

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN ESTRUCTURAL DE LA FALLA CAROLINA EN  
EL SECTOR “A”, MINA CALENTURITAS, LA LOMA-CESAR.**

**INFORME DE PRÁCTICA REALIZADA EN LA EMPRESA PRODECO**

**ANDRÉS JOSÉ CÓRDOBA CORZO**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS BÁSICAS**

**INGENIERÍA GEOLÓGICA**

**2016**

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN ESTRUCTURAL DE LA FALLA CAROLINA EN  
EL SECTOR “A”, MINA CALENTURITAS, LA LOMA-CESAR.**

**INFORME DE PRÁCTICA REALIZADA EN LA EMPRESA C.I. PRODECO S.A.**

**ANDRÉS JOSÉ CÓRDOBA CORZO**

**COORDINADOR FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA**

**Geólogo ELÍAS ERNESTO ROJAS**

**COORDINADOR C.I. PRODECO S.A.**

**Geólogo HUGO NELSON RÍOS**

**Geólogo modelador de las minas Calenturitas y La Jagua.**

**INFORME DE PRÁCTICA EMPRESARIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO GEOLÓGO**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS BÁSICAS  
INGENIERÍA GEOLÓGICA**

**2016**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Gracias a Dios por darme la vida, bendecirme, llenarme de sus dones, iluminarme siempre para escoger el camino correcto, darme fuerzas para tomar decisiones y voluntad para hacer que perdure.*

*A la vida por mis padres, especialmente por mi mamá, con quien estoy eternamente agradecido por cuidarme de la forma que siempre lo has hecho, me has dado lo mejor de ti y grandes enseñanzas de vida para convertirme en el hombre que soy hoy en día, gracias mami por tanto amor, todo te lo debo a ti.*

*A la Fundación universitaria del área andina por mi formación académica, donde aprendí valiosas herramientas para hacerle frente en la vida y poder triunfar en un futuro en el aspecto profesional, empecé esta carrera con un gran sueño y puedo decir con orgullo que empieza hacerse realidad.*

*Al ingeniero Fabio Carrillo Bolaño y al geólogo Elías Ernesto Rojas por su tiempo, ayuda incondicional, por brindarme sus conocimientos y experiencia, siendo mis guías y ejemplo en mi primera experiencia laboral.*

*Al ingeniero Detmer Pitre Córdoba, a los profesores Luis Carlos Tapia, Ricardo Amorocho, Jairo Conde y Jhon Jairo Gallego por brindarme su conocimiento y experiencia de manera desinteresada.*

*A la mina Calenturitas por darme la oportunidad de aprender y desempeñarme en el campo laboral con esfuerzo, empuje y determinación, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso a Dubier Cardona, Dunoth Suarez, Carolina Pérez, Jesús Imbreth, Andrés Torres, Gustavo Brito, especialmente a Hugo Ríos por su paciencia y colaboración, gracias a Rodrigo Villareal y todo el grupo de geólogos de control de calidad por su amistad y confianza, todos ustedes fueron los responsables en realizar un pequeño aporte, que el día de hoy se ve reflejado en la culminación de mi paso por la universidad.*

*A Yesica Paola Moscote Daza por su amor, amistad, paciencia y su apoyo incondicional en los momentos que más lo he necesitado.*

*A todo mis amigos y compañeros por gratos momentos vividos.*

## DEDICATORIA

*Cuando no tenía a quien acudir, sabía que podía contar contigo.  
Cuando todos los caminos se cerraban, tu puerta era la única siempre abierta.  
Y cuando todo se ponía difícil ahí estabas tú a mi lado diciéndome que todo  
saldría bien.  
Dedico esto a ti Mami por todo lo que hiciste y por todo lo que serías capaz de  
hacer si te lo hubiera pedido.  
Sin ti no sería quien soy.  
Todo te lo debo a ti.*

*Gracias por brindarme toda tu confianza y creer siempre en mí.  
Te amo con todo mi corazón, eres la razón y la mujer de mi vida.*

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>15</b>
<b>1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA .....</b>	<b>16</b>
1.1. Reseña histórica .....	16
1.2. Aspectos estratégicos .....	18
1.2.1. Misión: .....	18
1.2.2. Visión: .....	18
1.3. Valores: .....	18
1.3.1. Seguridad .....	18
1.3.2. Espíritu empresarial .....	19
1.3.3. Simplicidad .....	19
1.3.4. Responsabilidad .....	19
1.4. Portafolio de productos y servicios .....	19
1.5. Estructura organizacional .....	20
1.6. Localización .....	20
1.7. Vías de acceso .....	22
<b>2. INFORME DE PRÁCTICA .....</b>	<b>24</b>
2.1. Descripción de la dependencia en la cual se realizó la práctica. ....	24

<b>2.2. Informe de gestión .....</b>	<b>25</b>
<b>3. PROPUETAS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1. Título .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2. Planteamiento del problema .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3. Justificación de la propuesta.....</b>	<b>28</b>
<b>3.4. Objetivos.....</b>	<b>29</b>
<b>3.4.1. Objetivo general.....</b>	<b>29</b>
<b>3.4.2. Objetivo específico .....</b>	<b>29</b>
<b>3.5. Resultados esperados.....</b>	<b>29</b>
<b>3.6. Marco de referencia .....</b>	<b>30</b>
<b>3.6.1. Marco de antecedentes .....</b>	<b>30</b>
<b>3.6.2. Marco teórico .....</b>	<b>31</b>
<b>3.6.2.1. Conceptos básicos.....</b>	<b>32</b>
<b>3.6.2.2. Clasificación de las fallas .....</b>	<b>32</b>
<b>3.6.2.3. Clasificación según su deslizamiento .....</b>	<b>33</b>
<b>3.6.2.4. Clasificación según su separación.....</b>	<b>34</b>
<b>3.6.2.5. Características físicas de las fallas .....</b>	<b>35</b>
<b>3.6.2.6. Determinación del movimiento de las fallas .....</b>	<b>36</b>
<b>3.6.2.7. Significado deformacional de las fallas.....</b>	<b>37</b>

<b>3.7. MARCO GEOLOGICO .....</b>	<b>37</b>
<b>3.7.1. Evolución geológica .....</b>	<b>37</b>
<b>3.7.2. Geología regional .....</b>	<b>41</b>
<b>3.7.3. Estratigrafía regional .....</b>	<b>43</b>
<b>3.7.3.1. Rocas Metamórficas.....</b>	<b>43</b>
<b>3.7.3.2. Rocas ígneas. ....</b>	<b>43</b>
<b>3.7.3.3. Rocas Sedimentarias. ....</b>	<b>43</b>
<b>3.7.3.4. Depósitos cuaternarios.....</b>	<b>46</b>
<b>3.7.4. Geología estructural regional .....</b>	<b>48</b>
<b>3.7.4.1. Pliegues.....</b>	<b>49</b>
<b>3.7.4.2. Fallas .....</b>	<b>50</b>
<b>3.7.5. Geología local .....</b>	<b>51</b>
<b>3.7.5.1. Estratigrafía local .....</b>	<b>53</b>
<b>3.7.5.2. Geología estructural local.....</b>	<b>53</b>
<b>3.8. Metodología.....</b>	<b>57</b>
<b>3.8.1. Alternativas de solución .....</b>	<b>57</b>
<b>3.8.1.1. Toma e interpretación de información estructural en campo .....</b>	<b>57</b>
<b>3.8.1.2. Interpretación de barrenos de voladura bajo manto .....</b>	<b>58</b>
<b>3.8.1.3. Interpretación de pozos exploratorio y pozos bancos.....</b>	<b>62</b>

