hole* SH-7.

La **Figura 13** y el **Anexo 6** muestran el corte correspondiente para el *slim hole* SH-7.

Las coordenadas de los sitios propuestos para los *slim holes* se presentan en la **Tabla 8**. Tienen la respectiva corrección al Sistema Magna Sirgas adoptado oficialmente por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

SLIM HOLE	COORDENADAS ORIGEN BOGOTA		CORDENADAS GAUSS-KRÜGER CORREGIDAS EN MAGNA SIRGAS (m)		COORDENADAS ELIPSOIDALES TOMADAS EN CAMPO CON GPS MARCA GAMIN, MODELO etrex		PLANCHAS TOPOGRAFICAS IGAC	
	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	LATITUD (N)	LONGITUD (W)	ESC. 1:25.000	ESC. 1:10.000
2	1547612,53	863241,11	1547616,5	863246,9	09° 32' 54,3" [9,548416667]	-75° 19' 35,2" [-75,32644444]	44-II-C	44-II-C-2
3	1534224,00	851380,26	1534228,5	851385,6	09° 25' 37,2" [9,427]	-75° 26' 2,3" [-75,43397222]	44-IV-B	44-IV-B-3
4	1542246,07	870415,80	1542249,8	870421,3	09° 30' 4,9" [9,501361111]	-75° 15' 39,4" [-75,26094444]	44-II-D	44-II-D-3
5	1567587,06	875756,01	1567588,3	875760,0	09° 43' 45,7" [9,279361111]	-75° 12' 47,1" [-75,21308333]	37-IV-D	37-IV-D-2
6	1510082,65	841464,33	1510087,7	841468,8	09° 12' 30,4" [9,208444444]	-75° 31' 24" [-75,52333333]	52-I-B	52-I-B-3
7	1567389,68	881627,21	1567391,0	881631,1	09° 43' 39,9" [9,72775]	-75° 9' 34,5" [-75,15958333]	38-III-C	38-III-C-1

Tabla 8. Coordenadas de los sitios seleccionados para efectuar *slim holes* (2 al 7) en el sector central del cinturón plegado de San Jacinto.

6.3 POZOS SOMEROS SIN VERIFICACIÓN DE CAMPO

Con el objetivo de asegurar la perforación de los 4,000 metros de núcleos programados por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) en pozos someros en el cinturón plegado de San Jacinto, se adicionan 5 sitios para seleccionar 4 *slim holes* a corazonar. Estos sitios fueron seleccionados conjuntamente con profesionales de la ANH y la Universidad de Caldas.

SLIM HOLE 8A (SH-8A)

El objetivo de este pozo es perforar el Oligoceno, Formación El Carmen, específicamente tomar la Arenisca del Oso, reportada como buena roca almacenadora. La profundidad final estimada es de 500 m.

El sitio está ubicado aproximadamente a 1.5 Km., al sur occidente de la población de Porquera, por la carretera que conduce a ésta desde la población de San Jacinto, **Figura 9 y Anexo 7**.

La **Figura 15** muestra el corte estructural construido para este *slim hole* y el SH-8B. Se debe seleccionar uno de los dos, el que ofrezca las mejores condiciones técnicas y de logística en campo.

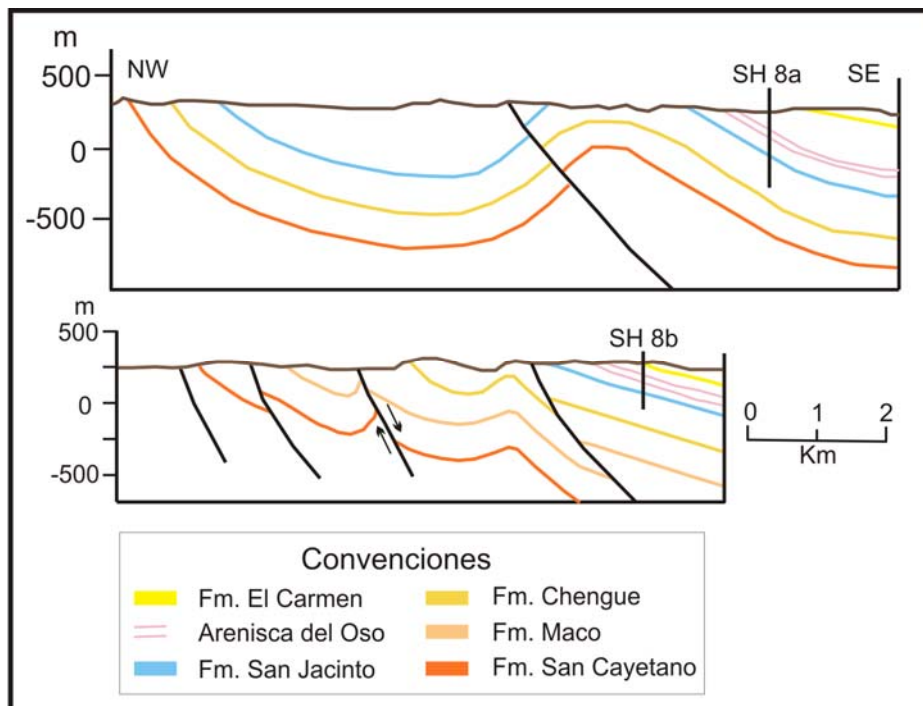


Figura 15. Corte esquemático de los slim holes 8A y 8B. Construido sobre la plancha 38, El Carmen de Bolívar, escala 1:100.000.

La prognosis para este pozo se encuentra en la **Tabla 9**.

Prognosis <i>slim hole</i> SH-8A				
Formación	Profundidad	Espesor aparente	Litología	Ref.
El Carmen	0.0 m	300 m	Arcillolitas gris oscuras. Hacia la base 2 niveles de areniscas calcáreas de grano medio a gujarroso con alto contenido de glauconita, denominadas arenisca del Oso.	Guzmán et al., 2004
San Jacinto	300 m	200 m	Conglomerados (conglomerado basal) y areniscas de grano fino a muy grueso, a conglomeráticas	Guzmán et al., 2004
Profundidad final		500m		

Tabla 9. Prognosis de formaciones, espesores y litologías *slim hole* SH-8A.

Las coordenadas preliminares de este punto son:

N: 1.579.800
E: 890.450

Magna Sirgas

N: 1.579.801,3
E: 890.453,5

SLIM HOLE 8B (SH-8B)

El objetivo de este pozo es el mismo del SH-8B, Formación El Carmen, con su Arenisca del Oso. Se debe seleccionar uno de los dos. La profundidad estimada para este *slim hole* es de 350 m.

Este punto se localiza a 4 km. al norte de la población San Juan Nepomuceno, sobre un carreteable que conduce de la vía principal al caserío San Pedro Desconsolado. Ver **Figura 9 y Anexo 7** para su ubicación y corte estructural que pasa por el punto. La prognosis del pozo se presenta en la **Tabla 10**.

Prognosis <i>slim hole</i> SH-8B				
Formación	Profundidad	Espesor aparente	Litología	Ref.
El Carmen	0.0 m	200 m	Arcillolitas gris oscuras. Hacia la base 2 niveles de areniscas calcáreas de grano medio a gujarroso con alto contenido de glauconita, denominadas arenisca del Oso.	Guzmán et al., 2004
San Jacinto	200 m	150 m	Conglomerados (conglomerado basal) y areniscas de grano fino a muy grueso, a conglomeráticas	Guzmán et al., 2004
Profundidad final		350 m		

Tabla 10. Prognosis *slim hole* SH-8B

Las coordenadas preliminares de este punto son:

N: 1.596.450
E: 891.250

Magna Sirgas

N: 1.596.451,1
E: 891.253,2

***Slim Hole* 9 (SH-9)**

Este pozo pretende perforar la parte inferior de la Formación San Jacinto, la Formación Chengue y la parte superior de la Formación Maco. La profundidad total estimada es de 450 m. En el sitio hay valores de buzamientos de 40° SE, cerca al contacto con la Formación Chengue.

El punto se encuentra ubicado al occidente del municipio de San Jacinto, sobre un carretable que sale de San Jacinto con dirección sur oeste (SW). La **Figura 9 y Anexo 8** presentan el mapa de localización y la **Figura 16** el corte estructural del área donde se localizó el punto, respectivamente. La prognosis del *slim hole* SH-9 se presenta en la **Tabla 11**.

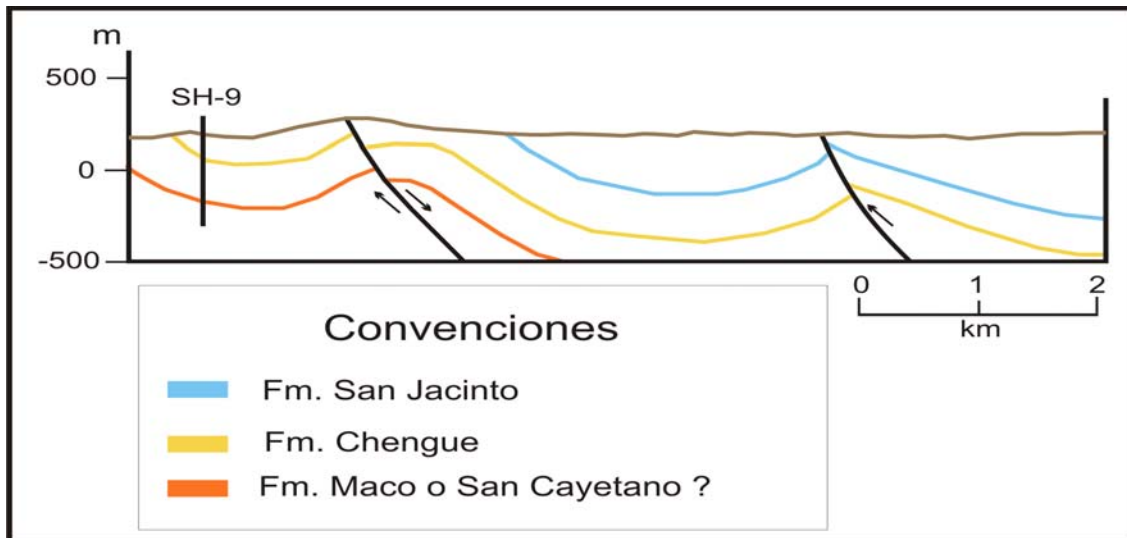


Figura 16. Corte esquemático del slim hole SH-9. Construido sobre la plancha 38, El Carmen de Bolívar, escala 1:100.000

Prognosis slim hole SH-9				
Formación	Profundidad	Espesor aparente	Litología	Ref.
San Jacinto	0.0 m	100 m	Parte Inferior. Conglomerados (conglomerado basal) y areniscas de grano fino a muy grueso a conglomeráticas	Guzmán et al., 2004
Chengue	100 m	250 m	Calizas bioesparíticas con lododitas y limolitas calcáreas.	Guzmán et al., 2004
Maco o San Cayetano ¿	350	100 m	Parte superior. Litoarenitas de grano medio a grueso, algo conglomeráticas con intercalaciones de conglomerados y en ocasiones lodolitas.	Guzmán et al., 2004
Profundidad final		450 m		

Tabla 11. Prognosis de formaciones, espesores y litologías del slim hole SH-9.

