

Informe final

## CUENCA SAN JUAN



INVENTARIO, INTERPRETACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN  
GEOLOGICA DISPONIBLE, ELABORACIÓN DE LOS PAQUETES TÉCNICOS Y  
PROMOCIONALES RONDA DE AREAS ABIERTAS 2009

Universidad Eafit

Octubre, 2009

*Director ejecutivo :* Geovany Bedoya, Geólogo, MSc.

*Director científico :* Fabio Cediél, Geólogo, Msc., Ph.D

*Autores :*

Isabel Restrepo-Correa, Ing. Geóloga, MSc.

María Isabel Marin-Cerón, Ing. Geóloga, Msc, Ph.D

Diego Tóvar, Geólogo

Hermann Duque-Caro, Geólogo, Ph.D

Cesar Mora, Geólogo, MSc.

Guillermo Muñoz, Arquitecto

*Asesores científicos:* Iván Correa, Ing. Geólogo, Ph.D

Michel Hermelin, Ing. Geólogo, Msc.

José Ignacio Martínez, Geólogo, Ph.D.

Gloria Sierra, Ing. Geóloga, MSc.

Gloria Elena Toro, Ing. Geóloga, Ph.D.

Juan D. Restrepo, Biólogo, Ph.D

## TABLA DE CONTENIDO

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.     | INTRODUCCIÓN .....  | 4  |
| 2.     | OBJETIVOS .....   | 4  |
| 2.1.   | OBJETIVO GENERAL .....                                      | 4  |
| 2.1.1  | Objetivos Específicos.....                                  | 4  |
| 3.     | TRABAJOS REALIZADOS EN EL ÁREA.....                         | 7  |
| 3.1.   | HISTORIA EXPLORATORIA .....                                 | 7  |
| 3.2.   | DOCUMENTOS TÉCNICOS USADOS EN EL ESTUDIO CIE-GEO-CHOCÓ..... | 7  |
| 4.     | GEOLOGÍA .....  | 9  |
| 4.1.   | DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA.....                       | 9  |
| 4.2.   | MARCO GEOLÓGICO REGIONAL.....                               | 10 |
| 4.3.   | ESTRATIGRAFÍA .....   | 13 |
| 4.4.   | ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....                                   | 17 |
| 5.     | GEOFÍSICA.....  | 22 |
| 5.1.   | INTRODUCCIÓN .....  | 22 |
| 5.2.   | PROGRAMAS DISPONIBLES .....                                 | 23 |
| 5.3.   | INTERPRETACIÓN SÍSMICA.....                                 | 24 |
| 5.3.1. | Interpretación Tectónico Estratigráfica.....                | 25 |
| 5.3.2. | Mapas estructurales de subsuelo.....                        | 27 |
| 6.     | POZOS PERFORADOS EN LA CUENCA .....                         | 30 |
| 7.     | GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO .....                                 | 30 |
| 7.1.   | EVIDENCIAS DE HIDROCARBUROS .....                           | 33 |
| 7.1.1. | ROCA FUENTE.....  | 34 |
| 7.1.2. | ROCA RESERVORIO .....                                       | 34 |
| 7.1.3. | TRAMPA.....   | 34 |
| 7.1.4. | GENERACIÓN Y MIGRACIÓN.....                                 | 34 |
| 7.1.5. | PROSPECTIVIDAD.....   | 35 |
| 7.1.6. | HIGHLIGHTS DE LA CUENCA .....                               | 35 |
| 8.     | CONCLUSIONES.....   | 36 |
| 9.     | RECOMENDACIONES PARA FUTUROS PROYECTOS EXPLORATORIOS.....   | 37 |
| 10.    | REFERENCIAS.....  | 38 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Mapa de localización de las Cuencas Atrato y San Juan (Modificado de Cediel et al., 2003).....                                     | 6  |
| Figura 2. Localización de los principales trabajos de campo, de las líneas sísmicas existentes y de los pozos exploratorios perforados. .... | 8  |
| Figura 3. Mapa Geológico. (Modificado de IGAC- Ingeominas, 2006) .....   | 11 |
| Continuación Figura 3. Leyenda Mapa Geológico. (Modificado de IGAC- Ingeominas, 2006) .....  | 12 |
| Figura 4. Principales eventos de evolución geológica y elementos tectónicos regionales asociados con las Cuencas Atrato y San Juan. ....     | 13 |
| Figura 5. Carta estratigráfica definida para la Cuenca San Juan.....   | 15 |
| Figura 6. Interpretación de facies definida a partir de información sísmica, modificada de Escobar, J.H., Petrobrás, 2002. ....              | 16 |
| Figura 7. Rasgos estructurales de las Cuencas Atrato y San Juan .....  | 18 |
| Figura 8. Mapa de Anomalías de Bouguer ( $p=2,67 \text{ gr/cm}^3$ ) .....  | 19 |
| Figura 9. Mapa de Basamento gravimétrico. ....   | 20 |
| Figura 10. Mapa de Intensidad Magnética Total. ....  | 21 |
| Figura 11. Localización de pozos y líneas sísmicas Cuencas Atrato – San Juan .....   | 22 |
| Figura 12. Esquema de las Cuencas Atrato y San Juan. ....  | 24 |
| Figura 13. Edificios calcáreos en la línea sísmica SJ-81-1400. ....  | 26 |
| Figura 14. Mapa estructural de la Formación Iró .....  | 27 |
| Figura 15. Mapa estructural de la Formación Itsmina.....   | 28 |
| Figura 16. Mapa estructural de la Formación Condoto.....   | 29 |
| Figura 17. Mapa de ubicación de rezumaderos.....   | 32 |
| Figura 18. Diagrama de Van Krevelen .....  | 33 |
| Figura 19. Modelamiento geoquímico Cuenca San Juan .....   | 35 |

## LISTA DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Programas sísmicos presentes en la Cuenca ..... | 23 |
| Tabla 2. Highlights de la Cuenca San Juan .....          | 36 |

## **1. INTRODUCCIÓN**

La evaluación de la Cuenca Chocó (Norte, Atrato) y (Sur, San Juan) realizada recientemente por la Universidad Eafit (2007), (Figura 1), evidencia que estas dos Cuencas son un buen objeto exploratorio dadas las condiciones de geología del petróleo identificadas. Bajo esta premisa, la ANH ha decidido incorporar la Cuenca San Juan en las Rondas abiertas 2009-2010. Este informe es una síntesis del trabajo Eafit (2007) con el fin de extraer la información más relevante para la generación de los paquetes promocionales que acompañarán dichas rondas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

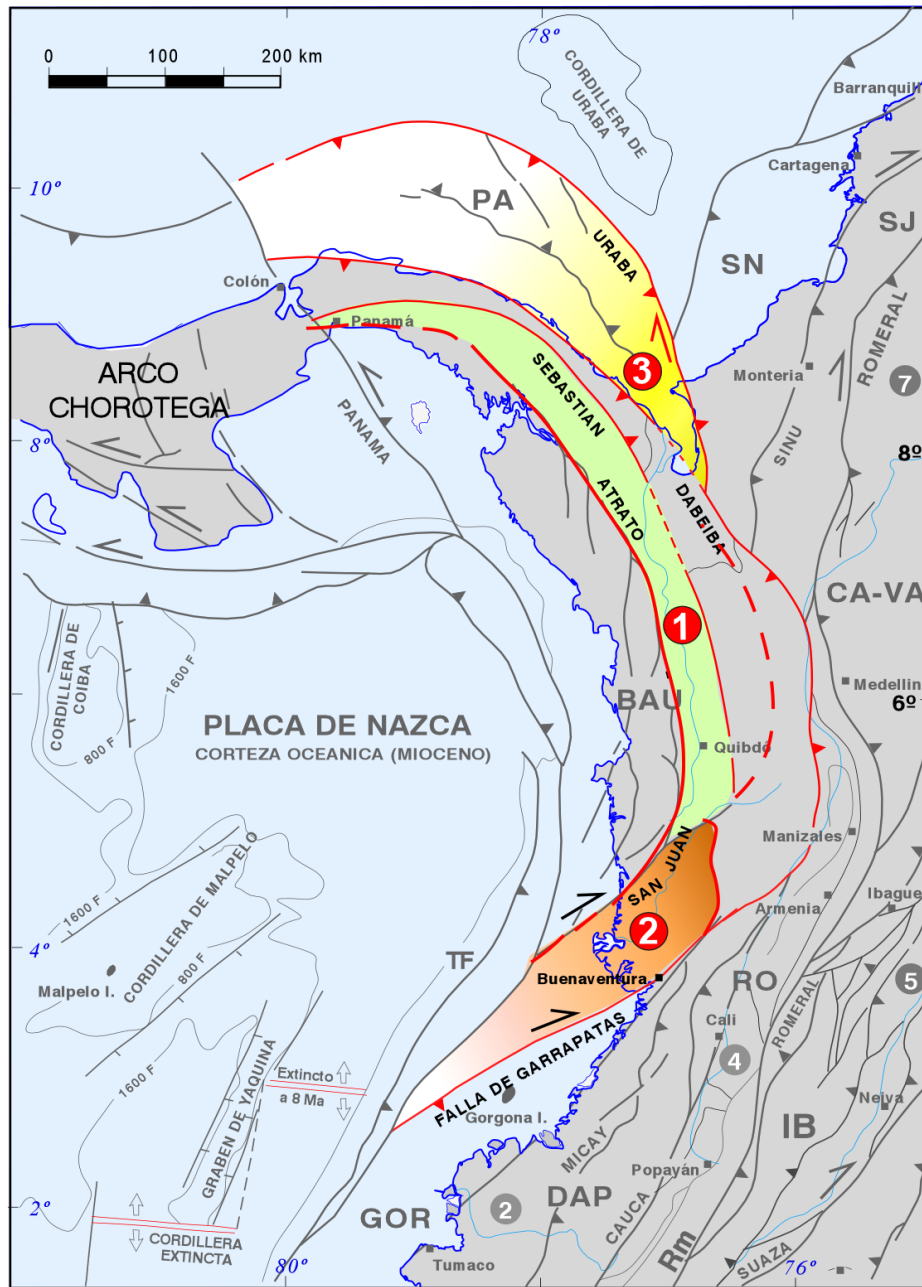
Realizar el inventario, compilación, interpretación y evaluación integral de la información geológica, geofísica y geoquímica de la Cuenca San Juan y mejorar el conocimiento de la misma en términos de potencial exploratorio, de conformidad con la propuesta de 2008.

Este estudio establece un marco de referencia en cuanto a la cantidad, estado y validez de los trabajos realizados en las áreas que serán ofrecidas durante las rondas de la ANH durante el 2009-2010.

#### **2.1.1 Objetivos Específicos**

- Realizar la interpretación geológica, estratigráfica y estructural de la Cuenca San Juan.
- Realizar el modelamiento gravimétrico y magnetométrico.
- Hacer el modelamiento tectono-estratigráfico y presentar un modelo de evolución tectónica regional.
- Recopilar y evaluar la información geoquímica existente de la Cuenca.

- Correlacionar el crudo proveniente de los rezumaderos encontrados en la región con las muestras de roca de afloramiento.
- Simular los procesos de generación y expulsión de hidrocarburos en la Cuenca San Juan.



**1** Cuenca Atrato      **2** Cuenca San Juan      **3** Cuenca Urabá

TF: sedimentos de la trinchera, GOR: terreno Gorgona, DAP: terreno Dagua Piñón, RO: terreno Romeral, Rm: melange del sistema de fallas Romeral, CA-VA: terreno Cajamarca-Valdivia, IB: bloque Ibagué, PA: Arco de Panamá, SN: Cinturón del Sinú, SJ: Cinturón de San Jacinto, BAU: Baudó.