<b>3.8.1.4. Generación y correlación de secciones transversales</b> .....	68
<b>3.8.1.5. Análisis de los esfuerzos regionales.</b> .....	70
<b>3.8.2. Descripción de resultados.</b> .....	71
<b>3.8.2.1. Toma e interpretación de datos estructurales.</b> .....	71
<b>3.8.2.2. Interpretación de barrenos de voladura bajo manto</b> .....	76
<b>3.8.2.3. Interpretación de pozos exploratorio.</b> .....	78
<b>3.8.2.4. Correlación de secciones transversales</b> .....	90
<b>3.8.3. Análisis e interpretación estructural de la Falla Carolina</b> .....	99
<b>3.8.3.1. Descripción de la Falla Carolina</b> .....	100
<b>3.9. Cronograma</b> .....	106
<b>4. LOGROS ALCANZADOS</b> .....	107
<b>4.1. Impactos percibidos por el estudiante</b> .....	107
<b>4.2. Limitaciones</b> .....	108
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	109
<b>6. RECOMENDACIONES</b> .....	110
<b>7. FUENTES DE INFORMACIÓN</b> .....	111
<b>Anexos</b> .....	115



## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica de la mina Calenturitas y otras operaciones del grupo Prodeco. ....	21
<b>Figura 2.</b> Vista aérea de la mina Calenturitas y proyectos colindantes. ....	22
<b>Figura 3.</b> Composición funcional y de gestión del área de geología y geotecnia en la mina Calenturitas. ....	24
<b>Figura 4.</b> Ubicación de los sectores A, B, C y D dentro de la concesión de la mina Calenturitas.....	28
<b>Figura 5.</b> Las figuras A y B corresponde a movimientos traslacionales, y las figuras C y D corresponden a movimientos rotacionales. ....	33
<b>Figura 6.</b> Tipos de falla: A) falla normal. B) falla inversa. C) falla de rumbo <b>sinistral</b> . D y E) falla vertical. F) falla con rechazo oblicuo, G) falla con rechazo oblicuo. ....	35
<b>Figura 7.</b> Historia evolutiva de la cuenca Cesar-Ranchería desde el Proterozoico hasta el Holoceno. ....	40
<b>Figura 8.</b> Mapa geológico generalizado de la cuenca Cesar-Ranchería.....	41
<b>Figura 9.</b> Columna estratigráfica de la zona carbonífera del departamento del Cesar. ....	47
<b>Figura 10.</b> Tectónica y esfuerzos regionales de la cuenca Cesar-Ranchería. ....	49
<b>Figura 11.</b> Mapa geológico del sector "A" de la mina Calenturitas. ....	52
<b>Figura 12.</b> Columna estratigráfica generalizada de la mina Calenturitas. ....	54
<b>Figura 13.</b> Mapa estructural del sector "A" de la mina Calenturitas. ....	55

<b>Figura 14.</b> Plano de Falla Carolina afectando el interburden de los mantos 420 y 410.....	56
<b>Figura 15.</b> Vista panorámica de la mina Calenturitas.....	56
<b>Figura 16.</b> Ubicación de los barrenos de las voladuras bajo manto.....	60
<b>Figura 17.</b> Registro Gamma Ray en el software Log Display de Century geophysical corporation.....	61
<b>Figura 18.</b> Respuesta de registros geofísicos en los diferentes tipos de rocas....	62
<b>Figura 19.</b> Ubicación de los pozos exploratorios y pozos bancos en el sector "A" de la mina Calenturitas.....	65
<b>Figura 20.</b> Registro dipmeter y ejemplo de interpretación de los tadpoles.....	66
<b>Figura 21.</b> Interpretación de los tadpoles en registro dipmeter.....	67
<b>Figura 22.</b> Registro density.....	68
<b>Figura 23.</b> Ubicación de las secciones transversales en el sector "A" de la mina Calenturitas.....	69
<b>Figura 24.</b> Dirección de los esfuerzos regionales que dieron origen a la Falla Carolina según lo interpretado de Hernández (2003).....	71
<b>Figura 25.</b> Desplazamiento generado en los manto 420 y 410 por el plano de Falla Carolina y el plano de falla asociada al plano principal.....	72
<b>Figura 26.</b> Falla E1 asociada a la Falla Carolina, desplazando el manto 310.....	74
<b>Figura 27.</b> Falla E1 asociada a la Falla Carolina, desplazando el manto 160.....	74
<b>Figura 28.</b> Desplazamiento del manto 310 y 300, afectado por la falla E2 asociada a la Falla Carolina.....	75

<b>Figura 29.</b> Perdida en la continuidad de la secuencia carbonífera en barreno de VBM.....	76
<b>Figura 30.</b> Tendencia de los mantos de carbón en barreno de VBM. ....	77
<b>Figura 31.</b> Estructuras asociadas a la Falla Carolina en barreno de VBM. ....	78
<b>Figura 32.</b> Ubicación del pozo PR2207.....	80
<b>Figura 33.</b> Interpretación del registro density del pozo PR2207, en el que se evidencia la repetición del manto 330 y un aumento del espesor del manto 320. .	81
<b>Figura 34.</b> Ubicación del pozo PR2029.....	82
<b>Figura 35.</b> Interpretación del registro density del pozo PR2029. se evidencia zona de falla que genera la pérdida del manto 370 en la secuencia estratigráfica.....	83
<b>Figura 36.</b> Ubicación del pozo PR2115.....	84
<b>Figura 37.</b> Interpretación del registro density del pozo PR2115. se evidencia zona de falla que genera pérdida del manto 370 en la secuencia estratigráfica. ....	85
<b>Figura 38.</b> Ubicación del pozo PR2044.....	86
<b>Figura 39.</b> Interpretación del registro dipmeter del pozo PR2044. ....	87
<b>Figura 40.</b> Ubicación del pozo PC1112.....	88
<b>Figura 41.</b> Interpretación del registro dipmeter del pozo PC1112, no se evidencia presencia de falla.....	89
<b>Figura 42.</b> Ubicación de la sección transversal N7_S1.....	90
<b>Figura 43.</b> Sección transversal N7_S1.....	91
<b>Figura 44.</b> Ubicación de la sección transversal N8_S1.....	92
<b>Figura 45.</b> Sección transversal N8_S1.....	93
<b>Figura 46.</b> Ubicación de la sección transversal N8_S6.....	94

<b>Figura 47.</b> Sección transversal N8_S6.....	95
<b>Figura 48.</b> Ubicación de la sección transversal N9_S1.....	96
<b>Figura 49.</b> Sección transversal N9_S1.....	97
<b>Figura 50.</b> Ubicación de la sección transversal N10_S2.....	98
<b>Figura 51.</b> Sección transversal N10_S2.....	99
<b>Figura 52.</b> Flanco occidental asciende respecto al flanco oriental. ....	100
<b>Figura 53.</b> Tipos de pliegues según Grasemann et. al. Y pliegue formado por la Falla Carolina.....	101
<b>Figura 54.</b> Diagrama de rosas.....	105
<b>Figura 55.</b> Cronograma de actividades. ....	106

## LISTA DE TABLAS.

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Distancia al proyecto .....	23
<b>Tabla 2.</b> Informe de funciones .....	26
<b>Tabla 3.</b> Voladuras bajo manto.....	59
<b>Tabla 4.</b> Pozos core y open finalizados, programa de exploración base de datos mina Calenturitas. ....	63
<b>Tabla 5.</b> Base de datos generada con la información obtenida de los rasgos estructurales de la Falla Carolina.....	73
<b>Tabla 6.</b> Base de datos generada con la información obtenida de los rasgos estructurales de las fallas asociadas a la Falla Carolina.....	75
<b>Tabla 8.</b> Información obtenida de datos de fallas obtenidos en el registro dipmeter y density.....	79
<b>Tabla 8.</b> Planos de diaclasas medidos en campo.....	102
<b>Tabla 9.</b> Porcentaje de cumplimiento de los logros alcanzados en la práctica empresarial. ....	107

## **LISTA DE ANEXOS.**

**ANEXO 1.** Estructura organizacional de la mina Calenturitas.

**ANEXO 2.** Mapa de trazas generalizado.

**ANEXO 3.** Base datos de los barrenos de voladuras bajo manto.

**ANEXO 4.** Base datos de registro density de los pozos exploratorios y pozos bancos.

**ANEXO 5.** Base datos de registro dipmeter de los pozos exploratorios.

## INTRODUCCION

La Mina Calenturitas, se encuentra dentro de la zona carbonífera del departamento del Cesar, sus carbones hacen parte del nivel medio de la formación los Cuervos de edad Paleoceno.