Las coordenadas preliminares de este punto son:

N: 1.576.250
E: 880.500

Magna Sirgas

N: 1.576.251,2
E: 880.503,7

SLIM HOLE 10 (SH-10)

El objetivo de este pozo es la Formación El Carmen y la parte superior de la Formación Tolúviejo en la parte noroccidental del cinturón plegado, para así poder correlacionarlas con las mismas formaciones en la parte oriental. La profundidad de este *slim hole* es aproximadamente 400 m.

Este punto se localiza por la carretera que conduce de Coveñas al caserío Punta Seca, por un desvío carretable que conduce al caserío de Torrente, aproximadamente 1.5 Km. a partir de la carretera principal. Ver **Anexo 9 y Figuras 17 y 18** para su ubicación y corte estructural que pasa por el punto.

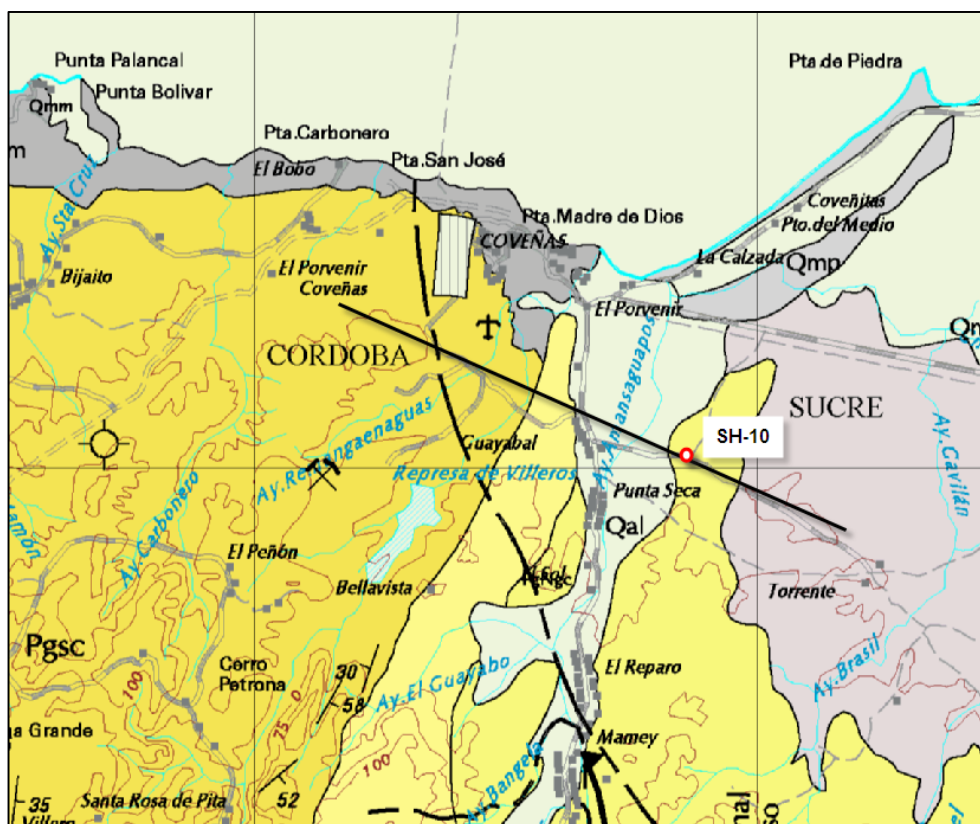


Figura 17. Localización slim hole SH-10. Plancha 43-43 Bis, escala 1:100.000, Ingeominas, 1999.

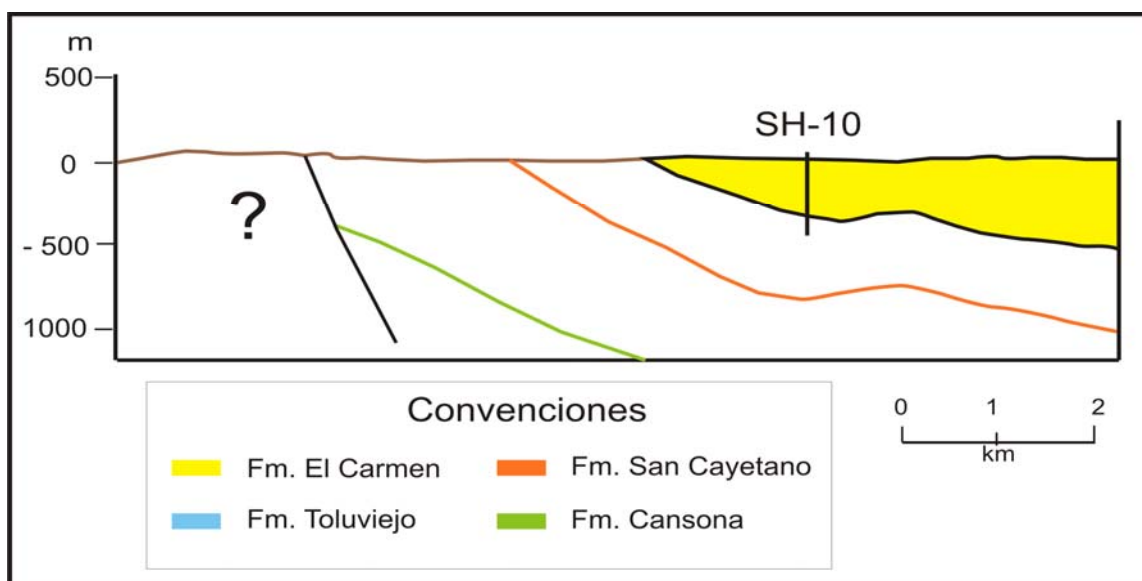


Figura 18. Corte esquemático para el slim hole SH-10. Realizado sobre la plancha 43-43 Bis del Ingeominas, escala 1:100.000.

La prognosis de este *slim hole* se presenta en la Tabla 12.

Prognosis <i>slim hole</i> SH-10				
Formación	Profundidad	Espesor aparente	Litología	Ref.
El Carmen	0.0	300 m	Parte inferior. Sedimentos finos con intercalaciones de areniscas ricas en pellets de glaucomita, ocasionalmente materia orgánica.	Ingeoambiente 2003
Toluviejo	300	100 m	Calizas terrígenas con microfósiles, areniscas calcáreas a calizas clásticas de grano grueso con intercalaciones de limolitas y areniscas de grano fino a medio.	Ingeoambiente 2003
Profundidad final		400 m		

Tabla 12. Prognosis *slim hole* SH-10.

Las coordenadas preliminares de este punto son:

N: 1.530.131

E: 1.154.315

Magna Sirgas

N: 1.530.226

E: 824.757,7

Slim Hole 11 (SH-11)

Este pozo pretende perforar la parte más inferior de la Formación San Cayetano y la Formación Cansona hasta tocar el basamento. La profundidad total estimada es de 400 m. Cerca al sitio hay valores de buzamientos de 22° SE.

El punto se encuentra sobre la carretera que de la población de Lórica conduce a la de Purísima, cerca de la desviación hacia la población de San Sebastián, en la cantera San Carlos (**Figura 19 y Anexo 10**).

Cerca de este lugar se perforaron los pozos Sinú-1 y 2 y San Sebastián-1 y 3, que según la interpretación inician perforando rocas del Oligoceno, lo cual no se evidencia en la cartografía geológica usada para la elaboración del corte estructural (ver **Figura 19**).