**Figura 1.** Mapa de localización de las Cuencas Atrato y San Juan (Modificado de Cediel et al., 2003).

### **3. TRABAJOS REALIZADOS EN EL AREA**

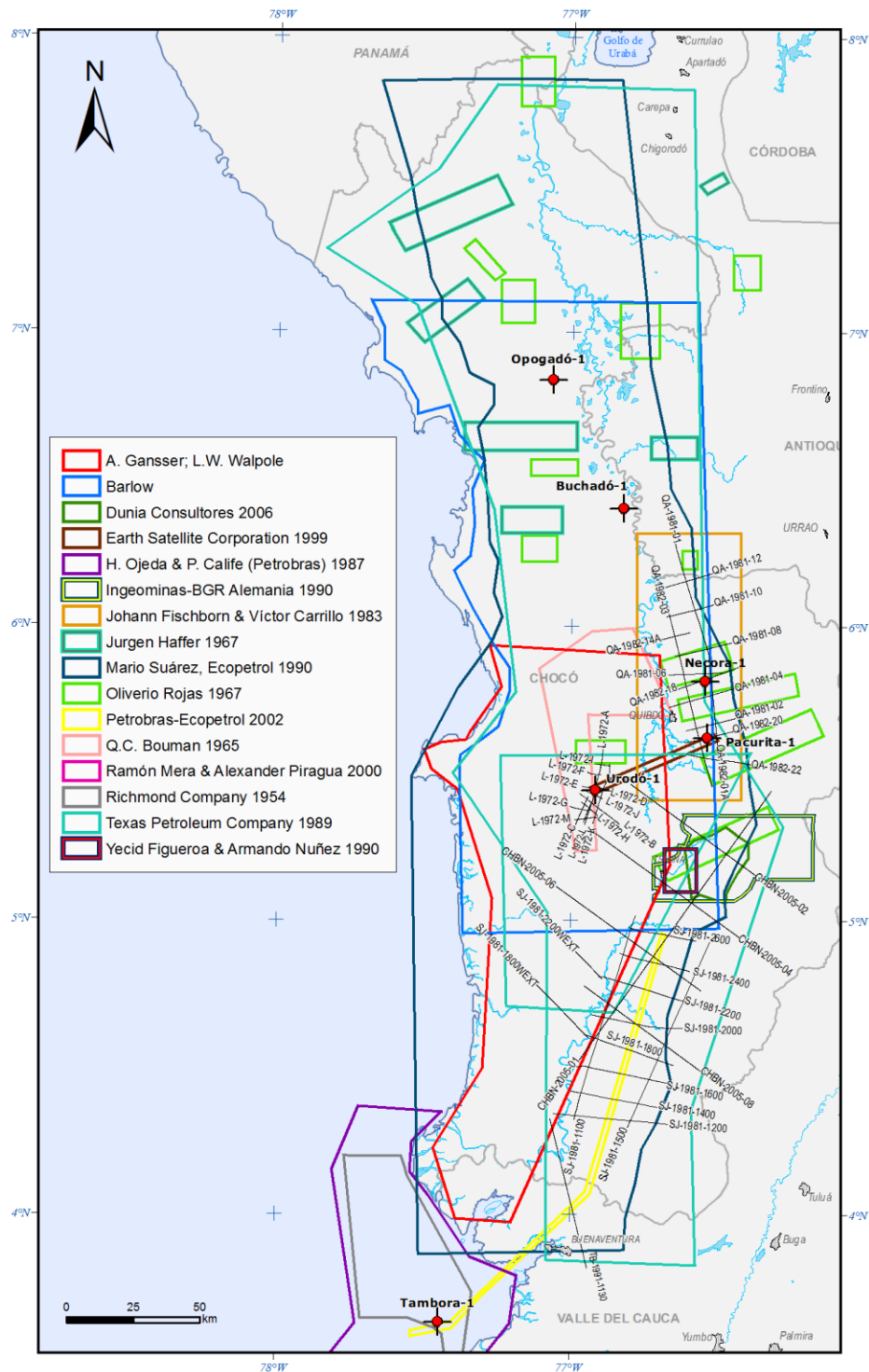
#### **3.1. HISTORIA EXPLORATORIA**

En el mapa de la Figura 2 aparecen localizados los principales trabajos de campo, los programas de sísmica adquiridos hasta la fecha y los pozos exploratorios perforados. Teniendo en cuenta la extensión superficial de cada una de las cuencas los resultados de este estudio y el potencial exploratorio identificado, se colige que tanto la Cuenca Atrato como la Cuenca San Juan se encuentran en una etapa incipiente de exploración o sub-exploradas.

En la Cuenca San Juan, a excepción del pozo Tambora-1 localizado costa-afuera y que perforó parcialmente un diapiro de lodo, no se ha perforado ningún pozo exploratorio.

#### **3.2. DOCUMENTOS TÉCNICOS USADOS EN EL ESTUDIO CIE-GEO-CHOCÓ**

Los principales documentos técnicos usados en este estudio cubren las áreas señaladas en la Figura 2.



**Figura 2.** Localización de los principales trabajos de campo, de las líneas sísmicas existentes y de los pozos exploratorios perforados.

## **4. GEOLOGÍA**

### **4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA**

La ubicación geográfica de la Cuenca Chocó se define al Occidente por la línea divisoria de aguas de la Serranía de Baudó, al Oriente por el flanco occidental de la Cordillera Occidental, al Norte por el límite político con la República de Panamá, y al Sur por la línea de costa con el Océano Pacífico. Desde el punto de vista geológico, la "Cuenca del Chocó" se entiende como la Cuenca Atrato al Norte y la Cuenca San Juan al Sur, separadas por el Alto Istmina-Condoto (Eafit , 2007). La extensión superficial aproximada de cada una de ellas es de 25.000 km<sup>2</sup> para la primera y 10.500 km<sup>2</sup> para la segunda. Así, como resultado del presente estudio, se redefinen como Cuencas exploratorias distintas, la Cuenca Atrato y la Cuenca San Juan (Ver Figura 1).

La Figura 3 Resume el mapa de unidades litológicas superficiales, modificado a partir del Mapa de IGAC-Ingeominas (2006).

Las Cuencas Atrato, San Juan (y Urabá) se encuentran dentro del Arco Chocó-Panamá descrito por varios autores (Duque-Caro 1990, y redefinido por Cediel et al. 2003). Se trata de depósitos sedimentarios acumulados desde el Paleógeno sobre diferentes basamentos Cretácicos, principalmente, compuestos por restos de corteza oceánica que portan fragmentos de arcos de islas (unidades litológicas superficiales, Figura 3). Estos terrenos oceánicos migraron desde finales del Cretácico y colisionaron sucesivamente o se adosaron al borde continental del NW de Suramérica hasta cerrar la comunicación entre el Océano Pacífico y el Mar Caribe. Dentro de este proceso se desarrollan las Cuencas mencionadas, cada una con características estratigráficas y faciales propias (Duque-Caro 1990 y redefinido por Cediel et al. 2003). La Figura 4 presenta un perfil geológico esquemático paralelo a lo largo de los 6°N.

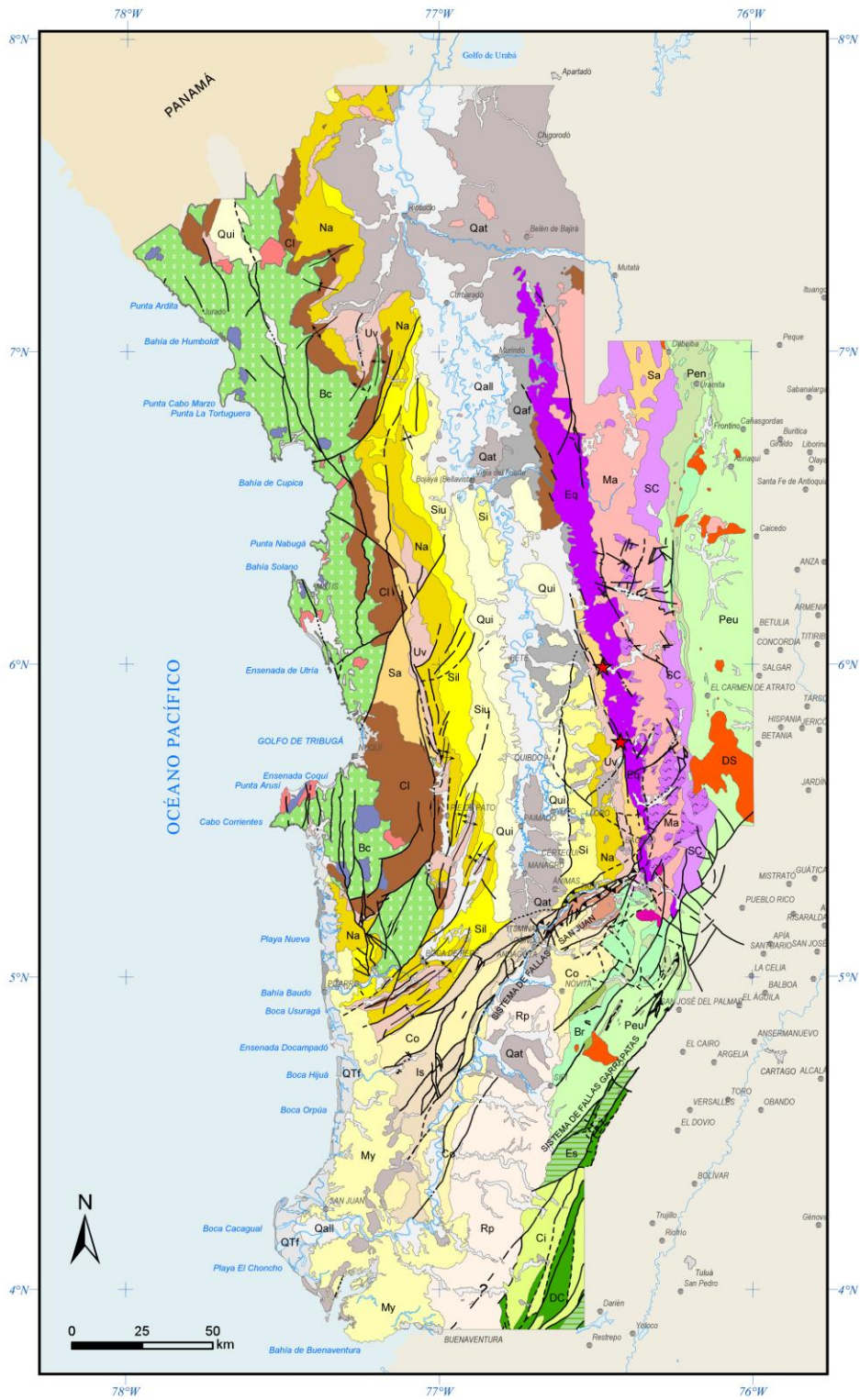
## **4.2. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL**

La formación y desarrollo de la Cuenca San Juan y su vecina, la Cuenca Atrato, se contextualiza mediante los siguientes rasgos tectónicos (Figura 5):