Estructuralmente el depósito se encuentra localizado en el sinclinal de La Loma el cual presenta una forma elipsoidal de carácter asimétrico, con una extensión de  $180 \text{ Km}^2$  y con una dirección NE-SW, que se profundiza hacia el SW. Esta estructura se encuentra afectada por fallas geológicas de carácter local, dentro de las cuales se resalta la falla denominada Falla Carolina, la cual es el objeto de estudio del presente proyecto. En la zona de estudio se observan algunas fallas secundarias denominadas fallas satélites que generan pequeño desplazamiento en algunos mantos de carbón; ocasionado así problemas en el momento del minado.

La Falla Carolina tiene un efecto sobre toda la secuencia carbonífera, lo que se puede ver durante la operación actual, pero su proyección hacia las futuras áreas de minería no es clara, por lo cual es de gran importancia mejorar el conocimiento de la falla y su efecto sobre la secuencia en esta área para actualizar el modelo geológico que es la base de la planeación minera a corto y largo plazo.

Con este proyecto se busca obtener el comportamiento y las características estructurales de la Falla Carolina, haciendo énfasis en establecer los esfuerzos que intervinieron en la formación de la falla, el salto vertical y el desplazamiento horizontal que esta posee y el comportamiento cinemático de la misma en el avance minero, de este modo se garantizará una actualización del modelo geológico más ajustado a la realidad, con el fin de que se tomen medidas económicamente rentables para mitigar los efectos que ocasiona la Falla Carolina dentro de la secuencia carbonífera del sector "A" en la mina Calenturitas.

## 1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

### 1.1. Reseña histórica

El Grupo Prodeco está conformado por: C.I. Prodeco S.A., propietaria de la mina Calenturitas y de la operación ferroviaria de transporte de carbón; Carbones de La Jagua S.A., Consorcio Minero Unido S.A. y Carbones El Tesoro S.A., propietarias de la mina La Jagua; y Sociedad Portuaria Puerto Nuevo S.A., propietaria del puerto de exportación de carbón Puerto Nuevo.

El grupo comprende las operaciones de Glencore en Colombia para la exportación de carbón térmico y metalúrgico y su infraestructura asociada. Exploran, explotan, transportan y embarcan carbón térmico y metalúrgico de alto rango con destino a los mercados en Europa, América y Asia.

C.I. Prodeco S.A. desarrolla la explotación de la mina Calenturitas, la cual se ubica entre los municipios El Paso, La Jagua de Ibirico y Becerril; en el departamento de Cesar, al norte de Colombia

Calenturitas es una mina a cielo abierto que explota carbón térmico bajo en azufre y de alto poder calorífico. Gracias a su infraestructura de manejo de carbón, la mina Calenturitas es capaz de triturar entre 15 y 17 millones de toneladas de carbón al año y de cargar hasta 23 millones de toneladas en los trenes cada año.

- **Reseña histórica de la empresa:**

- ✓ En 1995 la multinacional Glencore adquiere la empresa Prodeco, incluyendo puerto Zúñiga, la mina Calenturitas y la mina Cerrejón central, en este momento comienza una tecnificación en la operación de la producción de minas y del manejo de carbón en el puerto.



- ✓ En 1998 el Cerrejón central deja de exportar carbón a través del Puerto en Santa Marta.
- ✓ En el 2000 se finalizan acuerdo con Minercol y se inicia nuevamente la etapa de inversión y exploración en la Mina Calenturitas.
- ✓ En el 2002 se suspende las actividades de producción en la mina, por la baja rentabilidad del negocio.
- ✓ En el 2004 se reinicia la operación de inversión y exploración en la Mina Calenturitas, con apoyo de un contratista minero, logrando una extracción de 612 mil toneladas de carbón y una exportación de 2.45 millones de toneladas.
- ✓ En el 2005 se inicia la expansión en el puerto, lo que permite una continuidad en las labores, cerrando el año con una exportación de 4.16 millones de toneladas.
- ✓ En el 2006 Genclore adquiere el 36% de la red ferroviaria del norte de Colombia concesionada a Fenoco S.A., y en el mismo año adquiere la mina Consorcio Minero Unido.
- ✓ En el 2007 Glencore adquiere la mina de Carbones el Tesoro, completando así la adquisición del 100% de la mina La Jagua.
- ✓ En el 2008 Prodeco inicia el transporte de carbón por ten.
- ✓ En el 2009 se inicia la construcción en Ciénaga del puerto de exportación de carbón Puerto Nuevo.
- ✓ En el 2010 Prodeco produce 10 millones de toneladas de carbón al año.
- ✓ En el 2011 Prodeco produce 14 millones de toneladas de carbón al año.
- ✓ En el 2013 Prodeco produce 18 millones de toneladas de Carbón y Puerto Nuevo inicia operación en Ciénaga con el sistema de cargue directo.
- ✓ En el 2014 la mina Calenturitas produce 12 millones de toneladas de carbón al año.

- ✓ En el 2015 la mina Calenturitas produce 11 millones de toneladas de carbón al año.

## **1.2. Aspectos estratégicos**

### **1.2.1. Misión:**

C.I. PRODECO S.A. tiene como misión “Contribuir con la viabilidad de la operación, previniendo, mitigando y compensando los impactos y riesgos sociales y ambientales de manera articulada con las diferentes áreas de la Compañía, para promover el desarrollo sostenible de las comunidades ubicadas en el área de influencia de nuestras operaciones, con el fin de mantener y fortalecer la licencia social para operar y crecer”.

### **1.2.2. Visión:**

C.I. PRODECO S.A. tiene como visión “Ser reconocidos como aliados del desarrollo sostenible de las comunidades ubicadas en el área de influencia de nuestras operaciones y agentes del fortalecimiento institucional y social, por haber contribuido a mejorar los indicadores de desarrollo y promovido esfuerzo para el progreso de comunidades más vulnerables”.

## **1.3. Valores:**

C.I. PRODECO S.A. tiene los siguientes valores:

### **1.3.1. Seguridad**

“La máxima prioridad en el lugar de trabajo es proteger la salud y el bienestar de nuestra gente. Adoptamos un enfoque proactivo en las áreas de salud y seguridad. Por ello, nuestro objetivo es introducir mejoras continuas para evitar lesiones y enfermedades laborales”.

### **1.3.2. Espíritu empresarial**

“su enfoque es fomentar en sus trabajadores el más alto nivel de profesionalismo, responsabilidad personal y espíritu empresarial, pero sin poner en riesgo su seguridad y bienestar. Este aspecto es importante para nuestro éxito y para lograr los rendimientos superiores que pretendemos alcanzar para todos nuestros grupos de interés”.

### **1.3.3. Simplicidad**

“Aspirar a alcanzar nuestros objetivos principales de manera eficaz, con miras a conseguir rendimientos líderes en la industria, pero sin dejar de centrarnos en la excelencia, la calidad, la sostenibilidad y la mejora continua en todo lo que hacemos”.

### **1.3.4. Responsabilidad**

“Reconocer que nuestras actividades pueden repercutir en la sociedad y el medioambiente. Nos preocupamos enormemente por nuestro desempeño en lo que respecta a la protección del medioambiente, los derechos humanos, la salud y la seguridad”.

### **1.3.5. Transparencia**

“Valorar las relaciones y comunicación abiertas con nuestra gente, los clientes, los proveedores, los gobiernos y la sociedad en general, siempre basadas en la integridad, la cooperación, la transparencia y el beneficio mutuo”.

## **1.4. Portafolio de productos y servicios**

El Grupo C. I. PRODECO DE COLOMBIA S.A.S es propiedad de la multinacional Glencore. El grupo comprende las operaciones de Glencore en Colombia para la exportación de carbón térmico y metalúrgico y su infraestructura asociada.

Exploran, producen, transportan y embarcan carbón térmico y metalúrgico de alto grado con destino a los mercados en Europa, América y Asia.