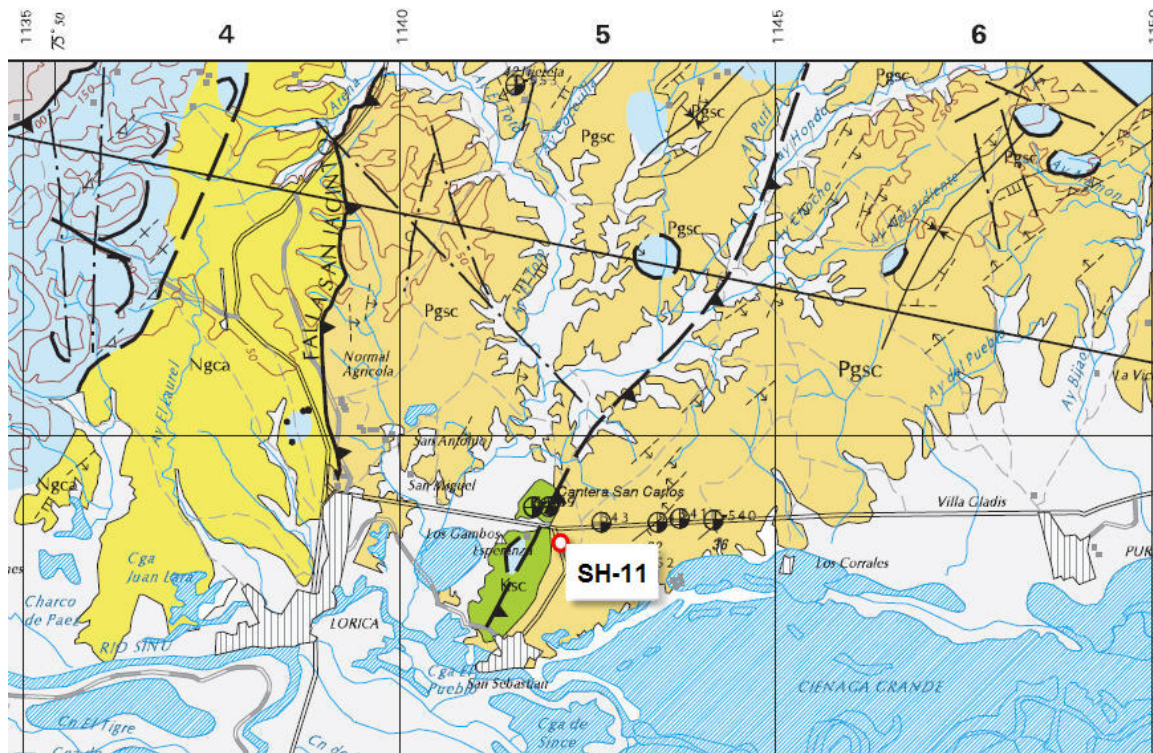


Figura 19. Localización slim hole SH-11. Plancha 51, escala 1:100.000, Ingeominas, 1999.

La **Figura 20** y el **Anexo 10** muestran el corte esquemático que pasa por el punto seleccionado. Nótese la ausencia de datos de capas en la cartografía geológica, en el punto seleccionado.

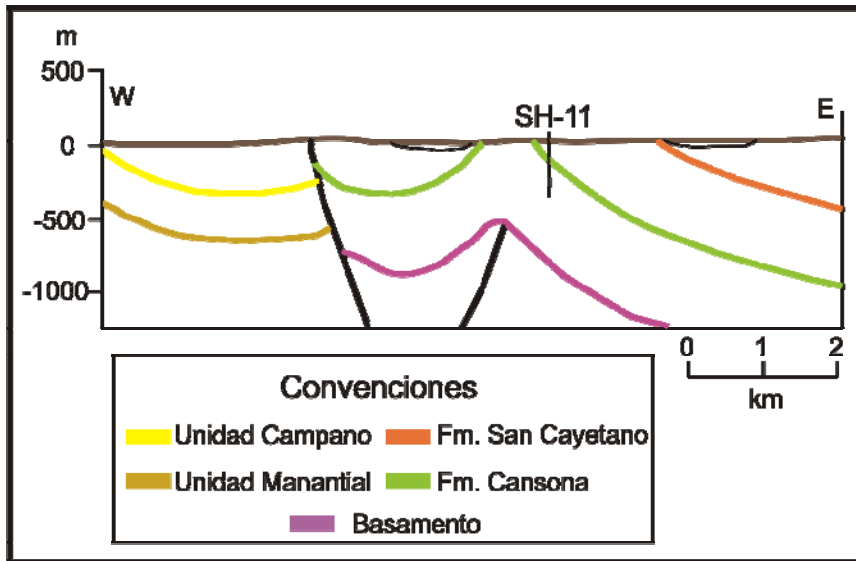


Figura 20. Corte esquemático del slim hole SH-11. Construido sobre la plancha 38, El Carmen de Bolívar, escala 1:100.000. Ver mapa de localización en la figura 19.

La prognosis propuesta para este pozo se encuentra en la **Tabla 13**.

Prognosis <i>slim hole</i> SH-11				
Formación	Profundidad	Espesor aparente	Litología	Ref.
San Cayetano	0.0 m	100 m	Intercalaciones de arcillolitas gris claro con lodolitas y areniscas de grano muy fino a fino en capas gruesas.	Ecopetrol, 2000
Cansona	100 m	300 m	Shales gris oscuros, negros, ligeramente calcáreos a calcáreos; limolitas calcáreas ocasionalmente arenosas, calizas arcillosas gris oscuras a negras en capas delgadas y chert calcáreos, arcillosos, en paquetes gruesos.	Petrodata, 2000
Profundidad final		400 m		

Tabla 13. Prognosis de formaciones, espesores y litologías, *slim hole* SH-11.

Las coordenadas preliminares de este punto son:

N: 1.513.700
E: 1.142.150

Magna Sirgas

N: 1.513.897
E: 812.451,7

Las coordenadas de los sitios propuestos para los *slim holes* se presentan en la **Tabla 14**. Tienen la respectiva corrección al Sistema Magna Sirgas adoptado oficialmente por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

SLIM HOLE	COORDENADAS TOMADAS DE LAS PLANCHAS GEOLOGICAS		COORDENADAS GAUSS-KRÜGER ORIGEN BOGOTA COOREGIDAS EN MAGNA SIRGAS		COORDENADAS ELIPSOIDALES CORREGIDAS EN MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA CENTRAL	
	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	LATITUD	LONGITUD
8a	1579800	890450	1579801,3	890453,5	09° 50' 14,7"	-75° 04' 34,0"
8b	1596450	891250	1596451,1	891253,2	09° 59' 16,6"	-75° 04' 09,4"
9	1576250	880500	1576251,2	880503,7	09°48' 18,1"	-75° 10' 00,1"
10	1530131	1154315	1530226,0	824757,7	09° 23' 13,4"	-75° 40' 21,9"
11	1513700	1142150	1513897,0	812451,7	09° 14' 20,3"	-75° 47' 02,5"

Tabla 14. Coordenadas de los sitios seleccionados para efectuar slim holes (8 a 11) en el sector central del cinturón plegado de San Jacinto.

OBSERVACIÓN: las coordenadas Gauss-Krüger corregidas en Magna Sirgas sólo muestran una cifra decimal de exactitud.

7. RECOMENDACIÓN PERFORACIÓN DE POZOS ESTRATIGRÁFICOS

Inicialmente se ubicaron seis (6) localizaciones en superficie para ser evaluadas, de estas se seleccionaron dos (2) para diseño del plan de perforación, condiciones logísticas en superficie, impacto ambiental, vías de acceso, definición sísmica y secuencias estratigráficas a perforar. Además se adjuntan las coordenadas de una tercera ubicación para una posterior evaluación detallada, ver **Figura 21 y Anexos 11, 12 y 13**.

Se presenta a continuación el soporte técnico-geológico para cada uno de los pozos seleccionados, el cual involucra: coordenadas en superficie, profundidad final estimada, unidades a perforar, litologías esperadas y recomendación de registros eléctricos a tomar.

Para la definición de las unidades a perforar y el diseño de las prognosis de los pozos estratigráficos, se calcularon las velocidades promedio de intervalo con los registros de velocidad, de las unidades estratigráficas definidas por los pozos exploratorios San Jorge-1 (**Tabla 15**), Claro-1 (**Tabla 16**) y San Sebastián-1 (**Tabla 17**).

POZO	EDAD	UNIDAD	TOPE (PIES)	TIEMPO DOBLE (Seg.)	ESPESOR (pies)	ESPESOR T. SENCILLO (Seg.)	V. INTERVALO PROMEDIO (Pies/seg.)
SAN JORGE 1	Cuaternario	Cuaternario	0	0	1300		8853
	Plioceno	Fm. Tubará	1300	0.185	4110	0.5035	8163
	Mioceno Medio	Fm. Porquero	5410	1.192	2190	0.2515	8708
	Oligoceno	Fm. Ciénaga de Oro	7600	1.695	2510	0.275	9127
	Eoceno Superior	Fm. San Jacinto	10110	2.245	1005	0.1125	8933
		Basamento	11115	2.47	82	0.005	16400
	TD		11197	2.48			

Tabla 15. Topes de formación, tiempos y velocidades de intervalo, pozo San Jorge-1.

POZO	EDAD	UNIDAD	TOPE (pies)	TWT (Seg.)	ESPEJOR (pies)	TIEMPO SENCILLO (Seg.)	V INTERVAL (Pies/seg.)
CLARO-1	Cuaternario	Cuaternario	0	0	1000	0.1865	5362
	Plioceno	Fm. Tubará	1,000	0.373	820	0.1295	6332
	Eoceno superior	San Jacinto	1,820	0.632	1180	0.11	10727
	Eoceno Medio	Fm. Chengue	3,000	0.852	1000	0.142	7042
	TD		4,000	1.136			

Tabla 16. Topes de formación, tiempos y velocidades de intervalo pozo Claro-1.

POZO	EDAD	UNIDAD	TOPE (pies)	TIEMPO DOBLE (Seg.)	ESPEJOR (pies)	TIEMPO SENCILLO (Seg.)	V INTERVAL (Pies/seg.)
SAN SEBASTIAN 1	Cuaternario	Cuaternario	0	0	620	0.075	8267
	Mioceno Medio	Fm Porquero	620	0.15	1390	0.185	7514
	Oligoceno	Fm Ciénaga de Oro	2,010	0.520	1830	0.19	9632
		Basamento	3.840	0.9	160	0.01875	8533
	TD		4.000	0.9375			

Tabla 17. Topes de formación, tiempos doble y sencillo y velocidades intervalo, pozo San Sebastián-1.

7.1 POZO SINÚ ESTRATIGRÁFICO 1

Se encuentra localizado sobre la línea sísmica ANH-SS-2005-01, SP 2036, en El Pantano, aproximadamente a 7 Km al noroeste de la población de Santa Clara por la carretera que va de Montería y luego carretable a Santa Lucia-Santa Clara-El Pantano. Coordenadas origen Bogotá:

NORTE 1.481.564
 ESTE 778.703

Magna Sirgas
 NORTE: 1.482.030,2
 ESTE: 778.727,9

Elevación del terreno aproximadamente, 80 m sobre el nivel del mar.

Los pozos más cercanos al pozo propuesto son Limón-2 y La Mora-1 (1958), perforados aproximadamente 25.1 y 25.5 Km. al suroeste, respectivamente. Estos pozos cuentan con poca información confiable y nomenclaturas específicas para el área de perforación. No es posible realizar una correlación de eventos sísmicos y formacionales entre los pozos dada la mala calidad de los datos sísmicos principalmente para el pozo la Mora-1, aunque puede considerarse que este pozo fue perforado sobre la misma línea sísmica sobre la cual se recomienda la perforación del pozo Estratigráfico-1.

El pozo Estratigráfico-1 tiene como principal objetivo atravesar una secuencia sedimentaria del Terciario Inferior al reciente no aflorante en el área, afectada por importantes fallas inversas denominadas fallas de Bolívar y Las Mujeres, principalmente. La estructura a perforar se localiza estructuralmente sobre el flanco sur-sureste de un amplio sinclinal asimétrico denominado en cartografía de superficie como sinclinal del Pantano y muy bien definido sísmicamente con la línea ANH-SS-2005-01.

Prognosis pozo Sinú Estratigráfico-1

Debido a la ausencia de datos de pozo se tomó como base las litologías descritas en el mapa geológico de la plancha 50, Puerto Escondido realizada por Geotec, para Ingeominas (2003). Esto es lo más cercano a la localidad propuesta para este pozo. Adicionalmente, se utilizó y revisó la información disponible del pozo La Mora 1, ubicado unos 15 Km. al sur de este pozo. En la **Figura 22** se presenta la correlación estratigráfica entre el Cinturón de San Jacinto y el Sinú.

En el área se presentan varias discordancias: Plioceno, Mioceno Medio, Oligoceno Superior, Eoceno Medio y Eoceno Inferior y como el pozo se seleccionó en el flanco de un sinclinal, lo más probable es que las secuencias litológicas no estén todas presentes y debido a los cambios laterales de facies, no correspondan exactamente con las descritas en superficie, en lo cual nos estamos basando.

Para las Cuencas Sinú-San Jacinto, el predominio de sedimentos finogranulares en la secuencia estratigráfica afecta claramente la ubicación de estos límites sedimentarios durante la perforación. Debido a la similitud entre las formaciones es difícil en ocasiones precisar e identificar los sutiles cambios litológicos entre ellas.

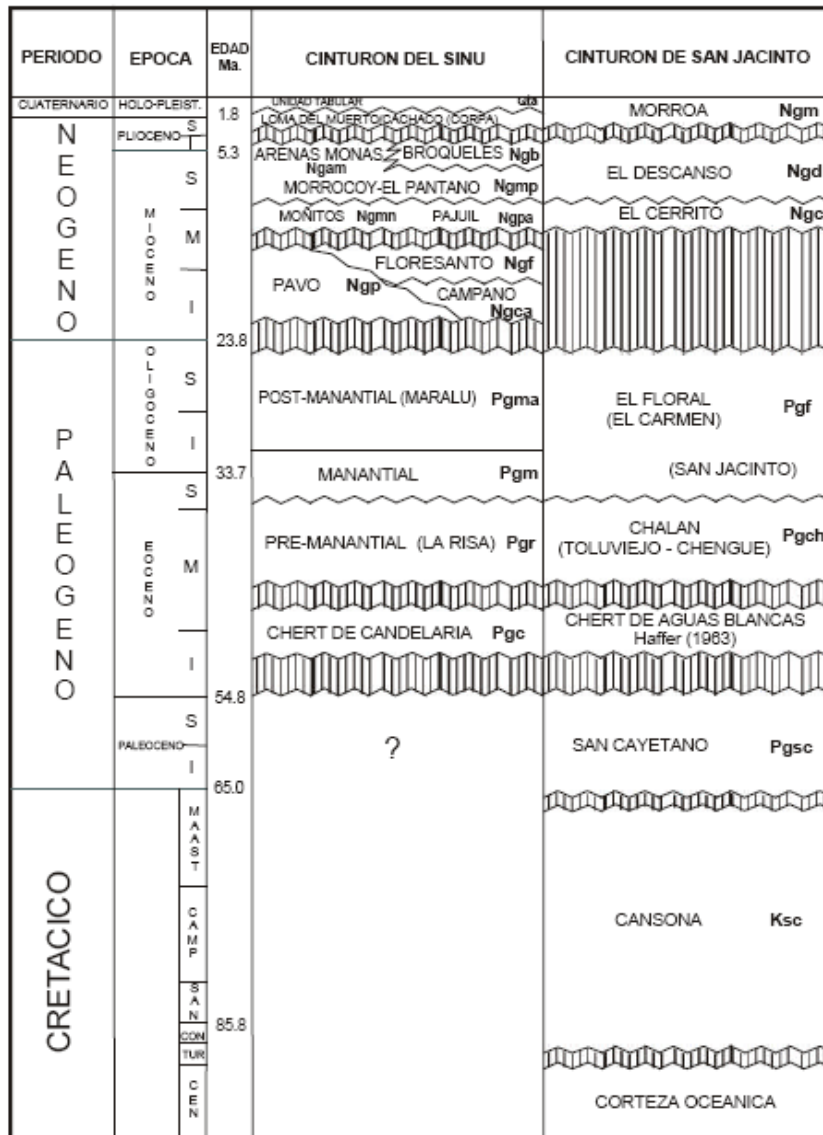


Figura 22. Columna estratigráfica resumida comparativa de los cinturones de Sinú y San Jacinto. Tomada de Geotec, 2003.

La integración de información geológica proveniente de diferentes fuentes, permite proponer al menos dos posibles interpretaciones para los topes formacionales a encontrar durante la perforación del pozo. Estas se presentan en las **Figuras 23 y 24**. La primera prognosis (versión 1) incluye la perforación de una secuencia sedimentaria del Eoceno Inferior al reciente y la segunda (versión 2), una secuencia desde basamento y Cretácico Superior al reciente.

Prognosis pozo Sinú Estratigráfico 1, versión 1

La localización propuesta se realiza sobre la línea sísmica ANH-SS-2005-01 y se correlaciona con la geología de superficie de la plancha 50, Puerto Escondido, elaborada por GEOTEC para INGEOMINAS (2003). Al pasar la geología de superficie sobre la sísmica se observa que únicamente afloran rocas del Mioceno e implica que las discordancias interpretadas no afloran en superficie sino que se están truncando en subsuelo y por lo tanto el Mioceno es más espeso en este lugar (**Tabla 18**).

Secuencia Sísmica	Formación / Unidad	Profundidad (pies)	Litología
Cuaternario	Qal	0	Aluvión
Mioceno Superior	Morrocoy - El Pántano	550	Arenitas líticas con cemento calcáreo que gradan a lutitas con algunas intercalaciones de conglomerados arenosos bioclásticos, y lutitas con intercalaciones de arenitas y limolitas a calizas terrígenas. Las arenitas son de grano fino a medio con fósiles bien conservados de bivalvos, gasterópodos, ostrácodos, corales, vértebras de peces, y otros.
Mioceno Medio	Pajuil – Floresanto	3.450	Secuencia de lutitas con intercalaciones de limolitas calcáreas a micritas y arenitas finogranulares y arenitas calcáreas que lateralmente varían a limolitas o lutitas, localmente presentan escasas conchas de moluscos.
Mioceno Inferior a Medio	Pavo / Floresanto / Campano		Intercalaciones de arenitas calcáreas de grano medio a fino y grueso, ocasionalmente conglomeráticas, con cemento calcáreo y/o matriz arcillosa con lutitas abigarradas y arcillolitas con algunas delgadas lentes de carbón.
Oligoceno	Maralú	3.950	Margas y shales limosos con abundantes foraminíferos, localmente intercaladas con arenitas líticas de grano muy fino a fino y lutitas ligeramente limosas o carbonosas con microforaminíferos.
Eoceno Superior	Manantial	5.900	Secuencia granodecreciente, a la base areniscas conglomeráticas a conglomerados arenosos que varían lateral y verticalmente a capas delgadas y gruesas de arenitas y lutitas al tope. Constan de cuarzo lechoso y hialino, fragmentos de cuarcitas, chert negro y en menor cantidad esquistos, rocas volcánicas, plagioclasa, micas no orientadas, granitoides y otros líticos.
Eoceno Medio	La Risa		Secuencia de margas arcillosas a limosas intercaladas con calizas (bioesparitas y biomícritas con abundantes fósiles), localmente arenosas a conglomeráticas y lutitas.
Eoceno Inferior a Medio	Chert de Candelaria		Porcelanitas con limolitas y arcillolitas silíceas interestratificadas con lutitas y fragmentos brechoideos de chert, mezclado con material tobáceo-silíceo. Lodolitas fosilíferas y chert con radiolarios.
Profundidad Final (TD)		8.500	

Tabla 18. Prognosis de litologías a encontrar en el pozo Estratigráfico 1, versión 1.

En la **Tabla 19**, se incluyen las profundidades estimadas o marcadores geológicos a encontrar durante la perforación del pozo Estratigráfico-1. Como es usual la precisión de la conversión tiempo-profundidad depende principalmente de la calidad-cantidad de datos geológicos y geofísicos, incluidos para su determinación y de cambios de velocidad, relacionados con posibles cambios laterales de facies. En el caso del pozo Estratigráfico-1 no se cuenta con algún registro de velocidad cercano para correlacionar; se tomaron velocidades de pozos muy lejanos, por lo que la incertidumbre es mayor.

Unidad Cronoestratigráfica	Formación	Tiempo doble (mseg.)	V. Intervalo Pies/seg.	Tope (Pies)
Cuaternario	Superficie	240	6.500	0
Mioceno Superior	Morrocoy / El Pántano	400	8.200	550
Mioceno Medio	Pajuil/Floresanto	1.060	8.500	3.450
Oligoceno	Maralú	1.165	9.300	3.950
Eoceno Superior – Inferior?	Manantial y/o La Risa Chert de Candelaria ?	1.560	9.800	5.900
Profundidad Final	TD	2.020	10.200	8.500

Tabla 19. Prognosis pozo Estratigráfico 1 (versión 1).

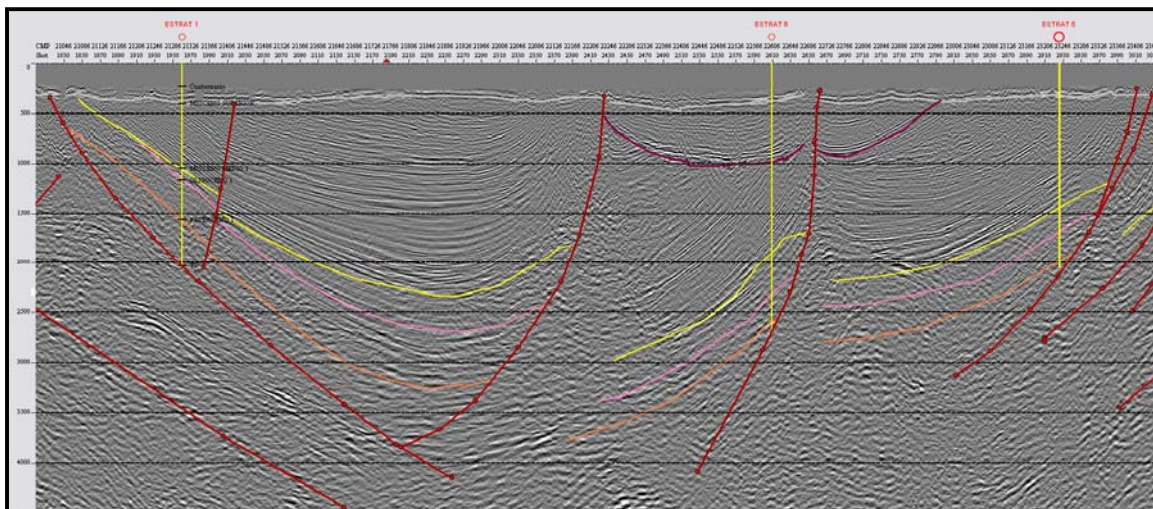


Figura 23. Localización estructural pozo Sinú Estratigráfico-1, línea sísmica ANH-SS-2005-01 (Versión 1).

Esta interpretación está acorde con la realizada por OXY, 2006, donde presentan una serie de “LEADS”, de los cuales a la fecha ninguno ha sido perforado para corroborar o no estas interpretaciones sísmicas.

Pronóstico de Perforación Pozo Estratigráfico 1, Versión 2

Secuencia Sísmica	Formación / Unidad	Profundidad (pies)	Litología
Cuaternario	Qal	0	Aluvión
Mioceno Medio – Mioceno Inferior	Pajuil – Floresanto	550	Secuencia de lutitas con intercalaciones de limolitas calcáreas a micritas y arenitas finogranulares y arenitas calcáreas que lateralmente varían a limolitas o lutitas, localmente presentan escasas conchas de moluscos. Intercalaciones de arenitas calcáreas de grano medio a fino y grueso, ocasionalmente conglomeráticas, con cemento calcáreo y/o matriz arcillosa con lutitas abigarradas y arcillolitas con algunas delgadas lentes de carbón.
Oligoceno	Maralú	1.100	Margas y shales limosos con abundantes foraminíferos, localmente intercaladas con arenitas líticas de grano muy fino a fino y lutitas ligeramente limosas o carbonosas con microforaminíferos.
Eoceno Superior	Manantial	2.100	Secuencia granodecreciente, a la base areniscas conglomeráticas a conglomerados arenosos que varían lateral y verticalmente a capas delgadas y gruesas de arenitas y lutitas al tope. Constan de cuarzo lechoso y hialino, fragmentos de cuarcitas, chert negro y en menor cantidad esquistos, rocas volcánicas, plagioclasa, micas no orientadas, granitoides y otros líticos.
Discordancia (Eoceno Medio – Tope Paleoceno)	La Risa	3.500	Secuencia de margas arcillosas a limosas intercaladas con calizas (bioesparitas y biomícritas con abundantes fósiles), localmente arenosas a conglomeráticas y lutitas.
Cretácico Superior ?	Chert de Candelaria	4.050	Porcelanitas con limolitas y arcillolitas silíceas interestratificadas con lutitas y fragmentos brechoides de chert, mezclado con material tobáceo-silíceo. Lodolitas fosilíferas y chert con radiolarios.
Basamento ?	Basamento	6.300	No reconocido aún en las perforaciones
Profundidad Final (TD)		7.750	

Tabla 20. Prognosis de litologías a encontrar en el pozo Estratigráfico 1, versión 2.

Unidad Cronoestratigráfica	Formación	Tiempo doble (mseg)	V Intervalo Pies/seg	Tope md (Pies)
Cuaternario	Superficie	240	6.500	0
Mioceno Medio	Pajuil / Floresanto	400	8.200	550
Oligoceno	Maralú	530	8.500	1.100
Eoceno Superior	Manantial	760	9.300	2.100
Discordancia (Eoceno Medio, Tope Paleoceno)	La Risa	1.060	9.800	3.500
Cretácico Superior ?	Chert de Candelaria ?	1.165	11.500	4.050
Basamento	Basamento	1.560	12.500	6.300
Profundidad Final		1.790		7.750

Tabla 21. Prognosis pozo Estratigráfico 1 (versión 2).

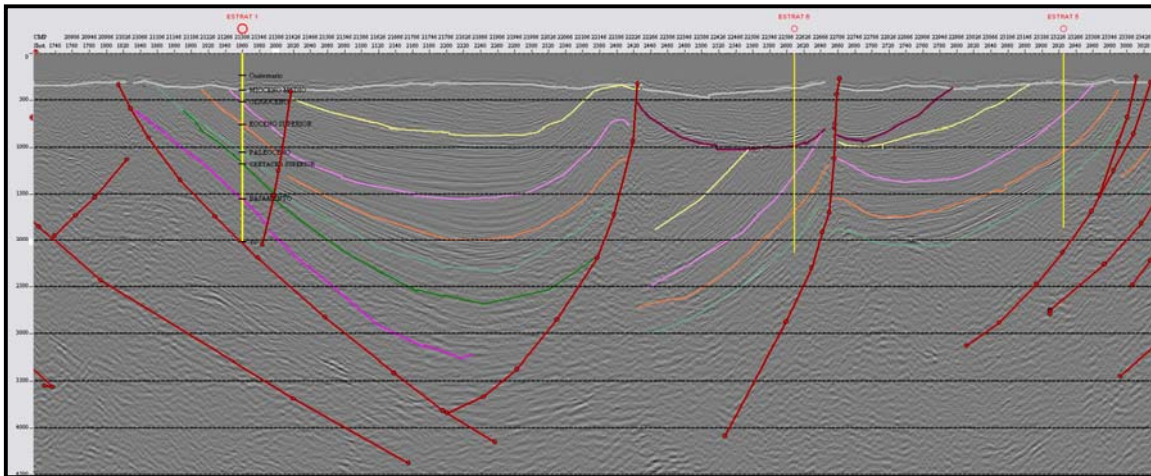


Figura 24. Localización estructural pozo Estratigráfico-1, versión 2. Localizado en la línea sísmica ANH-SS-2005-01.

7.2 POZO SINÚ ESTRATIGRÁFICO 2

Localizado sobre la línea sísmica ANH-SS-2005-06, SP 3265, con coordenadas origen Bogotá.

NORTE	1.490.925
ESTE	830.736

Magna Sirgas

NORTE	1.490.930,5
ESTE	1.160.729.2

Para la prognosis del pozo Estratigráfico 2 (**Tabla 22**) se tuvo en cuenta las litologías encontradas en el pozo Sahagún-1, el más cercano a esta localidad. El pozo fue descrito por Texas (1949). En el pozo Sahagún se utilizó una nomenclatura estratigráfica muy local y acorde con la época, la cual ha cambiado a través del tiempo. Por lo tanto la correlación cronoestratigráfica es un tanto difícil de establecer con absoluta certeza. El pozo Claro-1, aunque cerca se encuentra en otro ambiente estructural, por lo que aunque se analizó no se tuvo en cuenta para esta prognosis.

Secuencia Sísmica	Formación / Unidad	Profundidad (pies)	Litología a encontrar
Cuaternario	Qal	0	Aluvión
Mioceno Medio	Porquero - El Carmen	600	Arcillolitas marrón a gris amarillenta, intercaladas con arcillolitas abigarradas limosas a muy limosas, localmente carbonáceas, con capas de areniscas grises de grano fino.
Oligoceno	El Floral Rancho, Ciénaga de Oro	1.050	Arcillolitas pizarrosas gris a gris oscura, ligeramente limosas, micáceas, localmente calcáreas y carbonáceas, con presencia de foraminíferos y abundante fragmentos fósiles. Hacia la base, intercalaciones de areniscas grises, de grano fino a guijarro con arcillolitas pizarrosas marrón y gris, y areniscas friables de grano fino a limosas. Ocasionalmente capas delgadas de caliza.
Eoceno Superior	San Jacinto	2.200	Areniscas de grano grueso a conglomerático, cuarzosa, con líticas ígneas, blanca, matriz de arena muy fina con delgadas láminas de material carbonoso.
Eoceno Medio	Chalán Toluviéjo Chengue	3.700	Limolitas arcillosas de color gris oscuro con lentes de arenisca cuarzosa de grano medio. Niveles conglomeráticos con clastos de cuarzo y rocas ígneas. Lodolitas calcáreas de color gris oscuro interestratificadas con areniscas calcáreas, conglomeráticas.
Eoceno Inferior - Paleoceno	Lórica San Cayetano		Conglomerado de color gris claro, localmente calcáreo con clastos subredondeados de roca ígnea y chert, mala selección intercalado con areniscas conglomeráticas de color gris claro, localmente calcáreas con clastos de chert, cuarzo y líticas oscuras y areniscas de grano medio a grueso, localmente areniscas limosas a muy finas a limolitas arenosas
Cretácico Superior	Cansona	6.300	Arcillolitas, limonitas arcillosas calcáreas, shales oscuros. Intercalaciones de caliza, limonitas y shales. Chert negro intercalado con shales y limonitas silíceas.
Basamento	Continental	6.900	Granitos observados en el anticlinal de Chalán.
Profundidad final (TD)		7.200	

Tabla 22. Prognosis de litologías a encontrar pozo Estratigráfico-2.

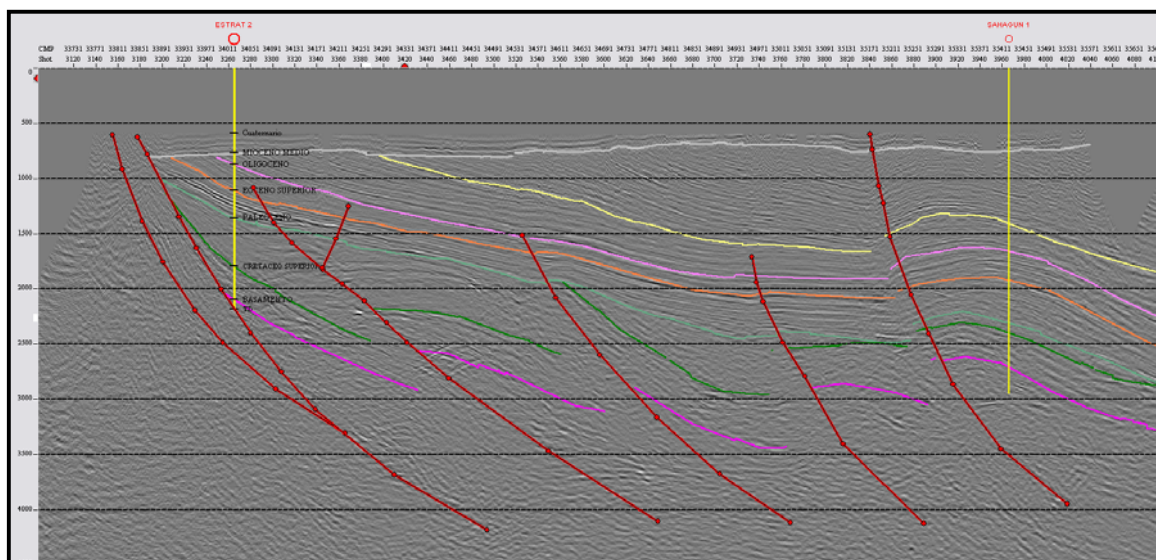


Figura 25. Localización estructural Pozos Sinú Estratigráfico-2 y Sahagún-1, línea sísmica ANH-SS-2005-06.

La **Tabla 23** presenta las profundidades estimadas o marcadores geológicos a encontrar durante la perforación del pozo Estratigráfico-2. Las consideraciones generales consignadas para el pozo Estratigráfico-1, son validas también para este pozo.

Unidad Cronoestratigráfica	Formación	Tiempo doble (m.seg)	V Intervalo (Pies/seg)	Tope (Pies)
Cuaternario	Superficie	590	6.500	0
Mioceno Medio	Porquero / El Carmen	770	8.500	600
Oligoceno	Ciénaga de Oro	870	9.300	1.050
Eoceno Superior	San Jacinto	1.110	9.500	2.200
Discordancia Eoceno Medio/Tope Paleoceno	Chalán Tolúviejo Chengue y San Cayetano	1.360	11.500	3.700
Cretáceo Superior	Cansona	1.800	11.800	6.300
Basamento	Continental	2.100	12.200	6.900
Profundidad Final		2.200		7.200

Tabla 23. Prognosis pozo Estratigráfico 2

7.3 POZO SINÚ ESTRATIGRÁFICO 3

El pozo Sinú Estratigráfico se recomienda ser perforado sobre la línea sísmica ANH-SS-2005-08 (**Figura 26**)

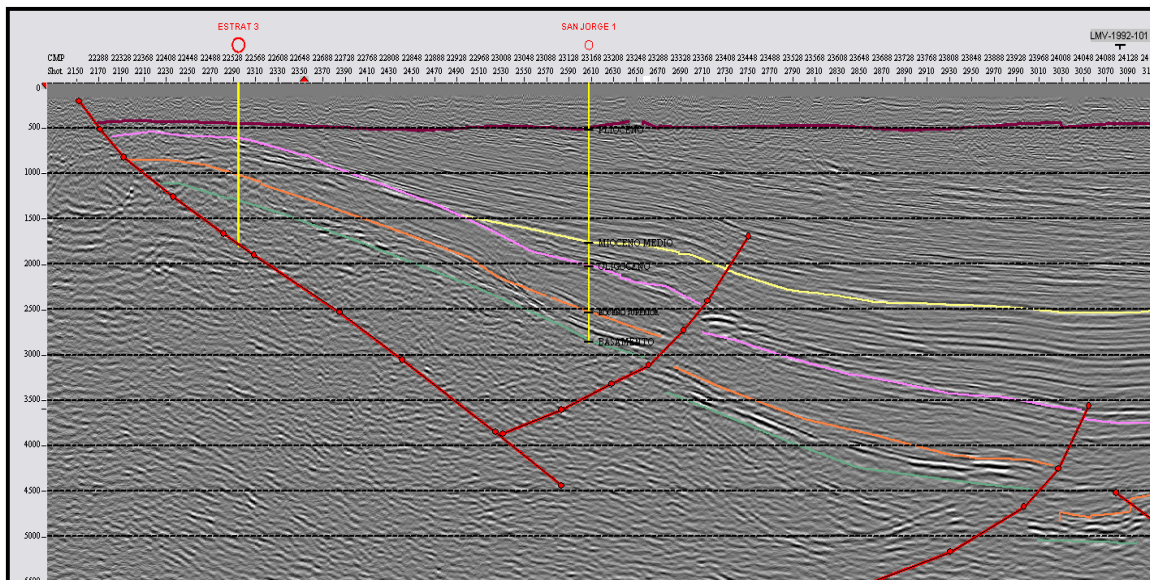


Figura 26. Localización del pozo Sinú Estratigráfico-3, línea sísmica ANH-SS-2005-08.

El pozo Sinú Estratigráfico se encuentra localizado sobre la línea sísmica ANH-SS-2005-08, SP 2293, con coordenadas origen Bogotá:

NORTE 1.525.420
 ESTE 866.074

Magna Sirgas
 NORTE 1.525.424,0
 ESTE 866.078,9

El resumen de las coordenadas de los puntos para los pozos estratigráficos se muestra en la **Tabla 24**. Se encuentran con la respectiva corrección en el Sistema Magna Sirgas adoptado oficialmente por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

POZO ESTRATIGRAFICO	COORDENADAS ESTABLECIDAS EN GEOGRAPHIX		CORDENADAS GAUSS- KRÜGER CORREGIDAS EN MAGNA SIRGAS (m)		COORDENADAS ELIPSOIDALES EN EL SISTEMA MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA	
	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	LATITUD (N)	LONGITUD (W)
1	1481564	778703	1482030,2	778727,9	08°56'58,0"	-76°05'21,0"
2	1490925	830736	1490930,5	1160729,2	09°01'56,9"	-75°36'56,9"
3	1525420	866074	1525424,0	866078,9	09°20'42,6"	-75°17'47,5"

Tabla 24. Coordenadas de los puntos seleccionados para pozos estratigráficos en la cuenca Sinú-San Jacinto.

8. PROGRAMA DE PERFORACION

Se recomienda tomar un *set* de registros básicos (*Gamma Ray*, resistividad, densidad, porosidad neutrón, sónico), más un registro *dipmeter* y de velocidad (*checkshot*).

8.1 POZO SINU ESTRATIGRÁFICO 1, VERSIÓN 1

TAMAÑO DEL HUECO

INTERVALO	DIMENSION BROCA
0 – 40´	26"
40 – 550´	17 1/2"
550 – 4000´	12 1/4"
4000´ – 8500´	8 1/2"

Tomar corazones en los intervalos arenosos:

REGISTROS DE POZOS

CORRIDA	TIPO DE REGISTRO
Corrida-1 de 40´ - 550´	Resistivos, SGR, Sónico, Densidad - Neutrón, Dip (SHDT), VSP, CHECK SHOT, Desviación, FMI.
Corrida-2 de 550´ - 4000´	
Corrida 3 de 3950´ - 8500´	

REVESTIMIENTOS

Conductor

Para estabilizar infraestructura de pozo, controlar formaciones no consolidadas.

Tamaño	Peso	Grado	Unión	Intervalo	Observaciones
20"	94	H-40	BUT	0 – 40´	Zapato Guía

Superficie

Tamaño	Peso	Grado	Unión	Intervalo	Observaciones
13 3/8"	54.5	J-55	STC	0 – 550´	Zapato Guía y collar

Intermedio

Tamaño	Peso	Grado	Unión	Intervalo	Observaciones
9 5/8"	47	P-110	X-L	0 – 2000´	Zapato Guía y collar
9 5/8"	40	N-80	BUT	2000 – 4000´	Zapato Guía y collar

CEMENTACIONES

Revestimiento	Tamaño	Hueco	Sacos	Clase	Tope
Conductor	20"	26"	50	A	Superf
Superficie	13 3/8"	17 1/2"	600	C	Superf
Intermedio	9 5/8"	12 1/4"	1700	C	Superf
		8 1/2"	A definir según registros		

LODO DE PERFORACION

Usar lodo base bentonita hasta asentar revestimiento conductor y superficial con bajo contenido de sólidos.

Después de asentar revestimiento de 13 3/8 usar lodo base bentonita + cloruro de potasio hasta 4000' con las siguientes propiedades:

Densidad 10 Lbs/galón
 Viscosidad 40 seg max
 Filtrado < 5 cc

Perforar hueco de 8 1/2" con lodo las siguientes propiedades con 3% de aceite en volumen:

Densidad 14 Lbs/galón
 Viscosidad 60 seg max
 Filtrado < 3 cc

ANÁLISIS POZO

- Profundidad aproximada 8500 pies
- Formaciones objetivos unidades del Mioceno, Oligoceno, Eoceno y Paleoceno?, basamento.
- Presencia de Discordancias obliga a revestir hasta 4000 pies con revestimiento intermedio de 9 5/8"

Diámetro Hoyo	Diámetro Revestimiento	Tipo de Revestimiento	Profundidad Revestimiento	Tope Cemento
26 "	20 "	Conductor	40´	Sup
17 1/2 "	13 3/8 "	Superficie	550´	Sup
12 1/4 "	9 5/8 "	Intermedio	4000´	Sup
8 1/2 "	A Definir	A Definir	Por registros	Por registros

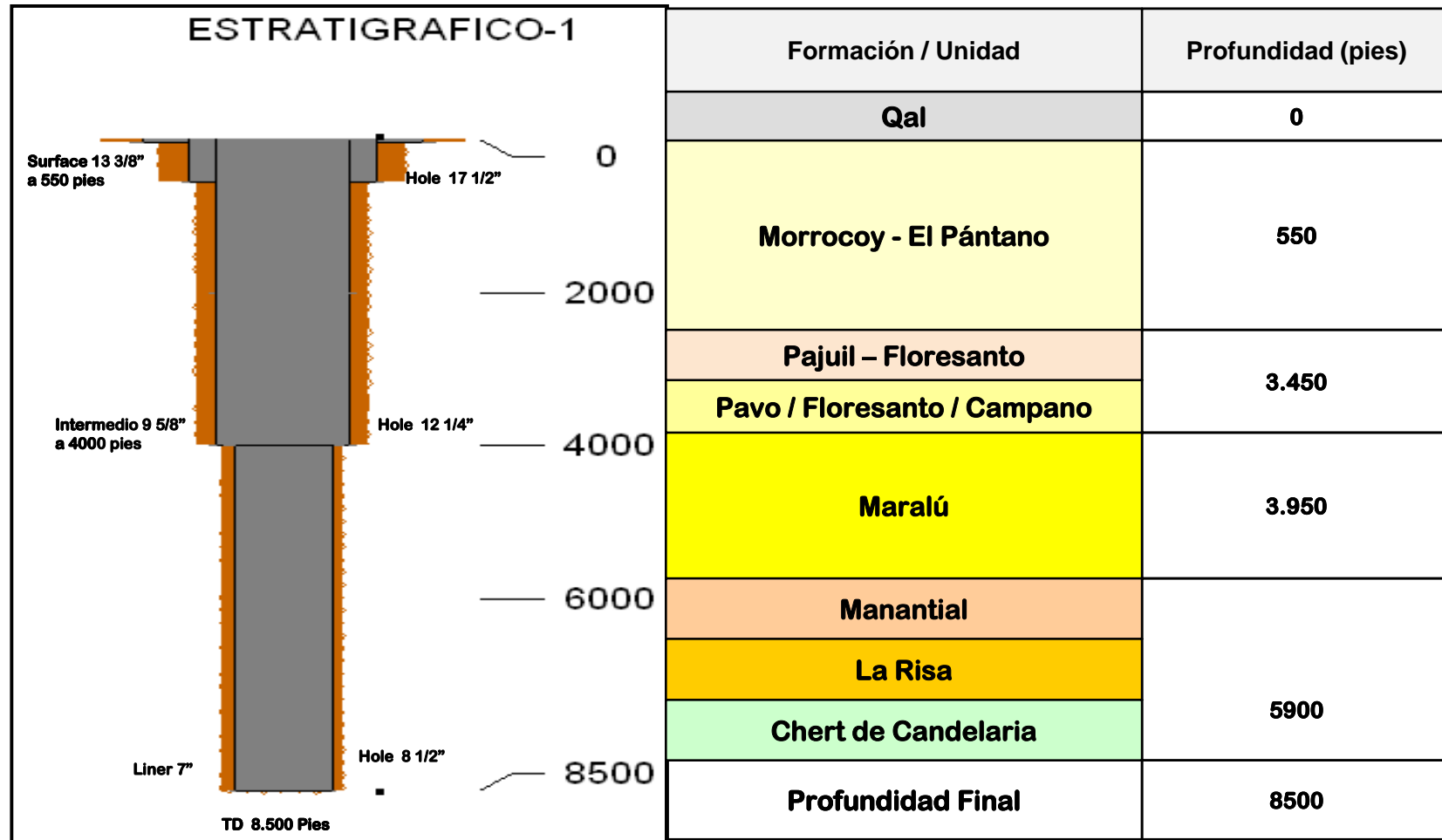


Figura 27. Estado Mecánico y Prognosis Pozo Sinú Estratigráfico-1

8.2 POZO SINÚ ESTRATIGRÁFICO 2

TAMAÑO DEL HUECO

INTERVALO	DIMENSION BROCA
0 – 40´	26"
40 – 300´	17 1/2"
300 – 2500´	12 1/4"
2500´ – 7200´	8 1/2"

Tomar corazones en los intervalos arenosos

REGISTROS DE POZOS

CORRIDA	TIPO DE REGISTRO
Corrida-1 de 40´ - 300´	Resistivos, SGR, Sónico, Densidad -
Corrida-2 de 300´ - 2500´	Neutrón, Dip (SHDT), VSP, CHECK SHOT,
Corrida 3 de 2450´ - 7200´	Desviación, FMI.

REVESTIMIENTOS

Conductor

Tamaño	Peso	Grado	Unión	Intervalo	Observaciones
20"	94	H-40	BUT	0 – 40´	Zapato Guía

Superficie

Tamaño	Peso	Grado	Unión	Intervalo	Observaciones
13 3/8"	68	J-55	STC	0 – 300´	Zapato Guía y collar

Intermedio

Tamaño	Peso	Grado	Unión	Intervalo	Observaciones
9 5/8"	40	J-55	BUT	0 – 2500´	Zapato guía y collar

CEMENTACIONES

Revestimiento	Tamaño	Hueco	Sacos	Clase	Tope
Conductor	20"	26"	50	A	Superf
Superficie	13 3/8"	17 1/2"	350	C	Superf
Intermedio	9 5/8"	12 1/4"	1200	C	Superf
		8 1/2"	A definir según registros		

LODO DE PERFORACION

Usar lodo base bentonita hasta asentar revestimiento conductor y superficial con bajo contenido de sólidos.

Después de asentar revestimiento de 13 3/8 usar lodo base bentonita + cloruro de potasio hasta 2500´ con las siguientes propiedades:

Densidad 8 Lbs/galón
 Viscosidad 40 seg max
 Filtrado < 5 cc

Perforar hueco de 8 1/2” con lodo las siguientes propiedades con 3% de aceite en volumen:

Densidad 10 Lbs/galón
 Viscosidad 60 seg max
 Filtrado < 3 cc

ANÁLISIS POZO

- Profundidad aproximada 8500 pies
- Formaciones objetivos unidades Oligoceno, Eoceno y Paleoceno?, basamento.
- Presencia de Discordancias obliga a revestir hasta 2500 pies con revestimiento intermedio de 9 5/8”

Diámetro Hoyo	Diámetro Revestimiento	Tipo de Revestimiento	Profundidad Revestimiento	Tope Cemento
26 “	20 “	Conductor	40´	Sup
17 1/2 “	13 3/8 “	Superficie	300´	Sup
12 1/4 “	9 5/8 “	Intermedio	2500´	Sup
8 1/2 “	A Definir	A Definir	Por registros	Por registros

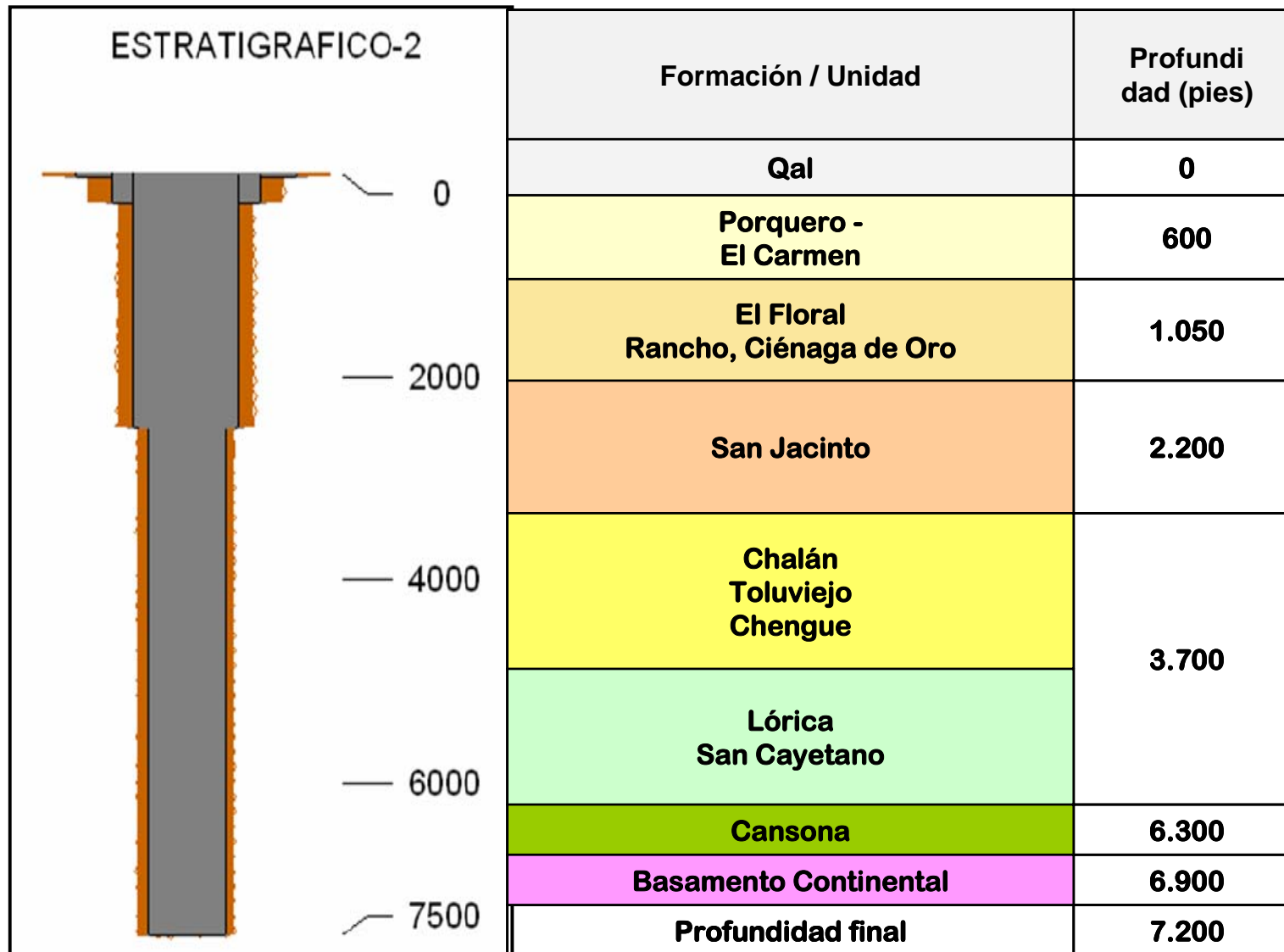


Figura 28. Estado Mecánico y Prognosis, Pozo Sinú Estratigráfico-2

9. INCERTIDUMBRES

Las incertidumbres para la perforación del pozo estratigráfico básicamente están relacionadas con el modelo geológico, influenciados por:

- Calibración pozo-sísmica por ausencia de perforación exploratoria e información sísmica complementaria.
- Conversión tiempo-profundidad: las velocidades calculadas para definición de topes formacionales son extrapoladas del sector nororiental de la cuenca y pertenecen a otra provincia geológica.
- Estratigrafía: básicamente basada en superficie, donde no se tienen en cuenta las discordancias y espesores cambiantes de las unidades en subsuelo, tal como lo muestra la nueva sísmica adquirida por la ANH.
- Discordancias presentes en el área: aunque las discordancias se ven bien, al correlacionar lateralmente la información geológica y geofísica, no es posible precisar los términos estratigráficos propuestos en ambos sectores de la cuenca.
- Los límites de secuencias no calibran bien con la geología de superficie y/o los pozos por exceso de terminología y desconocimiento del subsuelo por falta de información. Deficiencias que pretenden resolver los pozos estratigráficos propuestos.

10. CONCLUSIONES

1. La interpretación sísmico-estructural de perfiles sísmico regionales permitió para las Cuencas Sinú-San Jacinto: la identificación y correlación de ocho (8) secuencias sísmicas bien definidas y claramente limitadas por discordancias, denominadas de base a techo: Basamento, Cretáceo Superior, Paleoceno, Eoceno Medio, Eoceno Superior, Oligoceno, Mioceno Medio y Plioceno.
2. Se recomienda la localización de 11 *slim holes*, que perforarán 4,000 m de roca, principalmente almacén, en la Cuenca San Jacinto. Estos fueron localizados en campo conjuntamente con profesionales de la Agencia Nacional de Hidrocarburos y compañías interesadas en realizar los pozos someros.
3. Se definen las localizaciones para la perforación de dos (2) pozos estratigráficos. Pozo Sinú Estratigráfico-1 a una profundidad de 7,750 u 8,500 pies dependiendo de las dos interpretaciones presentadas para este pozo y para el pozo Sinú Estratigráfico-2, se recomienda la perforación a una profundidad de 7,200 pies.
4. La información geológica y geofísica evaluada para la Cuenca del Sinú, presenta un sistema estructural compresivo, representado por una serie de fallas inversas de bajo ángulo, "Sistema Imbricado", con vergencia al noroeste. Se observa una serie de sinclinales amplios y anticlinales estrechos asociados a diapiros y/o volcanes de lodo.
5. La perforación de pozos estratigráficos suministrará nueva información geológica para establecer una terminología estratigráfica apropiada y uniforme, útil como referencia para futuros estudios geológicos regionales.
6. El bajo nivel de exploración y conocimiento geológico de subsuelo, permite la existencia de múltiples interpretaciones estratigráficas, por existir diferentes amarres entre la geología de superficie, los datos sísmicos e información de pozos.
7. Las localizaciones recomendadas para la perforación de los pozos estratigráficos, y sus respectivas prognosis pretenden precisar la profundidad y características litológicas de unidades formacionales y/o cronoestratigráficas, que coadyuven al diseño de actividades exploratorias.
8. Es notoria la escasa información geológica y geofísica existente en el sector oriental de la cuenca Sinú-San Jacinto; sin embargo se presentan algunos "leads" de interés exploratorio que requieren de una segunda fase de adquisición de información sísmica, para una confiable definición de prospectividad.

BIBLIOGRAFIA

ANH, 2005. Colombian Oil and Gas Convention, Cartagena, Colombia.

CARO, M., 2003. Structural evolution of the San Jacinto fold belt, NW Colombia. MSc. Thesis. University of Calgary, Department Of Geology and Geophysics. Calgary, Alberta.

ECOPETROL-ESRI-ILEX, 1995. Evaluación Geológica Regional de la Cuenca del Sinú-San Jacinto. Bogotá, D, C.

INGEOAMBIENTE Ltda., 2003. Estudio sedimentológico de los pozos Porvenir-2, Porvenir-3, Porvenir-4, Porvenir-5, La Esperanza-1, Cerro Villanueva-1 y La Arena-1 del área Morrosquillo y los pozos Santa Catalina-1, Tocagua-1 y El Palmar-1 del área Luruaco, cinturón plegado de San Jacinto. Para: Ecopetrol-ICP. Piedecuesta, Santander.

GEOTEC, 2003. Geología de los Cinturones Sinú-San Jacinto 50 Puerto Escondido, 51 Lórica, 59 Mulatos, 60 Canalete, 61 Montería, 69 Necoclí, 70 San Pedro de Urabá, 71 Planeta Rica, 79 Turbo, 80 Tierralta. Memoria Explicativa. Para: INGEOMINAS. Bogotá, D, C.

GUZMÁN, G.; CLAVIJO, J.; BARRERA, R., 1994. Estudio Geológico área Santero, Valle Inferior del Magdalena. Geología Bloque Santero, Secciones Estratigráficas. Informe Técnico, INGEOMINAS. Bogotá, D, C.

GUZMÁN, G.; GÓMEZ, E.; SERRANO, B., 2004. Geología de los cinturones del Sinú-San Jacinto y borde Occidental del Valle Inferior del Magdalena Caribe Colombiano. Informe Técnico INGEOMINAS, Subdirección de geología Básica. Bogotá, D, C.

MESA, A. G., DUQUE, N. E., MORENO, N., 2001. Evaluación de las Formaciones potencialmente reservorio en la cuenca del Sinú, Cinturón Plegado de San Jacinto y Sub-Cuenca San Jorge, Valle Inferior del Magdalena. ECOPETROL, ICP. Piedecuesta, Santander.

PANGEA Ltda, 2002. Adquisición estratigráfica en campo, en la cuenca San Jacinto, sector golfo de Morrosquillo. Para gerencia de Prospección AEX, Informe final. Para ECOPETROL. Piedecuesta, Santander.

PETRODATA Ltda., 2000. Cuenca Sinú-San Jacinto, adquisición de información estratigráfica en campo. Muestreo de la Formación Cansona para estudios

geoquímicos. Áreas de Montería, Lórica, Sincelejo, Finca Vieja, cerro Cansona. Bogotá, D, C

PETROLEUM GEOSCIENCE TECHNOLOGY (PGT), 2005. Potencial Exploratorio y Prospectividad de los Sistemas Petrolíferos en la Cuenca del Sinú (Onshore y Offshore)". Para: Agencia Nacional de Hidrocarburos. Bogotá D, C.

REYES, J.P., RUEDA, M. C. y CONSORCIO G y G, 2001. Evaluacion de la Prospectividad, sector Atlantico. Informe técnico, ECOPETROL- ICP. Piedecuesta, Santander.

REYES, J. P., RUEDA, M. C., CONSORCIO G y G., 2001. Evaluación Post-Perforación Pozos VIM-Sinú. Informe Técnico, ECOPETROL, ICP. Piedecuesta, Santander.

ANEXOS