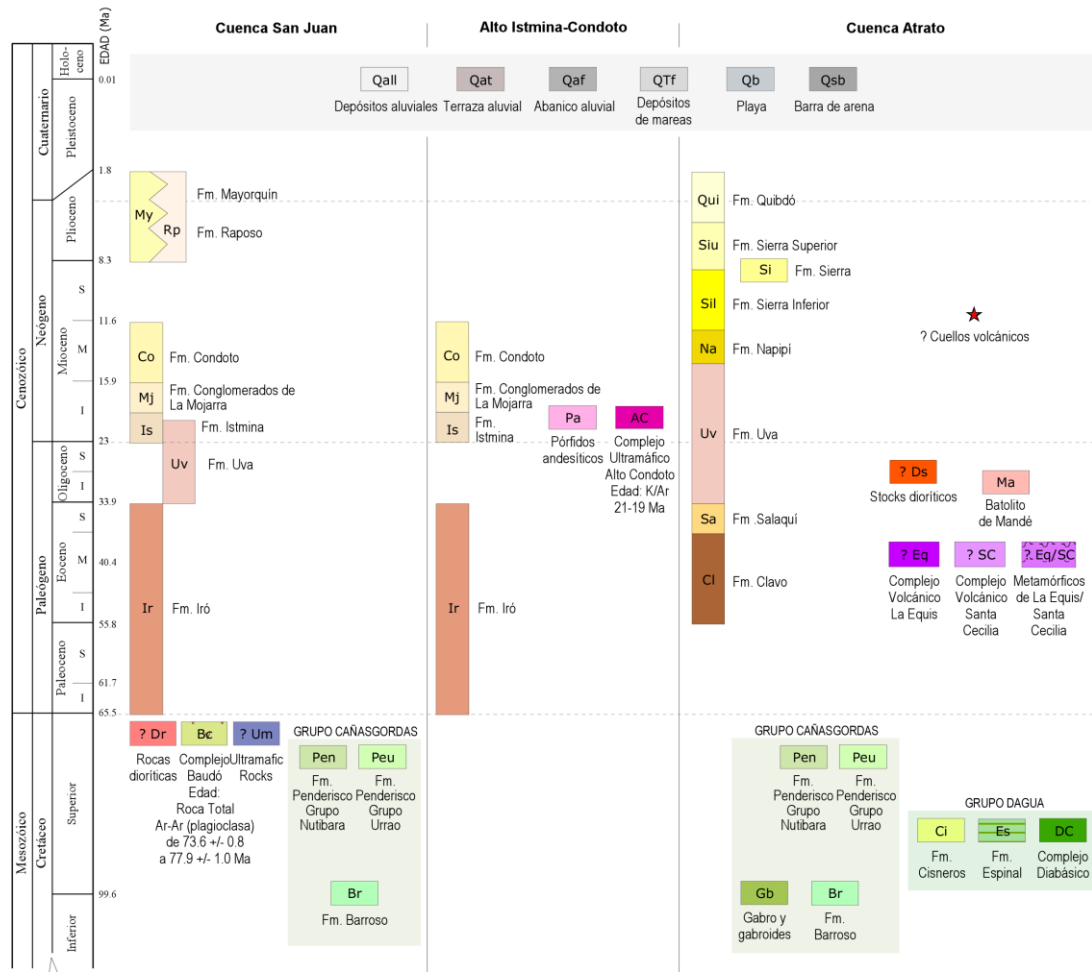
(1). Sutura Garrapatas-Dabeiba (Edad: Post-Cretáceo Tardío). Representa el límite Sur de la Cuenca San Juan y es el límite entre esta Cuenca y la Cuenca Tumaco al Sur). En este evento se acrecionó el Terreno Cañasgordas.

(2). Sutura San Juan- Sebastián (Edad: Eoceno), El segundo evento tectónico de interés incluye la acreción del Terreno El Paso (área verde en la Figura 1) a lo largo de las Sutura San Juan-San Sebastián. El arco magmático de Mandé, fechado entre 54 y 49 Ma, fue generado por un proceso de subducción tipo Chileno. Esta Sutura es el límite entre las Cuencas Atrato y San Juan según lo evidencia el mapa de basamento gravimétrico (referenciado posteriormente). A medida que se genera la sutura San Juan-Sebastián, los sistemas fluviales que se desarrollaron desde esta época, comienzan a abastecer el paleo-delta San Juan.

(3). Baudó (Edad 8-4 M.a ?) Este tercer rasgo tectónico, cuya edad se desconoce con certeza, incluye la formación de la Serranía del Baudó. Los mecanismos responsables del levantamiento de esta Serranía se desconocen también. Sin embargo, este evento puso cierre y se constituyó en el límite Occidental de la cuenca Atrato. La información con la que se cuenta es insuficiente para explicar la cinemática del emplazamiento de la Serranía de Baudó.



**Figura 3.** Mapa Geológico. (Modificado de IGAC- Ingeominas, 2006, Schmidt et al., 1992; Utah Minerals, 1980). Ver convenciones página siguiente



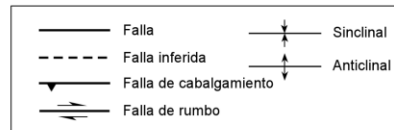
Una interrogación antes del nombre litoestratigráfico indica una datación incierta del mismo.

**Fuentes:**

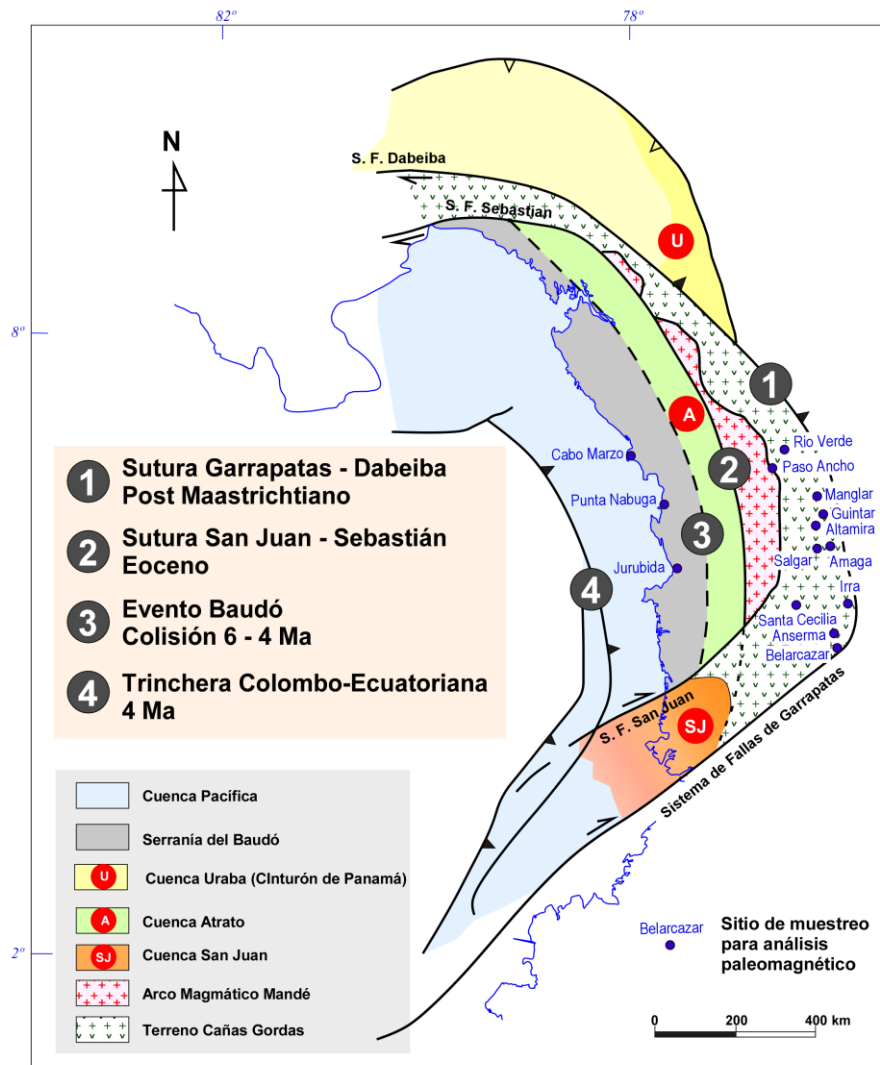
IGAC-INGEOMINAS 2006. Investigación Integral del Andén Pacífico Colombiano. Cartografía Geológica en escala 1:100.000

Schmidt-Thomé, M., Feldhaus, L., Salazar, G., Muñoz, R., 1992. Explicación del mapa geológico, escala 1:250.000, del flanco oeste de la cordillera occidental entre los Ríos Andágueda y Murindó, Departamentos de Antioquia y Chocó, República de Colombia.

Utah Minerals, 1980. Geological Map of the Atrato-San Juan Basins and Surrounding Areas. Scale 1:500.000 (unpublished).



**Continuación Figura 3. Leyenda Mapa Geológico. (Modificado de IGAC- Ingeominas, 2006)**



**Figura 4.** Principales eventos de evolución geológica y elementos tectónicos regionales asociados con las Cuenca Atrato y San Juan.

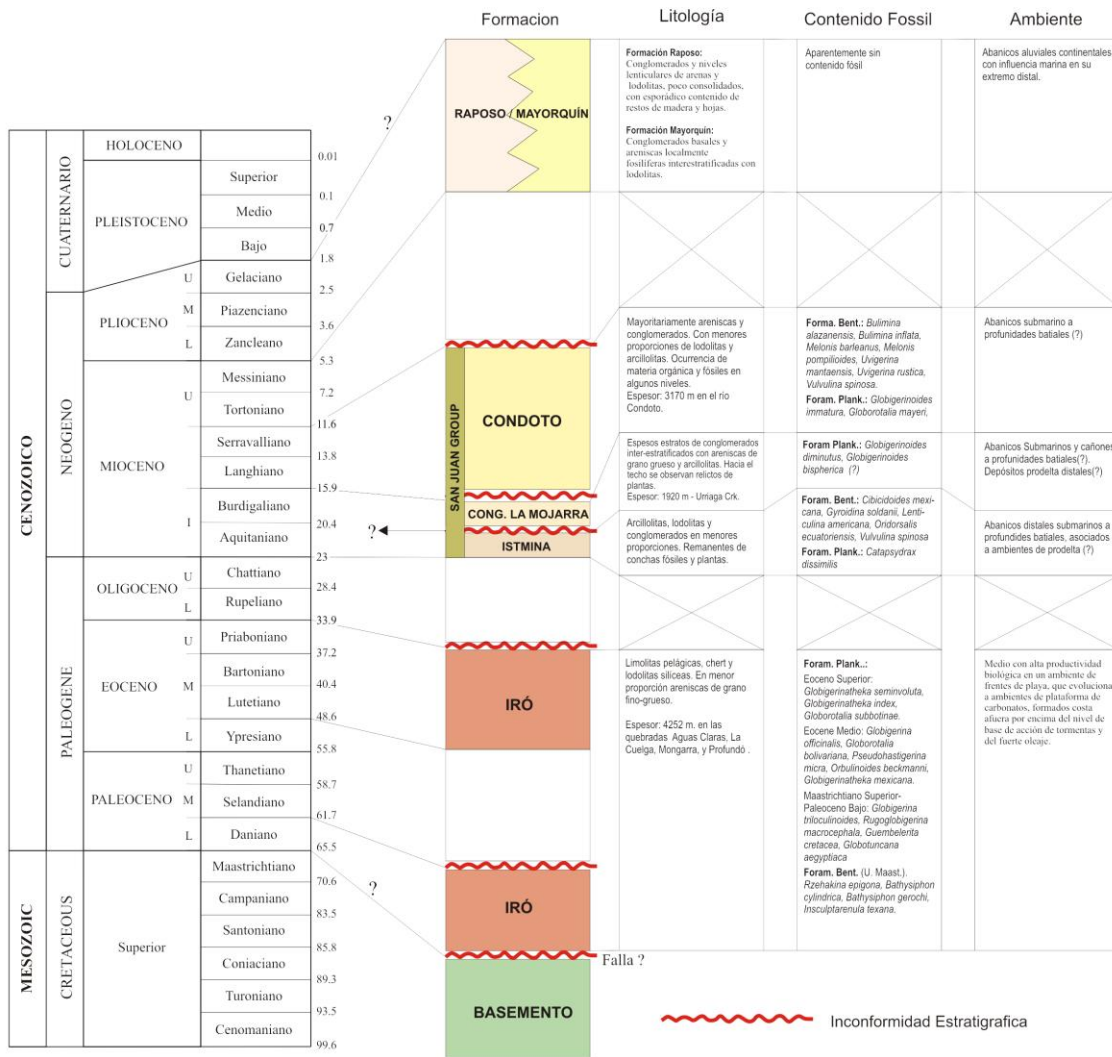
### 4.3. ESTRATIGRAFÍA

Un alto porcentaje de los estudios estratigráficos realizados en la Cuenca San Juan han sido de carácter local. Se concentran una área denominada como Alto Istmina-Condoto, valle superior del Río San Juan. En esta zona (Alto Istmina-Condoto) se

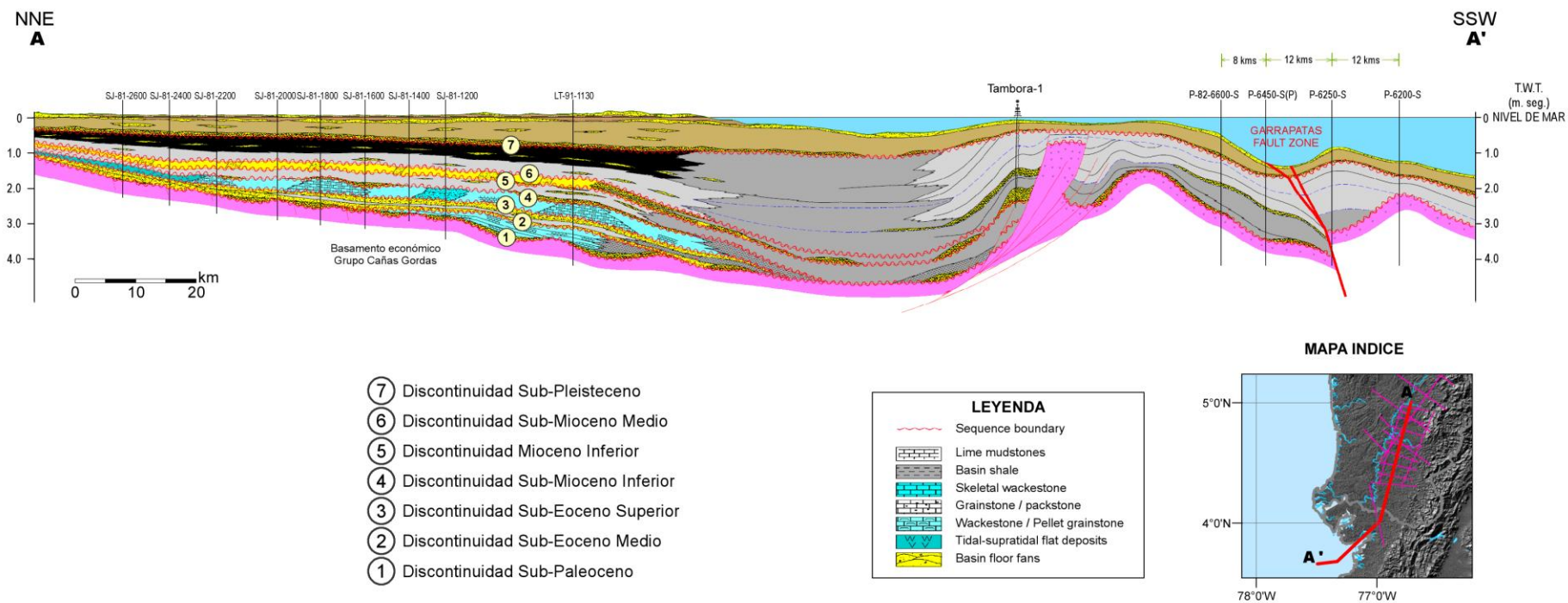
han ejecutado los trabajos cartográficos más importantes, cuyos resultados han sido extrapolados para la Cuenca.

La secuencia sedimentaria (Figura 5) consta de cinco unidades litoestratigráficas y se extiende desde el Paleoceno hasta el Plioceno, con sus límites temporales definidos a partir de los trabajos disponibles con un mejor contenido bioestratigráfico. Según su contenido fósil, gran parte de la secuencia se depositó en ambientes marinos con una fuerte influencia continental. La posible ausencia de rocas en el intervalo Paleoceno-Eoceno, y de los períodos Oligoceno y Mioceno superior (evidenciada en el Alto Istmina-Condoto) sugiere procesos erosivos intensos y de larga duración. En superficie, las formaciones pliocénicas Raposo y Mayorquín cubren gran parte del área de la Cuenca. Las Formaciones Iró y Conglomerados de La Mojarra afloran sólo en el Alto Istmina-Condoto, mientras que las Formaciones Istmina y Condoto afloran en diferentes sectores de la Cuenca.

La información disponible no permitió construir modelos de correlación estratigráfica como los realizados para la Cuenca Atrato. Sin embargo, de ésta se tomó una interpretación de facies definida a partir de información sísmica (Escobar, 2002). Esta interpretación fue modificada de acuerdo con la nomenclatura estratigráfica propuesta en este estudio (ver Figura 6). Esta interpretación sugiere continuidad, a lo largo de gran parte de la Cuenca, de las unidades litológicas definidas en el Alto Istmina-Condoto. Así mismo, se señala un aumento hacia el Sur de los espesores de las unidades estratigráficas.



**Figura 5.** Carta estratigráfica definida para la Cuenca San Juan.



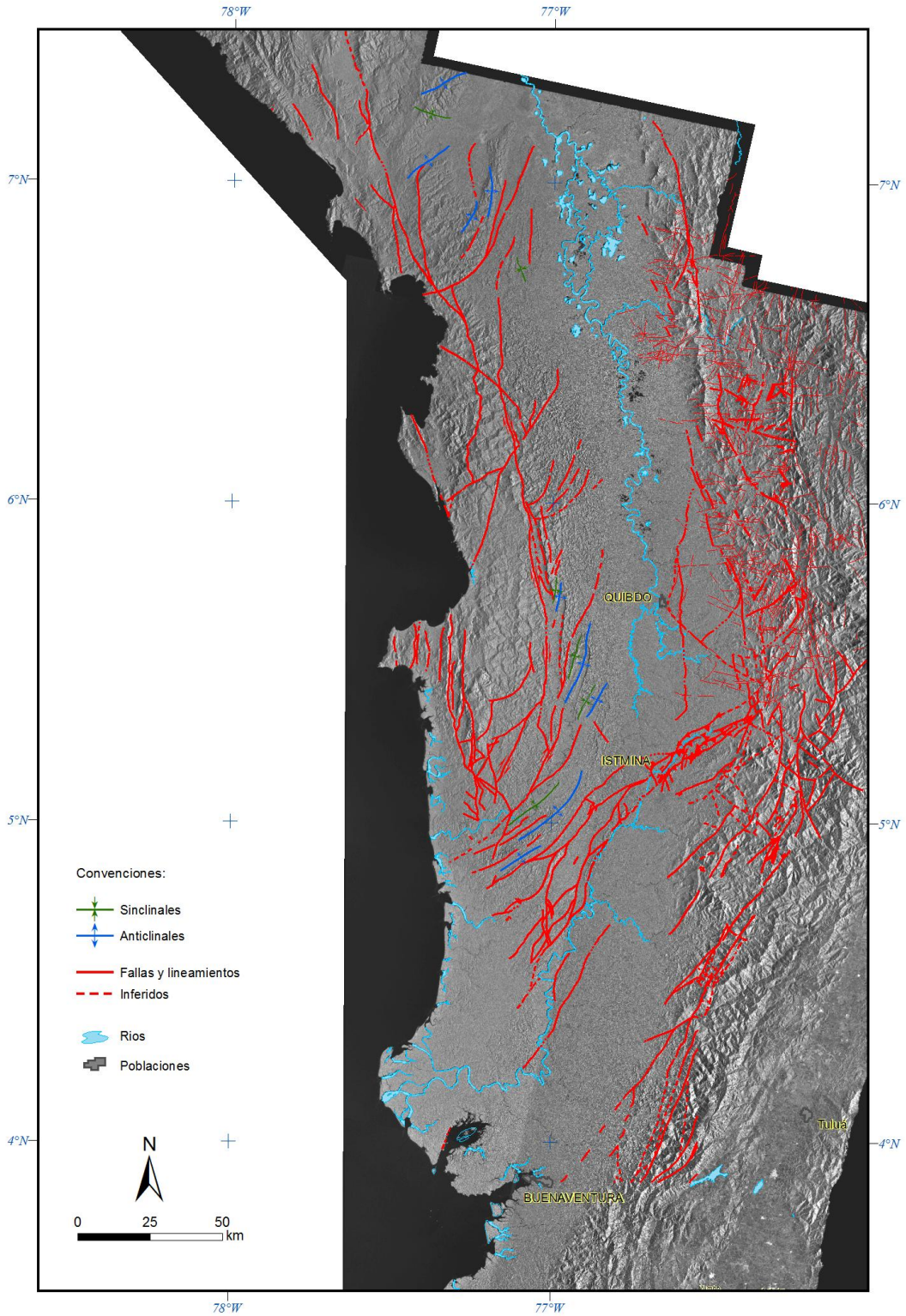
**Figura 6.** Interpretación de facies definida a partir de información sísmica, modificada de Escobar, 2002.

#### **4.4. ANÁLISIS ESTRUCTURAL**

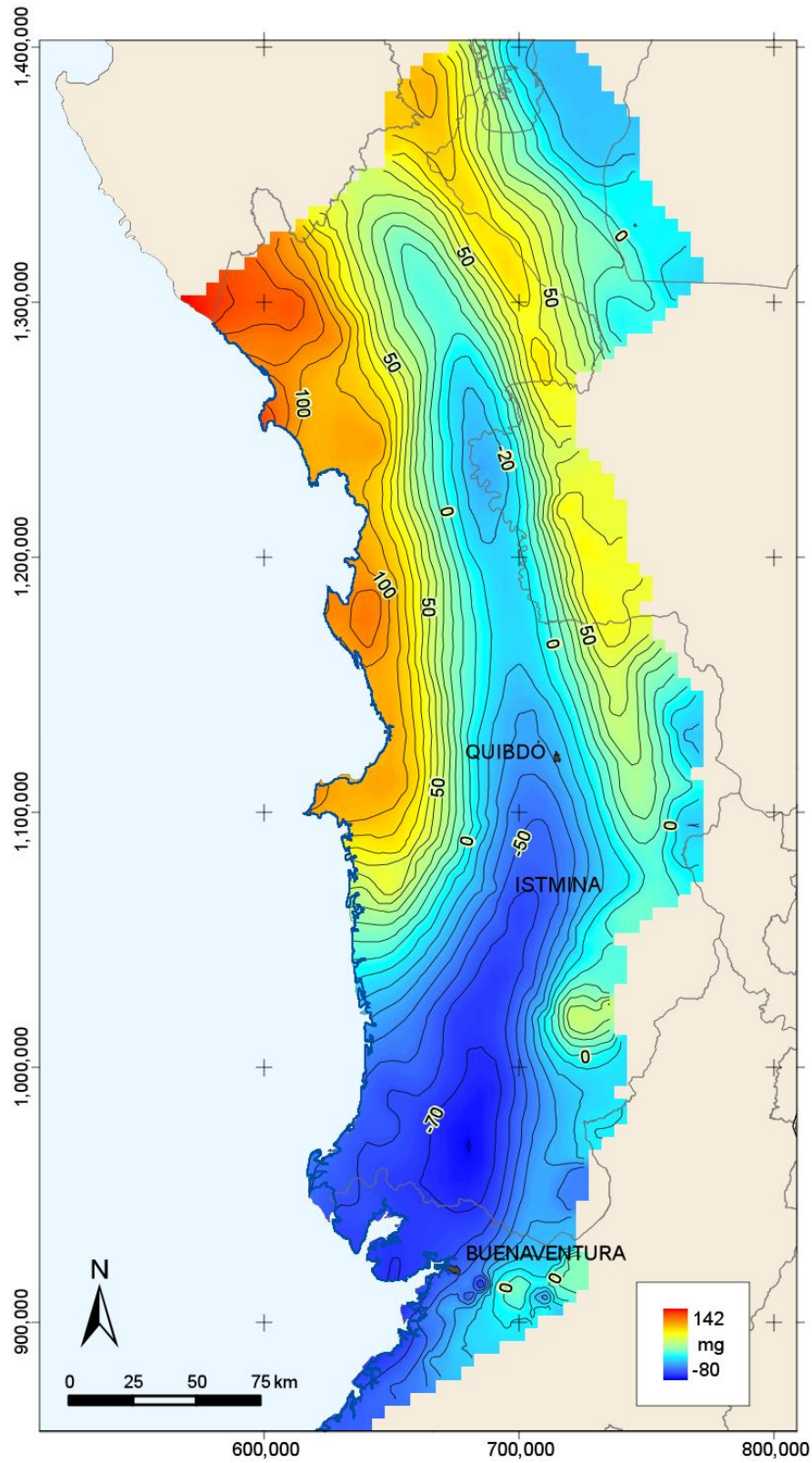
Las fallas y pliegues cartografiados en superficie son el resultado de muy pocas observaciones de campo (registradas en diferentes informes) y de interpretación de imágenes radar, principalmente. Toda esta información se compiló en un mapa (escala 1:500.000) y se reinterpretó y corrigió mediante el estudio de un modelo de elevación digital e imágenes de radar para producir el Mapa Estructural de Superficie. (Figura 7).

El control en subsuelo de estas estructuras se limita a la interpretación de la gravimetría y magnetometría. Las Figuras 8, 9 y 10, muestran respectivamente los mapas de Anomalías de Bouguer Total ( $\rho=2,67 \text{ gr/cm}^3$ ), de Basamento Gravimétrico y de Intensidad Magnética Total. Las fallas cartografiadas en la interpretación sísmica aparentemente no llegan a afectar los estratos más recientes, o estos últimos son tan espesos y activos, coetáneos con la misma deformación, que su expresión en superficie no se ha detectado con los métodos hasta hoy usados.

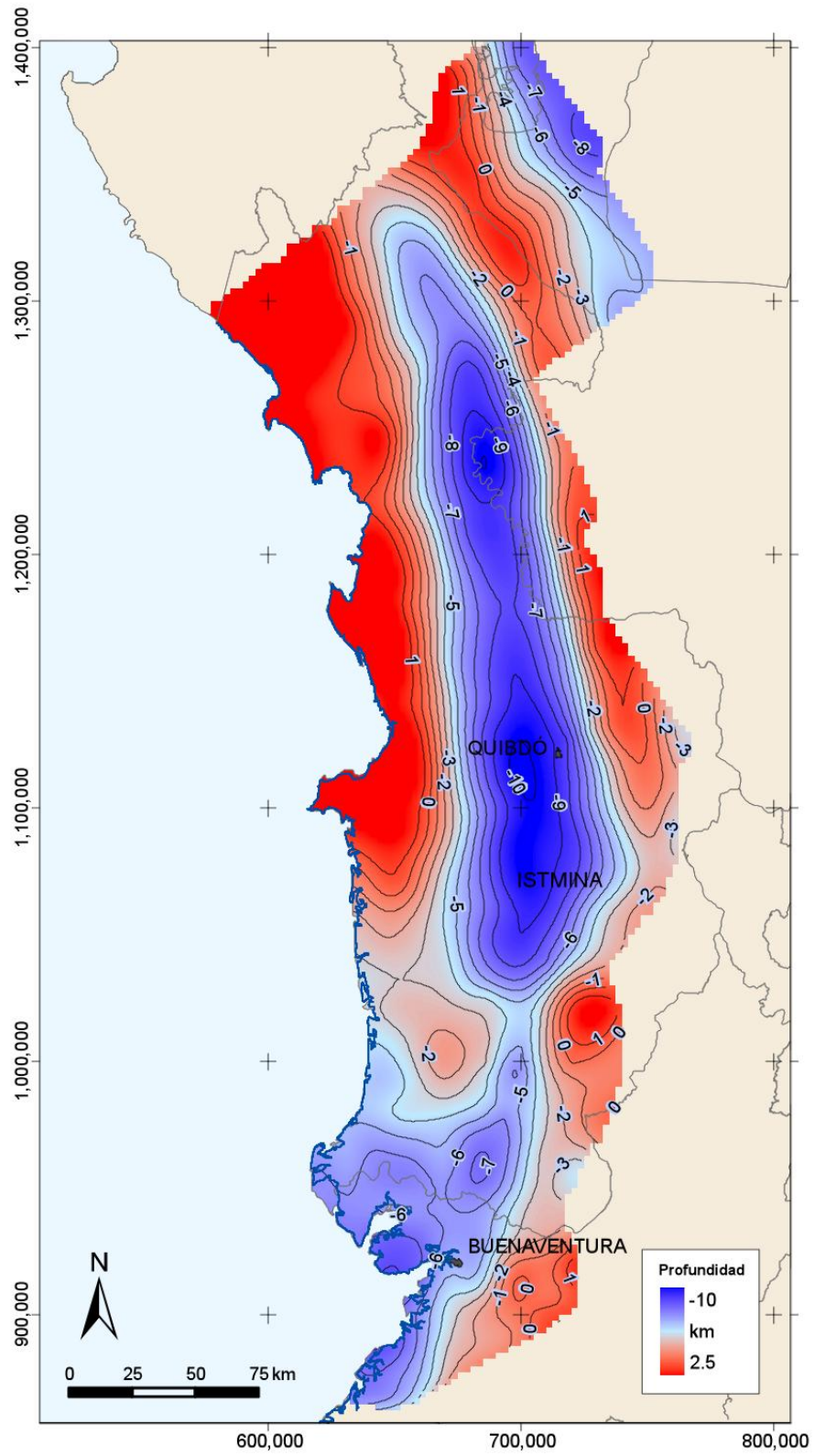
En superficie, la Cuenca San Juan no presenta estructuración importante, ya que más del 90% de su área está cubierta por sedimentos recientes; sin embargo, parecen existir anomalías geomorfológicas susceptibles de interpretación estructural; su identificación y cartografía deben ser objeto de estudios de detalle.



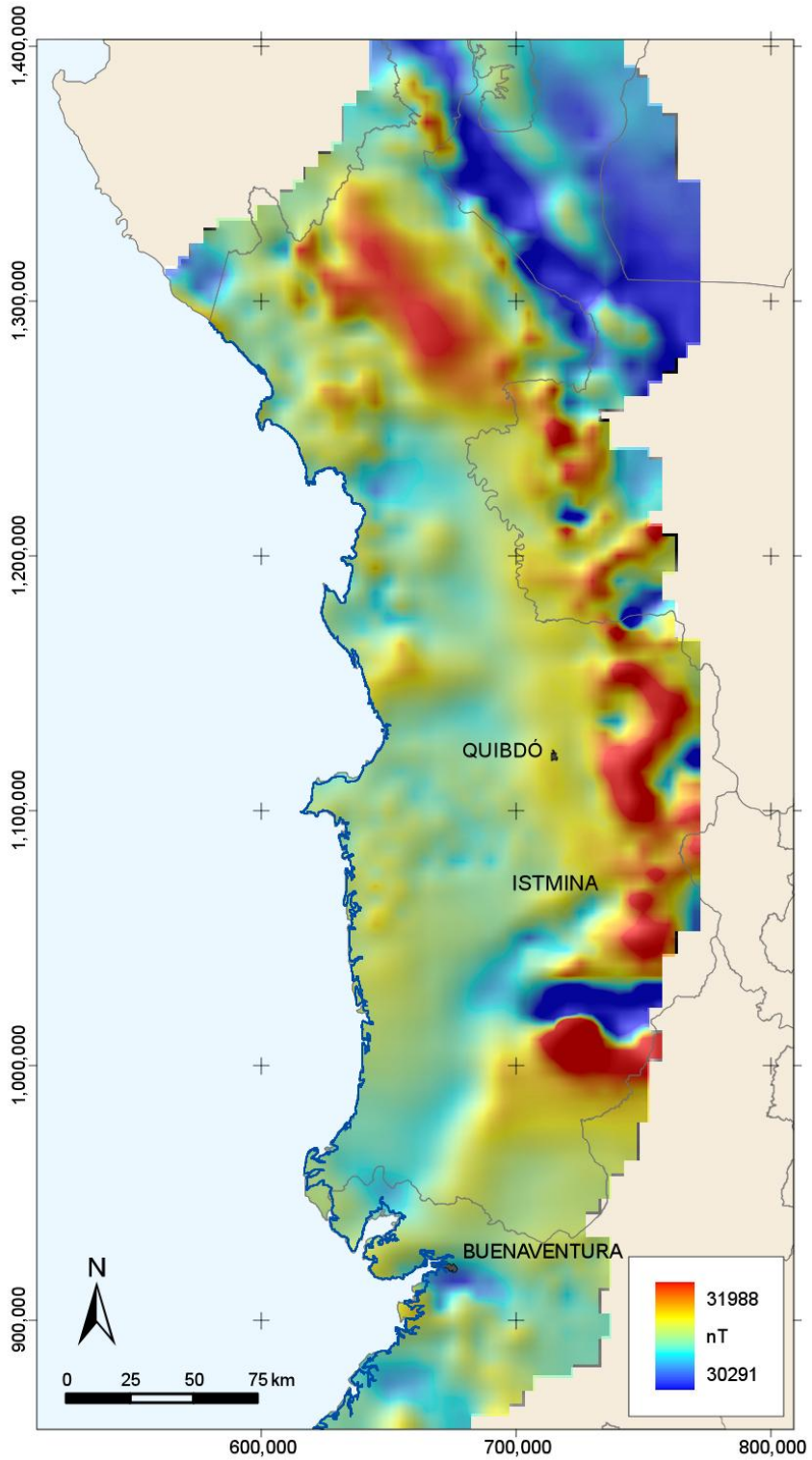
**Figura 7.** Rasgos estructurales de las Cuencas Atrato y San Juan



**Figura 8.** Mapa de Anomalías de Bouguer Total ( $\rho=2,67 \text{ gr/cm}^3$ )



**Figura 9.** Mapa de Basamento gravimétrico.

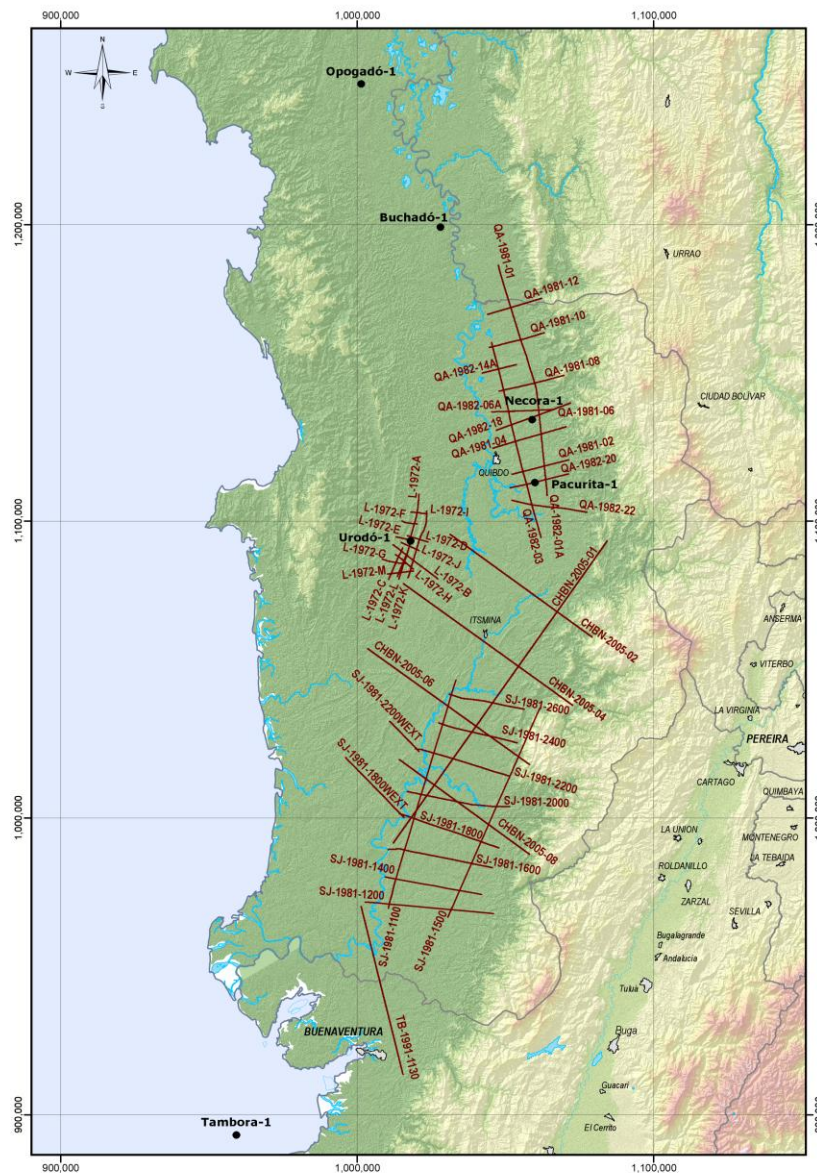


**Figura 10.** Mapa de Intensidad Magnética Total.

## 5. GEOFÍSICA

### 5.1. INTRODUCCIÓN

Los datos sísmicos en las Cuencas Atrato y San Juan son escasos, e incompletos. Los datos sísmicos fueron leídos y cargados en GEOGRAPHIX MT®, software especializado de LANDMARK®. La Figura 11 presenta el Mapa de Localización de pozos y la distribución de las líneas sísmicas existentes.



**Figura 11.** Localización de pozos y líneas sísmicas Cuencas Atrato y San Juan

## 5.2. PROGRAMAS DISPONIBLES

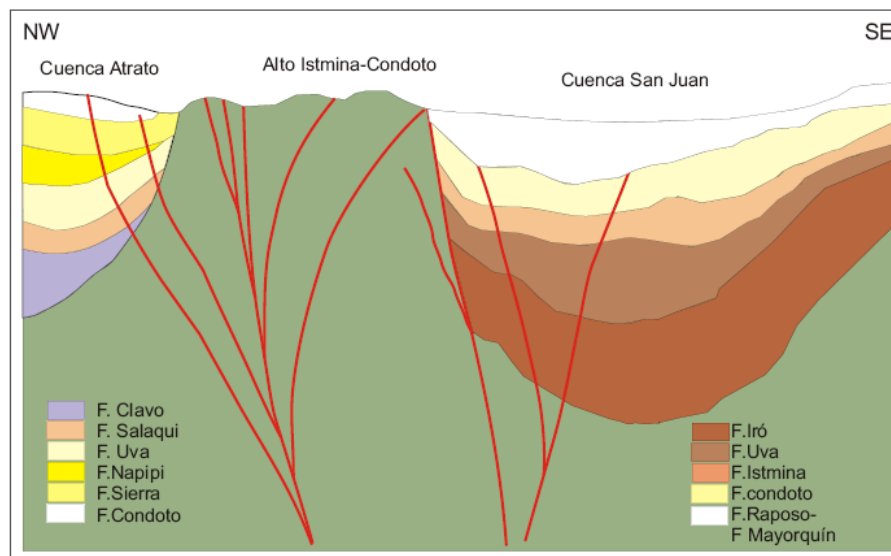
La Tabla 1 Resume los programas de sismica disponibles en la zona de estudio.

| PROGRAMA      | LINEA            | Version Interpretada   |
|---------------|------------------|------------------------|
| ANH-2005      | A01              | MIG_in_in              |
| ANH-2005      | A02              | MIG_in_in              |
| ANH-2005      | A04              | MIG_in_in              |
| ANH-2005      | A06              | MIG_in_in              |
| ANH-2005      | A08              | MIG_in_in              |
| SAN JUAN-81   | SJ-1981-1100     | GEOSOURCE_1981_MIG_IN  |
| SAN JUAN-81   | SJ-1981-1200     | GEOSOURCE_1981_MIG_IN  |
| SAN JUAN-81   | SJ-1981-1400     | GAPS_2000_MIG_IN       |
| SAN JUAN-81   | SJ-1981-1500     | SISMOCOL_1995_MIG_IN   |
| SAN JUAN-81   | SJ-1981-1600     | No se cargó            |
| SAN JUAN-81   | SJ-1981-1800     | GEOSOURCE_1981_MIG_IN  |
| SAN JUAN-81   | SJ-1981-1800West | GAPS_2000_MIG_IN       |
| SAN JUAN-81   | SJ-1981-2000     | GEOSOURCE_1981_MIG_IN  |
| SAN JUAN-81   | SJ-1981-2200     | GEOSOURCE_1981_MIG_IN  |
| SAN JUAN-81   | SJ-1981-2200West | GAPS_2000_MIG_IN       |
| SAN JUAN-81   | SJ-1981-2400     | GEOSOURCE_1981_STACK_I |
| SAN JUAN-81   | SJ-1981-2600     | SISMOCOL_1995_MIG_IN   |
| TUMACO_91     | TUMACO-91-1130   | GAPS_2000_MIG_IN       |
| URODO-72      | L-1972-A         | 1991-CGG-MIG-O-O       |
| URODO-72      | L-1972-B         | 1991-CGG-MIG-O-O       |
| URODO-72      | L-1972-C         | 1991-CGG-MIG-O-O       |
| URODO-72      | L-1972-D         | 1991-CGG-MIG-O-O       |
| URODO-72      | L-1972-E         | 1991-CGG-MIG-O-O       |
| URODO-72      | L-1972-F         | 1991-CGG-MIG-O-O       |
| URODO-72      | L-1972-G         | 1991-CGG-MIG-O-O       |
| URODO-72      | L-1972-H         | 1991-CGG-MIG-O-O       |
| URODO-72      | L-1972-I         | 1991-CGG-MIG-O-O       |
| URODO-72      | L-1972-J         | 1991-CGG-MIG-O-O       |
| URODO-72      | L-1972-K         | 1991-CGG-MIG-O-O       |
| URODO-72      | L-1972-L         | 1991-CGG-MIG-O-O       |
| URODO-72      | L-1972-M         | 1991-CGG-MIG-O-O       |
| TUTUNENDO-81  | QA-1981-01       | MIG_in_in              |
| TUTUNENDO-81  | QA-1981-02       | MIG_in_in              |
| TUTUNENDO-81  | QA-1981-04       | MIG_in_in              |
| TUTUNENDO-81  | QA-1981-06       | MIG_in_in              |
| TUTUNENDO-81  | QA-1981-08       | MIG_in_in              |
| TUTUNENDO-81  | QA-1981-10       | MIG_in_in              |
| TUTUNENDO-81  | QA-1981-12       | MIG_in_in              |
| RIO ATRATO-82 | QA-1982-03       | MIG_in_in              |
| RIO ATRATO-82 | QA-1982-06A      | MIG_in_in              |
| RIO ATRATO-82 | QA-1982-14A      | MIG_in_in              |
| RIO ATRATO-82 | QA-1982-18       | MIG_in_in              |
| RIO ATRATO-82 | QA-1982-20       | MIG_in_in              |
| RIO ATRATO-82 | QA-1982-22       | MIG_in_in              |
| RIO ATRATO-82 | QA-1982-01A      | MIG_in_in              |

**Tabla 1.** Programas sísmicos presentes en la Cuenca Chocó

### 5.3. INTERPRETACIÓN SÍSMICA

En el trabajo de reinterpretación de la geología de superficie (Eafit, 2007) se observan simultáneamente sistemas de fallas inversas y normales con dirección Norte – Este y Sur – Oeste. Estos sistemas son corroborados por interpretación sísmica y corresponden a una zona de transcurrencia (*Wrench Assemblage*), asociada con el adosamiento del Terreno El Paso. El proceso se inicia en el Paleoceno (?) y se continua en la actualidad. Este sistema de fallas se expresa como el alto estructural de Istmina –Condoto (Eafit, 2007, Figura 12), y constituye el límite intermitente entre las dos cuencas Atrato y San Juan.



**Figura 12.** Esquema que muestra la relación estructural entre el Alto Istmina-Condoto y las Cuencas Atrato y San Juan (sin escala).

Las estructuras en forma de flor son evidencia de movimientos principalmente de rumbo, ocasionando eventualmente pliegues y fallas inversas.

### **5.3.1. Interpretación Tectónico Estratigráfica**

En la evaluación integrada de la Cuenca San Juan se han definido sedimentos terciarios, consistentes en secuencias marinas calcáreas y siliciclásticas, dispuestas discordantemente sobre un basamento no determinado.

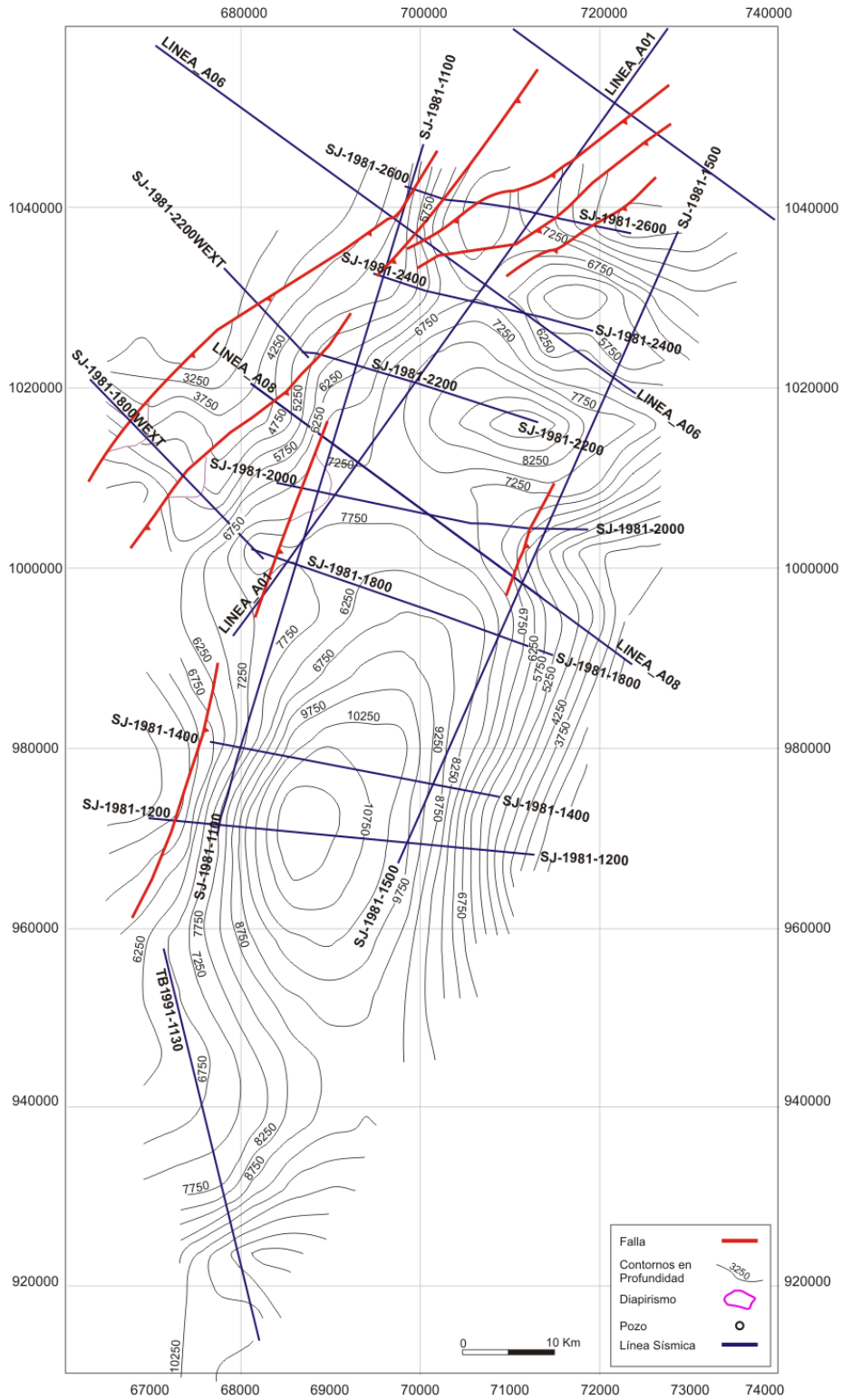
Entre las secuencias sísmicas interpretadas, existen parches de carbonatos que podrían corresponder a eventos tales como cambios en el nivel del mar.

La Figura 13 (Línea sísmica con rumbo casi E-W) muestra la configuración de la paleoCuenca, durante la depositación de la Formación Iró. A los flancos de ésta se resalta en verde el desarrollo de cuerpos calcáreos a manera de patch reef. Estos cuerpos van creciendo en la vertical a medida que el nivel del mar aumenta.

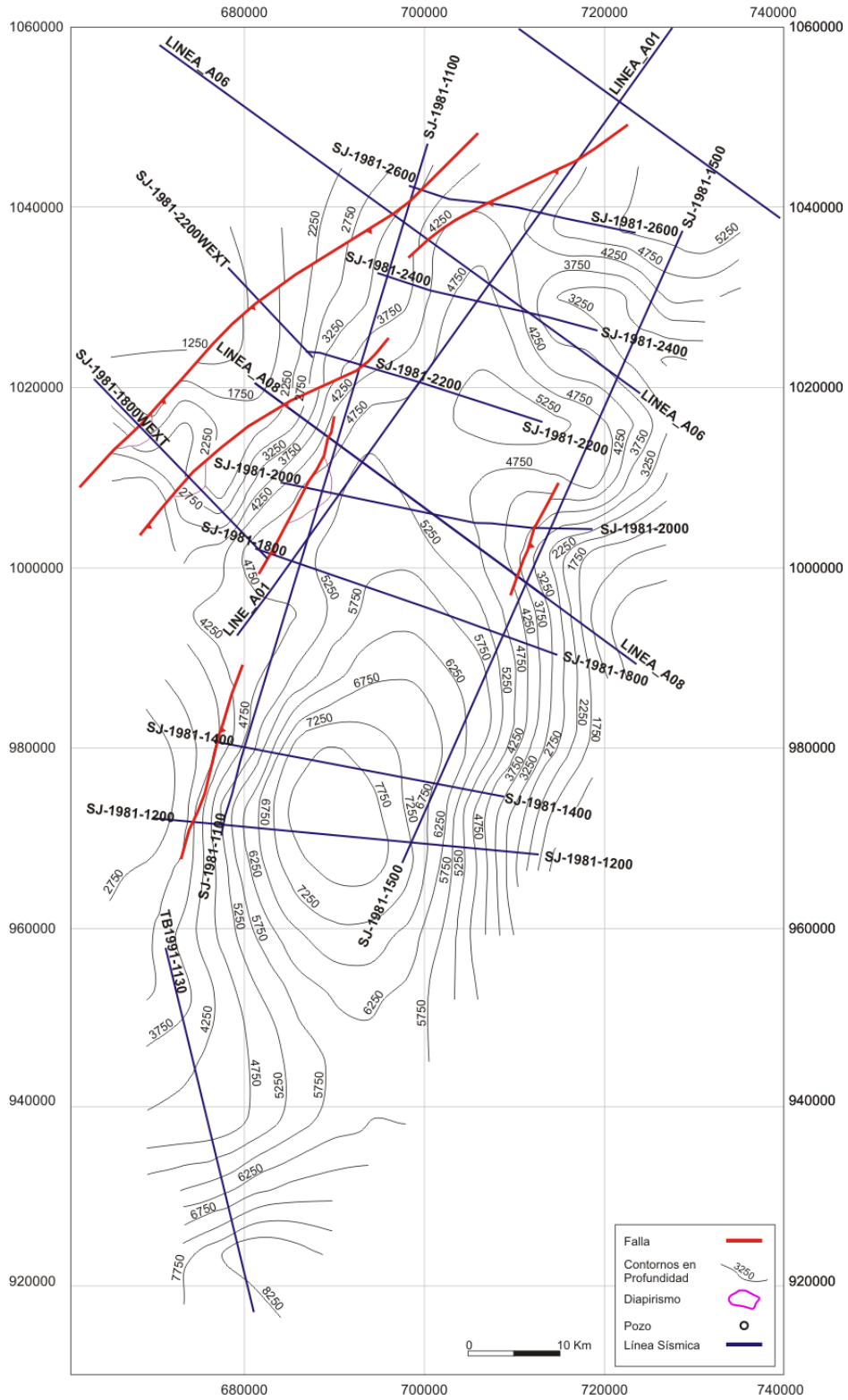
En lo que tiene que ver con la potencia, disposición y geometría de la misma Las características sísmicas encontradas en esta Cuenca marcan importantes diferencias con las encontradas en la Cuenca Atrato. Los límites de las cuencas Atrato-San Juan, están determinados por el denominado paleoalto de Istmina-Condoto (Figura 12).



### 5.3.2. Mapas estructurales de subsuelo



**Figura 14.** Mapa estructural de la Formación Iró



**Figura 15.** Mapa estructural de la Formación Itsmina



## **6. POZOS PERFORADOS EN LA CUENCA**

El único pozo perforado en la Cuenca San Juan es Tambora-1 localizado costafuera y que perforó parcialmente un diapiro de lodo.

## **7. GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO**

La información sísmica analizada en este informe permite definir y visualizar en conjunto sus características tanto estructurales como estratigráficas. En general, como herramienta integrada, involucra información que conlleva a postular posibilidades en cuanto a trampas y acumulación del hidrocarburo.

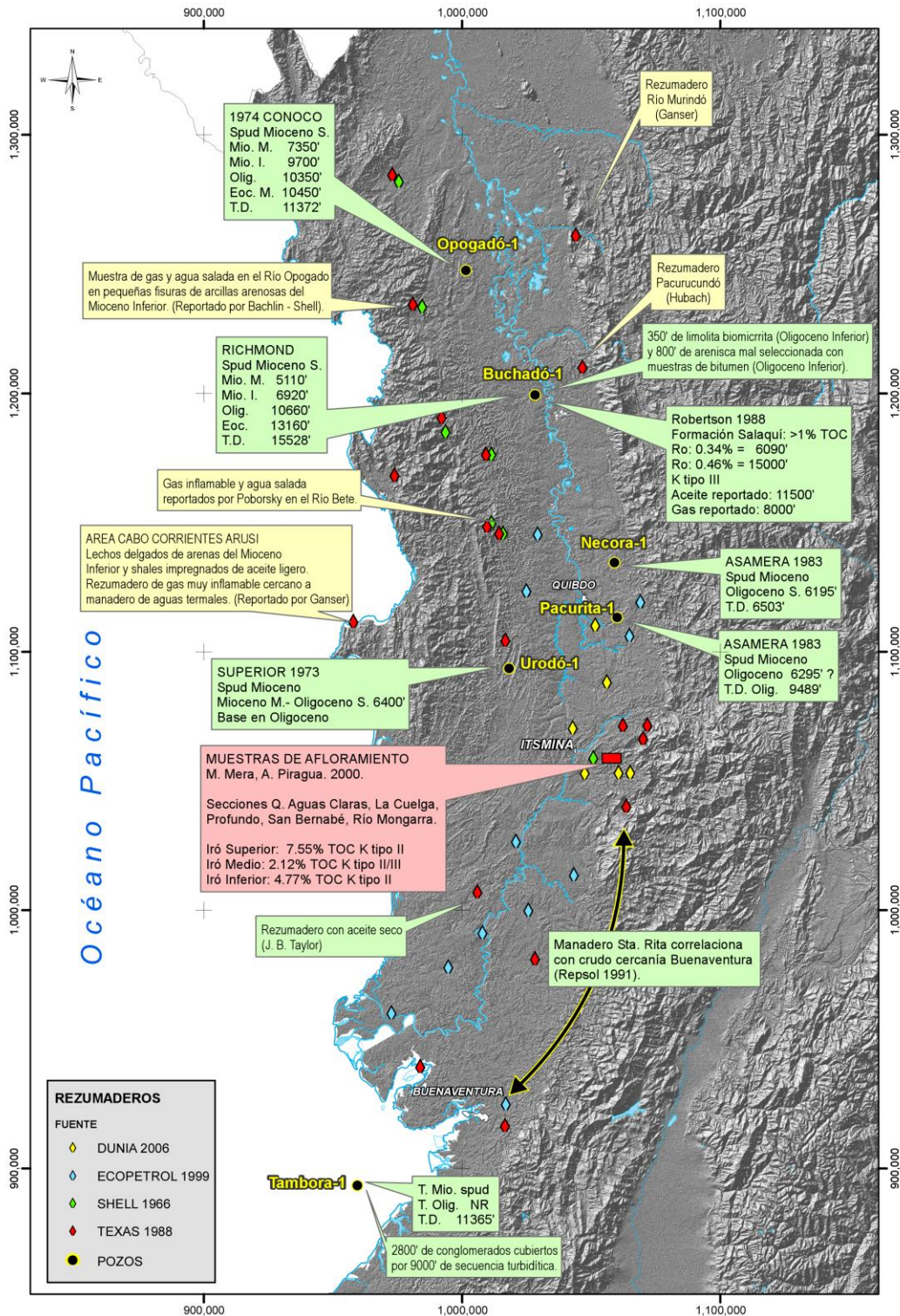
Las estructuras mayores encontradas en las Cuencas Atrato y San Juan justifican la realización de nuevas campañas de exploración.

La caracterización de roca fuente se realizó a partir de cincuenta y siete (57) muestras de roca de afloramiento recolectadas al Sur del municipio de Tado, dentro de las columnas estratigráficas levantadas en las Quebradas Aguas Claras, La Cuelga, Profundo, San Bernabé y Río Mongarra (Mera and Piragua, 2000, Figura 18).

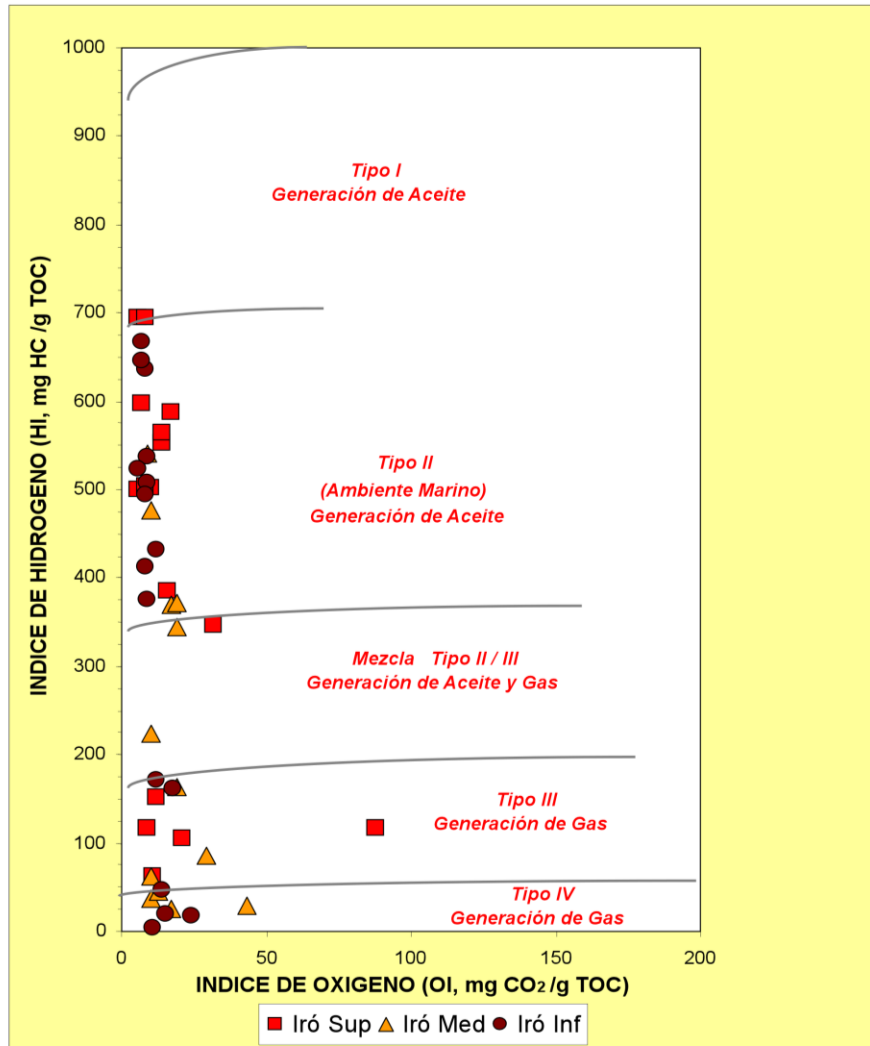
De las 57 muestras recolectadas para definir el potencial generador y el nivel de madurez de la secuencia, 21 pertenecen a la Unidad Iró superior, 16 a Iró Medio y 20 a Iró Inferior. Estas muestras fueron sometidas a análisis de pirólisis y carbono orgánico total (COT).

De acuerdo con el análisis geoquímico de las Cuencas realizado por la Universidad EAFIT (2008), se determinó que el contenido promedio en el Índice de Hidrógeno (IH) para la Unidad Iró superior es de 405 mg HC/gr TOC, indicando un predominio de Kerógeno tipo II; para la Unidad Iró Medio el contenido promedio en el IH es de 201 mg HC/gr TOC, indicando un predominio

de Kerógeno tipo III. El contenido promedio en el Índice de Hidrógeno para la Unidad Iró Inferior es de 332 mg HC/gr TOC, indicando un predominio de Kerógeno tipo II. En general para toda la secuencia se observa predominio de Kerógeno tipo II y III. (Figura 17).



**Figura 17.** Mapa de ubicación de rezumaderos



**Figura 18.** Diagrama de Van Krevelen

## 7.1. EVIDENCIAS DE HIDROCARBUROS

La presencia de rocas fuente de hidrocarburos en la Cuenca San Juan se interpreta con base en la caracterización geoquímica de la Formación Iró, especialmente en el sector del Alto Istmina-Condoto. De acuerdo con los análisis, esta unidad tiene intervalos inmaduros con un potencial de generación excelente. Estos intervalos presentan un alto contenido de materia orgánica y el

predominio de kerógeno de Tipo II, con gran cantidad de contenido de hidrógeno.

#### **7.1.1. ROCA FUENTE**

Roca(s) generadora(s): Formación Iró.

La presencia de rocas fuente en la Cuenca San Juan se postula con base en la caracterización geoquímica de la Formación Iró, en el sector del alto Istmina-Condoto.

#### **7.1.2. ROCA RESERVORIO**

Roca(s) generadora(s): Formación Iró.

#### **7.1.3. TRAMPA**

- Trampas combinadas (estructurales y estratigráficas), asociadas a las grandes progradaciones reportadas al Sur de la Cuenca.
- Trampas estratigráficas, asociadas a los cuerpos calcáreos apilados que, en general, cuando llegan a estar expuestos, cuentan con porosidad secundaria y por tanto con gran posibilidad de acumular hidrocarburo.
- Trampas estructurales por pliegues anticlinales asociados a fallamientos inversos en los márgenes de la Cuenca.

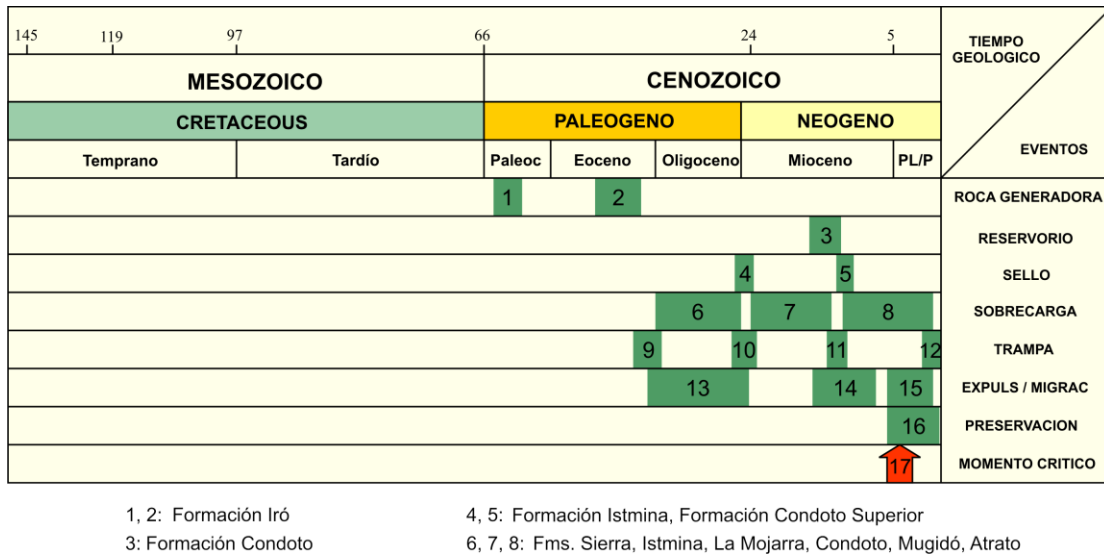
#### **7.1.4. GENERACIÓN Y MIGRACIÓN**

Con base en los resultados obtenidos en el modelamiento de generación de hidrocarburos (1D), se propone que la parte inferior de la Formación Iró en la Cuenca San Juan tuvo importantes procesos de generación y expulsión de hidrocarburos durante el Mioceno tardío al Plioceno (Figura 28). Los volúmenes de hidrocarburos que pueden ser potencialmente expulsados por estas unidades generan expectativas interesantes en términos de la cantidad de recursos por descubrir.

### 7.1.5. PROSPECTIVIDAD

La ocurrencia de eventos tectónicos pre Mioceno tardío y la posibilidad de entrapamientos estratigráficos en la Cuenca San Juan, genera un escenario de bajo riesgo por sincronismo para posibles entrapamientos en unidades pre-Mioceno tardío.

Los recursos por descubrir con base en los modelos geológico y geoquímico obtenidos y de acuerdo con los resultados del balance de masas calculado, en la Cuenca San Juan existen expectativas de recursos por descubrir del orden de los 600 MBPE (P50).



**Figura 19.** Modelamiento geoquímico Cuenca San Juan

### 7.1.6. HIGHLIGHTS DE LA CUENCA

| HIGHLIGHTS            |                      |
|-----------------------|----------------------|
| <b>Cuenca</b>         | San Juan             |
| <b>Tipo de cuenca</b> | Cenozoic Paleo-delta |
| <b>Área</b>           | 10.500 km2           |

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <b>Área disponible</b>             | N.A  |
| <b>Pozos en desarrollo</b>         | Ninguno  |
| <b>Sísmica 2D</b>                  | Programas San Juan 1981, Tutunendo 1981, AHN 2005. |
| <b>Campos descubiertos</b>         | Ninguno  |
| <b>Reservas descubiertas</b>       | Ninguno  |
| <b>Descubrimientos de gas</b>      | Ninguno  |
| <b>Reservas de gas recuperadas</b> | Ninguno  |
| <b>Roca fuente</b>                 | Fm. Iro  |
| <b>Rocas reservorio</b>            | Fm. Condoto  |
| <b>Sello</b>                       | Fms. Istmina y Condoto superior                    |
| <b>Tipo de hidrocarburo</b>        | Kerógeno II y III                                  |

**Tabla 2.** Highlights de la Cuenca San Juan

## 8. CONCLUSIONES

La caracterización geoquímica indica que algunos intervalos de la Formación Iró presentan alto contenido orgánico y un potencial generador excelente; comparativamente más altas que las que poseen las formaciones fuentes de hidrocarburos en el Valle Medio del Magdalena (VMM) y el Valle Superior del Magdalena (VSM).

Los extractos y el crudo menos biodegradado del rezumadero presentan una buena correlación en sus parámetros geoquímicos, lo que sugiere que facies más maduras de la Formación Iró pueden encontrarse genéticamente relacionadas con las manifestaciones de hidrocarburos.

## **9. RECOMENDACIONES PARA FUTUROS PROYECTOS EXPLORATORIOS**

- Producir mapas geológicos a escala 1:250.000 que cubran todo el área de la Cuenca, de acuerdo con los criterios de exploración definidos por la geología estructural. Utilizar las imágenes de satélite y fotografías aéreas más apropiadas, en particular en las áreas de mayor complejidad (ej.: pie de la Cordillera Occidental, Alto Istmina-Condoto).
- Reprocesar las líneas sísmicas existentes y diseñar nuevos programas de adquisición sísmica (onshore y offshore) utilizando la experiencia técnica obtenida en el presente estudio.
- Completar el análisis de la Cuenca (modelada) y seleccionar plays para ser probados.

## 10. REFERENCIAS

BGR – Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales de Alemania & Ingeominas, 1990. Mineralizaciones Primarias de Minerales del Grupo de Platino y Oro en la Cuenca de los Ríos Condoto e Iró, Chocó, Colombia. 1-210. Medellín.

Bouman, Q.C., 1965. Geological reconnaissance in the Central Chocó. Bogotá. 26 p.

Carson Helicopters, 2006, Programa Adquisición, procesamiento e interpretación de datos aeromagnetogravimétricos en el litoral pacífico de Colombia, Informe Técnico de la ANH.

Cediel, F., D. Barrero, and C. Cáceres, 1998. Seismic Atlas of Colombia: Seismic Expression of Structural Styles in the Basins of Colombia: Robertson Research International, UK, ed., Geotec Ltd., Bogotá, vol. 1 to vol. 6.

Cediel, F., and C. Cáceres, 2000, Geological Map of Colombia. Third Edition: Geotec Ltd., Bogotá. ArcGis, Canvas, with Legend and Tectonostratigraphic Chart.

Dunia Consultores, 2006. Informe de integración e interpretación de la información geológica de campo. Contrato 078 2005 Dunia-Agencia Nacional de Hidrocarburos-ANH. Bogotá. 101 p.

Dunia Consultores, 2006. Informe de integración e interpretación de la información geológica de campo. Contrato 078 2005 Dunia-Agencia Nacional de Hidrocarburos-ANH. Anexos 9, 10 y 11. Bogotá. 101 p.

Duque-Caro, H., 1990. The Chocó Block in the northwestern corner of South America: Structural tectonostratigraphy and paleogeographical implications. Journal of South American Earth Sciences. 3 (19): 71-84.

Duque-Caro, H., 1989. El Arco de Dabeiba: Nuevas aportaciones al conocimiento del norOccidente de la Cordillera Occidental. Memorias del V Congreso Colombiano de Geología, tomo 1:108-126, Bucaramanga.

Earth Satellite Corporation, 1999. Geology of the Pacific coast of Colombia.

Escobar, J., 2002. Exploration Opportunities San Juan Basin (onshore portion). Trabajo realizado para ECOPETROL y Petrobras. Bogotá. 56 p.

Escobar, J., 2002. Central Pacific project (offshore-onshore portion). Trabajo realizado para ECOPETROL y Petrobras. Bogotá. 21 p.

Fischborn, J., Carrillo, V. Empresa Colombiana de Petróleos ECOPETROL, Asamera Inc., 1983. Informe geológico Cuenca Atrato-Chocó. 16 p. más anexos.

Gansser, A., Poborski, S., Bächlin, R., Swolfs, H., Haanstra, U., 1945. Informes geológicos del área Chocó Pacífico. 75 p.

Hafer, J., 1967. On the geology of the Urabá and Northern Chocó regions, NW Colombia. Colombian Petroleum Company, COLPET. Gr-351. 106 p. Bogotá.

IGAC-INGEOMINAS 2006. Investigación Integral del Andén Pacífico Colombiano. Cartografía Geológica en escala 1:100.000.

Ingeominas, 2005. Mapa Geológico del Andén Pacífico Colombiano, escala. 1:100.000.

Mera, R., Piragua, A., 2000. Correlación de las rocas del intervalo Paleoceno-Oligoceno, SubCuenca de San Juan, Chocó. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 93 p.

Mera, R., Piragua, A. Petrobras, 2001. Sección estratigráfica de la quebrada Suruco, Análisis estructural de fracturas. Área del Río San Juan, Chocó. Bogotá. 83 p.

Ojeda, H., Calife, P., Petrobras, 1987. Avaliação do potencial petrolífero, Bacia de San Juan-Tumaco. Río de Janeiro. 59p.

Petrobras, Ecopetrol, 2002. Regional evaluation and petroleum potential of the offshore portion of central Pacific block. Brazil. 30p.

Rojas, O., 1967. Geological traverses in the Chocó regions. Northwestern, Colombia. EPIS; ISN 434, Informe No. 810. p. 43 más apéndice.

Rojas, O., Colombian Petroleum Company, 1967. Geological traverses in the Chocó region (northwestern Colombia). Bogotá. 137 p.

Schmidt-Thome, M., Feldhaus, L., Salazar, G. & Muñoz, R., 1992. Explicación del Mapa Geológico, escala 1:250.000, del Flanco Oeste de la Cordillera Occidental entre los Ríos Andágueda y Murindó, Deptos. de Antioquia y Chocó, República de Colombia. Geol. Jb. B 78, 3-23, 1 Mapa. Hannover.

Suárez, M., Empresa Colombiana de Petróleos ECOPETROL, 1990. Columna estratigráfica generalizada de la Cuenca del San Juan. Escala 1:25.000.

Suárez, M., Empresa Colombiana de Petróleos ECOPETROL, 1990. Mapa geológico compilado de la Cuenca del San Juan, Escala 1:500.000. Bogotá.

Texas Petroleum Company, 1989. Informe geológico área de asociación Istmina. Bogotá. 29 p.

Utah Minerals, 1980. Geological Map of the Atrato-San Juan Basins and Surrounding Areas. Scale 1:500.000 (inédito)