### 1.5. Estructura organizacional

La mina Calenturitas se encuentra conformada por un presidente ejecutivo, 7 vicepresidencias, en las que encontramos vicepresidencia legal, recursos humanos, comunicaciones, desarrollo sostenible, financiera, proyecto y operativa. La vicepresidencia operativa la conforman la gerencia de servicios técnicos compuesta por las dependencias de planeación y de geología y geotecnia, y la gerencia general de Calenturitas compuesta por el gerente de ambiental, el gerente de operaciones del sector B y obras civiles, el gerente de operaciones de los sectores A y CD y el gerente de mantenimiento, véase anexo 1.

### 1.6. Localización

“El departamento del Cesar está ubicado al nororiente de Colombia, localizado dentro de las coordenadas 10° 52' a 7°41' de latitud al norte y 72°53' a 74°08' de longitud al oeste, geográficamente está localizado en la región Caribe. El departamento tiene una extensión de 22.905  $km^2$  y corresponde aproximadamente 13.828  $km^2$  a la zona plana y los 9.077  $km^2$  restantes a la parte montañosa, conformada por la Sierra Nevada de Santa Marta al norte y la Serranía del Perijá al oriente; limitando al norte con los departamentos de la Guajira y el Magdalena, al sur con el departamento de Santander, al este con el departamento de Norte de Santander y con la República Bolivariana de Venezuela y al oeste con los departamentos del Magdalena y Bolívar”<sup>1</sup>.

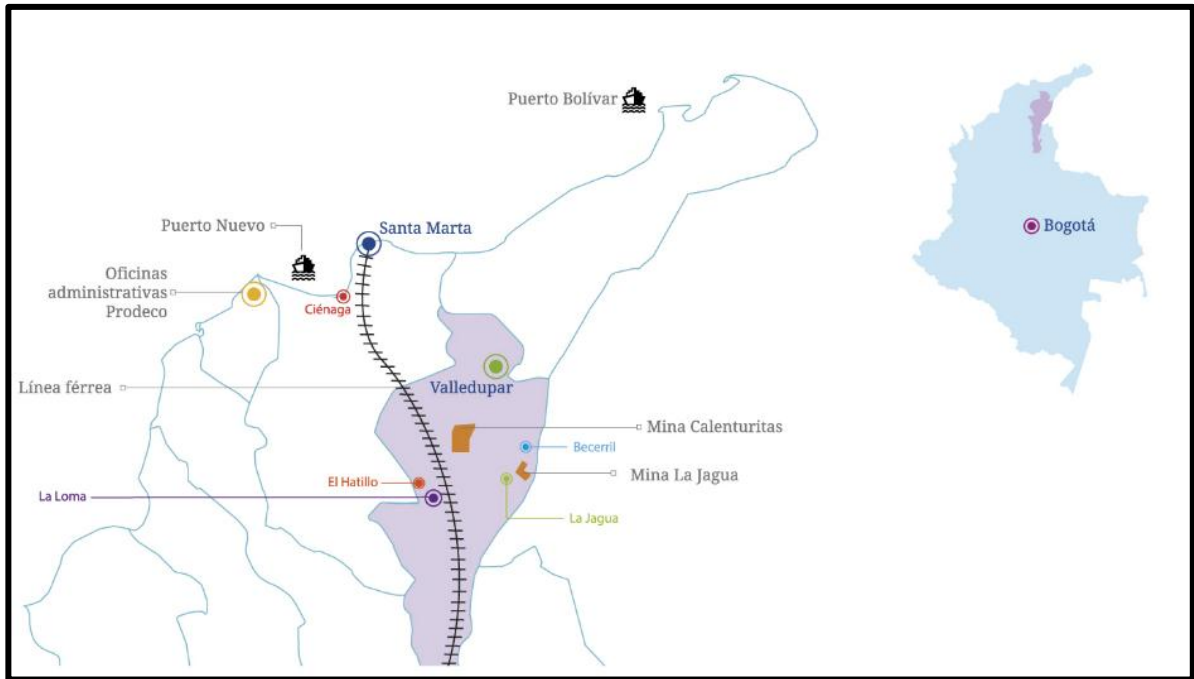
La mina Calenturitas se encuentra ubicada geográficamente en el centro del departamento del Cesar, entre los municipios de El Paso, Becerril y La Jagua de Ibirico (figura 1), sobre la Troncal de Oriente, a unos 14 Km del sitio denominado Cruce La Loma hacia el Municipio de La Jagua de Ibirico; colindando con otros proyectos importante para el departamento como lo son la mina El Descanso al

---

<sup>1</sup>Ministerio de Mina y Energía, Instituto Colombiano de Geología y Minería, Bogotá. Citado por ROMERO, Nelson. Supervisión en voladura bajo manto y control de calidad en la extracción del carbón. Bucaramanga, 2009, 112p. Proyecto de grado modalidad práctica empresarial (Geólogo). Universidad industrial del Santander. Facultad ingenierías fisicoquímicas. P. 27.

norte , CNR , la mina La Francia y la mina El Hatillo al oeste , la mina La Jagua a el este y con la mina Pribbenow al sur (figura 2).

**Figura 1.** Ubicación geográfica de la mina Calenturitas y otras operaciones del grupo Prodeco.



Fuente. C.I Prodeco S.A

**Figura 2.** Vista aérea de la mina Calenturitas y proyectos colindantes.



. Fuente. C.I Prodeco S.A

### 1.7. Vías de acceso

“La mina Calenturitas se encuentra comunicada con Bucaramanga y Bogotá, mediante la denominada Troncal del Magdalena, a partir de estas dos ciudades con el resto del país, de igual manera en la Costa Atlántica, con los puertos de Ciénaga, Barranquilla y Santa Marta; también se encuentra comunicada con Valledupar, Riohacha y Puerto Bolívar por los ramales que parten de San Roque y Bosconia”<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Ibíd. P. 27.

Una carretera secundaria pasa a 12 Km al este del proyecto y conecta las poblaciones de Rincón Hondo, La Jagua de Ibirico, Becerril y Codazzi con Valledupar. La línea principal de ferrocarril del Atlántico, que une a Bogotá con Santa Marta, pasando a 2 Km al oeste de la población de Loma y es generalmente paralela a la carretera Troncal del Caribe, es una buena alternativa para el transporte de carbón al puerto. La mina cuenta con servicio aéreo mediante a la pista privada que posee en sus instalaciones, comunicándola así con la ciudad de Barranquilla. En la Tabla. 1 se muestra las distancias y direcciones desde el área de exploración del proyecto hasta algunos municipios y corregimientos del departamento del Cesar y las principales capitales del país (C.I Prodeco S.A.).

**Tabla 1.** Distancia al proyecto

<b>EL PROYECTO A:</b>	<b>DISTANCIA (Km.)</b>
Bogotá	550
Barranquilla	220
Medellín	400
Santa Marta	200
Valledupar	100
Becerril	20
La Loma	14

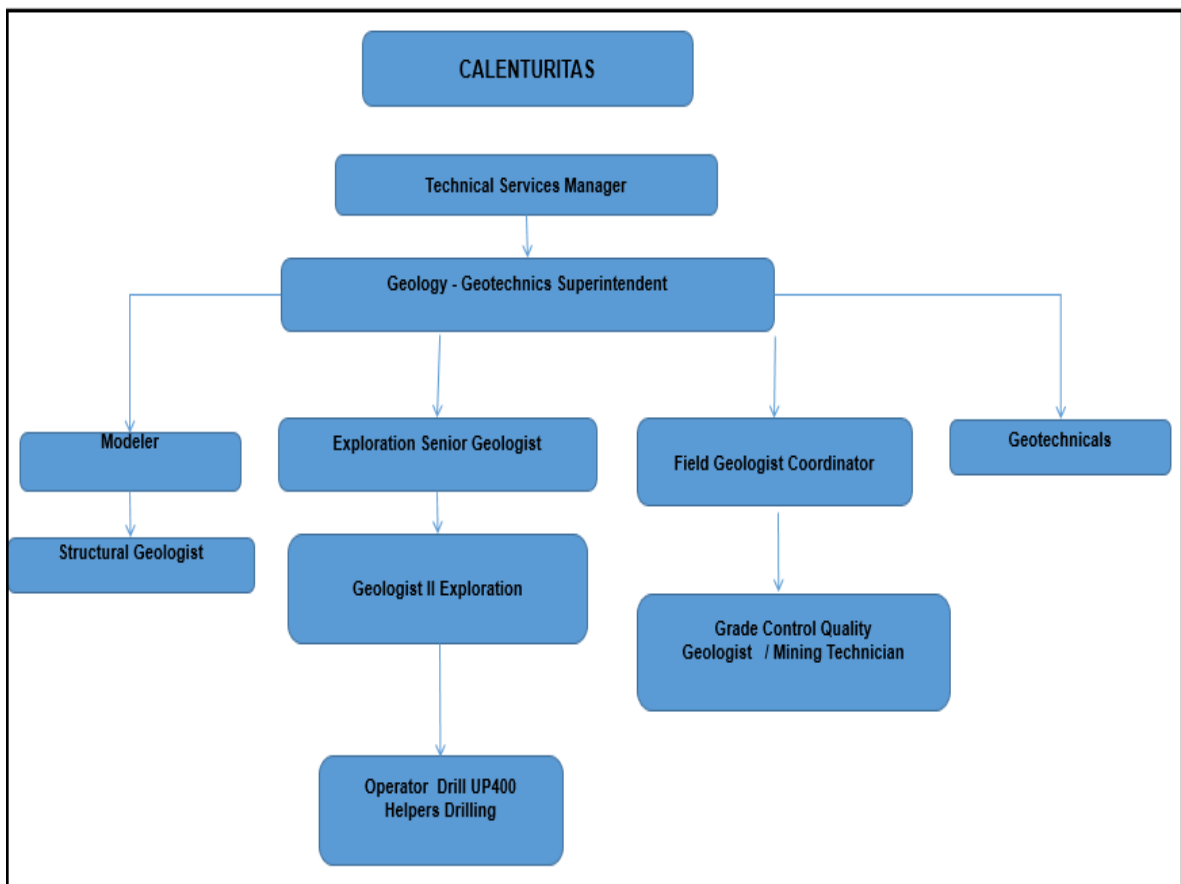
Fuente. C.I. Prodeco S.A.

## 2. INFORME DE PRÁCTICA

### 2.1. Descripción de la dependencia en la cual se realizó la práctica.

La práctica se realizó en la dependencia de geología perteneciente al área de servicios técnicos de la mina Calenturitas, compuesta por el superintendente de geología y geotecnia, geólogo modelador, geólogo estructural, geólogo senior de exploración, geólogo II de exploración, la coordinadora de los geólogos de campo, geólogos y técnicos de control de calidad y el grupo de geotecnia, véase figura 3.

**Figura 3.** Composición funcional y de gestión del área de geología y geotecnia en la mina Calenturitas.



Fuente. C.I. Prodeco S.A.



## 2.2. Informe de gestión

Dentro de la práctica empresarial se desarrollaron funciones como lo fueron toma de datos estructurales con el fin de realizar actualizaciones al modelo y mapa geológico de la mina Calenturitas, del mismo modo se llevó acabo la actualización de la base de datos coal mining report con el propósito de realizar actualizaciones en el mapa de trazas, modelo geológico, y realizar procesos de reconciliación en los mantos de carbón, de igual manera se realizó la toma e interpretación de fotografías sirovision para la obtención de información estructural en la paredes de avances mineros que ayudaran a la actualización del modelo geológicos y a los diseños geotectónicos, además se realizó la descripción de núcleos y ripios de perforación con lo que se consiguió la elaboración de columnas estratigráficas y una guía en la identificación del material aluvial, se generaron e interpretaron secciones transversales para conseguir un esquema estructural del depósito y se realizó una interpretación de registro geofísicos en pozos exploratorios, pozos bancos y barrenos de voladoras para realizar actualización en el modelo geológico del depósito, véase tabla 2.

**Tabla 2.** Informe de funciones

<b>INFORME DE FUNCIONES</b>			
<b>FUNCIONES ESPECIFICAS</b>	<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	<b>RECURSOS EMPLEADOS</b>	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>
Toma de datos estructurales en campo	6 meses	Brújula, GPS (GR-3), martillo geológico y cinta métrica	Actualización del modelo y mapa geológico.
Actualización de base datos coal mining report	6 meses	Base de datos Coal mining y computador	Actualización del mapa de trazas y modelo geológico, y realización de procesos de reconciliación en mantos de carbón.
Toma e interpretación de fotografías sirovision	1 mes	trípode, Cámara Canon D200, Lentes, GPS, Estacas, Spray, Libreta de anotaciones, Cinta métrica y software Sirovision 5	Obtención de información estructural para actualización de modelo geológico y diseños geotécnicos.
Descripción de núcleos de perforación	5 semanas	cinta métrica y formato para descripción de núcleos de perforación	Elaboración de columna estratigráfica
Descripción de ripios de perforación	2 semanas	formato para descripción de ripios	Guía para identificación de material aluvial.
Generación e Interpretación de secciones	1 mes	software Minex y Draftsight	Determinación del comportamiento estructural del depósito.
Interpretación de registro dipmeter	2 semanas	base de datos y registro dipmeter	Actualización modelo geológico.
Interpretación de registro Gamma Ray en pozos de voladura bajo manto y pozos bancos	8 semanas	registro Gamma Ray, software Log Display de Century geophysical corporation y base de datos VBM	Actualización micro modelo geológico.

Fuente. Autor del proyecto.

### 3. PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Título

ANÁLISIS E INTERPRETRACIÓN ESTRUCTURAL DE LA FALLA CAROLINA EN EL SECTOR “A”, MINA CALENTURITAS, CESAR.

#### 3.2. Planteamiento del problema

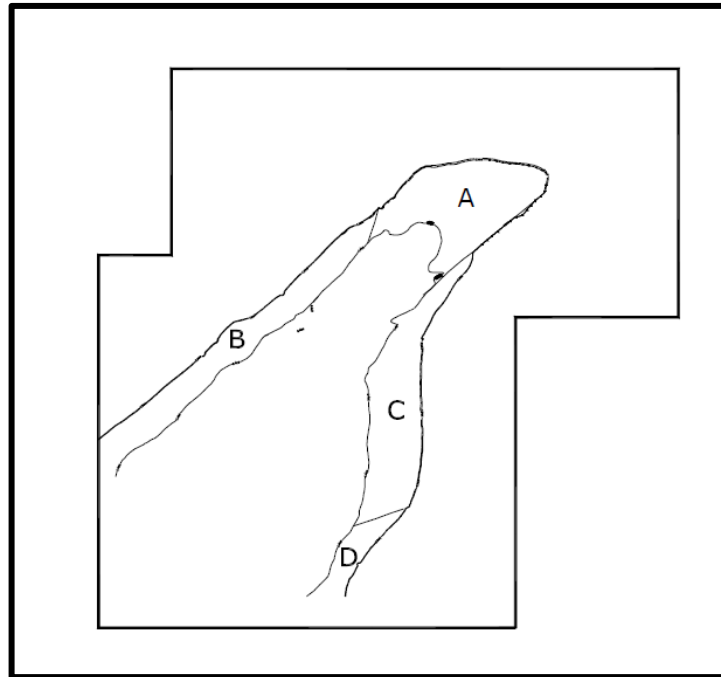
La interpretación de las deformaciones y esfuerzos sobre las rocas en la corteza terrestre, es de suma importancia al momento de definir hipótesis y denotar estructuras observadas en el campo, la definición de las fallas geológicas es uno de los instrumentos fundamentales para hacer reconstrucciones de eventos y además para evaluar y entender la disposición correcta de los contactos entre diferentes litologías, desplazamiento de bloques, etc.

La mina Calenturitas se encuentra dividida en 4 sectores, el sector “A” ubicado al Noreste de la concesión, el sector “B” al oeste sobre el margen izquierdo del río Calenturitas, el sector “C” al costado este y el sector D al sur de los límites de la concesión (figura 4). Actualmente en el sector “A” de la mina Calenturitas se tiene la presencia de una falla geológica denominada Falla Carolina. La presencia de esta falla en la secuencia carbonífera origina problemas durante el minado de los mantos de carbón e inestabilidad en paredes bajas y de avance y rampas. Durante su estudio la Falla Carolina ha tenido varias interpretaciones durante el avance de la operación minera en el sector, comenzando como una falla inversa debido a evidencia de repeticiones de mantos en pozos exploratorios realizados en el nivel 7, posteriormente se interpretó como falla de rumbo como resultado del análisis efectuado a la geología estructural de la zona y por último se consideró como falla normal debido a evidencias en campo recopilada en el nivel 6 de este sector.

Debido a la importancia de la Falla Carolina desde el punto de vista operativo, se requiere una caracterización estructural mucho más completa, para poder mitigar los riesgos y problemas que está a causado durante el avance de la minería, como por ejemplo pérdida de la continuidad de los mantos, altas pérdidas de carbón y alta dilución en los manto involucrados en la zona de influencia de la falla, inestabilidad del macizo, que originan no solo demoras en la operación si no pérdidas económica, afectando además el cumplimiento de los planes de minería, siendo este proyecto de suma importancia para mejorar el conocimiento de la

disposición, el comportamiento de la falla en el avance de la operación y su efecto sobre la secuencia carbonífera en esta área para mejorar el modelo geológico que es la base de la planeación minera a corto y largo plazo.

**Figura 4.** Ubicación de los sectores A, B, C y D dentro de la concesión de la mina Calenturitas.



Fuente. Romero, 2009.

### 3.3. Justificación de la propuesta.

A través de este proyecto se hará un aporte al conocimiento del comportamiento de la Falla Carolina en el avance de la operación y hacia las nuevas áreas proyectadas a explotación, específicamente en los niveles 9 y 10 del sector "A", con el fin de que esta información sirva para la actualización en el modelo geológico y por consiguiente para la planeación minera de los próximos años, ya que se obtendrá el comportamiento de la falla en zona donde aún no se conoce el trazo y las características estructurales que esta falla posee.

### **3.4. Objetivos**

#### **3.4.1. Objetivo general**

- Analizar e interpretar el comportamiento estructural de la Falla Carolina en el sector A de la mina Calenturitas por medio de toma de datos estructurales en campo y evaluación de los registros eléctricos de barrenos de voladura bajo manto y pozos exploratorios.

#### **3.4.2. Objetivo específico**

- Interpretar los registros geofísicos en barrenos de voladura bajo manto que se encuentran en la zona de influencia de la Falla Carolina, con la finalidad de realizar una correlación de mantos y determinar las evidencias de la Falla en la secuencia estratigráfica.
- correlacionar secciones transversales propuesta en la zona de estudio, tomando la información de pozos exploratorios, pozos bancos y barrenos de Voladuras bajo manto, con el fin de analizar el comportamiento de la Falla Carolina en la secuencia carbonífera del sector "A".
- Analizar la geología regional de la zona, en base a la información recopilada de estudios previos realizados en zonas aledañas al área de estudio, con el propósito de determinar los posibles esfuerzos que intervinieron en la formación de la Falla Carolina.
- Determinar la influencia de la Falla Carolina en la secuencia estratigráfica de la mina Calenturitas, para dar a conocer la sucesión de mantos afectados y estructuras relacionadas a ella.

### **3.5. Resultados esperados**

A través de este proyecto se pretende obtener el comportamiento y las características estructurales de la Falla Carolina, haciendo énfasis en definir los esfuerzos que intervinieron en la formación de la falla, el salto vertical, el desplazamiento horizontal y el desplazamiento neto que esta falla posee y el comportamiento cinemático de esta falla en los niveles 9 y 10, de este modo se garantizará una actualización del modelo geológico más ajustado a la realidad, con el fin de que se tomen medidas económicamente rentables para un mejor

minado de carbón en el área de influencia de la Falla Carolina, se ajusten los planes de minería y se mejoren los diseños de las paredes que podrían mejorar la estabilidad de las paredes.

### 3.6. Marco de referencia

#### 3.6.1. Marco de antecedentes

- **Determinación del ambiente de depósito de la formación Los Cuervos miembro medio, aplicado a la variabilidad en la calidad del carbón y a las asociaciones litofacies obtenidas de los núcleos de perforación, en el sector Hatillo, La Loma-Cesar. Estevez Yudy & Quintero Diana, 2008.**

**Alcance:** Determinar el ambiente de depósito de la secuencia carbonífera en la formación Los cuervos miembro medio a partir de los análisis de las características químicas del carbón y a los rasgos litológicos y sedimentológicos hallados en los núcleos de perforación.

**Aporte al proyecto:** Este proyecto apporto a la identificación de las principales estructuras que intervinieron en la evolución de la zona y al conocimiento de la evolución geológica de la cuenca Cesar-Ranchería.

- **Supervisión en voladura bajo manto y control de calidad en la extracción del carbón. Romero Nelson, 2009.**

**Alcance:** poner en práctica los conocimientos adquiridos en geología, para desarrollar la capacidad de suplir necesidades en la supervisión de voladura bajo manto y control de calidad en el minado de carbón, a su vez evaluar pérdidas de carbón generados durante estos procesos cuantificando la cantidad y evaluando la calidad del carbón sin recuperar, con el fin de diagnosticar su viabilidad económica un posible método para tal recuperación.

**Aporte del proyecto:** Este proyecto apporto en el conocimiento de la geología local de la mina calenturitas.

- **Correlación y caracterización de los mantos de carbón del miembro medio de la formación cuervos, a partir de registros eléctricos y ayuda de líneas sísmicas, sector de las cuevas mina el Hatillo. Torregosa Darío, 2009.**

**Alcance:** Realizar la correlación del depósito carbonífero en el sector Las Cuevas, estudio que permita la identificación de posibles reservas, caracterizando los mantos de carbón localizados; en el miembro medio de la formación Cuervos.

**Aporte del proyecto:** Este proyecto apporto a la identificación de las principales estructuras que intervinieron en la evolución de la zona.

- **Interpretación y análisis estadístico de registros geofísicos en la mina de carbón El Hatillo. Corregimiento La Loma-Cesar. Higuera Natalia, 2012.**

**Alcance:** Elaborar las columnas estratigráficas detalladas de cada Pozo a partir de la interpretación de los registros geofísicos, con el fin de contribuir a la actualización de la base de datos de pozos y del modelo geológico de la mina.

**Aporte del proyecto:** Este proyecto apporto a la identificación de las principales estructuras que intervinieron en la evolución de la zona.

### 3.6.2. Marco teórico

Para el análisis estructural de las fallas, es importante conocer los diferentes tipos de fallas que existen en la corteza, estas poseen características físicas que debemos determinar para poder obtener una interpretación adecuada del comportamiento observado, pero además para determinar los esfuerzos que intervinieron durante la formación de dichas fallas, y describir las características estructurales tales como el salto vertical, desplazamiento horizontal y la orientación que esta posee.

### 3.6.2.1. Conceptos básicos

Las fallas son rupturas a lo largo de las cuales las paredes opuestas se han movido la una con relación a la otra. La característica esencial es el movimiento diferencial paralelo a la superficie de la fractura. El movimiento a lo largo de las fallas puede ser de dos tipos translacional o rotacional (figura 5). En el movimiento translacional no se presenta rotación en los bloques en relación el uno con el otro, es decir todas las líneas rectas sobre los lados opuestos de la falla y fuera de la zona dislocada, que eran paralelas antes del desplazamiento, siguen siendo paralelas después; mientras que el movimiento rotacional es aquel en el cual alguna de las líneas rectas sobre los lados opuestos de la falla y fuera de la zona dislocada, que eran paralelas antes del desplazamiento, no lo son después de producirse este<sup>3</sup>.

### 3.6.2.2. Clasificación de las fallas

Es de gran menester analizar e interpretar las fallas dependiendo del buzamiento que posee la superficie de falla y a la dirección y sentido del rechazo. Dentro del análisis de las fallas hay que tener en cuenta tres componentes primordiales los cuales son la magnitud del desplazamiento, el sentido del desplazamiento y la dirección del desplazamiento. Las fallas pueden ser clasificadas de dos maneras por su desplazamiento, que equivale al desplazamiento relativo actual y su separación que se toma como el desplazamiento relativo aparente. Uno de los puntos importante dentro del análisis de las fallas es distinguir el deslizamiento de separación<sup>4</sup>.

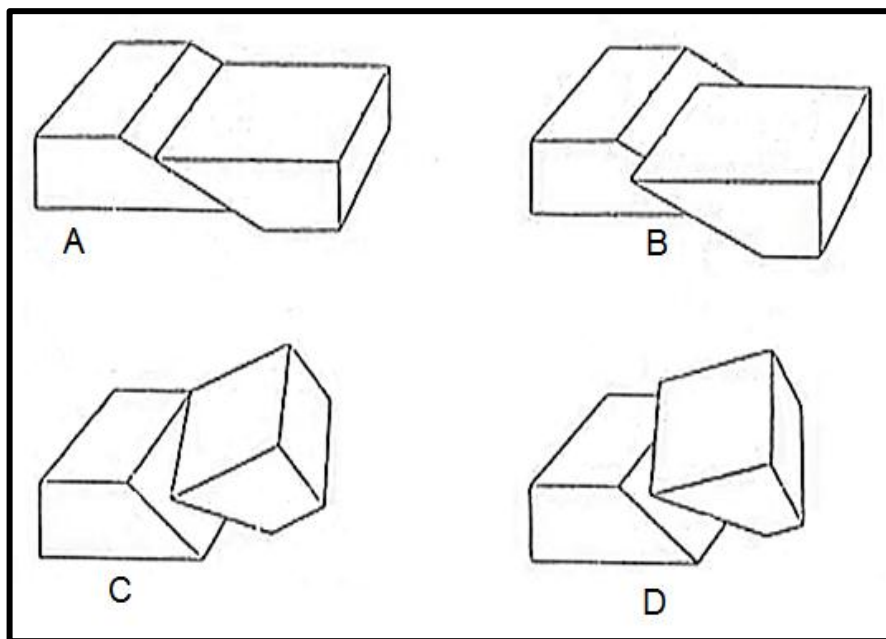
---

<sup>3</sup>BILLINGS, Marland P. Geología estructural. 4ª Edición. Buenos Aires: EUDEBA, 1974. P. 131.

<sup>4</sup> BALLAVIÁN, Carlos. Traducción y resumen de: "structural geology of rocks and regions". Universidad de la plata. 2008. P. 15.



**Figura 5.** Las figuras A y B corresponde a movimientos translacionales, y las figuras C y D corresponden a movimientos rotacionales.



Fuente. Billings, 1980.

### 3.6.2.3. Clasificación según su deslizamiento

Si se pueden distinguir los tres componentes principales de la falla, se pueden denominar según su deslizamiento de la siguiente manera según Ballavián<sup>5</sup>:

**Falla de desplazamiento de rumbo:** reciben su nombre debido a que el desplazamiento entre los dos bloques adyacentes a la superficie de falla se produce de manera horizontal y pueden ser descripta dependiendo del sentido de movimiento relativo como dextral o sinistral (figura 6-C)

**Falla de desplazamiento de inclinación:** están descritas por una translación hacia abajo o hacia arriba de la superficie de falla buzante (figura 6-AyB). El

<sup>5</sup> Ibid. P. 30.

movimiento sobre una falla de desplazamiento de inclinación es descrito en referencia al movimiento relativo del piso o del techo, tomado como el techo el bloque de falla hacia el cual buza la falla y el piso el bloque de la falla ubicado al otro lado de esta. Cuando el techo se mueve hacia abajo con respecto del piso es considerada como una **falla de desplazamiento de inclinación normal**, pero cuando el piso es el que se desplaza hacia abajo con respecto del techo se denomina como una **falla de desplazamiento de inclinación inversa**. Existen falla en la cuales la traslación sobre las mismas está inclinada entre el rumbo del deslizamiento y el buzamiento del deslizamiento, las cuales son conocidas como **falla de desplazamiento de inclinación oblicuas**.

**Fallas rotacionales:** algunas fallas son rotacionales o en tijeras, cuando cambia a lo largo de su rumbo, tanto en magnitud como en sentido del deslizamiento. Las fallas rotacionales pueden ser normales en parte de su longitud e inversa en la otra parte.

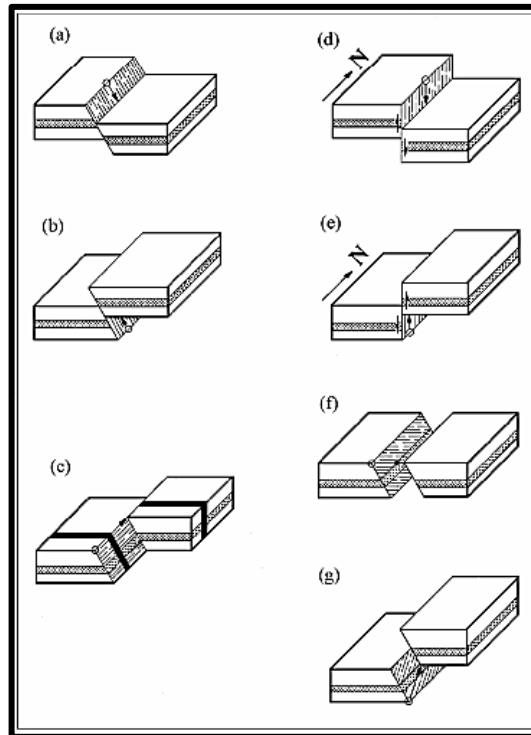
#### 3.6.2.4. Clasificación según su separación

La determinación de la dirección y sentido de desplazamiento de una falla es a menudo complicado debido a diseños engañosos creados por la intersección de la estructura y la topografía y por la ausencia de estructuras menores, de estar presentes, sería de gran ayuda en la determinación de la dirección y sentido del desplazamiento. El rechazo observado a lo largo de las fallas en los afloramientos, en mapas y perfiles geológicos es la **separación**. La separación solo obedece al sentido y la magnitud del rechazo a lo largo de las fallas, es el movimiento relativo aparente. Existe una medición especial de separación, la cual es comúnmente usada en exploración geológica como una medida conveniente de la magnitud del fallamiento y es conocido como **rechazo estratigráfico**. El rechazo estratigráfico es el espesor de intervalo estratigráfico entre dos estratos que han sido puestos en contacto por fallamiento<sup>6</sup> (figura 6- F y G).

---

<sup>6</sup> DAVIS, George and REYNOLDS, Stephen. Structural geology of rocks and regions. 2nd edition. In Structural geology of rocks and regions. 2nd edition. Wiley. 1996.

**Figura 6.** Tipos de falla: A) falla normal. B) falla inversa. C) falla de rumbo sinestral. D y E) falla vertical. F) falla con rechazo oblicuo, G) falla con rechazo oblicuo.



Fuente. Niemeyer, 1999.

### 3.6.2.5. Características físicas de las fallas

Según Davis & Reynolds<sup>7</sup> las fallas bien expuestas están comúnmente expresadas por la presencia de una fractura discreta o discontinuidad conocida como **superficie de falla**, estas superficies se encuentran finamente pulidas como resultado de la fina acción abrasiva de los movimientos diferenciales cuando los tipos de rocas y las condiciones de deformación son las adecuadas, esta característica es denominada **espejos de falla**. Cuando se examinan superficies de falla en campo, un procedimiento estándar es examinar detenidamente en busca de estrías, **las estrías** son líneas rectas, finas y dedicadas que se

<sup>7</sup> Ibid. P. 251.

encuentran sobre la superficie de falla y que registran la dirección del desplazamiento. Las estriaciones pueden operar a gran escala generando **ranuras de falla o acanaladuras**, las cuales son rasgos profundos y pulidos que lucen exactamente como la superficie de las rocas que han sido pulidas y estriadas por flujo glaciar. De igual forma sobre las superficies de falla se encuentran pequeños rasgos, asimétricos y escalonados, los cuales típicamente se orientan perpendicularmente respecto a las estriaciones, estos rasgos son conocidos como **chatter marks**.

Dentro de otras características físicas encontramos zonas en las cuales consisten en numerosas superficies de fallas estrechamente espaciadas, estas zonas son conocidas como **zona de falla**. En estas zonas se pueden observar por los movimientos friccionales que las rocas pueden ser transformadas en un gran número de **rocas de fallas** diferentes, dependiendo el tipo particular del protolito y las condiciones y mecanismos de deformación.

### 3.6.2.6. Determinación del movimiento de las fallas

Para la descripción y la determinación del movimiento es importante observar en campo características que ayuden a esto, dentro de estas características se encuentran **las estrías o ranuras** las cuales se localizan sobre la superficie de falla. El pitch o rake de una estría o ranura es una descripción neta del movimiento, el cual es el ángulo que forma la línea en un plano con una línea horizontal en el mismo plano, es decir, el ángulo que se forma entre la estría o ranura y el rumbo del plano de falla, según Billings<sup>8</sup>, las fallas de desplazamiento de rumbo son aquellas en el que el desplazamiento neto se produce paralelo al rumbo del plano de falla, por consecuencia el rake del desplazamiento neto es 0, mientras que las fallas de desplazamiento de inclinación el desplazamiento neto es hacia arriba o hacia abajo, es decir, el desplazamiento de inclinación es igual al desplazamiento neto y no existe componente en el rumbo, por lo tanto el valor del rake es igual a 90 grados; existen otras falla las cuales poseen ambos componentes, tanto como el desplazamiento en el rumbo como el desplazamiento de inclinación, en este caso el valor de rake es mayor a 0 pero menor a 90 grados. Según Ballavián<sup>9</sup>, en las fallas con ambos componentes, cuando el valor de rake está entre 0 y 45 grados se le denomina falla de rumbo con desplazamiento de

---

<sup>8</sup> BILLINGS. Op. Cit., p. 147.

<sup>9</sup> BALLAVIÁN. Op. Cit., p. 45.

inclinación, pero cuando el valor oscilar entre 45 y 90 grados se denomina falla de inclinación con desplazamiento de rumbo.

Otra característica que pueden ser usados para la determinación de la dirección y el sentido del movimiento durante el fallamiento son los **pliegues de arrastre**, el cual son la deformación de los estratos como resultado del cizallamiento de los cuerpos rocosos. Los estratos rocosos que se encuentran próximo a la superficie de falla son deformados debido al arrastre friccional en pliegues convexos en la dirección del desplazamiento neto.

### 3.6.2.7. Significado deformacional de las fallas

Las fallas existen debido a que las rocas en las que se encuentran fueron deformadas por esfuerzos deformacionales. Las fallas de desplazamiento normales, inversas y corrimiento y fallas de desplazamiento de rumbo tienen un factor común: el alargamiento de la corteza en una dirección y el acortamiento en la otra. Las direcciones de alargamiento y acortamiento forman ángulos rectos entre sí. En el análisis de cómo esto se lleva a cabo, generalmente se asume un plano de deformación, es decir se asume que el volumen conservado durante el fallamiento y que no existe ni alargamiento ni acortamiento a lo largo de la dirección de alargamiento finito intermedio. En las fallas de desplazamiento de inclinación normal se produce una extensión horizontal y un acortamiento vertical, mientras que en las fallas de desplazamiento de inclinación inversa se produce un acortamiento en la horizontal y una extensión en la vertical, y en otras fallas como lo son las fallas de desplazamiento de rumbo se generan alargamiento y acortamiento en el plano horizontal de estratificación, es decir que el fallamiento no afecta el espesor del estrato deformado<sup>10</sup>.

## 3.7. MARCO GEOLOGICO

### 3.7.1. Evolución geológica

En el Paleozoico en la cuenca Cesar-Ranchería, se da una depositación clástica pelítica hacia el Silúrico<sup>11</sup>, estos sedimentos presentaron altas temperaturas metamorfoseando los sedimentos dejando como resultado metasedimentitas, metarcillolitas y arenitas con venas de cuarcita agrupadas en la formación

<sup>10</sup> BALLAVIÁN. Op. Cit., p. 145.

<sup>11</sup> Hernández. Marina. (2003). Memoria explicativa, Geología de la plancha 48 La Jagua de Ibirico a escala 1:100.000. Bogotá Ingeominas.

correspondiente a Quebrada la Virgen<sup>12</sup>. Posteriormente en el Devónico se experimentó levantamientos e intrusiones plutónicas relacionadas con la orogenia Caledoniana<sup>13</sup>.

Gil y Martínez proponen la depositación de sedimentos marinos en su mayoría conglomerados, arenas, lutitas por los cambios eustáticos del mar<sup>14</sup>. Entre el Devónico y el Carbonífero los procesos tectónicos y grandes erosiones dejaron un hiato entre estos dos periodos<sup>15</sup>.

En el Mesozoico entre el Triásico y Jurásico se reporta un evento tafrogenico, es decir, procesos distensivos que ocasionaron un adelgazamiento en la Corteza Continental, generando un Rifting<sup>16</sup>, en un comienzo el magma fue solidificándose y generando grandes cuerpo plutónicos félsicos, más tarde el ensanchamiento de este Rifting recibió mayores aportes marinos tornando el magma intermedio – básico, por otro lado la convergencia de la placa Nazca y Caribe con el Norte de Suramérica generaron fosas tectónicas que se empezaron a rellenar con limolitas, arcillolitas y areniscas rojas, perteneciente a la Formación la Quinta.

En el Cretácico temprano se tiene la depositación de la Formación Rio Negro, esta consta en su mayoría de arcillolitas y areniscas grises y negras con alternaciones de calizas fosilíferas<sup>17</sup>. Gil & Martínez indican que esta formación presenta una morfología de pendientes moderadas y suaves<sup>18</sup>. Para el Cretácico tardío se tiene la depositación del Grupo Cogollo<sup>19</sup>, formada por calizas y areniscas con estratificaciones cruzadas hacia el techo de la formación<sup>20</sup>, exponiendo las

---

<sup>12</sup> Arias, A. y Morales, C. (1999). Mapa Geológico Generalizado Del Departamento Del Cesar Memoria Explicativa.

<sup>13</sup> ANH Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Reconstrucción de la historia termal en los sectores de Luruaco y cerro Cansona – cuenca el Sinú – San Jacinto y en el piedemonte occidental de la serranía del Perijá entre Codazzi y la jagua de Ibirico – cuenca de Cesar – Ranchería, Bogotá DC, 2007.

<sup>14</sup> GIL, A y MARTINEZ, H. Citado por, Hernández. Marina. (2003). Memoria explicativa, Geología de la plancha 48 La Jagua de Ibirico a escala 1:100.000. Bogotá Ingeominas.

<sup>15</sup> ANH. Op. Cit., p.50.

<sup>16</sup> Galviz, J. y R. De la Espriella. Vulcanitas cenozoicas en el piedemonte suroriental de la Sierra Nevada de Santa Marta y en la Serranía del Perijá. Revista Académica. Ciencia colombiana. 23(87):213-224. 1999. ISSN 0370-3908., 1999.

<sup>17</sup> Arias, A. y Morales, C. Op. Cit., p. 5.

<sup>18</sup> GIL, A y MARTINEZ, H. Citado por, ANH Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Reconstrucción de la historia termal en los sectores de Luruaco y cerro Cansona – cuenca el Sinú – San Jacinto y en el piedemonte occidental de la serranía del Perijá entre Codazzi y la jagua de Ibirico – cuenca de Cesar – Ranchería, Bogotá DC, 2007.

<sup>19</sup> Hernández. Marina. