

---

---

**LEVANTAMIENTO AEROGRAVIMETRICO y AEROMAGNETICO**



**Programa ADQUISICION PROCESAMIENTO e INTERPRETACION  
de datos de AEROMAGNETOGRAVIMETRIA en el LITORAL  
CARIBE – Contrato No. : 073  
CUENCAS de SINÚ, SAN JACINTO, PLATO y SAN JORGE**

**Para**

**Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH)**

**INFORME FINAL DE INTERPRETACIÓN**

**NOVIEMBRE 2006**

**Interpretado por: Víctor Graterol**



---

---

**Carson Services, Inc./Aerogravity Division  
952 Blooming Glen Road Perkasié PA USA 18944**

**Programa ADQUISICION PROCESAMIENTO e INTERPRETACION de  
datos de AEROMAGNETOGRAVIMETRIA en el LITORAL CARIBE –  
Contrato No. : 073  
CUENCAS de SINÚ, SAN JACINTO, PLATO y SAN JORGE**

<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	1
<b>1.0 INTRODUCCIÓN</b>	3
<b>2.0 DESCRIPCION Y LOCALIZACION DEL AREA DEL LEVANTAMIENTO</b>	5
<b>3.0 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL</b>	5
<b>3.1. Estratigrafía</b>	6
<b>3.2 Geología Estructural</b>	8
<b>3.3 Evolución Geológica</b>	9
<b>4.0 INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS GRAVIMÉTRICOS y MAGNETICOS</b>	11
<b>4.1 Anomalía de Bouguer e Intensidad Magnética Total</b>	13
<b>4.2 Separación Regional - Residual</b>	15
<b>4.2.1 Residuos Gravimétricos Matemáticos</b>	17
<b>4.2.2 Residuos Magnéticos Matemáticos</b>	17
<b>4.2.3 Regional y Residual Controlados</b>	17
<b>4.3 Mapas de Interpretación Estructural</b>	19
<b>4.4 Resultados de la Magnetometría</b>	21
<b>4.5 Residual Isostático</b>	21
<b>4.6 Modelaje Gravimétrico - Magnético</b>	22
<b>5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	23
<b>REFERENCIAS</b>	26
<b>ANEXO A. Puntos de Control</b>	27

**Programa ADQUISICION PROCESAMIENTO e INTERPRETACION de  
datos de AEROMAGNETOGRAVIMETRIA en el LITORAL CARIBE –  
Contrato No. : 073  
CUENCAS de SINÚ, SAN JACINTO, PLATO y SAN JORGE**

<b>LISTA DE FIGURAS</b>		<b>Página</b>
Figura A	Mapa Geológico Regional	29
Figura B	Columna Estratigráfica	30
Figura 1	Localización del Area de Interpretación	31
Figura 2	Anomalía de Bouguer	32
Figura 3	Intensidad Magnética Total (IMT)	33
Figura 4	Int. Mag. Total Reducida al POLO (IMTRP)	34
Figura 5	Residuo Gravimétrico Polinómico de GRADO 3	35
Figura 6	Residuo Gravimétrico Cont. Campo Arriba 10 Km	36
Figura 7	Residuo de la IMTRP Polinómico de Grado 3	37
Figura 8	Residuo de la IMTRP Pasobanda (6 Km - 60Km)	38
Figura 9	Regional Gravimétrico con Control Geológico incluyendo los Afloramientos del Cretácico – Referencia 1280 m Arriba del NMM	39
Figura 10	Residual Gravimétrico con Control Geológico Incluyendo los Afloramientos del Cretácico - Referencia 1280m Arriba del NMM	40
Figura 11	Tope del Basamento Pre-Terciario - Inversión 3D del Resd. Controlado - Referencia NMM	41
Figura 12	Interpretación Estructural Tope del Basamento Pre – Terciario - Referencia NMM	42
Figura 13	Regional Gravimétrico con Control Geológico sin incluir los Afloramientos del Cretácico - Referencia 1280m Arriba del NMM	43
Figura 14	Residual Gravimétrico con Control Geológico sin incluir los Afloramientos del Cretácico - Referencia 1280m Arriba del NMM	44
Figura 15	Tope del Basamento Pre – Terciario - Inversión 3D del Resd. Controlado - Referencia NMM	45
Figura 16	Basamento Magnético - Soluciones de EULER - SI= 0.0	46
Figura 17	Espesor de Corteza - Modelo de Airy	47
Figura 18	Modelaje Grav. Y Mag. TRANSECTA 1	48
Figura 19	Modelaje Grav. Y Mag. TRANSECTA 2	49
Figura 20	Modelaje Grav. Y Mag. TRANSECTA 3	50
Figura 21	Modelaje Grav. Y Mag. TRANSECTA 4	51
Figura 22	Modelaje Grav. Y Mag. TRANSECTA 5	52
Figura 23	Modelaje Grav. Y Mag. TRANSECTA 6	53
Figura 24	Modelaje Grav. Y Mag. TRANSECTA 7	54



## RESUMEN EJECUTIVO

Durante los meses de Enero a Mayo del 2006 Carson Helicopters Inc. (Aerogravity Division) realizó la adquisición y procesamiento de un levantamiento Aerogravimétrico y Aeromagnético sobre el Litoral Caribe para La Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). Un avión turbo DeHavilland Twin Outer realizó la adquisición de aproximadamente 10110 Kilómetros de datos aerogravimétricos y aeromagnéticos respectivamente, sobre una malla de vuelo de 7.5 Km x 10 Km. Los datos geofísicos se adquirieron, respectivamente, a una altura promedio de 1280 msnm. Diariamente se analizaron y procesaron para su control de calidad y aprobación final en las instalaciones de CARSON en Perkasié – PA. – USA.

Durante los meses de Septiembre y Octubre del año en curso, el Dr. Víctor Graterol analizó los trabajos de procesamiento e interpretó los datos finales gravimétricos y magnéticos. La interpretación incluyó el mallado de los datos con espaciamiento de los puntos de la grilla cada 500 m y tuvo como principal objetivo elaborar el mapa del tope estructural del Basamento Pre-Terciario. Aunque se emplearon filtros matemáticos, la principal fase de filtrado se realizó con estricto CONTROL GEOLÓGICO aportado por la ANH (profundidades al tope del basamento provenientes de mapas geológicos de superficie, pozos e interpretación sísmica 2D).

La interpretación combina los datos gravimétricos y magnéticos con la información de líneas sísmicas 2D, mapas geológicos de superficie y profundidades de pozos. Se define la localización y extensión en planta de los contrastes de densidad que causan las estructuras de interés petrolero. Se determinaron tendencias, fallas regionales y locales, así como otros elementos de interés en la exploración de hidrocarburos. Se efectuaron dos inversiones gravimétricas para interpretar estructuralmente el basamento Pre-Terciario, una asumiendo que los afloramientos Cretácicos de la Formación Cansona son basamento verdadero y otra que son bloques alóctonos del mismo. El autor de este estudio, en base a los resultados que mejor correlación dieron con los caracteres geológicos estructurales conocidos, interpretó que los afloramientos de la Formación Cansona son de verdadero basamento Pre-Terciario. El mapa de Interpretación Estructural muestra la complejidad estructural del tope del basamento Pre-Terciario (Cretácico). En las sub-cuencas de Plato y San Jorge, el basamento muestra un mosaico estructural formado por altos y bajos que forman pequeños pilares y fosas tectónicas producidos por fallamiento normal, distinguiéndose el arco o pilar de orientación noroeste-sureste denominado el Alto de Magangué. Se aprecia claramente como ambas sub-cuencas en su borde occidental están limitadas por el sistema de fallas de Romeral. Se nota claramente como el Cinturón Tectónico de San Jacinto se ubica entre las Fallas de Romeral y del Sinú, caracterizándose por altos de basamento separados por sub-cuencas pero de menor extensión que las de Plato y San Jorge. Sin embargo alrededor de la ciudad de Cartagena se interpretó una sub-cuenca que por sus características estructurales pudiese tener interés exploratorio. Al oeste de la Falla del Sinú, se interpretó una sub-cuenca de grandes proporciones (Cuenca del Sinú). Su borde occidental limita con la Falla de Urabá y dentro del Mar Caribe con los datos de este estudio no se puede determinar su extensión nor-occidental.

Se detectaron altos de basamento al este del pozo San Rafael-1, al noreste del pozo La Risa-1 y alrededor de la ciudad de Montería, al este del pozo San Sebastián-1 y oeste de la ciudad de Sincelejo, al noreste del Golfo de Morrosquillo, noreste de la ciudad de Cartagena y en el extremo sur del levantamiento donde ocurren afloramientos de las unidades Cretácicas. Estos altos basamentales se alinean en dirección aproximada N10-20E y constituyen el Cinturón de San Jacinto. A ambos lados en dirección oriental y occidental de esta zona de altos basamentales, se observa como va aumentando el espesor de las secuencias Terciarias. Acuñaientos estructurales-estratigráficos de las unidades Terciarias entre sí y contra las rocas Cretácicas basamentales, constituyen básicamente los objetivos exploratorios en el Cinturón Plegado de San Jacinto. Dentro de las sub-cuencas de Plato y San Jorge los altos basamentales similar al pilar de Magangué, constituyen los principales objetivos en la región del

Bajo Magdalena. En estos altos estructurales, dentro de las sub-cuencas señaladas, en los topes del basamento pudiesen estar presente los niveles arenosos o calcáreos de la Formación Ciénaga de Oro, los mismos se encuentran localizados en: (i) Al suroeste del Pozo Piragua-1. (ii) Al este del extremo oriental del Bloque La Creciente. (iii) Al este del Pozo Flor del Monte-1. (iv) Al oeste del pozo San Rafael-1. (v) Al noroeste de los pozos Apure. (vi) Altos basamentales semiparalelos a la Falla de Bucaramanga en las proximidades de los pozos Alejandria-1, Algarrobo-1, Pijivay-1 y Medialuna-1 y (vii) Los altos estructurales interpretados en las cercanías de los pozos Tenche-1 y Ayapel-1. Estos altos estructurales, por su proximidad a zonas productoras ameritan ser investigados con mayor resolución (sísmica y/o directamente una perforación exploratoria). Al oeste de la Falla del Sinú y nor-noreste de la Falla de Urabá (Cuenca del Sinú), se detectaron no solo espesores de sedimentos Terciarios considerables (5500 m a 6500 m), sino que dentro de la cuenca se observan altos y bajos estructurales. Estos altos que poseen la misma orientación del pilar de Magangué, así como también acuíferos estratigráficos en las unidades Terciarias, constituyen objetivos exploratorios de interés.

**Programa ADQUISICION PROCESAMIENTO e INTERPRETACION de  
datos de AEROMAGNETOGRAVIMETRIA en el LITORAL PACIFICO  
SUR – Contrato No. : 074  
CUENCAS de SINÚ, SAN JACINTO, PLATO y SAN JORGE**

**1.0 INTRODUCCION.**

En este informe se presenta la interpretación gravimétrica y magnética del Litoral Caribe de Colombia, desde el límite con la República de Panamá hasta la cercanía de la Sierra Nevada de Santa Marta. Toda la zona ocupada por el levantamiento aerogravimétrico-aeromagnético, se encuentra limitada al oriente por la Cordillera Central y la Falla de Bucaramanga y al oeste y nor-noroeste por el Mar Caribe. El litoral Caribe Colombiano ha sido rellenado por sedimentos Cuaternarios y Terciarios depositados sobre un Basamento de composición muy compleja ígneo-metamórfico de edad Cretácica. Adicionalmente suprayace el Cinturón tectónico de San Jacinto.

El objetivo exploratorio principal se concentró en la localización de espesores sedimentarios Terciarios que pudiesen generar y acumular hidrocarburos.

En este informe se presenta la interpretación aerogravimétrica y aeromagnética del levantamiento realizado por CARSON HELICOPTERS Inc. sobre la región señalada. La interpretación se concentró en la definición del tope del basamento Pre-Terciario( Cretácico), en forma de definir tanto la localización de las áreas donde pudiesen existir los mayores espesores de las secuencias Terciarias, así como también altos estructurales del mismo que pudiesen entrapar hidrocarburos en las facies arenosas y calcáreas fracturadas de la Formación Ciénaga de Oro y sus acuíferos estructurales a medida que el basamento se hace somero hacia los altos basamentales Cretácicos.

Los propósitos fundamentales de esta interpretación fueron los siguientes:

- **Definir, (utilizando la información gravimétrica y magnética, integrada con los datos de pozos y sísmica existentes), el TOPE ESTRUCTURAL del Basamento Pre-Terciario (Cretácico);**
- **Elaborar el Mapa Estructural del Basamento Cretácico donde se representen los principales altos, bajos, lineaciones y otros elementos geológicos de interés en la exploración de hidrocarburos;**
- **Evaluar cualitativa y cuantitativamente los datos gravimétricos y presentar una explicación geológica de la distribución de las anomalías geofísicas;**
- **Identificar la localización, profundidad y extensión de las anomalías residuales y obtener información referente a la geometría de las estructuras presentes para definir las mejores posibilidades en la ocurrencia de hidrocarburos;**
- **Detectar y definir fallas locales y regionales;**
- **Proponer y recomendar los trabajos exploratorios subsiguientes en aquellos sitios donde esta interpretación revele áreas de interés.**

En la región cubierta por este levantamiento se ha efectuado mucha exploración regional y semidetallada. Se han realizado trabajos terrestres de sísmica 2D, especialmente en las sub-cuencas de Plato Y San Jorge, donde se han perforado pozos principalmente con objetivos exploratorios y estratigráficos. En algunos de los bloques otorgados se producen hidrocarburos (gas y crudos livianos) (Cicuco, Ayhombe, Guepaje y Ligia-Guamito). Los contrastes de densidad y



susceptibilidad magnética en la interfase Terciaria-Cretácica, producen anomalías gravimétricas y magnéticas RESIDUALES. Por este motivo el análisis cualitativo y cuantitativo de los datos potenciales integrados con la sísmica y pozos existentes constituye el paso ideal inicial para tratar de resolver el problema propuesto.

## **2.0 DESCRIPCION y LOCALIZACION DEL AREA DEL LEVANTAMIENTO**

Aunque su relieve a lo largo de la parte central y costanera es relativamente plano y regular, y existen ciudades y pueblos importantes, en muchas zonas su acceso posee graves inconvenientes. La **Figura 1** muestra la localización de la zona de interpretación, incluyendo el relieve topográfico existente. La Cuenca del Litoral Caribe de Colombia yace entre las Latitudes Norte Geográficas de 08 grados 10 minutos a 11 grados 0 minutos y Longitudes Oeste Geográficas de 74 grados 0 minutos a 76 grados 50 minutos.

## **3.0 MARCO GEOLOGICO REGIONAL**

La zona de estudio hace parte de la denominada Región Caribe de Colombia, caracterizada por grandes áreas de llanuras ocupadas por sistemas de ciénagas y canales, separadas por un cinturón montañoso de rumbo aproximado norte - sur denominado cinturón de Sinú - San Jacinto, cuyas elevaciones no superan los 500 msnm. Estratigráficamente, el área presenta rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, que pueden agruparse en tres megasecuencias: Paleozoico inferior, Mesozoico y Cenozoico.

Estructuralmente, la región del Caribe se caracteriza por un gran número de fallas, principalmente de cabalgamiento, con vergencia hacia el Occidente, las cuales parecen estar asociadas principalmente a la Falla de Romeral. La evolución geológica de la región Caribe, muestra un proceso de subducción y acreción al borde occidental de la placa Suramericana, de grandes escamas de corteza

oceánica de la Placa del Caribe. Resultado de este proceso, son comunes las cuencas de "piggy back", en las cuales se han acumulado sedimentos con edades que comprenden desde el Eoceno hasta el Cuaternario.

### **3.1 Estratigrafía**

La Columna Estratigráfica que se muestra en la Figura B, muestra las distintas megasecuencias existentes en la zona de estudio.

**PALEOZOICO INFERIOR:** La megasecuencia del Paleozoico inferior en el área del Caribe de Colombia aflora al sur del área de interés y se encuentra en contacto con formaciones cretáceas al oriente del trazo de la Falla de Romeral. Está conformada principalmente por rocas metamórficas, tales como anfibolitas afectadas por metamorfismo retrógrado (Complejo Puquí) y esquistos verdes (Grupo Cajamarca?). Son rocas que muestran en general metamorfismo regional de alta presión y temperatura variable desde media hasta alta. La edad de estas rocas según dataciones radiométricas (Ordoñez y Pimentel, 2001; Maya 1992), en general corresponde al Paleozoico inferior (evento tectotermal del Silúrico), con protolitos sedimentarios, posiblemente precámbricos. Es probable que esta secuencia haya sido afectada por eventos tectotermales posteriores durante el Pérmico.

**MESOZOICO:** La megasecuencia del Mesozoico del Caribe de Colombia, esta compuesta principalmente por basaltos y ocasionalmente por gabros, formados durante el Cretáceo. Afloran como una faja con rumbo general norte - sur, iniciando en la parte septentrional de la Cordillera Central y finalizando en cercanías a Sincelejo (5 Km. al norte), región en la cual parece tratarse de olistolitos?. Varios autores han estudiado el origen de las secuencias ofiolíticas expuestas en el occidente de Colombia y en general se trata de fragmentos de corteza oceánica correspondientes a la Placa del Caribe, acrecionados al margen occidental de la Placa de Suramérica desde finales del Cretáceo (Nivia, 1996; Barrero, 1979).

Las perforaciones que se han realizado en el área del Caribe, permiten trazar un límite entre rocas de afinidad oceánica y continental en la parte axial del cinturón del Sinú - San Jacinto (Figura A), zona en la cual se desarrolla un importante abanico de cabalgamientos, el cual nace en profundidad desde una falla que parece corresponder con la Sutura de Romeral (López y Barrero, 2003; Martínez y López, 2005). Desde la Sutura de Romeral hacia el occidente, el basamento cristalino está conformado por rocas de afinidad oceánica, aparentemente incluidas localmente en escamas de cabalgamientos. Estos fragmentos de corteza oceánica parecen corresponder a fragmentos acrecionados de la Placa Caribe, la cual es el remanente de la gran Placa de Farallones formada durante el Mesozoico en el punto caliente de Galápagos. La Placa Caribe se extiende actualmente a lo largo y ancho del fondo marino del Mar Caribe, cubierta por sedimentos de turbiditas desde proximales hasta distales, abanicos submarinos, lodos silicios y niveles de cenizas. Localmente, principalmente entre Sincelejo y Cartagena, es posible encontrar afloramientos aislados de rocas sedimentarias del Cretácico superior, compuestas por arcillolitas y calizas marinas, con intercalaciones de chert.

CENOZOICO: Esta megasecuencia del Caribe, está esencialmente conformada por rocas sedimentarias, principalmente siliciclásticas, con algunos parches de carbonatos desarrollados en altos estructurales. Los ámbitos sedimentarios en los cuales fueron acumulados los sedimentos durante la era Cenozoica en el área del Caribe, parecen corresponder a sistemas deltaicos con aportes provistos por el continente Suramericano, sistemas afectados por diapirismo de lodo y fallamiento, factores que afectaron la distribución de sedimentos en la cuenca.

En subsuelo, dos grandes secuencias tectosedimentarias pueden separarse por discordancias mayores: una basal desarrollada desde el Eoceno hasta el Mioceno inferior, descansando en forma discordante sobre rocas del Mesozoico y Paleozoico; otra desarrollada desde el Mioceno medio hasta el Plioceno. El desarrollo de estas dos secuencias en la región del Caribe, puede indicar la existencia de dos pulsos

tectónicos: uno inicial durante el Paleoceno - Eoceno, mostrando la transición de una cuenca pasiva a una cuenca activa, gracias al avance de la Placa del Caribe hacia el oriente; un segundo pulso que estaría representado en la secuencia sedimentaria del Mioceno - Cuaternario, indicaría el levantamiento gradual del Cinturón del Sinú - San Jacinto, momento en el cual se incomunica la cuenca de Plato - San Jorge del Mar Caribe y se desarrolla un extenso sistema de ciénagas y canales (Martínez y López, 2005).

### **3.2 Geología Estructural**

La región del Caribe de Colombia, está afectada por un gran número de fallas, algunas de las cuales se desarrollaron durante el Mesozoico y otras durante el Cenozoico. Las estructuras pre - Cenozoicas se localizan principalmente al oriente de la Sutura de Romeral (Figura A), afectando rocas del basamento continental y sedimentarias anteriores al Eoceno medio. Es un estilo estructural extensional, desarrollado probablemente sobre un margen pasivo continental (Moreno - Sanchez y Pardo - Trujillo, 2005), formando altos estructurales como "Magangué high" y cuencas como "Plato" y "San Jorge".

De manera casi ortogonal al estilo extensional Mesozoico, se observa un estilo estructural compresivo, concentrado en el Cinturón del Sinú - San Jacinto y extendiéndose hacia el occidente hasta el talud continental. Este estilo estructural afecta rocas del basamento oceánico, sedimentarias de la secuencia del Eoceno - Mioceno inferior y hasta rocas del Cuaternario (Duque - Caro, 1984). Estructuralmente, el estilo estructural formado al occidente de la Sutura de Romeral, parece corresponder a un abanico de cabalgamientos con dirección de transporte tectónico hacia el noroccidente, configurando sistemas de cuencas sedimentarias tipo "piggy back". El sistema de cabalgamientos parece converger en una sola estructura, la cual se ha interpretado como la expresión de la Sutura de Romeral en el Caribe, formando las Serranías del Sinú y San Jacinto, y otro sistema de cabalgamientos que

conforma la zona de plataforma y talud continentales parecen tener su origen en el denominado Lineamiento del Sinú (Figura A). Fallas de rumbo NNE – SSW afectan los sistemas estructurales anteriormente mencionados de cabalgamientos, e incluso a las cuencas y altos estructurales localizados al oriente de la Sutura de Romeral, actividad que parece desarrollarse durante el Mioceno medio a superior.

Finalmente, una intensa actividad diapírica se produce en general desde el Cinturón del Sinú - San Jacinto hacia el occidente, afectando las secuencias sedimentarias del Cenozoico y desarrollando pequeños altos estructurales (Duque - Caro, 1984). Su origen parece estar relacionado al exceso de presión que se da sobre arcillas y lodos en esta zona, los cuales por su gran contenido de agua migran hacia arriba, desarrollando grandes diapiros. Previo al apilamiento tectónico en el área del cinturón del Sinú – San Jacinto, pliegues sinsedimentarios y diapiros de lodo deformaron las secuencias sedimentarias del Cenozoico en el área.

### **3.3 Evolución Geológica**

La región del Caribe Colombiano hace parte de la esquina noroccidental de Suramérica y está conformada por varios bloques corticales o terrenos geológicos de edad y composición distintivos, que permiten postular dos grandes ciclos tectónicos. Un primer ciclo puede definirse entre la orogenia Alleghaniana y el inicio de la subducción de la Placa del Caribe bajo Suramérica durante el Mesozoico y un segundo ciclo desarrollado durante el paso en forma oblicua de la Placa del Caribe por el norte de la Placa Suramericana.

El primer ciclo tectónico, inicia con el fin de la orogenia Alleghaniana a mediados del Pérmico (260 Ma) y finaliza a mediados del Cretácico (100 Ma) con el desarrollo de la subducción de la Placa de Farallones (Caribe) bajo Gondwana, que corresponde a una colisión océano - continente. Durante el Triásico, el borde más suroccidental de Laurentia, conocido como bloque Chortis, está unido a Gondwana, parte del cual

puede ser parte del actual basamento continental bajo las cuencas de Plato y San Jorge, al oriente de la Sutura de Romeral.

Desde mediados del Triásico hasta mediados del Cretácico, se separa la placa de Norteamérica del supercontinente de Gondwana, configurando márgenes pasivos en ambos continentes, los cuales limitan al Mar del Tetis. Durante el desarrollo de la zona de expansión intercontinental, fallas transformantes afectan las placas continentales, formando sistemas de arcos y cuencas, siendo posible por este proceso el origen del Arco de Magangué.

El margen pasivo que se había desarrollado al norte de Suramérica a principios del Mesozoico, cambia a un margen convergente probablemente a finales de este periodo, durante la deriva de la Placa del Caribe hacia el nororiente, proceso que continuo durante el Paleógeno y con dirección hacia el oriente durante el Neógeno. En la región del Caribe de Colombia es posible definir algunos eventos particulares de deformación a medida que la Placa del Caribe avanza hacia el oriente. A mediados del Paleoceno, la Placa de Suramérica sufre deformación y metamorfismo, periodo durante el cual se formaron las filitas y esquistos perforados por los pozos Cábano - 1 y Callos 1, además de los Esquistos del Rodadero y Filitas de El Cinto, expuestos en la Sierra Nevada de Santa Marta. Se presentan además intrusiones aisladas de cuerpos principalmente graníticos, tales como la Diorita de Tacón y el Plutón de Latal. Al interior del continente, grandes extensiones emergen, aumentando el aporte de sedimentos hacia las márgenes continentales.

A mediados del Eoceno (40 Ma), la Placa Caribe continúa su avance hacia el oriente, dando origen a un margen transformante al norte de la Placa Suramericana. Como resultado del bloqueo ocurrido en la subducción durante el Paleoceno, la Fosa de Romeral se convierte en una sutura, al occidente de la cual se desarrolla el margen convergente de la Fosa del Sinú. Hacia la periferia de la Placa Suramericana ocurren algunos abanicos submarinos que cubren la zona entre la Sutura de Romeral y la

Fosa del Sinú, alimentados por complejos fluvio - lacustres desarrollados en la parte occidental del Arco de Magangué (Formación Ciénaga de Oro). Durante este periodo, el área Noroccidental de Suramérica es sometido a un proceso general de laterización, que dan como resultado áreas como Cerromatoso en el Caribe Colombiano, periodo coincidente con un evento global de descenso relativo del nivel del mar.

A principios del Mioceno (20 Ma), la convergencia entre la Placa Caribe y Suramérica permite la acreción de escamas de corteza oceánica, aumentando el ángulo de la Sutura de Romeral y del Lineamiento del Sinú. Grandes sistemas de abanicos submarinos se desarrollan en el margen occidental de la Placa Suramericana, posiblemente relacionados con las salidas de los incipientes ríos Magdalena y Cauca, separados entre sí por el Arco de Magangué.

Estructuralmente, desde mediados del Mioceno, en el continente se empieza a configurar un sistema de grandes rampas laterales (fallas de Bucaramanga, Oca y Santa Marta, fuera del área de estudio), asociadas a cabalgamientos, que permiten iniciar el levantamiento de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía del Perijá. En la porción marina, las espesas secuencias de frentes de delta, son involucradas en sistemas de abanicos de cabalgamiento, que empiezan a configurar el denominado Frente de Cabalgamientos del Caribe (Ladd y otros, 1984).

Durante los últimos 20 Ma, el cierre del Arco de Panamá contra el borde noroccidental de Suramérica, comprime y expulsa tectónicamente los sedimentos Cenozoicos acumulados en el margen continental, hacia el margen no limitado del Caribe, dando origen a un extenso abanico de cabalgamientos transpresivo, afectado por intensa actividad diapírica, aumentando el ángulo de las cuñas anteriores y permitiendo el levantamiento del Cinturón del Sinú - San Jacinto, limitando las subcuencas de Plato y San Jorge, con el Caribe. Al occidente de las Serranías de Sinú y San Jacinto, se desarrolla un extenso abanico de cabalgamientos afectados

por diapiros de lodo, que transportan tectónicamente varias cuencas menores (piggy back basins).

#### **4.0 INTERPRETACION DE LOS DATOS GRAVIMETRICOS y MAGNETICOS**

Anomalías y/o cambios en la aceleración de gravedad e intensidad magnética total (después que a las observaciones de campo se le aplican las correcciones respectivas por cambios de elevación, efectos topográficos y variaciones temporales), reflejan cambios en la densidad y susceptibilidad magnética de las rocas infrayacentes. Estas propiedades de las rocas se pueden emplear para obtener un modelo geológico del subsuelo. Las anomalías gravimétricas y magnéticas son funciones de la distancia entre el detector y la fuente (cuerpo geológico que las produce). En exploración petrolera, las anomalías gravimétricas son por lo general producidas por las estructuras de las secuencias sedimentarias suprayacentes y/o discontinuidades laterales de densidad, producidas por contactos de megasecuencias en profundidad. Las anomalías magnéticas se asocian al basamento de las cuencas, formado generalmente por unidades ígneo-metamórficas. La gravimetría y magnetometría proveen un amplio espectro de fuentes y es mediante una manipulación adecuada, donde se incluyen los conocimientos geológicos existentes, que estos datos potenciales pueden emplearse en forma exitosa en la búsqueda de hidrocarburos.

La interpretación de las anomalías gravimétricas y magnéticas se basa principalmente en el reconocimiento de su (i) distribución y (ii) forma. La distribución o carácter de un mapa potencial es un indicador poderoso de como las rocas y formaciones se distribuyen en el área ocupada por el levantamiento; puede proveer indicaciones de lineamientos, texturas y discontinuidades estructurales. Este tipo de interpretación se define como la interpretación cualitativa. La forma de las anomalías representadas tanto en planta como en perfiles, se emplea para determinar o definir la forma, posición y la magnitud de los contrastes de densidad y/o susceptibilidad magnética. En teoría, no es posible encontrar una solución única de los métodos potenciales; pueden existir geometrías distintas que representen alguna anomalía en particular. En la práctica introduciendo al modelo información geológica u otros controles geofísicos, y haciendo que las soluciones potenciales respeten estos



controles, se arriva a soluciones más reales. Este tipo de interpretación se conoce como interpretación cuantitativa.

Las Sub-cuencas del Litoral Caribe de Colombia están rellenas principalmente de sedimentos Terciarios-Cuaternarios. Las Figuras A y B muestran respectivamente el Mapa Geológico Regional y la Columna Geológica Estratigráfica. La estratigrafía muestra que el basamento, que aflora en el pie de monte de la Cordillera Central, en la cercanía de la ciudad de Montería, al sur del pozo San Rafael-1, al norte del pozo San Sebastián-1 y en el extremo sur del levantamiento es de edad Cretácica y composición ígneo-metamórfica muy compleja (tonalitas, monzogranitos, sienogranitos, granodioritas, cuarzodioritas, andesitas, riolitas y traquitas, metasedimentos, esquistos y flujos volcánicos). Las sub-cuencas que rodean al alto de Magangué, están rellena de sedimentos Terciarios. El objetivo exploratorio principal se concentra en la Formación Ciénaga de Oro, depositada sobre el basamento cristalino Pre-Terciario, que aunque es predominantemente compuesta por shales sobrepresionados, en su base puede poseer intervalos arenosos y calcáreos.

Tal como se muestra en la Columna Estratigráfica y de acuerdo con la información de pozo analizada que entregada para este estudio por la ANH, los sedimentos depositados en las sub-cuencas existentes son predominantemente clásticos de baja densidad (2.1 Grs/c a 2.4Grs/cc). Estos sedimentos suprayacen un basamento ígneo-metamórfico Cretácico de alta densidad (2.6Grs/cc a 2.75Grs/c). En base a estos valores, la Densidad de Bouguer que se empleó para transformar la Anomalía de Aire Libre en Anomalía de Bouguer fue de 2.30 Grs/cc. Todos los mapas que se presentan en este informe se elaboraron con el sistema gráfico GEOSOFT y empleando mallas finales de 500 metros.

#### **4.1 Anomalía de Bouguer e Intensidad Magnética Total (IMT)**

El levantamiento aerotransportado se efectuó a una altura promedio de 1280 msnm. Dado el hecho de que las anomalías gravimétricas son producidas por contrastes de densidad muy alejados del sitio de medición de la aceleración de gravedad, su atenuación por lo elevado de la altura de vuelo es prácticamente despreciable. En cambio no es así con la Intensidad Magnética Total. Estas

anomalías son producidas por el basamento ígneo-metamórfico Pre-Terciario existente, que aflora en gran parte del Pie de Monte de las Cordilleras Central y Occidental. La Figura 2 muestra el Mapa de Anomalía de Bouguer del levantamiento aerotransportado y su unión con levantamientos terrestres. Ambos para una densidad de Bouguer de 2.30 Grs/cc.

La Anomalía de Bouguer (Figura 2), deja ver claramente su estrecha relación con el contraste de densidad que existe entre las secuencias Terciarias con el Basamento Pre-Terciario (Cretácico). Este contraste de valor aproximado  $-0.25$  Grs/cc es el elemento dominante en el mapa de Bouguer. Al unir los datos aéreos y terrestres se observan anomalías que demuestra la utilidad de la gravimetría para interpretaciones regionales: (i) El gradiente gravimétrico positivo en la esquina nor-occidental del área de estudio se asocia a la presente zona de subducción de la Placa del Caribe con la Placa Sur-Americana (La Placa Caribe subduce debajo de la Placa Sur-Americana) (ii) La anomalía positiva al sureste de la ciudad de Santa Marta, en la esquina nororiental del área corresponde al complejo ofiolítico de la Sierra Nevada de Santa Marta. Es interesante notar que no se cumple la relación inversa entre las grandes alturas y los valores de Bouguer. Esta peculiaridad sugiere que el Macizo Completo de Santa Marta es un gigantesco bloque aloctono. (iii) El gradiente de Bouguer, de orientación N10-20E, que separa las anomalías negativas de las positivas, corresponde a la zona de fallas de Romeral. (iv) La anomalía positiva desde el este de Cartagena hasta el límite con Panamá, corresponde al Cinturón Tectónico de San Jacinto. Posee sus valores máximos positivos donde aflora el basamento Pre-Terciario (Cansona). Las Sub-cuencas de Plato y San Jorge se definen perfectamente por las anomalías negativas al este de la zona de fallas de Romeral. (v) Todos los gradientes gravimétricos de Bouguer que rodean a las sub-cuencas de Plato y San Jorge y las anomalías positivas de alta frecuencia dentro de las zonas anómalas negativas constituyen los principales sitios para la exploración de hidrocarburos. Los primeros son altos de basamento donde puede estar presente la Formación Ciénaga de Oro, y los segundos, zonas de transición donde pueden existir acuíferos o entrapamiento estratigráfico de las secuencias Terciarias. La **Figura 3** muestra la Intensidad Magnética Total. La posición y forma de las anomalías magnéticas dependen no solo de las características físicas del cuerpo que las produce, sino de su orientación y posición dentro del campo geomagnético (asumiendo solamente magnetización inducida). En

los polos, a altas latitudes magnéticas, las anomalías se localizan encima del cuerpo, pero a latitudes intermedias, las anomalías poseen máximo y mínimo y el cuerpo se localiza aproximadamente en el punto de inflexión. El campo geomagnético (I.G.R.F.) para la posición del estudio en referencia muestra una Inclinación Magnética de +34.0 grados al norte y una Declinación Magnética de -5 grados al oeste; por consiguiente, los máximos de las anomalías estarán desplazados respecto a la posición del cuerpo que las produce. Para restaurar la posición de las anomalías magnéticas en forma de que coincidan con las gravimétricas, siempre y cuando el magnetismo remanente sea despreciable, se aplica la reducción al POLO o al ECUADOR. En este caso, al estar a una inclinación magnética intermedia, se aplicó la reducción al Polo y el resultado se muestra en las **Figura 4** (Intensidad Magnética Total Reducida al Polo, IMTRP).

El mapa de la IMTRP muestra una estrecha correlación con la Anomalía de Bouguer, pero con un contenido de frecuencia mucho mayor, las anomalías positivas corresponden a las unidades ígneo-metamórficas de las rocas basamentales Cretácicas. Sin embargo hay que hacer notar un alineamiento de anomalías positivas de alta frecuencia a lo largo del borde occidental de las sub-cuencas de Plato y San Jorge. Estas anomalías definen claramente la zona de Fallas de Romeral y son producidas por cuerpos ígneo-metamórficos del basamento Pre-Terciario (Paleozoicos), que afloran o están muy cerca de la superficie actual del terreno.

#### **4.2 Separacion Regional-Residual**

Todo intento de interpretar un mapa de campo potencial comienza con la determinación de qué parte del campo observado puede ser ignorada para el objetivo de un estudio en particular ("**Regional**") y cuál parte es significativa para el objetivo principal de la interpretación ("**Residual**"). Es perfectamente aceptado en interpretación gravimétrica y/o magnética que el regional es "**is what you take out of the data to make what is left look like structure**", ("lo que usted saca de los datos par permitir ver mejor la estructura") Nettleton (1971). La separación regional-residual nunca podrá ser totalmente objetiva, depende en alto grado de la experiencia del intérprete, conocimiento de la geología del área, calidad de los datos potenciales y finalmente del objetivo de la interpretación en particular.

Por otra parte, por estar orientada esta interpretación a la exploración petrolera, efectos de pequeñas longitudes de onda, que normalmente poseen gran amplitud y que generalmente son producidos por concentraciones anormales (intrusiones máficas, mineralizaciones, unidades volcánicas y anomalías culturales), tienen que ser removidos. Las anomalías residuales (gravimétricas y magnéticas) se obtienen de los Mapa de Anomalía de Bouguer (AB) e Intensidad Magnética Total Reducida al Polo (IMTRP), por sustracción de las tendencias regionales. El proceso de separación regional-residual consiste en filtrar de la señal inicial (AB e IMTRP), las señales de pequeña longitud de onda y eliminar los gradientes o valores de fondo de amplitud y longitud de onda mayor. Este proceso se efectúa de varias formas:

- Suavizado a Mano.
- Ajuste por Polinomios.
- Análisis en Dominio del Espacio.
  - . Derivadas
  - . Continuación de campo
- Análisis Espectral - FFT
  - . Continuación de Campo
  - . Filtros de Pasa Banda
  - . Derivadas
  - . Filtros Direccionales
- Separación con Control Geológico

Si revisamos la distribución de las observaciones gravimétricas en que se basa esta interpretación, podemos asumir que los procedimientos computarizados podrán reconocer caracteres estructurales cuya longitud de onda sea mayor que 2.0 o 4.0 Km. Sin embargo en los mapas de AB e IMTRP se pueden observar anomalías que pueden ser producidas por estructuras y/o cuerpos, los cuales están por debajo de esta magnitud. Es posible que estas anomalías sean producidas por las rutinas de contorno del sistema gráfico empleado. Para los propósitos de este estudio, estos efectos no se consideran de importancia y pueden ser removidos por filtraje. Similarmente las anomalías de gran longitud de onda, provenientes de fuentes muy profundas también deben ser removidas para los efectos de esta interpretación.

Al analizar los Mapas de Anomalía de Bouguer e Intensidad Magnética Total Reducida al Polo y comparar sus anomalías con el conocimiento geológico-estructural que se posee, se puede inferir que existe un componente de contrastes de densidad y susceptibilidad magnética entre las unidades sedimentarias Terciarias y Cuaternarias contra un Basamento de composición muy compleja de edad Cretácica. Cualquier residual matemático siempre mostrará contribuciones del basamento. Para poder estimar la contribución gravimétrica y magnética solamente de las secuencias Terciarias y Cuaternarias, hay que efectuar **Separación Regional-Residual con Control Geológico**. En otras palabras, necesitamos obtener mapas residuales que no se encuentren afectados por efectos gravitacionales y/o magnéticos, provenientes de fuentes que se encuentren por debajo de la discontinuidad de densidad y susceptibilidad magnética señalada (Tope del Basamento).

**4.2.1 Residuos Gravimétricos Matemáticos.** La malla empleada en la generación del mapa de Anomalía de Bouguer que se muestra en la **Figura 2**, fué la que se empleó en los procesos de Separación Regional-Residual que se describen a continuación. Las **Figuras 5 y 6** muestran respectivamente los residuos gravimétricos polinómico de la superficie de tendencia regional de grado 3 y el residuo al aplicar Continuación de Campo Arriba de 10 Km. Todos los residuos matemáticos señalados, en general muestran resultados similares. Aunque se mantienen las anomalías negativas correspondientes a las sub-cuencas de Plato y San Jorge, al eliminar matemáticamente tendencias regionales, aparece en el resto de la zona investigada y especialmente donde ocurre el cinturón tectónico de San Jacinto, una distribución compleja de anomalías positivas y negativas que sugieren una escama delgada del cinturón y que debajo del mismo pudiesen existir secuencias Terciarias de interés exploratorio. Los residuos matemáticos también definen dos grandes áreas de anomalías negativas: una en el extremo sur-occidental que se interpreta en este estudio como la sub-cuenca del Sinú y otra alrededor de la ciudad de Cartagena que se denomina en esta interpretación como la sub-cuenca de Cartagena.

**4.2.2 Residuos Magnéticos Matemáticos.** La malla empleada en la generación del mapa de Intensidad Magnética Reducida al Polo (IMTRP), se empleó para

generar los residuos magnéticos de la superficie polinómica de Grado 3 y del filtro Pasobanda 4km – 60 km (**Figuras 7 y 8**). Las altas frecuencias de la IMTRP detallan mucho mejor la presencia de las unidades ígneo-metamórficas del basamento Cretácico. Hay que hacer notar el perfecto alineamiento de anomalías positivas de alta frecuencia a lo largo del borde occidental de las sub-cuencas de Plato y San Jorge, que define la zona de fallas de Romeral, anomalías posiblemente asociadas a material ofiolítico presente e.

**4.2.3 Regional y Residual Controlado.** En este proyecto, el interés principal de la ANH se concentra en interpretar las estructuras y caracteres geológicos que existan por encima del tope del basamento Pre-Terciario. Por este motivo el Tope Estructural de esta unidad constituyó el objetivo primario de esta interpretación. Por consiguiente, debemos obtener o aislar solamente la respuesta gravimétrica de las masas que existan, a partir de este tope estructural hasta la superficie actual del nivel del mar. La superficie regional debe construirse a partir de puntos de control donde la profundidad a esta interfase se conoce de otras fuentes (pozos, interpretación sísmica y mapas de geología de superficie).

CARSON Helicopters Inc. (Aerogravity Division) ha desarrollado un procedimiento computacional el cual, a partir de los puntos de control, calcula un residual aproximado, mediante la aplicación de la ecuación de la atracción gravitacional de prismas verticales. Al conocerse también el valor de la Anomalía de Bouguer en cada punto de control, es muy fácil, por simple resta, estimar el valor de la componente regional en cada localización. Con los valores de este regional controlado, se construye la superficie regional final, que al restársela a la Anomalía de Bouguer Observada nos da el Mapa de Anomalía Residual Controlado.

Considerando la inconsistencia conceptual de que los afloramientos Cretácicos de Cansona, corresponden o no a basamento verdadero, en este estudio se decidió realizar la interpretación controlada incluyendo y no dichos afloramientos.

Las **Figuras 9,10, 11 y 12** representan respectivamente, INCLUYENDO LOS AFLORAMIENTOS DE CANSONA COMO BASAMENTO VERDADERO, el REGIONAL y RESIDUAL CONTROLADOS del basamento Pre-Terciario referidos a la altura de 1280m sobre el NMM, la inversión 3D del Residuo Controlado que al restársele la altura de vuelo, representa el Tope del Basamento Pre-Terciario referido al NMM; y por último la INTERPRETACION ESTRUCTURAL del Basamento Pre-Terciario (Cretácico) que se obtiene de la **Figura 11**. Las **Figuras 13, 14 y 15** muestran respectivamente, SIN INCLUIR LOS AFLORAMIENTOS DE CANSONA COMO BASAMENTO VERDADERO, el REGIONAL y RESIDUAL CONTROLADOS del basamento Pre-Terciario referidos a la altura de 1280m sobre el NMM y la inversión 3D del Residuo Controlado que al restársele la altura de vuelo, representa el Tope del Basamento Pre-Terciario referido al NMM.

#### **4.3 Mapa de Interpretacion Estructural**

El autor de este estudio, en base a los resultados que mejor correlación dieron con los caracteres geológicos estructurales conocidos, interpretó que los afloramientos de Cansona son de basamento verdadero Pre-Terciario. El mapa de Interpretación Estructural, que se muestra en la **Figura 12**, se obtuvo a partir de la **Figura 11**. En este mapa se aprecia claramente la complejidad estructural del tope del basamento Pre-Terciario (Cretácico) y claramente no solo donde ocurren los mayores espesores de secuencias Terciarias y Cuaternarias, sino la interpretación de las principales fallas y otros caracteres estructurales.

En las sub-cuencas de Plato y San Jorge, el basamento muestra un mosaico estructural formado por altos y bajos que forman pequeños pilares y fosas tectónicas producidos por fallamiento normal, distinguiéndose el arco o pilar de orientación noroeste-sureste denominado el alto de Magangué. Se aprecia claramente como ambas sub-cuencas en su borde occidental están limitadas por el sistema de fallas de Romeral. Se nota también con claridad como el Cinturón Tectónico de San Jacinto se ubica entre las Fallas de Romeral y del Sinú, caracterizándose por altos de basamento separados por sub-cuencas pero de menor extensión que las de Plato y San Jorge. Sin embargo, alrededor de la ciudad de Cartagena se interpretó una sub-cuenca que por sus características estructurales pudiese tener interés

exploratorio. Al oeste de la Falla del Sinú, se interpretó una sub-cuenca de grandes proporciones (Cuenca del Sinú). Su borde occidental limita con la Falla de Urabá y dentro del Mar Caribe con los datos de este estudio no se puede determinar su extensión nor-occidental.

Se detectaron altos de basamento al este del pozo San Rafael-1, al noreste del pozo La Risa-1 y alrededor de la ciudad de Montería, al este del pozo San Sebastián-1 y oeste de la ciudad de Sincelejo, al noreste del Golfo de Morrosquillo, noreste de la ciudad de Cartagena y en el extremo sur del levantamiento donde ocurren afloramientos de las unidades Cretácicas. Estos altos basamentales se alinean en dirección aproximada N10-20E y constituyen el Cinturón de San Jacinto. A ambos lados en dirección oriental y occidental de esta zona de altos basamentales, se observa como va aumentando el espesor de las secuencias Terciarias. Acuñaientos estructurales-estratigráficos de las unidades Terciarias entre sí y contra las rocas Cretácicas basamentales, constituyen básicamente los objetivos exploratorios en el Cinturón Plegado de San Jacinto. Dentro de las sub-cuencas de Plato y San Jorge los altos basamentales similar al pilar de Magangué, constituyen los principales objetivos en la región del Bajo Magdalena. En estos altos estructurales, dentro de las sub-cuencas señaladas, en los topes del basamento pudiesen estar presente los niveles arenosos o calcáreos de la Formación Ciénaga de Oro, los mismos se encuentran localizados en: (i) Al suroeste del Pozo Piragua-1. (ii) Al este del extremo oriental del Bloque La Creciente. (iii) Toda una Silla Estructural al este del Pozo Flor del Monte-1. (iv) Al oeste del pozo San Rafael-1. (v) Al noroeste de los pozos Apure. (vi) Altos basamentales semiparalelos a la Falla de Bucaramanga en las proximidades de los pozos Alejandra-1, Algarrobo-1, Pijivay-1 y Medialuna-1 y (vii) Los altos estructurales interpretados en las cercanías de los pozos Tenche-1 y Ayapel-1. Estos altos estructurales, por su proximidad a zonas productoras ameritan ser investigados con mayor resolución (sísmica y/o directamente una perforación exploratoria). Al oeste de la Falla del Sinú y nor-noreste de la Falla de Urabá (Cuenca del Sinú), se detectaron no solo espesores de sedimentos Terciarios considerables (5500m a 6500m), sino que dentro de la cuenca se observan altos y bajos estructurales. Estos altos que poseen la misma orientación del pilar de Magangué, así como también acuñaientos stratigráficos en las unidades Terciarias, constituyen objetivos exploratorios de interés.



En esta interpretación se concluye que los espesores de las secuencias del Paleógeno y Neogeno interpretados (6500m a 7500m en la sub-cuenca de Plato, 5500m a 6000m en las sub-cuencas de San Jorge y Sinú, 3500 a 4000 m al este de Urabá y 2500m a 3000m en la sub-cuenca de Cartagena, son suficientes para que las lutitas negras y calizas de la Formación Ciénaga de Oro u otras unidades sedimentarias hayan generado hidrocarburos.

#### **4.4 Resultados de la Magnetometria**

Las estimaciones de profundidades magnéticas asumen que, en general las anomalías provienen de basamentos ígneo-metamórficos y que las secuencias sedimentarias son magnéticamente despreciables. También las profundidades dependen de los gradientes, inflexiones y picos de las anomalías sin considerar los caracteres físicos del cuerpo que las produce. La **Figura 16** muestra las soluciones de la Deconvolución de Euler para el Índice Estructural 0 (Contacto Magnético). En este mapa, se observa claramente la tendencia de soluciones someras (comprendidas entre 2000m a 4000m) a lo largo del lineamiento interpretado gravimétricamente para la zona de fallas de Romeral y coincidiendo con los altos basamentales Cretácicos interpretados en el Cinturón Tectónico de San Jacinto. Las mayores profundidades se concentran sobre las sub-cuencas interpretadas gravimétricamente coincidiendo con los resultados de la inversión gravimétrica.

Es conveniente hacer notar como las profundidades del basamento magnético aumentan considerablemente hacia la línea de la costa. Esta peculiaridad permite proponer que el complejo contacto cortical oceánico-continental se encuentra debajo del Cinturón plegado de San Jacinto.

#### **4.5 Residual Isostatico (Modelo de Airy)**

Para la determinación tanto del Residual Isostático, como de los espesores de la Corteza Terrestre se empleó el modelo de Airy-Heiskanen. Este método calcula el

Regional Isostático a partir de las mallas topográficas existentes, asume una profundidad de compensación debajo de las áreas marinas de 30Km y se emplearon densidades de 3.1 Grs/cc, 1.03 Grs/cc y 2.67 Grs/cc para el Manto, Aguas Marinas y Corteza terrestre. Las **Figuras 17A y 17B** muestran respectivamente el Residual Isostático y los espesores de la Corteza Terrestre en la zona del estudio. Obsérvese como el Residual Isostático define claramente los rasgos geológico estructurales señalados en los capítulos anteriores. Sin embargo hay que destacar que el gradiente gravimétrico a lo largo del borde occidental de las sub-cuencas de Plato y San Jorge, que define la zona de fallas de Romeral, es más convincente en este mapa que en los residuos matemáticos. El Cinturón de San Jacinto es muy bien definido por las anomalías positivas de alta frecuencia indicativas de un basamento Pre-Terciario somero. El lineamiento estructural de la Falla del Sinú, de orientación aproximada norte-sur, separa las anomalías positivas del Cinturón de San Jacinto, de anomalías negativas que definen sub-cuencas de potencial exploratorio. De sur a norte se pueden definir las sub-cuencas de Sinú, Morrosquillo y Cartagena. Los espesores de Corteza son muy homogéneos, observándose una variación de apenas de 5 Km a 6 Km, ubicándose los valores más profundos a lo largo del Cinturón de San Jacinto, en aquellas áreas donde el relieve topográfico supera los 250m a 300m por encima del nivel medio del mar( noreste y suroeste de la ciudad de Sincelejo). En los extremos norte de las Cordilleras Occidental y Central de Colombia, así como también al este de la Falla de Bucaramanga, la Corteza profundiza a valores superiores de los 38 Km.

#### **4.6 Modelaje Gravimétrico–Magnético**

Para realizar el modelaje directo cuantitativo, se extrajeron, a lo largo de transectas seleccionadas por la ANH, perfiles del Residuo Controlado de la Anomalía de Bouguer, del tope del Basamento Cretácico y de la Intensidad Magnética Total Reducida al Polo. También se elaboró un modelo geológico inicial, que incluyó los resultados de la inversión gravimétrica descrita anteriormente, el resumen de la geología regional y la interpretación estructural. Todos estos archivos constituyen la entrada de datos para el programa GM-SYS. La ubicación de los modelos que se presentan en este estudio se indica claramente en el mapa de interpretación estructural. El GM-SYS utiliza básicamente el método desarrollado por M. Talwani (1964). El procedimiento consiste en comparar la atracción

gravitacional y/o magnética de un grupo de láminas poligonales que simulan la sección geológica inicial con su respectiva anomalía residual. El programa posee rutinas de modelaje directo e inverso que permiten una interpretación en tiempo real, visible en monitor a color de alta resolución. Las densidades iniciales empleadas fueron 2.7Grs/cc y 2.20 Grs/cc para el basamento y las secuencias sedimentarias Cretácicas-Terciarias-Cuaternarias respectivamente. El modelo es mejorado sucesivamente, añadiendo o modificando los elementos estructurales (fallas, contactos, etc.), y ajustando los contrastes de densidad; así como, los espesores de las capas, hasta que las anomalías observada y calculada se asemejen adecuadamente. Los modelos que se interpretaron, se presentan en las **Figuras 18 a 22.**

## **5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Una vez analizados los resultados que se presentan en los capítulos anteriores, se considera que esta interpretación cumple con los objetivos propuestos, habiéndose podido definir y concretar los siguientes aspectos:

Se presenta, en el mapa de interpretación estructural, del tope del Basamento Pre-Terciario (Cretácico), donde se muestran los altos y bajos estructurales, fallas, tendencias y otros elementos de interés en la exploración de hidrocarburos.

Se definen las fuentes y extensiones de las estructuras que producen las anomalías gravimétricas.

Se determinó el isópaco para los sedimentos Cuaternarios-Terciarios que existen por encima del Basamento Pre-Terciario (Cretácico).

Al considerar los afloramientos de Cansona como basamento verdadero, la inversión gravimétrica 3D del residuo controlado muestra mucho mejor correlación con los caracteres geológicos-estructurales conocidos por este motivo el mapa de

interpretación estructural del basamento Pre-Terciario que se presenta en esta interpretación se obtuvo a partir del este residuo controlado. El mapa de Interpretación Estructural, controlado con información geológica de superficie y de subsuelo, muestra la complejidad estructural del tope del basamento Pre-Terciario (Cretácico) y como este aflora: (i) en la cercanía de la ciudad de Montería. (ii) al sur del pozo San Rafael-1. (iii) al norte del pozo San Sebastián-1 y en el extremo sur del levantamiento donde ocurren afloramientos de las unidades Cretácicas. A lo largo del borde oriental del área investigada, se define perfectamente las sub-cuencas de Plato y San Jorge, separadas por el Alto de Magangué, mostrando respectivamente espesores de sedimentos Terciarios del orden de 8500m y 6500m. Al suroeste se pudo definir la extensión de la Cuenca de Sinú, donde las secuencias Terciarias en el Golfo de Urabá, muestran espesores hasta los 6000m. Dentro de estas sub-cuencas se interpretaron altos de basamento, que por su proximidad a zonas productoras ameritan ser investigados con mayor resolución (sísmica y/o directamente una perforación exploratoria). En estos altos estructurales dentro de las sub-cuencas señaladas en los topes del basamento pudiesen estar presente los niveles arenosos o calcáreos de la Formación Ciénaga de Oro, los mismos se encuentran localizados en: (i) Al suroeste del Pozo Piragua-1. (ii) Al este del extremo oriental del Bloque La Creciente. (iii) Toda una Silla Estructural al este del Pozo Flor del Monte-1. (iv) Al oeste del pozo San Rafael-1. y (v) Al este y sureste de la ciudad de Cartagena. A lo largo de todas las zonas de transición que rodean al alto de San Jacinto, existe la posibilidad de acuñamientos o trampas estructurales Terciarias contra el basamento Pre-Terciario.

En esta interpretación se concluye que los espesores de secuencias Terciarias detectados son suficientes para que las lutitas negras y calizas de la Formación Ciénaga de Oro, u otros horizontes generadores existentes hayan generado hidrocarburos.

Tanto el modelaje gravimétrico-magnético, como la interpretación estructural del tope del Basamento Cretácico, sustentan que la estructuración existente de orientación predominante nor-noreste en el Litoral Caribe de Colombia aparenta una estrecha relación con el emplazamiento de la Placa del Caribe y con las ya desarrolladas Cordilleras Occidental y Central de Colombia. Adicionalmente el modelaje sustenta fallamiento predominante normal al este de la zona de fallas de Romeral e inverso al occidente de esta estructura en el Cinturón de San Jacinto y la sub-cuenca del Sinú.

## **RECOMENDACIONES**

El cubrimiento gravimétrico-magnético es adecuado para el tamaño del área estudiada. Este estudio demuestra que las estructuras y el contraste de densidad y susceptibilidad magnética que existen en el Litoral Caribe de Colombia produce anomalías GRAVIMETRICAS y MAGNETICAS RESIDUALES entre -1 a -20 Miligales; y -20 a 100 nT.; por consiguiente, cada vez que se posean nuevos controles de espesores de secuencias y topes de basamento, esta interpretación debe repetirse para incluir actualizaciones en los modelos.

Los principales altos de basamento y áreas donde se detectaron los mayores espesores de las secuencias Cuaternarias-Terciarias, ameritan un estudio sísmico 2D y geoquímica de superficie. Carson Helicopters, Inc. / Aerogravity Division agradece a la ANH, la oportunidad de trabajar en el procesamiento e interpretación de los datos aerogravimétricos y aeromagnéticos del Litoral Caribe de Colombia. Esperamos que la ANH, aprecie que estos métodos potenciales integrados con toda la información existente de sísmica 2D y datos de pozos, permite confirmar en una forma rápida, conceptos existentes y definir gran cantidad de incógnitas que ameritan ser resueltas por métodos con mayor poder de resolución.

## REFERENCIAS

- Barrero D., 1979. Geology of the Central Western Cordillera, West of Buga and Roldanillo, Colombia. Special Geologic Publications of INGEOMINAS. No 4. P 1-75
- Duque - Caro, H., 1984. Structural style, diapirism, and accretionary episodes of the Sinú - San Jacinto terrane, southwestern Caribbean borderland, in Bonini, y otros (edt.), The Caribbean - South American Plate Boundary and Regional Tectonics. GSA Memoir 162, p. 303 - 316.
- INGEOMINAS, 1996. Atlas Geológico Digital de Colombia, escala 1:500.000. Disponible en: [ww.ingeominas.gov.co/descargas/mapas](http://ww.ingeominas.gov.co/descargas/mapas) 1:500.000
- Graterol V., 2006 . Informes Finales de Interpretación de las AREAS de YARI-CAGUAN y Río CAUCA
- Graterol V., 2005 . Basic Principles of the Gravity and Magnetic Exploration Methods
- Heiskanen W. et al, 1967. Physical Geodesy, San Francisco W.H. Freeman, 364p
- Ladd, J. W., Truchan, M., Talwani, et. al., 1984. Seismic reflection profiles across southern margin of the Caribbean. In Geological Society of América, Memoir 162, pp 153 - 159. Boulder, Colorado, EUA. and Kellog, J., N., 1984. In Geological Society of América, Memoir 162, pp 153 - 159. Boulder, Colorado, EUA.
- López, E. y Barrero, D., 2003. Transectas geológicas de la corteza superior de Colombia. Memorias del VIII Simposio de Exploración de Cuencas Subandinas, Volumen 2 pp 279 - 289.
- Martínez, I. y López, E., 2005. El sistema fluvial del Magdalena durante el Plioceno - Cuaternario> Contexto tectónico y escenario Paleo climático. In: Los sedimentos del río Magdalena: Reflejo de la crisis ambiental, p. 99 - 109.
- Maya M.1992. Catálogo de dataciones isotópicas en Colombia. Boletín Geológico Ingeominas 32(1-3):127-187.
- Moreno - Sanchez M y Pardo - Trujillo A, 2003. Stratigraphical and sedimentological constrains on Western Colombia: Implications on the Evolution of the Caribbean Plate. In Bartolini C., Buffle, R. and Blickwede (eds), The Circum-Gulf of Mexico and the Caribean: Hydrocarbon Habitats, Basin Formation, and Plate Tectonics,AAPG Memoir Nº 79, Chapter 40.
- Nivia A., 1996. El complejo estructural Dagua, registro de deformación de la Provincia Litosférica Oceánica Cretácica Occidental. Memorias VII Congreso Colombiano de Geología, Tomo III, páginas 108 - 123.
- Ordoñez, O., Y Pimentel, M., 2001. Rb - Sr and Sm - Nd isotopic study in yhe Puquí Complex, Colombian Andes. Journal of South America Earth Sciences, V. 15, p. 173 - 182.
- ANH Mapa Geológico de Colombia. Ariana Ltd. (2004) Diaz L. y Ramos B.

**ANEXO "A"**

**PUNTOS DE CONTROL (Topes del Basamento Pre-Terciario)**

x	y	POZO	ALTURA	BASTOP	BOUG230	REGIONAL	RESIDUAL	BASTOPFINAL
825816.10	1456529.00	AFLOCr1	56.39	0.00	-4.69	8.50	-13.31	23.38
827062.70	1461122.00	AFLOCr2	42.88	0.00	-4.64	8.70	-13.65	-46.71
811712.90	1513265.00	AFLOCr3	16.64	0.00	24.35	38.00	-19.70	-323.95
833514.20	1507781.00	AFLOCr4	29.87	0.00	6.51	20.00	-14.17	-87.14
842708.50	1518052.00	AFLOCr5	84.07	0.00	2.58	15.50	-13.92	-31.00
862319.40	1546869.00	AFLOCr6	386.50	0.00	2.86	12.60	-10.75	361.49
864041.50	1549746.00	AFLOCr7	519.83	0.00	2.84	11.20	-9.08	508.84
865918.60	1564312.00	AFLOCr8	443.05	0.00	7.51	16.70	-9.35	386.89
868924.90	1569429.00	AFLOCr9	422.67	0.00	10.13	19.50	-9.22	297.67
872046.40	1575013.00	AFLOCr10	251.80	0.00	11.28	22.50	-10.60	248.49
875740.90	1580664.00	AFLOCr11	259.80	0.00	8.87	20.00	-12.15	218.03
815394.70	1406825.00	AFLOCr12	121.98	0.00	-14.86	-2.30	-12.99	10.18
810577.50	1399412.00	AFLOCr13	75.10	0.00	-12.49	0.60	-12.12	20.51
803967.00	1394428.00	AFLOCr14	129.21	0.00	-15.97	-3.50	-12.03	99.76
800068.70	1391696.00	AFLOCr15	274.91	0.00	-18.91	-8.00	-11.19	177.80
794007.40	1386404.00	AFLOCr16	103.68	0.00	-20.80	-8.10	-12.97	88.15
778638.30	1392844.00	AFLOCr17	79.66	0.00	-6.16	6.80	-13.02	26.81
777025.40	1385105.00	AFLOCr18	214.78	0.00	-3.43	8.10	-11.38	8.27
931431.40	1464427.00	Achi-1	14.72	3025.14	-96.98	-51.60	-45.87	-3023.32
994586.10	1588028.00	Alejandria-1	108.11	2027.22	-76.78	-42.90	-33.34	-2021.45
992001.80	1612370.00	Algarrobo-1	132.30	2468.88	-94.00	-55.70	-40.19	-2526.04
939288.80	1585274.00	Apure-1	125.05	3422.60	-64.50	-16.10	-50.61	-3486.78
937447.60	1587803.00	Apure-2	143.16	3779.52	-59.30	-7.40	-49.74	-3654.58
1011471.00	1543261.00	Astrea-1	76.38	2400.30	-70.66	-32.50	-37.73	-2408.94
880228.60	1420285.00	Ayapel-1	22.81	2371.34	-70.36	-31.90	-39.62	-2377.25
899276.10	1538505.00	Ayhombe-1	101.70	3353.71	-23.14	24.80	-48.05	-3349.64
931715.00	1627805.00	Balsamo-1	24.32	3291.00	-59.11	-11.10	-47.74	-3287.74
934462.00	1613080.00	Balsamo-2	28.07	3108.00	-56.77	-10.70	-46.17	-3123.74
950378.70	1519685.00	Barroblanco-1	14.76	3147.36	-75.97	-29.30	-46.73	-3150.41
833426.00	1620386.00	Baru-1	5.32	3108.00	-15.46	30.90	-46.94	-3111.08
920000.00	1530000.00	BAS-01	13.33	4000.00	-72.07	-16.50	-55.49	-4000.00
920000.00	1550000.00	BAS-02	11.50	5500.00	-93.88	-22.60	-71.73	-5500.00
910000.00	1570000.00	BAS-03	75.93	5500.00	-50.99	19.70	-70.69	-5500.00
890000.00	1580000.00	BAS-04	237.69	2590.00	-5.09	33.40	-38.41	-2590.00
880000.00	1550000.00	BAS-05	266.30	2450.00	1.32	38.00	-36.37	-2450.00
890000.00	1530000.00	BAS-06	143.75	3500.00	-12.28	36.70	-49.01	-3500.00
920000.00	1500000.00	BAS-07	21.16	3400.00	-62.55	-13.30	-49.21	-3400.00
944677.60	1510174.00	Boquete-10	11.18	2538.68	-67.60	-27.30	-39.50	-2500.87
946493.40	1511165.00	Boquete-19	10.50	2456.69	-68.32	-28.90	-39.37	-2458.11
949490.90	1514197.00	Boquete-5	16.54	2575.56	-70.68	-30.00	-40.78	-2574.09
947731.40	1498761.00	Boquilla_1	13.77	1581.30	-53.27	-23.00	-29.93	-1578.66
984531.00	1528576.00	Buenafe-1	50.14	1763.57	-79.48	-47.70	-32.69	-1769.32
950000.00	1630000.00	Buenavista-1	43.24	3536.00	-84.24	-33.80	-50.49	-3536.00
950725.90	1448367.00	Caimancito_1	20.35	798.57	-64.02	-42.00	-20.76	-780.17
911640.00	1678000.00	Campeche-1	78.15	2240.00	-9.45	27.00	-40.11	-2354.76
917800.00	1710000.00	Campito-1	62.74	1524.00	-7.90	21.20	-29.25	-1527.05
917950.00	1708200.00	Campito-3	126.27	1676.00	-7.19	22.90	-29.98	-1670.53
919860.00	1693150.00	Caracoli-1	50.98	2734.00	-9.92	32.00	-41.76	-2730.92
939670.00	1514000.00	Cicuco-26	8.00	2560.32	-68.81	-28.20	-40.91	-2553.56
938391.60	1515237.00	Cicuco-28	12.35	2529.84	-68.45	-28.30	-40.83	-2527.88
816831.00	1490689.00	Claro-1	6.33	1284.00	6.26	33.50	-27.01	-1281.09
944402.90	1449755.00	Coco-1	18.09	985.72	-72.47	-48.50	-24.51	-990.77
743178.00	1469180.00	Cordoba-Sur-1	29.14	4237.00	7.87	65.80	-59.28	-4233.00
934240.00	1628750.00	Danta-1	16.83	3505.00	-63.81	-13.40	-50.35	-3515.44
862537.10	1461072.00	El-Cabano-1	70.03	3038.86	-50.88	-6.00	-44.83	-3036.20
889693.90	1549096.00	Flor-del-Monte-1	218.12	3201.92	-8.40	36.70	-44.69	-3198.32
899547.40	1532497.00	Gepajé-1	93.91	3249.78	-23.27	23.60	-47.53	-3284.00
898389.10	1534650.00	Gepajé-2	110.36	3291.84	-21.16	26.00	-47.74	-3302.81
841905.00	1449814.00	Hechizo-1	121.70	1630.38	-20.36	9.30	-29.62	-1631.36
792148.00	1438271.00	La-Risa-1	32.86	1089.00	-6.96	17.90	-24.80	-1090.17

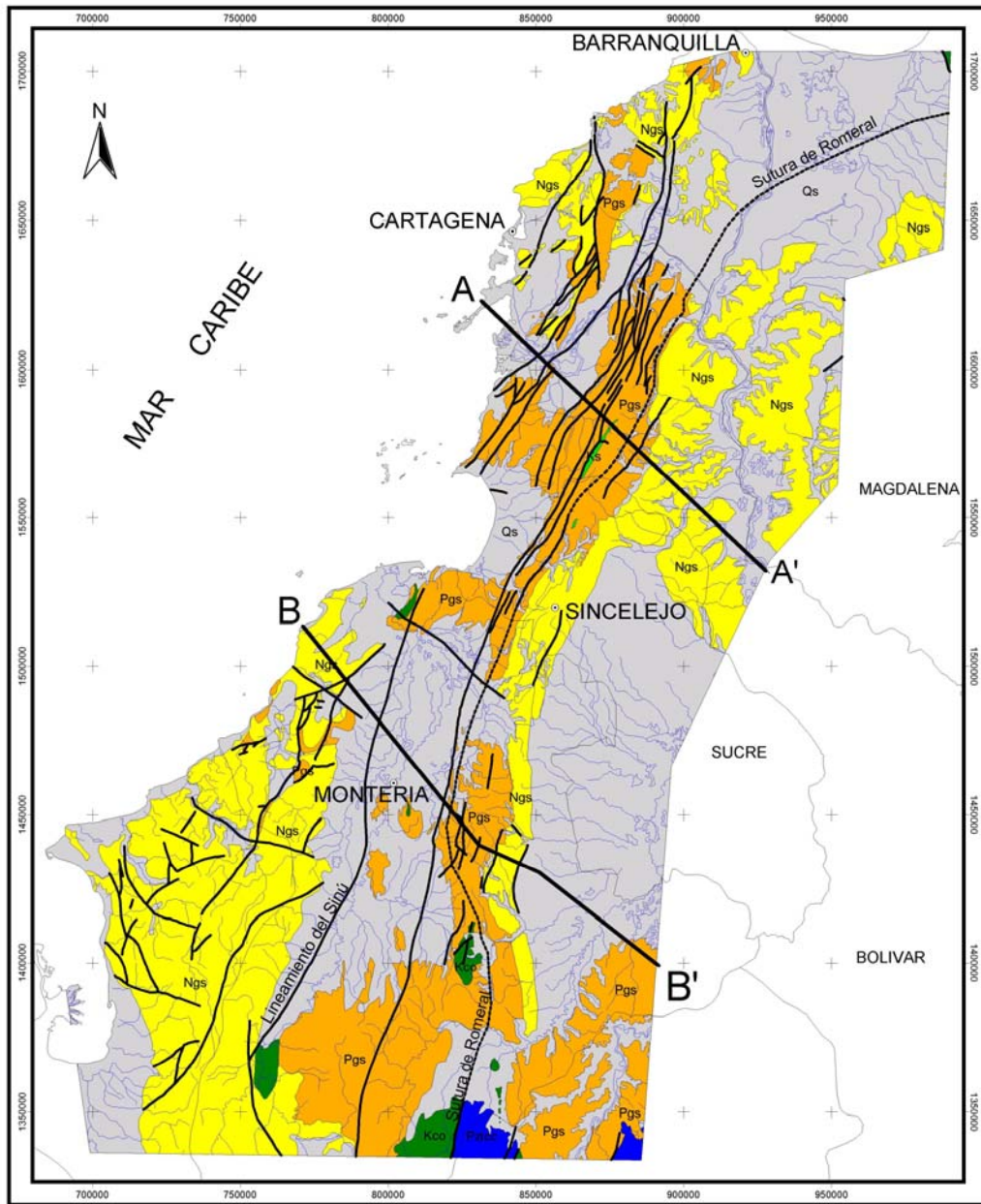
916728.60 1450685.00 La-Esmeralda-1 15.53 3719.78 -105.18 -52.60 -52.34 -3720.70

### Continuación ANEXO "A "(Puntos de Control)

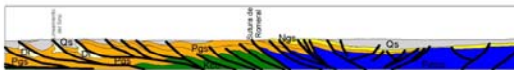
x	y	POZO	ALTURA	BASTOP	BOUG230	REGIONAL	RESIDUAL	BASTOPFINAL
778739.00	1520772.00	La-Rada-1	20.36	2920.00	20.19	64.40	-45.56	-2919.23
842480.00	1468650.00	La-Ye-1	110.81	1645.00	-21.70	8.20	-30.05	-1644.98
948548.80	1487010.00	Las-Martas-1	15.56	1367.64	-47.92	-19.90	-26.16	-1336.15
870833.30	1470408.00	Los-Cayos-1	48.09	3051.05	-57.77	-12.50	-44.66	-3039.47
921051.00	1511748.00	Magangué-1	29.05	2124.00	-56.11	-20.30	-38.81	-2178.42
918096.10	1505434.00	Magangué-2	33.08	3514.34	-56.74	-6.40	-49.99	-3504.31
913094.00	1655161.00	Manati-1	40.49	3505.00	-33.61	16.50	-50.62	-3500.43
866521.00	1429202.00	Marsella-1	31.26	3089.00	-55.87	-10.00	-44.92	-3093.53
940810.40	1674718.00	Medialuna-1	3.09	2048.56	-17.87	17.40	-36.44	-2060.49
946428.50	1475813.00	Mojana-1	14.49	1507.23	-58.98	-29.50	-28.86	-1499.31
943858.60	1482960.00	Mojana-2	12.95	1507.24	-56.78	-27.30	-29.05	-1498.25
901000.00	1671900.00	Moliner-1	36.99	3058.00	-11.97	33.50	-45.24	-3054.44
893000.00	1675618.00	Moliner-2	123.93	2286.00	-0.89	35.60	-36.65	-2281.23
895750.00	1675000.00	Moliner-3x	70.45	2660.00	-4.01	36.90	-39.65	-2607.05
931897.30	1507525.00	Momposina-1	9.96	2432.30	-65.26	-26.10	-39.59	-2428.23
995989.60	1531085.00	Monterrey-1	60.37	1584.35	-64.80	-35.00	-29.05	-1583.15
760416.00	1526400.00	Morrosquillo-1	0.00	4604.00	23.78	85.80	-62.32	-4598.29
942210.40	1460192.00	Panzenu-1	19.19	1911.10	-76.55	-42.90	-33.41	-1907.67
960118.60	1526795.00	Pijito-1	25.76	3881.63	-85.99	-31.80	-54.02	-3883.69
899200.10	1544400.00	Piragua-1	111.28	3281.17	-25.65	21.40	-48.10	-3311.34
933434.40	1640813.00	Pivijay-1	14.64	3237.28	-50.51	-2.90	-46.62	-3236.44
970500.00	1648500.00	Pinuela-1	50.88	4572.00	-48.52	12.70	-60.12	-4574.38
919800.00	1678000.00	Polonuevo-1	44.53	3870.00	-12.22	41.70	-53.14	-3867.16
898000.00	1585000.00	Porquera-1	222.83	4023.00	-11.94	41.70	-53.90	-4033.80
846239.10	1395201.00	Puerta-Negra-1	61.27	1524.00	-26.59	2.60	-29.35	-1525.47
945140.00	1674305.00	Remolino-1	4.70	1891.00	-20.62	13.00	-34.38	-1868.61
929282.30	1490153.00	Rincon-3	13.88	2226.00	-72.26	-35.30	-37.67	-2220.82
961210.90	1514848.00	Rinconera-1A	17.08	2631.03	-68.15	-26.90	-39.99	-2605.08
965790.60	1704505.00	Salamanca-1	3.35	2365.55	-9.37	29.20	-38.72	-2365.22
991666.00	1612500.00	San-Angel-1	138.46	2724.00	-92.98	-52.10	-40.10	-2538.07
989050.00	1617000.00	San-Angel-3	144.79	2743.00	-81.95	-40.90	-39.31	-2751.61
873092.00	1707338.00	San-Diego-1	-0.00	3169.00	8.09	55.10	-48.15	-3160.67
873903.60	1523253.00	San-Jorge-1	142.36	3403.09	-8.20	39.80	-47.32	-3397.34
899912.40	1532287.00	San-Pedro-1	93.75	3265.93	-23.86	23.20	-47.31	-3263.10
760725.00	1393871.00	San-Rafael-1	101.77	2737.00	-22.42	19.00	-41.40	-2732.61
813355.00	1513230.00	San-Sebastian-1	20.97	1165.00	25.92	51.70	-21.72	-863.43
979542.60	1516747.00	San-Sebastian-1A	24.78	1170.43	-67.64	-41.80	-26.73	-1170.27
935200.00	1675300.00	Santa-Rita-1	3.58	2895.00	-16.08	28.00	-43.48	-2874.92
995178.60	1493335.00	Sitio-Nuevo-1	24.96	1621.54	-37.45	-6.90	-30.30	-1618.17
872830.50	1466111.00	Sucre-1	49.52	3136.39	-63.07	-16.90	-46.97	-3145.17
926561.40	1403167.00	Tenche-1	26.33	2057.10	-93.21	-58.10	-34.27	-2044.83
888344.60	1509103.00	Tiron-2	104.51	4663.44	-40.29	21.30	-63.19	-4669.97
842327.90	1542285.00	Tolu-1	21.05	2900.00	0.08	44.10	-42.73	-2889.21
833561.10	1544990.00	Tolu-5	0.00	2200.00	3.86	40.70	-37.75	-2206.87
954471.00	1503086.00	Violo-1A	10.49	1274.06	-55.08	-28.00	-28.74	-1427.87
953907.80	1502906.00	Violo-2	13.35	1493.52	-55.06	-25.70	-28.90	-1459.10
948904.70	1508725.00	Zenon-1	12.15	1952.24	-65.02	-30.90	-35.16	-1976.36



## **Figura A. MAPA GEOLOGICO**



CORTE GEOLÓGICO A - A'



CORTE GEOLÓGICO B - B'

Figura A. Distribución de megasecuencias en la Región Caribe y principales fallas que las afectan. (Modificado de INGEOMINAS, 1996)

LEYENDA

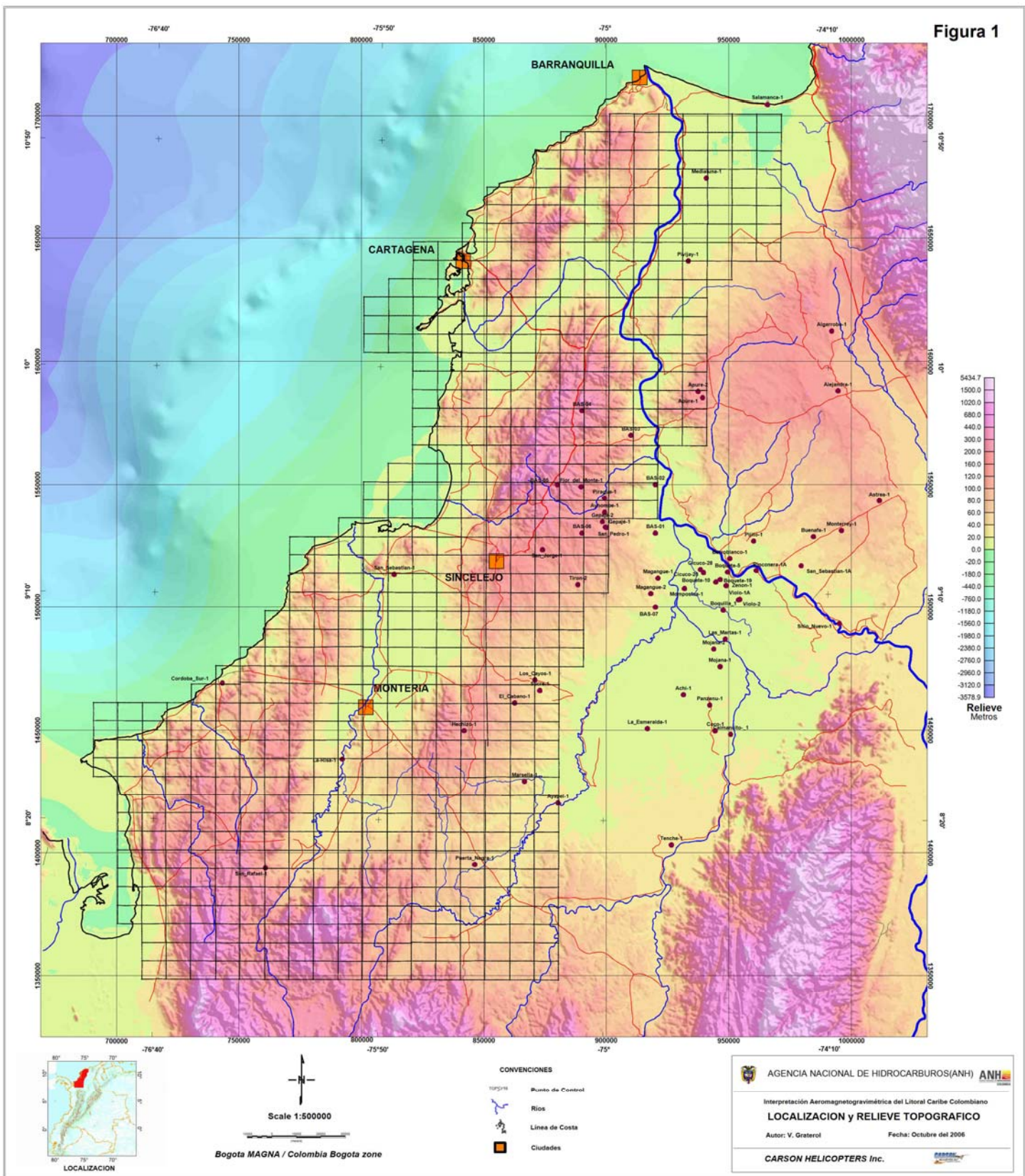
- Qs Gravas y limos
- Ngs Arcillas, limos y gravas
- Pgs Arcillas, limos, chert y arenas
- Ks Calizas, limos y arcillas
- Kco Ofiolitas
- Pzic Pzic Neises, anfíbolitas y esquistos

**Nomenclatura Estratigráfica Utilizada por Diversos Autores en las Cuencas del Sinú - Urabá y en Diversas Zonas del Valle Inferior del Magdalena.** Se encontraron en las referencias bibliográficas más de cien nombres para las diferentes formaciones litoestratigráficas Modificado de Lamilla, 1995.

	Sinú - Urabá		Sur de Bolívar		Norte de Bolívar		San Jorge			Montería		Area El Carmen	Este Trabajo
	Haffer & Beattie 1959	Lawson, 1958	Intercol	Haffer, 1960	Schroeder, 1949	Texas (Varios Reportes)	Chevron	Ecopetrol Herrera, 1991	Ecopetrol Arzobispado, 1993	Notestein y Aitken, 1929	Dueñas y Duque 1986	Robertson R., 1985	Unidades cronoestratigráficas
Plioceno	F. Mulatos	?		F. Sabana	?	Sabana	F. Buenavista	F. Sincelejo	F. Corpa	F. Cuesta	F. Cento	F. Cuesta	U. Corpa
Mioceno	S	F. Fajardo					F. Tubará	F. Tubará	F. Tubará				U. Tubará
	M	F. Corpa	F. Corpa	F. San Antonio Superior	F. Cuesta	F. Cuesta	F. Cuesta			F. Porquero		F. Rancho	U. Porquero Superior
	I	F. Pajul	F. Pajul	F. San Antonio Inferior	F. Chivolo	F. Chivolo	F. Stencil - Difícil	F. Porquero	F. Porquero	F. Porquero			F. Rancho
Oligoceno	S	F. Floresanto	F. Floresanto	F. Porquero	F. Rancho Superior	F. Santa Inés	F. Santa Inés						
	M	Arenisca Pavo	Arenisca Manantial	Arenisca Ciénaga de Oro	F. Rancho Medio	Serie Rancho	F. Rancho Medio e Inferior	F. Ciénaga de Oro		F. Ciénaga de Oro		F. El Carmen	U. Ciénaga de Oro Inferior
	I	F. Escondido	F. Maralú		F. Pintura	F. R. Inf.	F. Carmen		Basamento		F. San Jacinto		
Eoceno	S	F. Maralú		F. San Antonio	F. San Jacinto		F. San Jacinto				F. Bajo Grande	F. San Jacinto	U. San Jacinto
	M					F. Flechal	F. Chengue				F. Saltral	F. San Juan y Saltral Chengue	U. Chengue
	I			F. Carreto Superior	F. Chengue	F. Alférez	F. Chengue				F. Chengue	F. San Cayetano Superior	
Plioceno	S			F. Carreto Inferior	F. Venados Superior	F. Aguas Blancas						F. Luruaco	U. San Cayetano
	I			F. Purgatorio Inferior		F. Venados Superior	F. Venados				F. Venados		
cretáceo Superior				San Cayetano Superior							F. San Cayetano Inferior	F. Cansona	U. Cansona

**Figura B. COLUMNA ESTRATIGRAFICA**

Figura 1



5434.7  
1500.0  
1020.0  
680.0  
440.0  
300.0  
200.0  
160.0  
120.0  
80.0  
40.0  
0.0  
-20.0  
-44.0  
-68.0  
-118.0  
-156.0  
-198.0  
-236.0  
-296.0  
-312.0  
-3578.9

Relieve  
Metros

- CONVENCIONES
- Punto de Control
  - Rios
  - Linea de Costa
  - Ciudades

AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS (ANH)

Interpretación Aeromagnetogravimétrica del Litoral Caribe Colombiano

**LOCALIZACION Y RELIEVE TOPOGRAFICO**

Autor: V. Graterol      Fecha: Octubre del 2006

CARSON HELICOPTERS Inc.

Scale 1:500000

Bogota MAGNA / Colombia Bogota zone



Figura 2

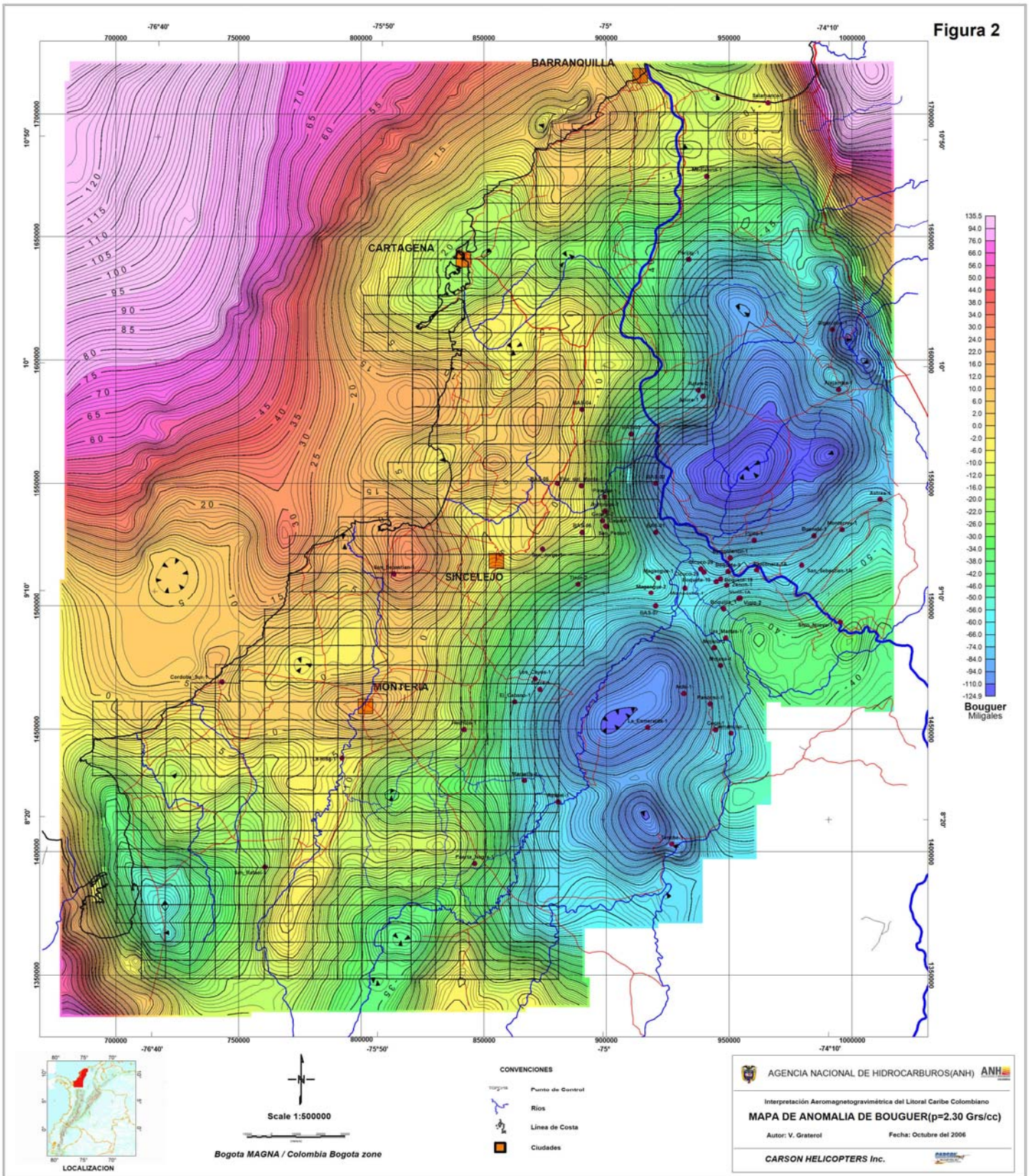


Figura 3

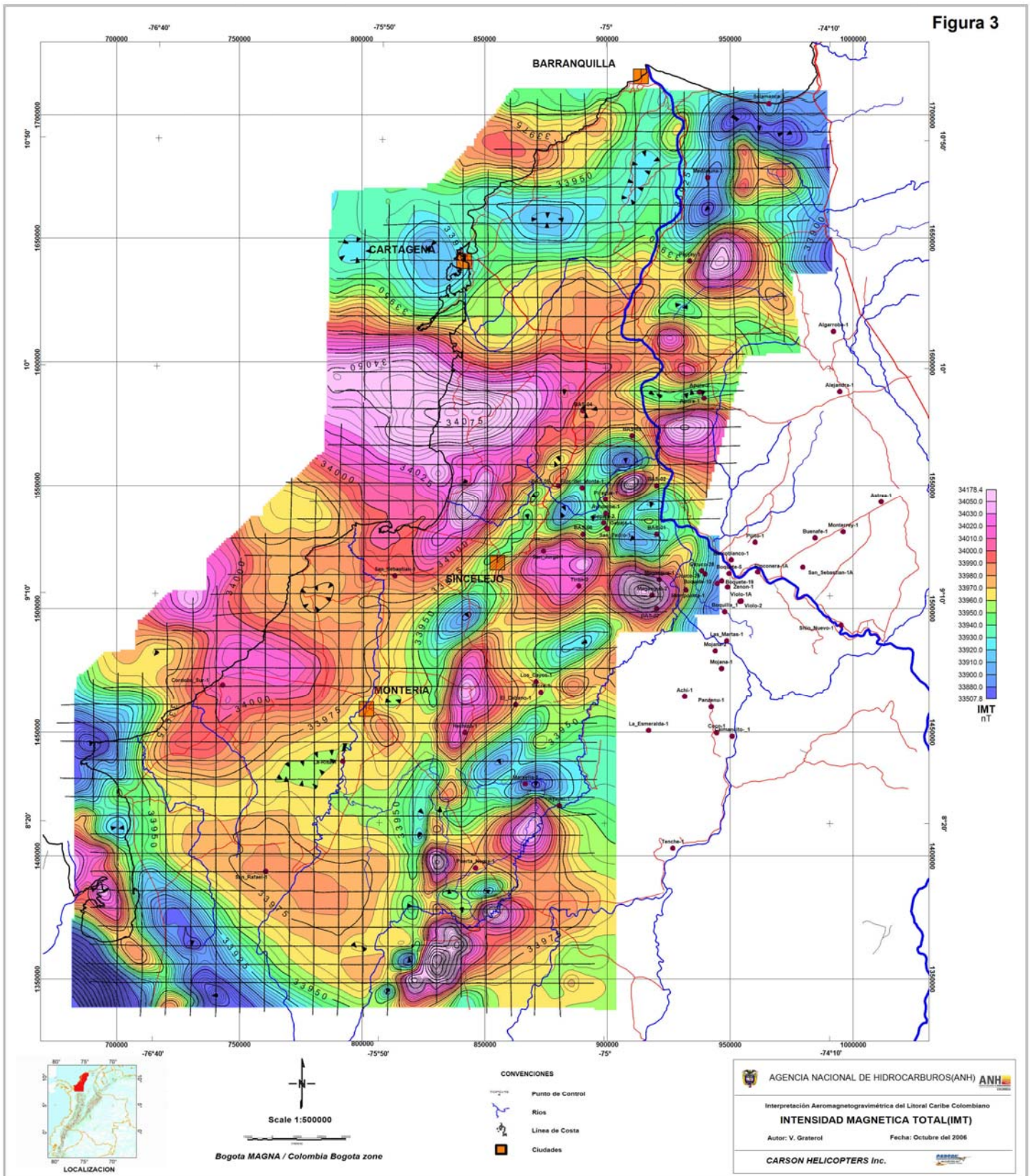


Figura 4

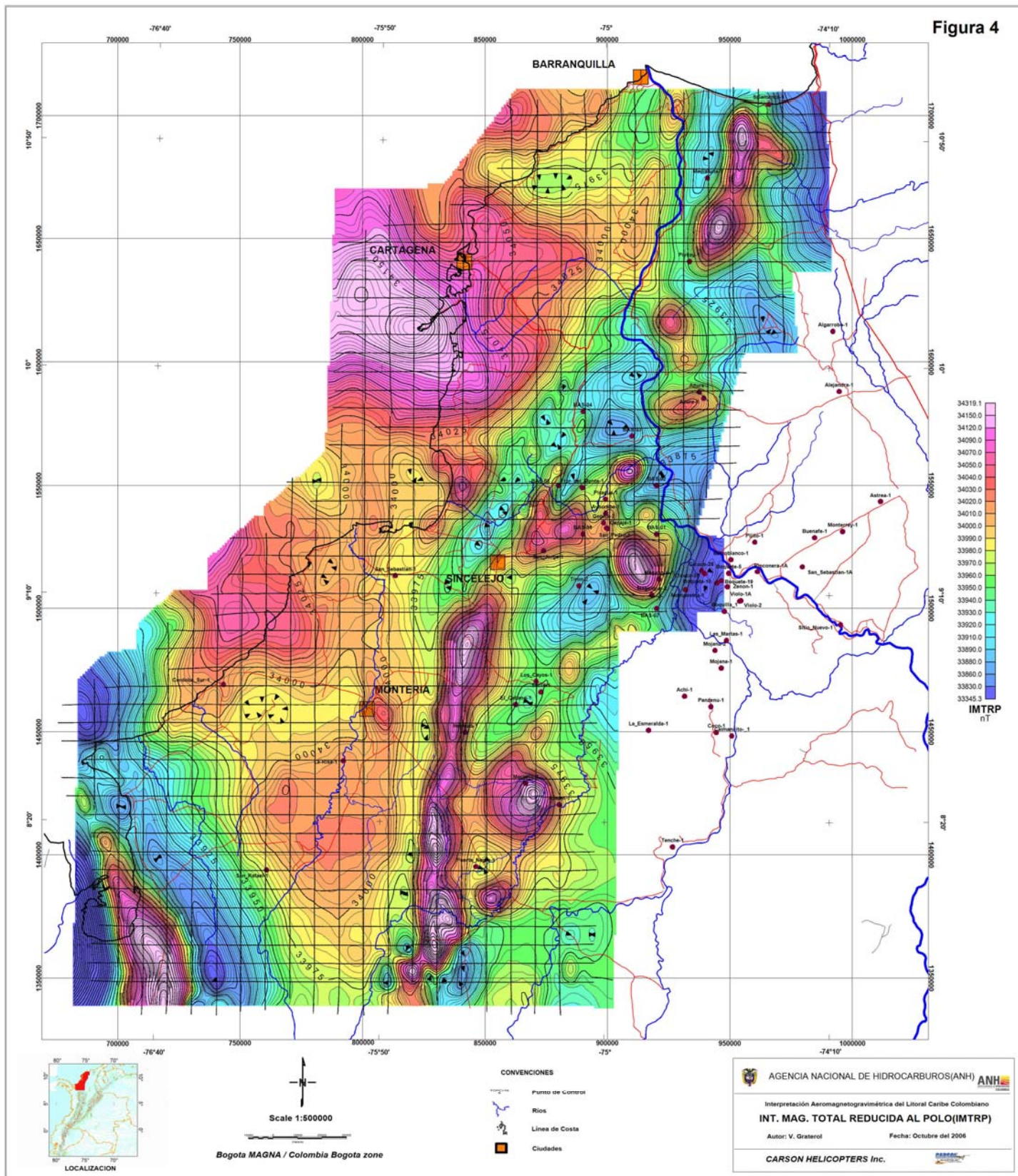


Figura 5

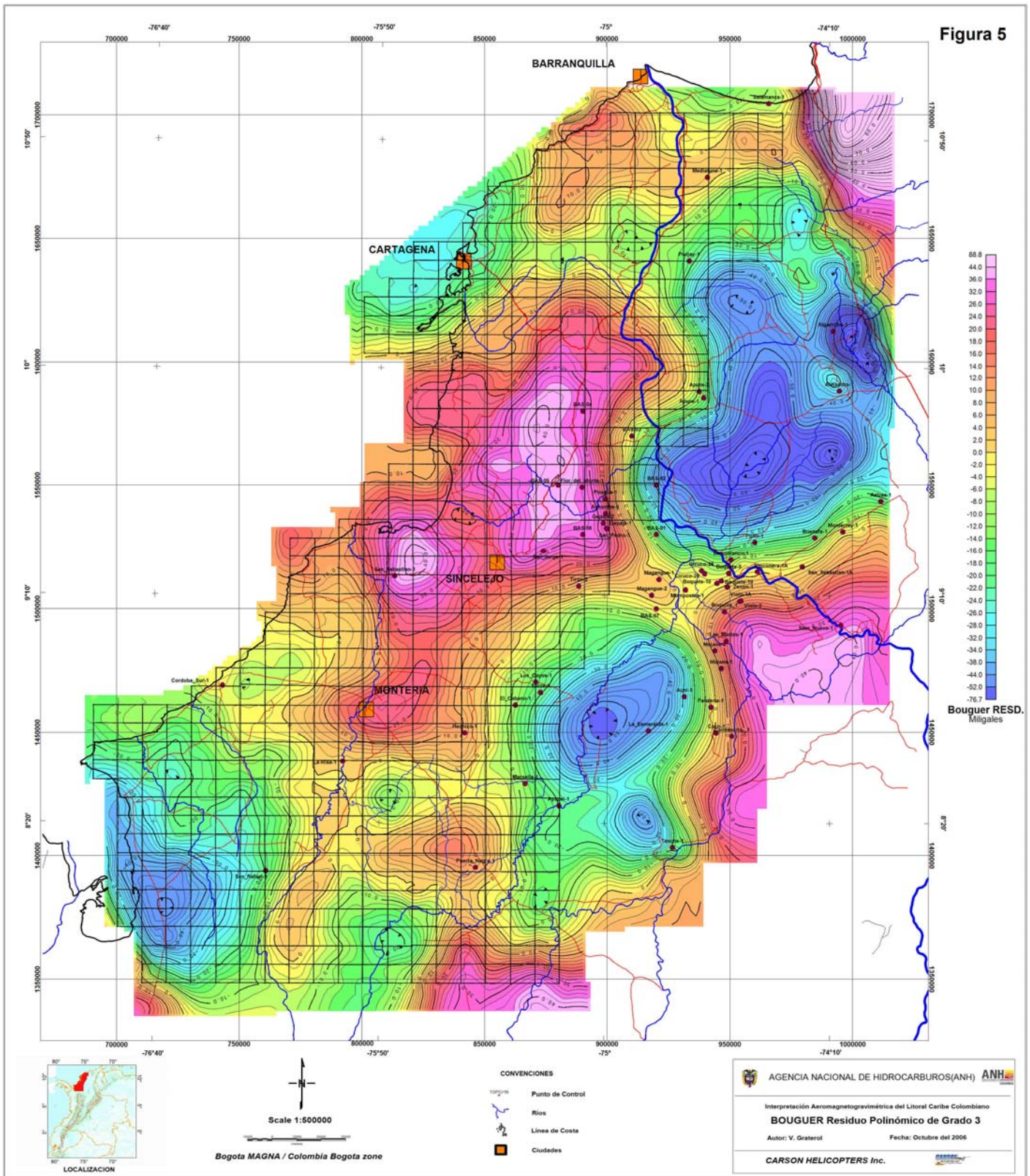




Figura 6

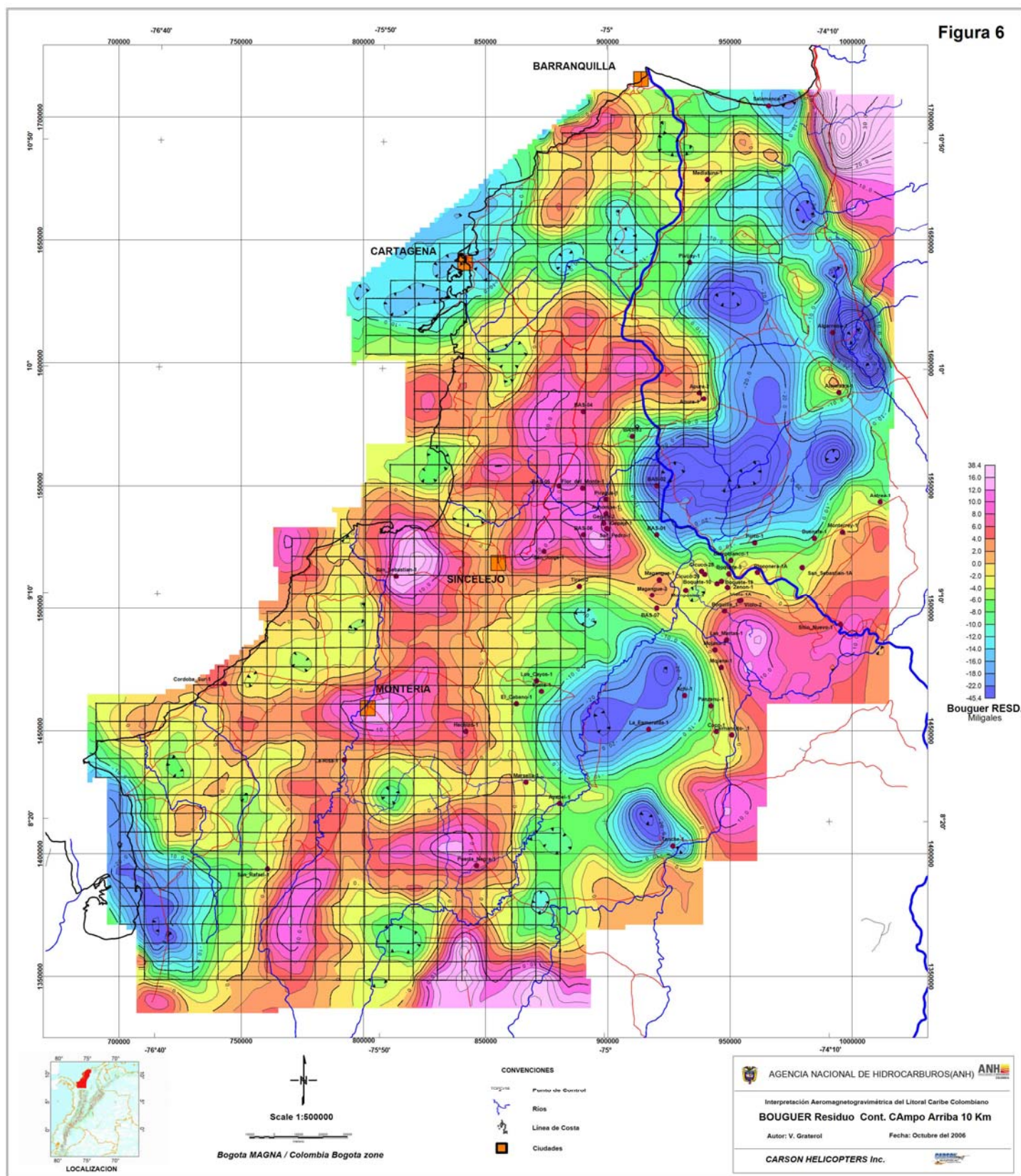


Figura 7

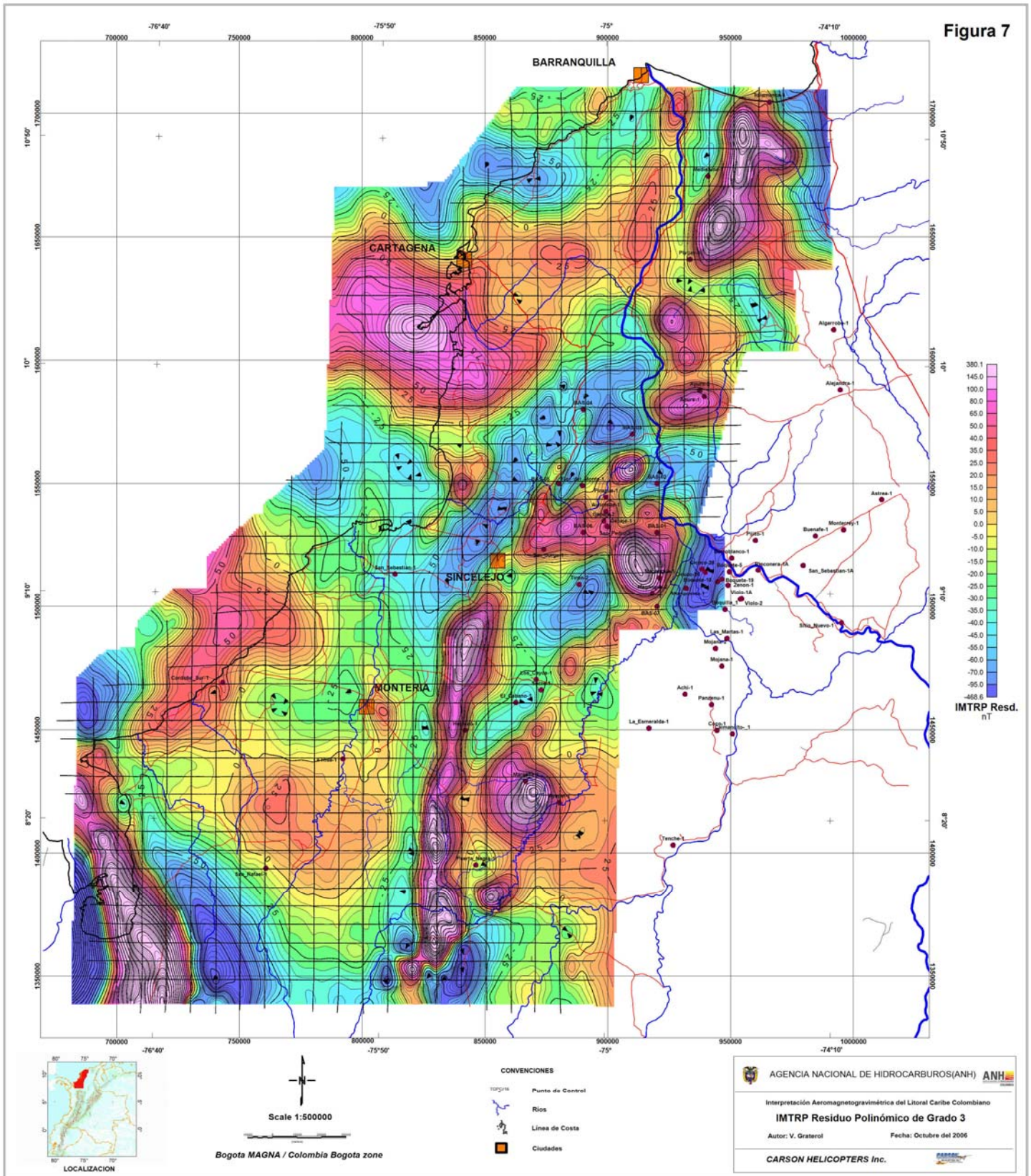
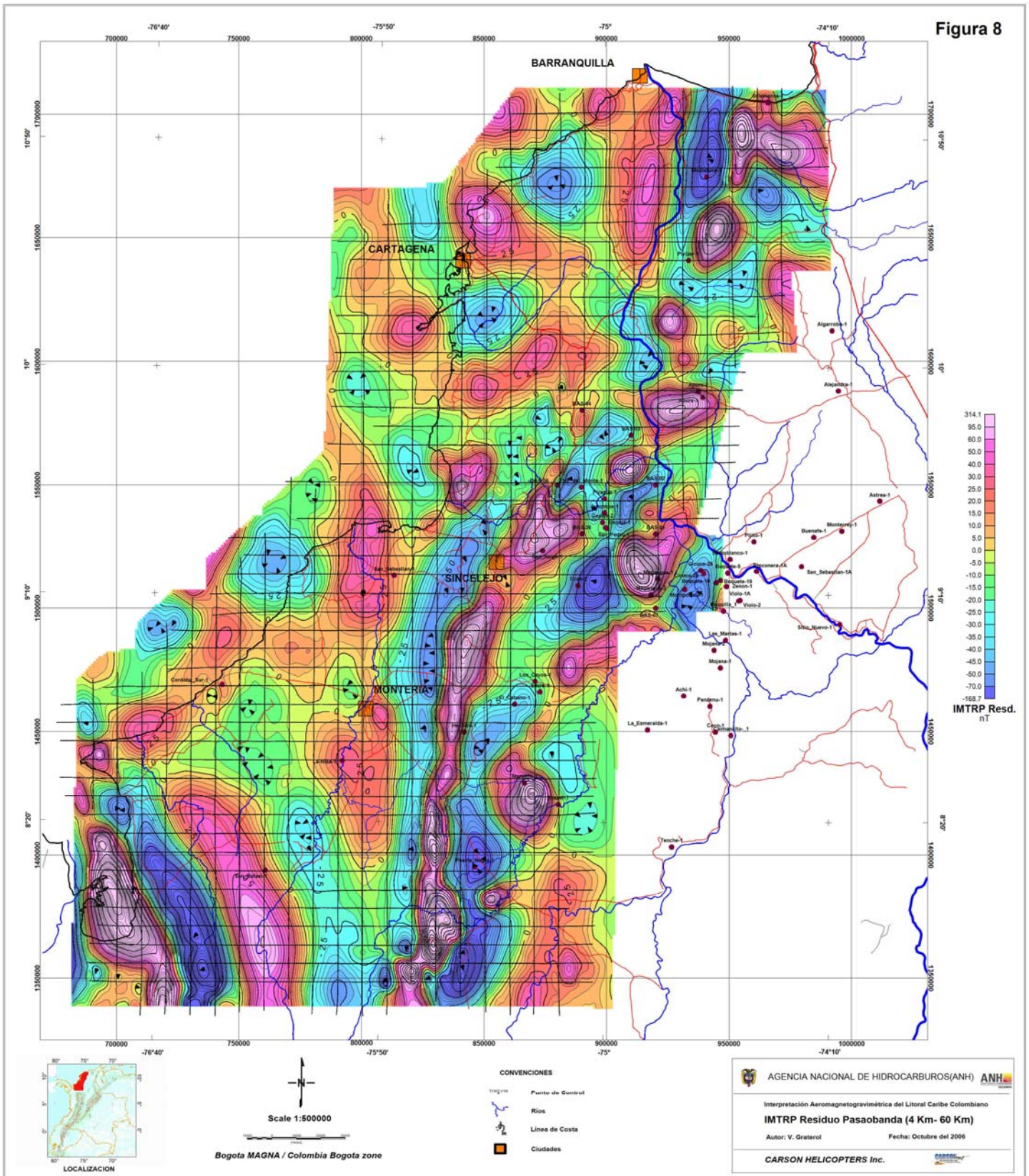
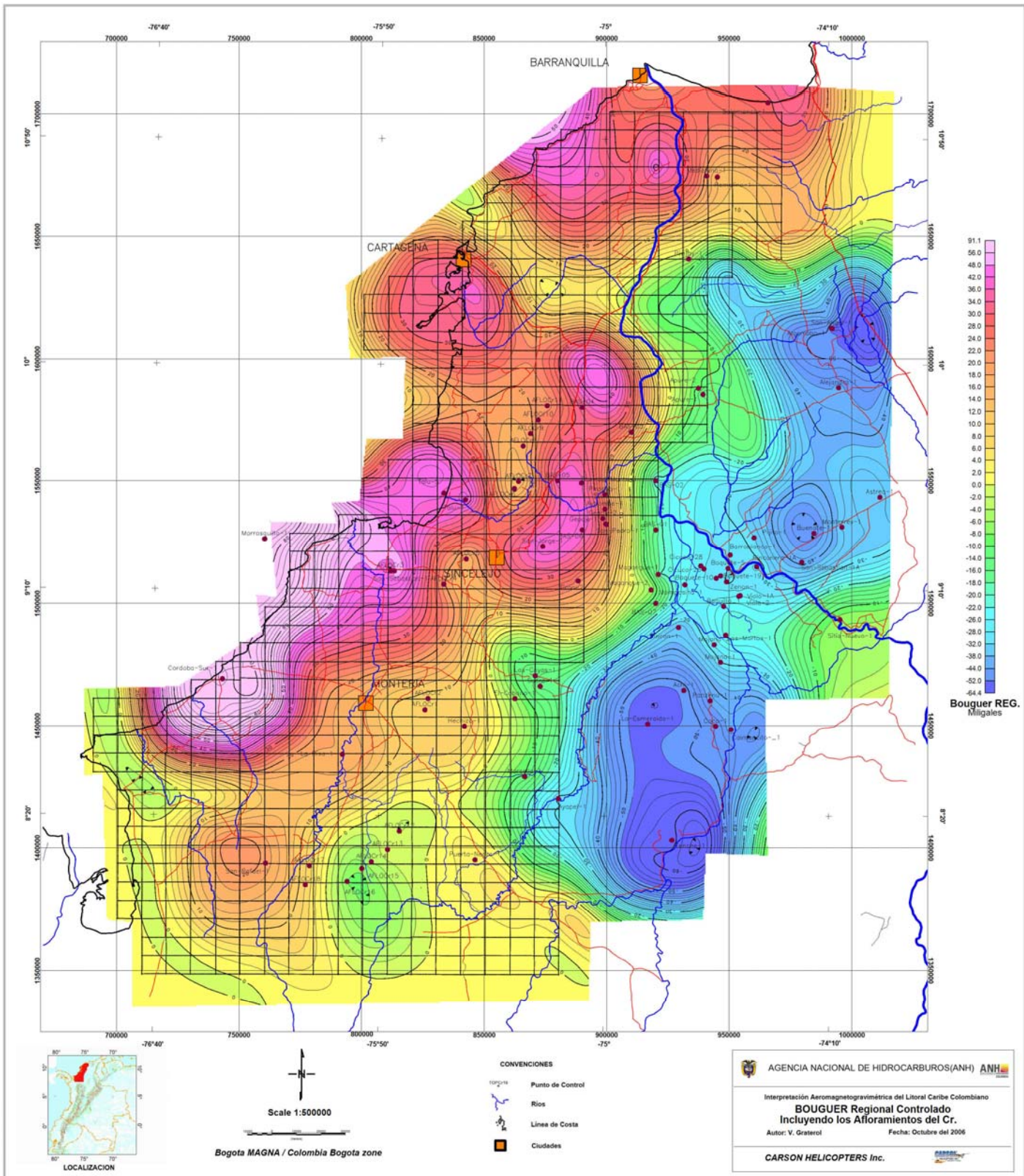


Figura 8





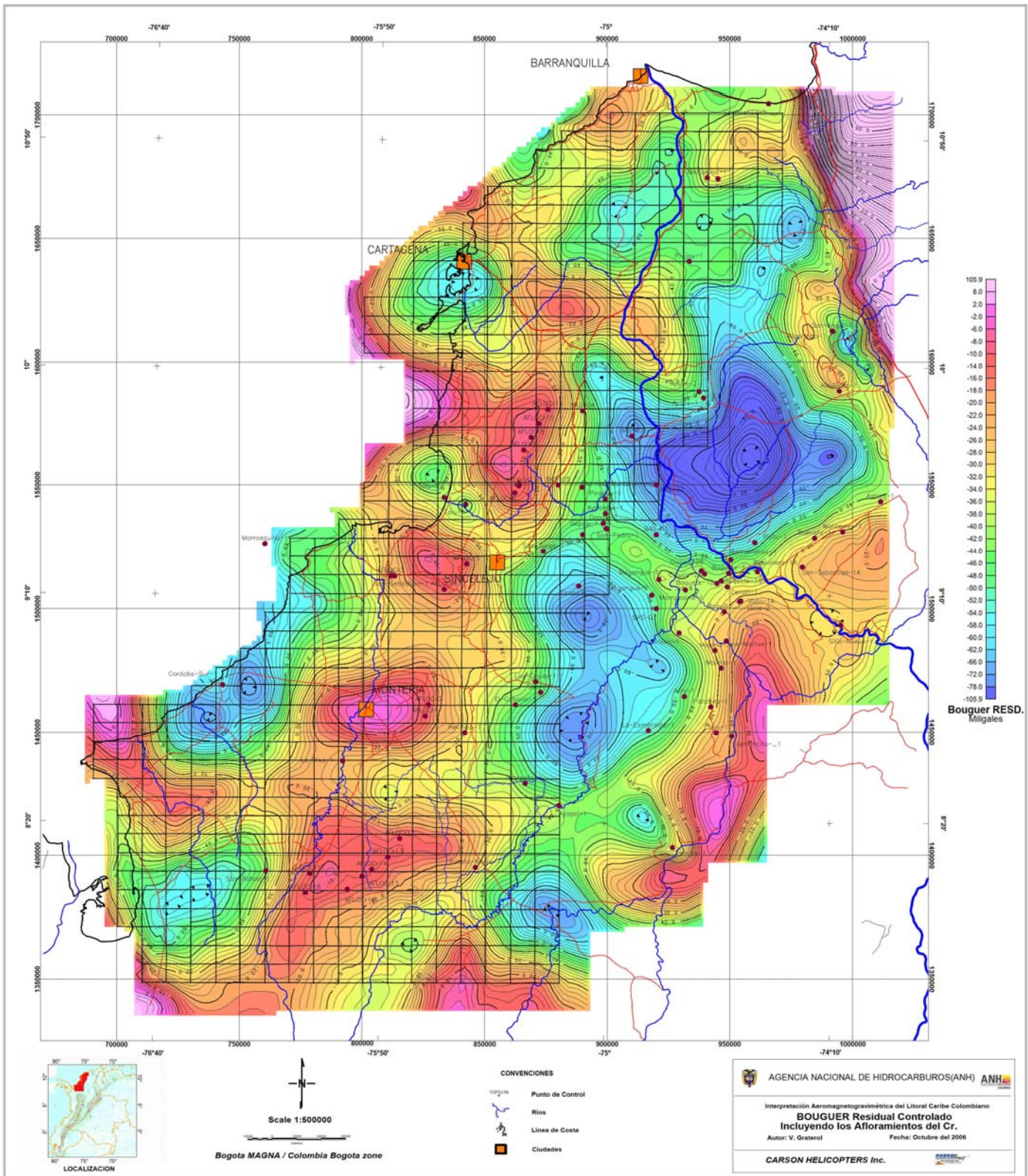


Figura 11

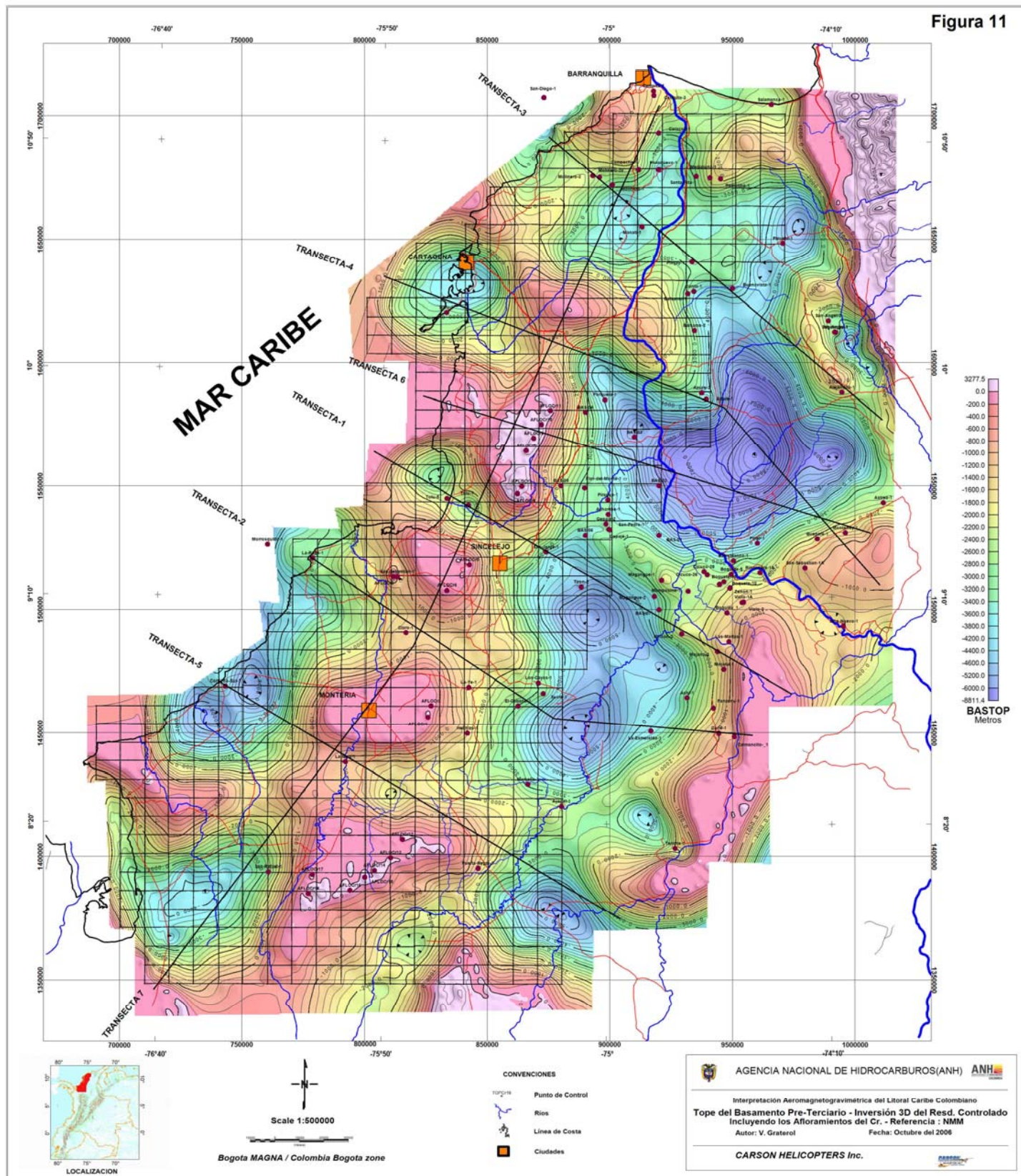


Figura 12

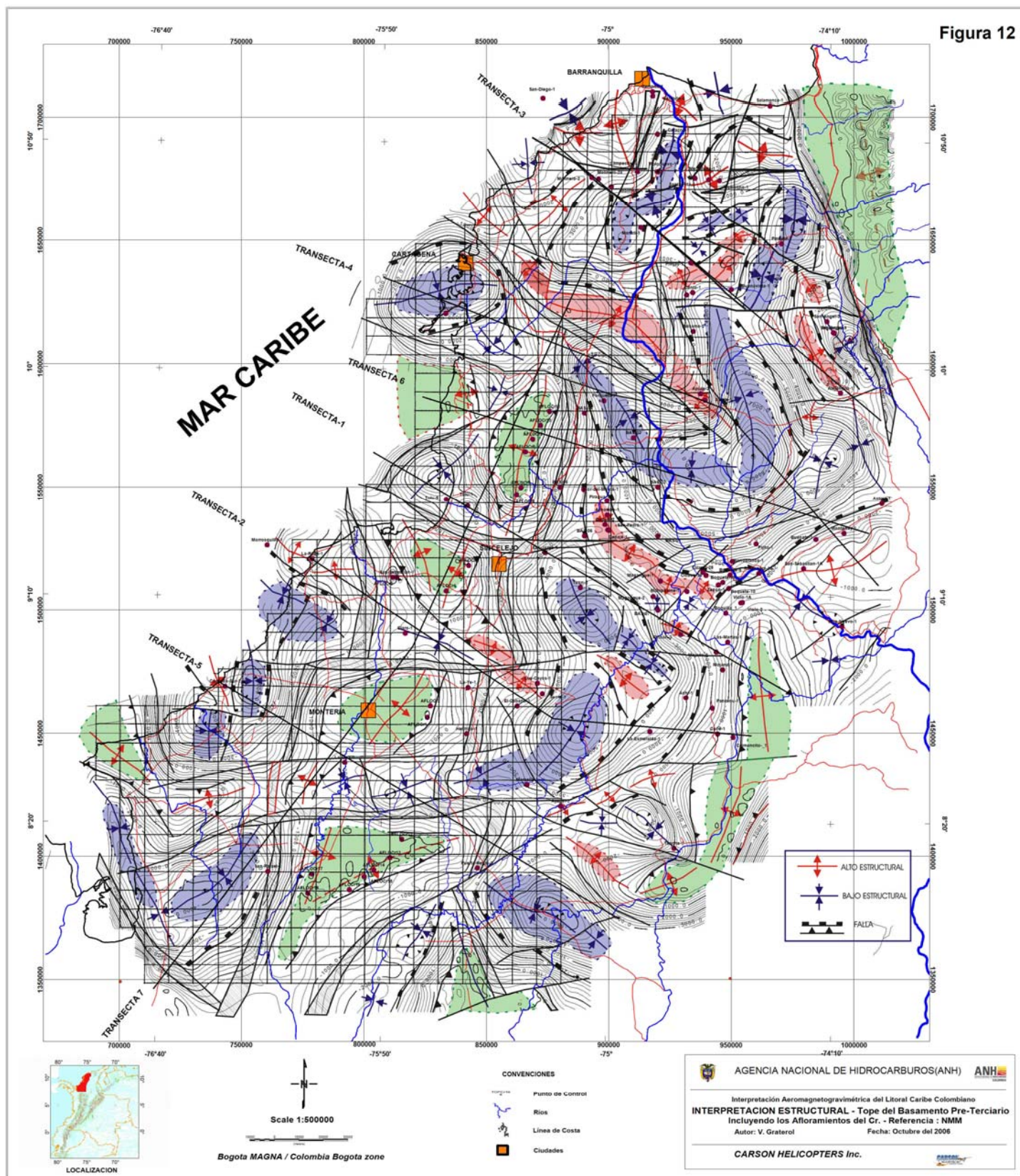


Figura 13

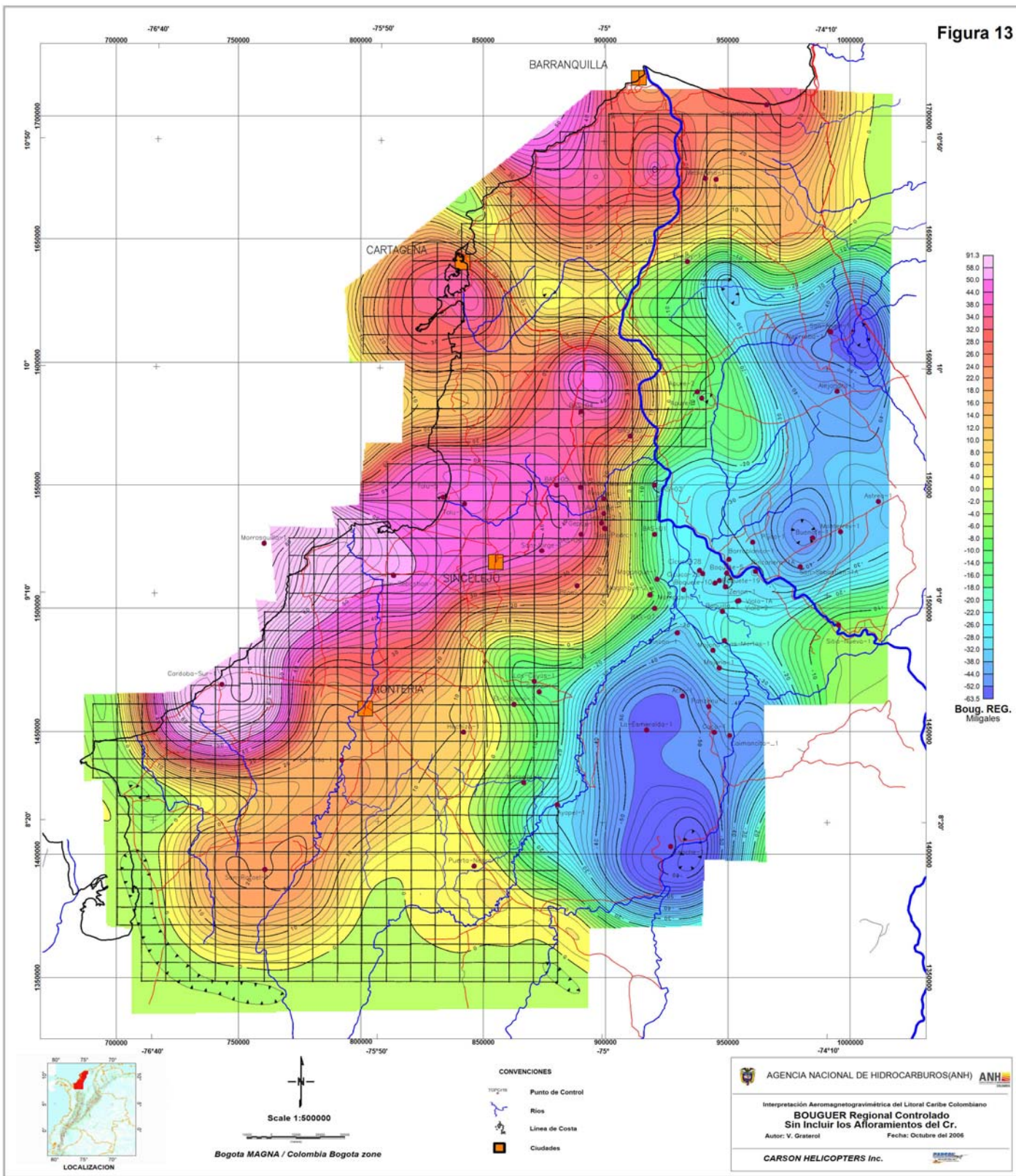




Figura 14

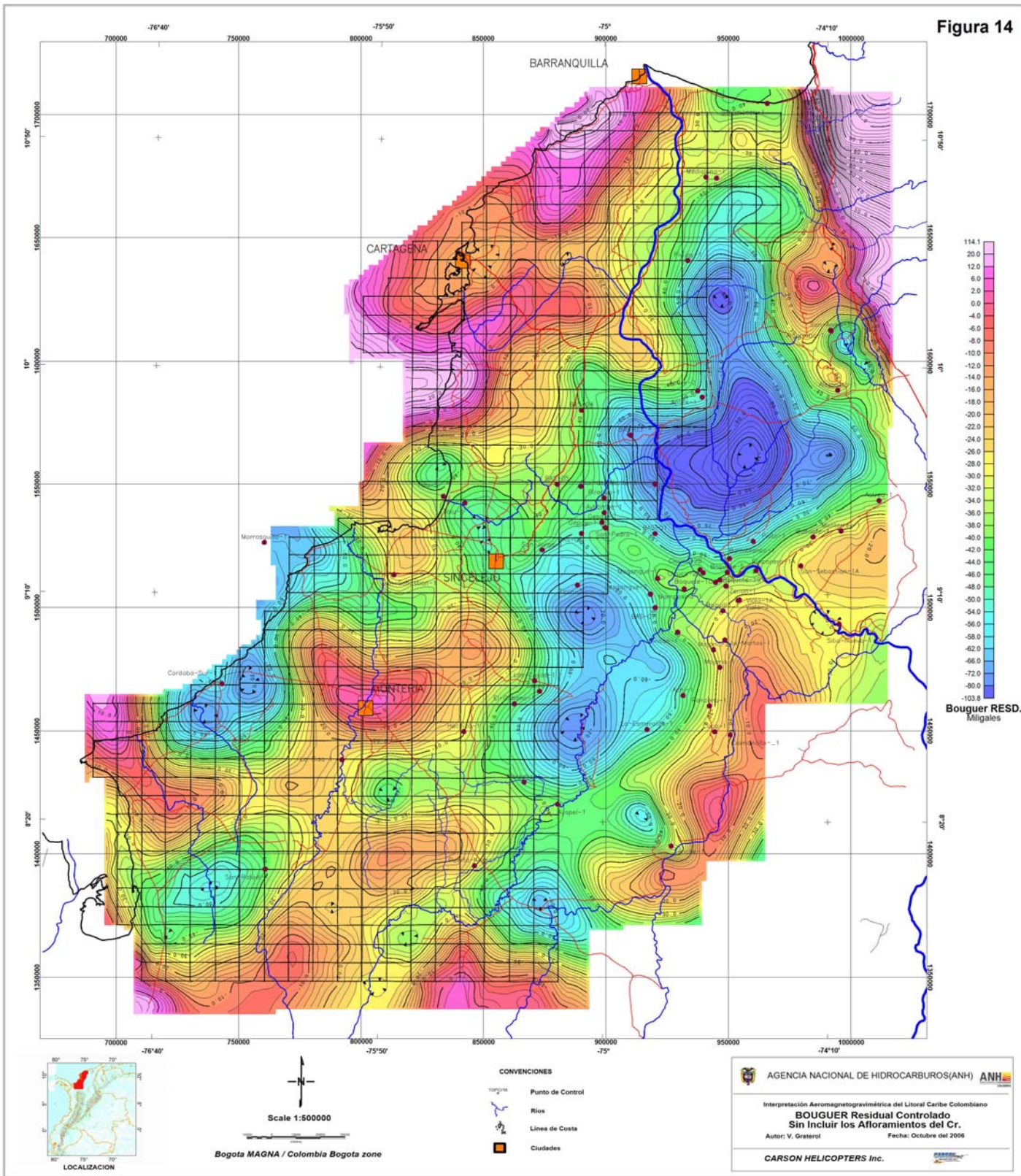


Figura 15

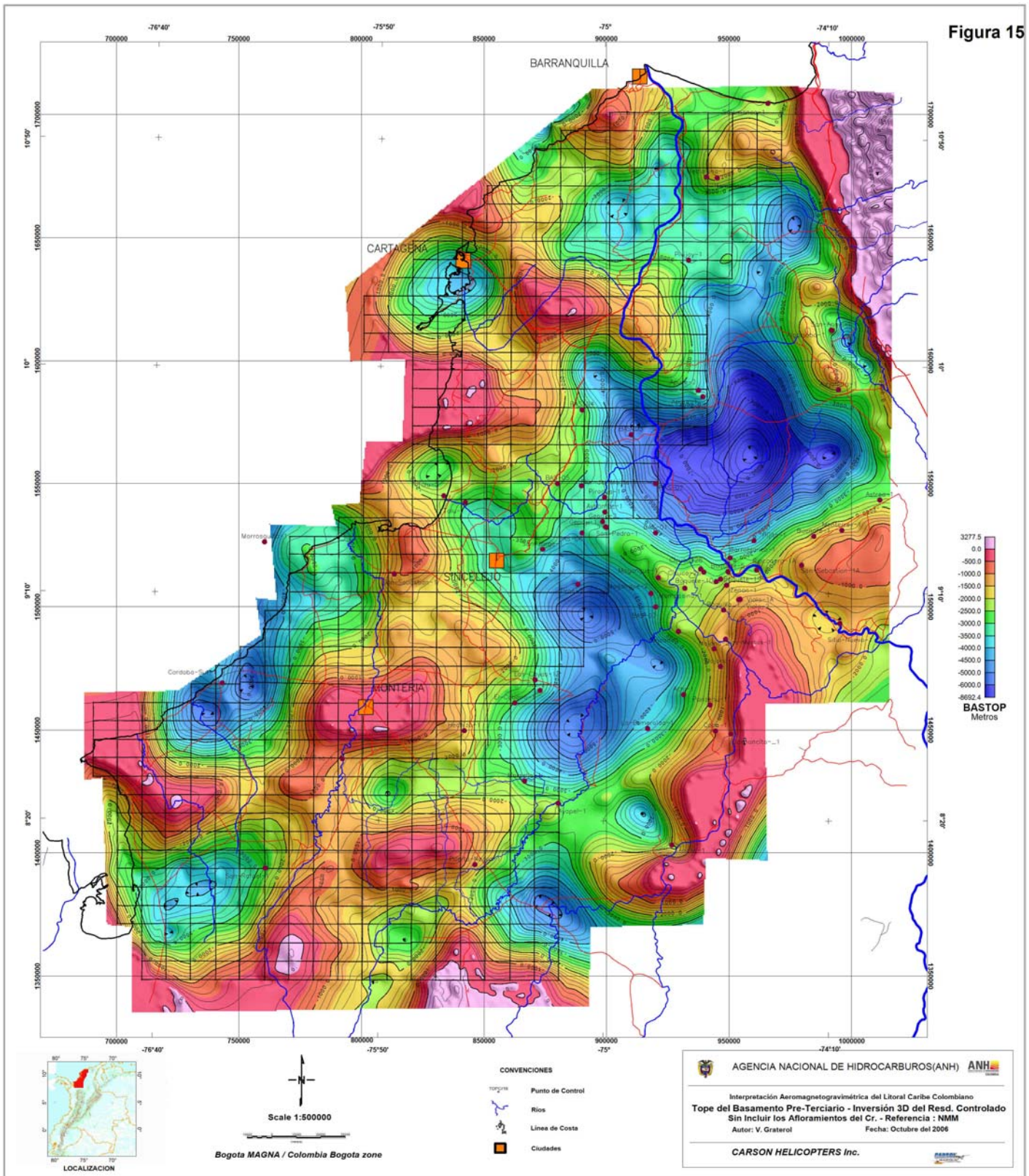


Figura 16

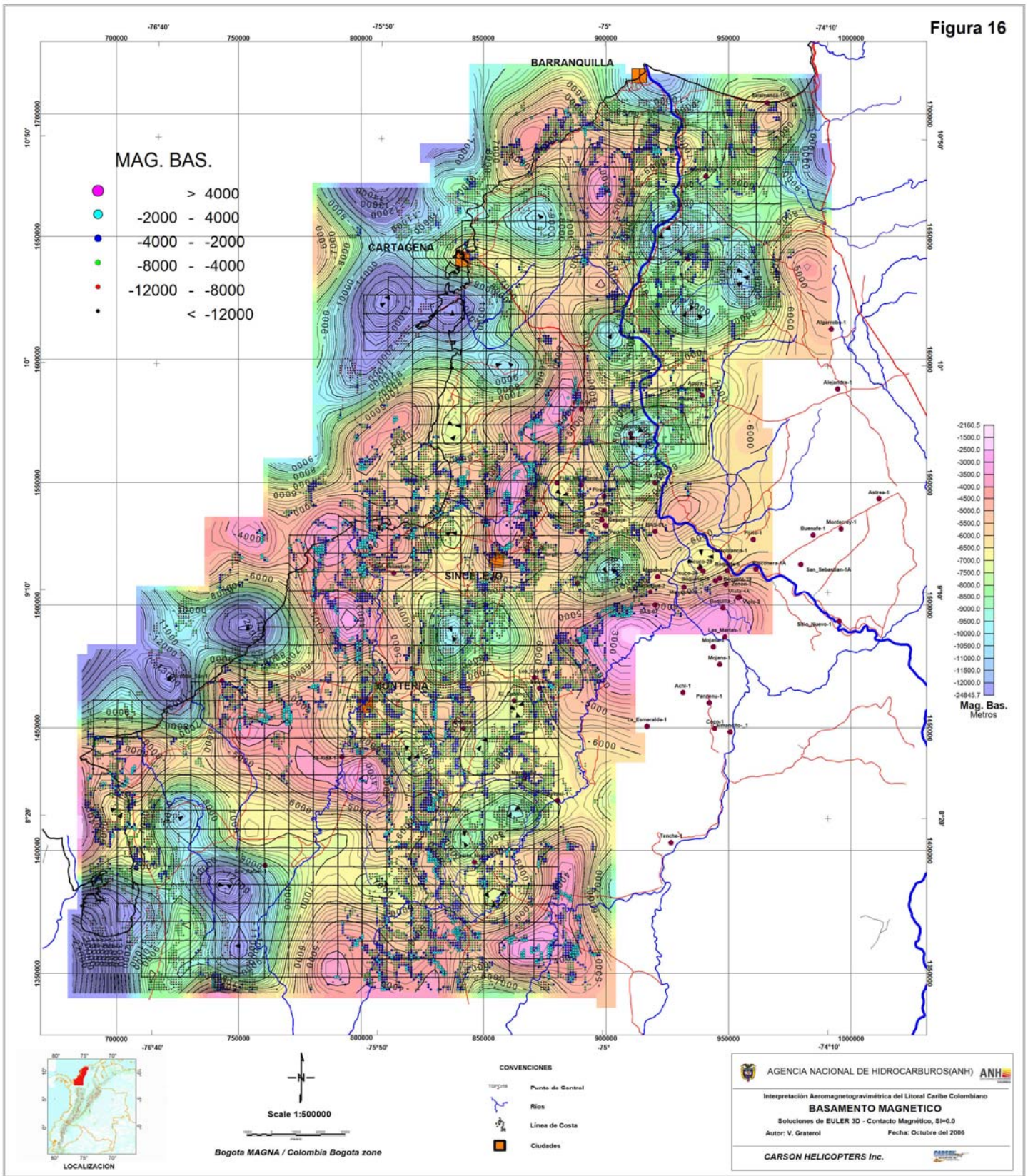
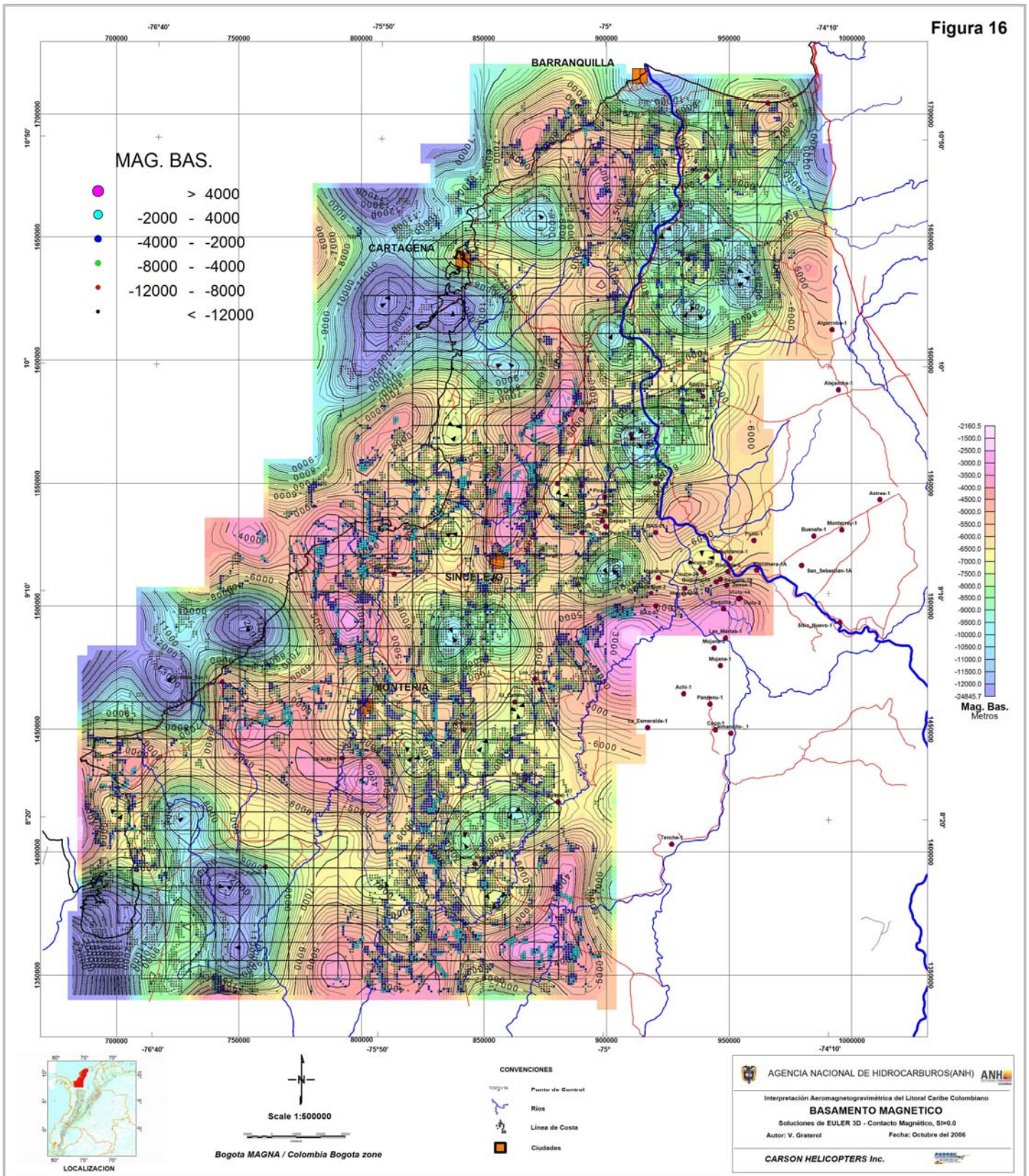


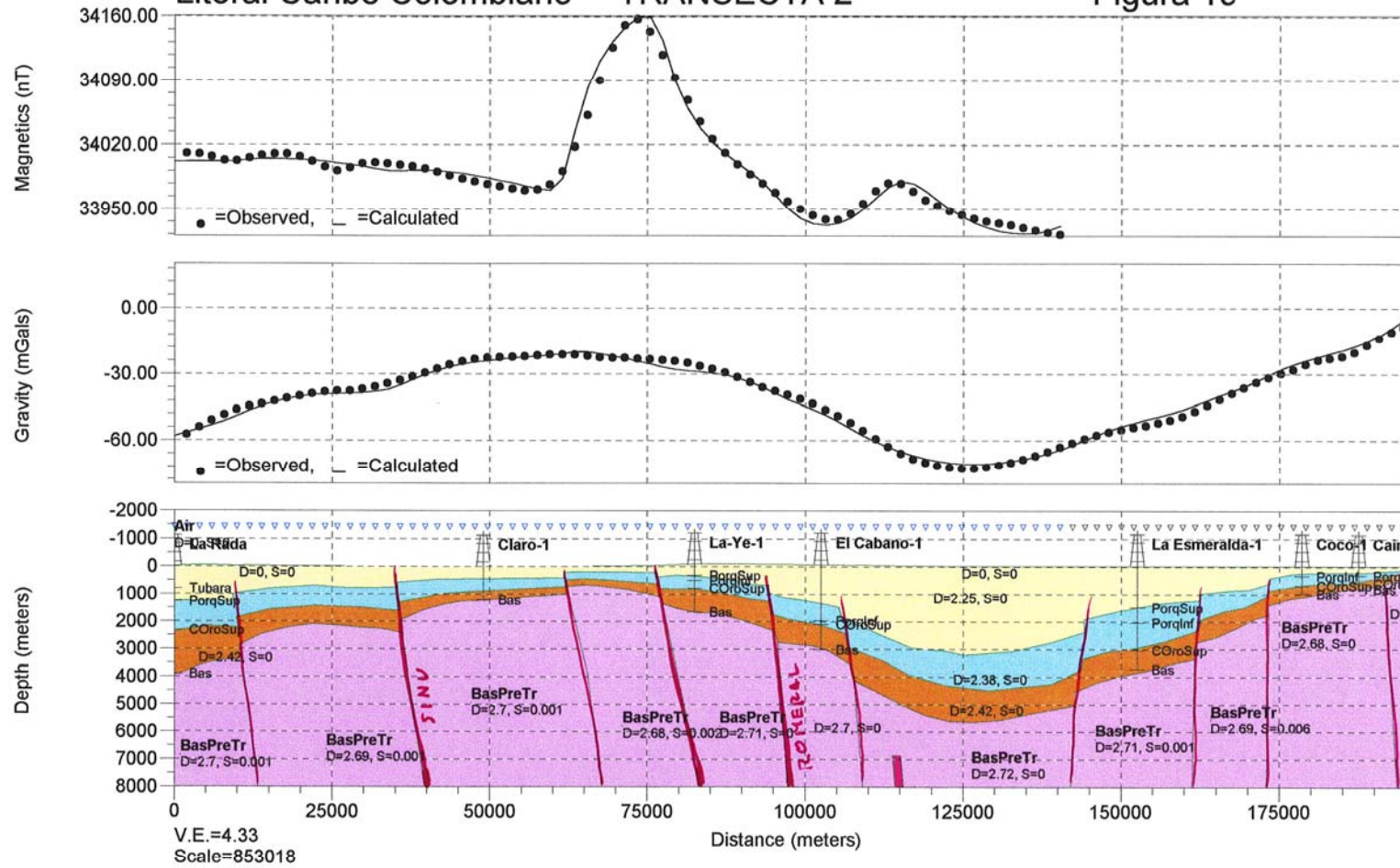
Figura 16





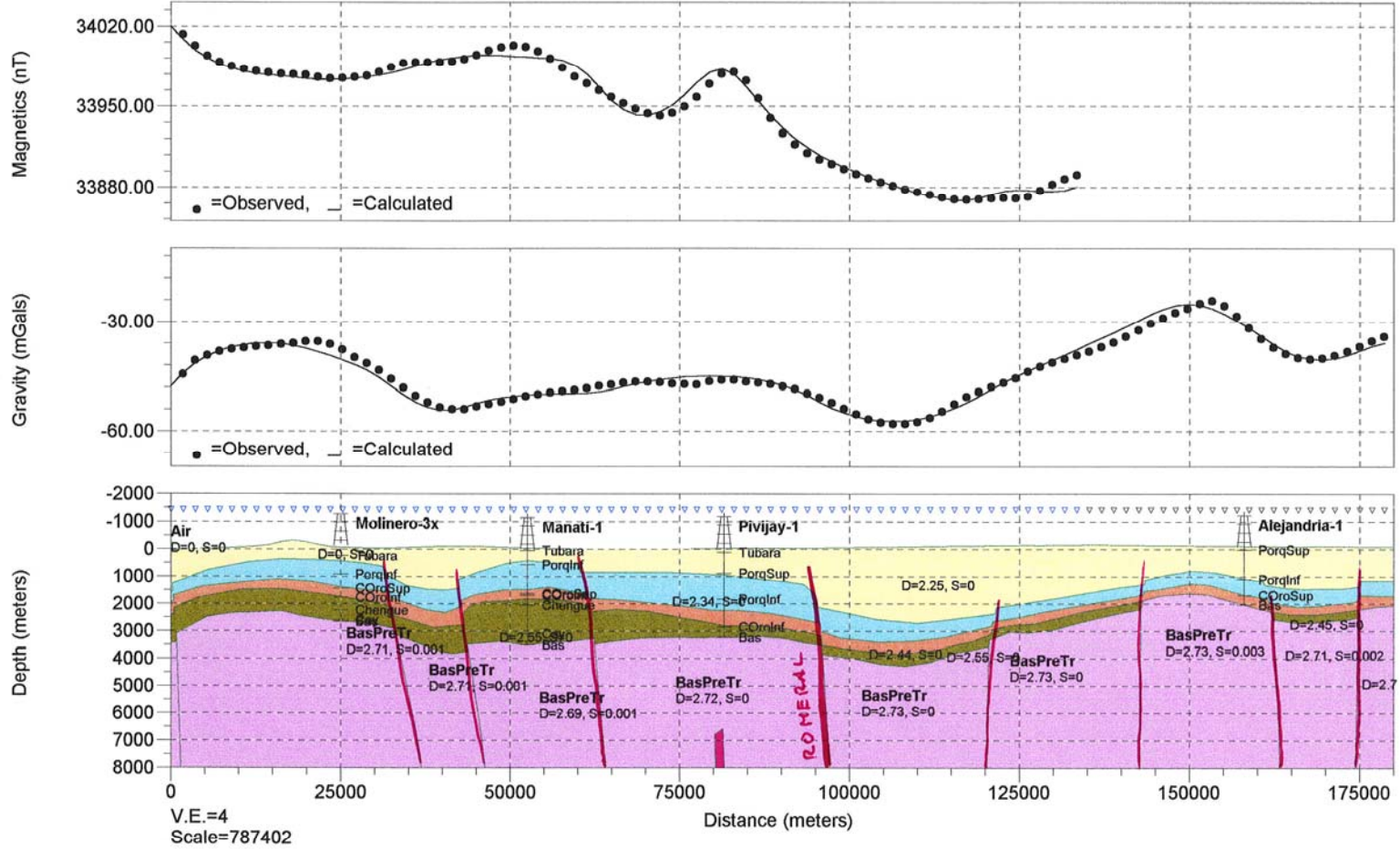
# Litoral Caribe Colombiano \*\* TRANSECTA 2

Figura 19



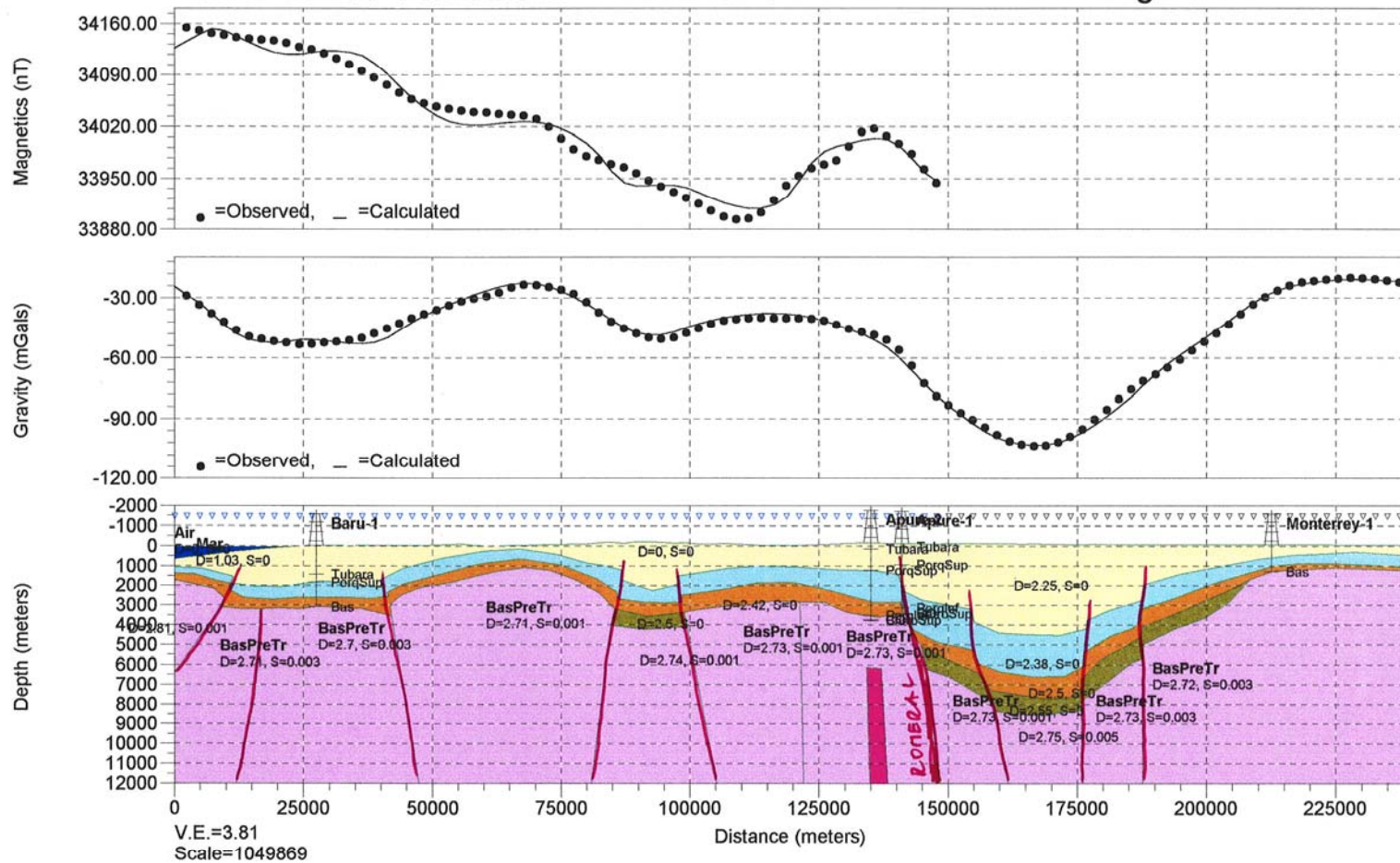
# Litoral Caribe Colombiano \*\* TRANSECTA 3

## Figura 20



Litoral Caribe Colombiano \*\* TRANSECTA 4

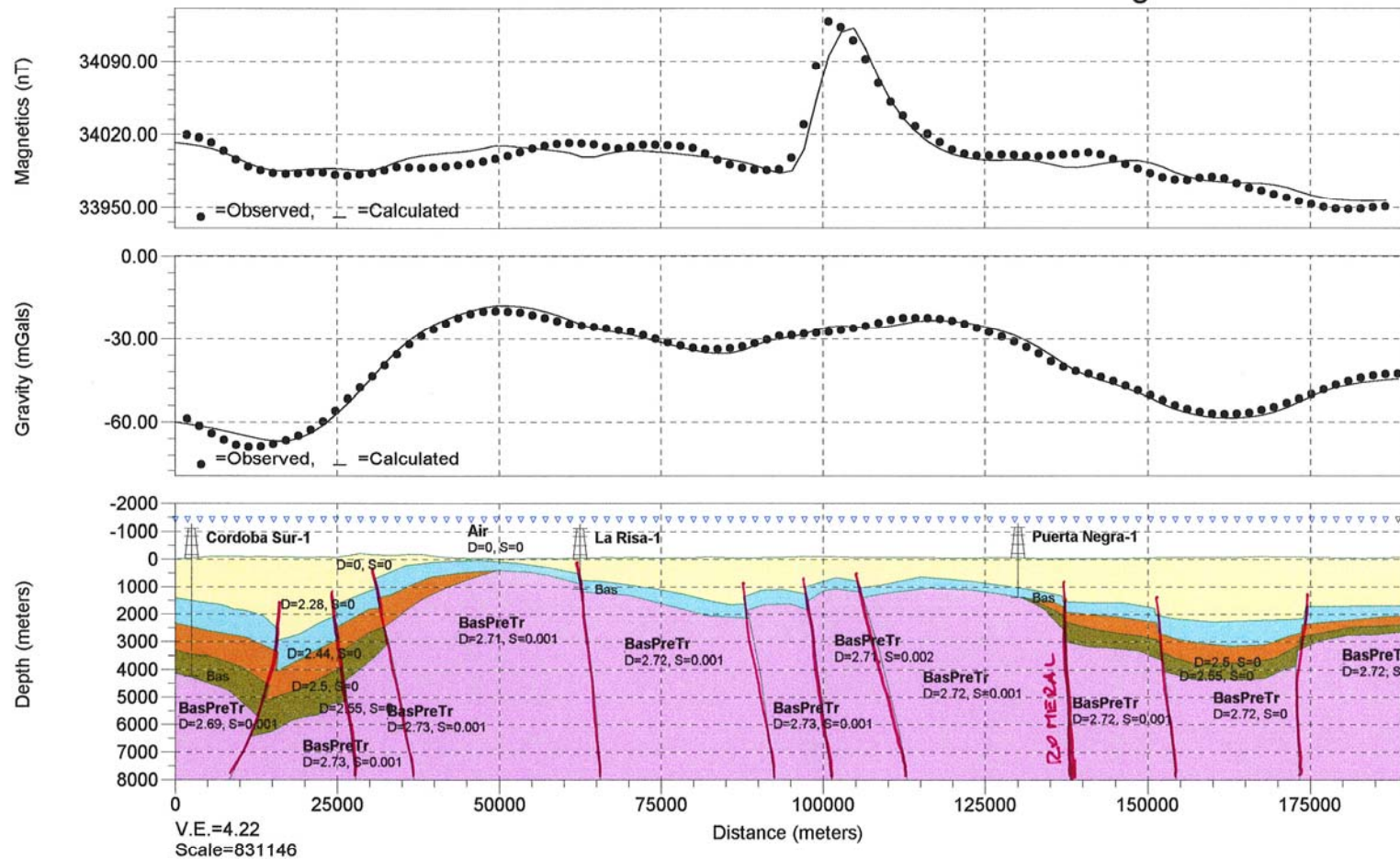
Figura 21





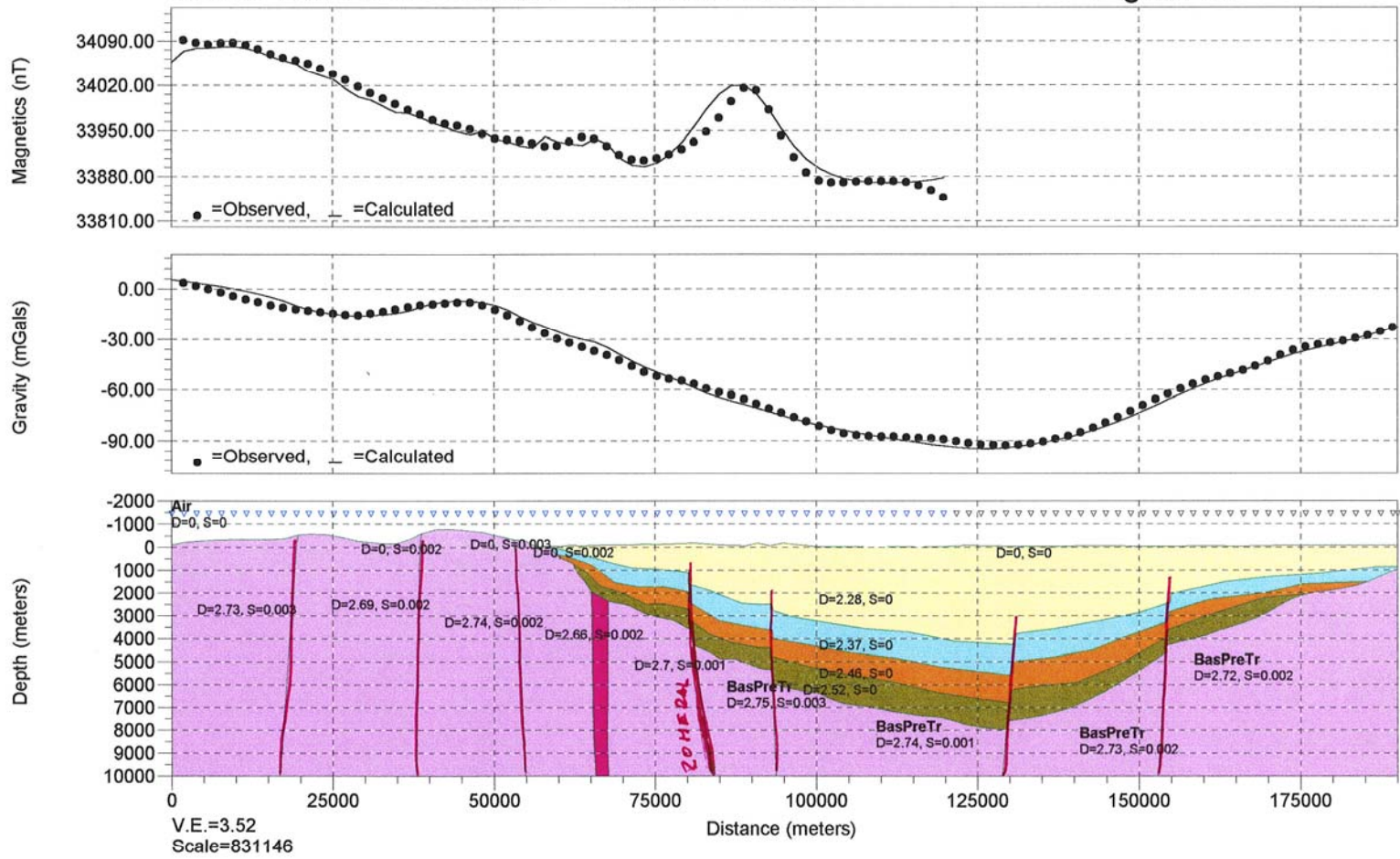
Litoral Caribe Colombiano \*\* TRANSECTA 5

Figura 22



Litoral Caribe Colombiano \*\* TRANSECTA 6

Figura 23



# Litoral Caribe Colombiano \*\* TRANSECTA 7

# Figura 24

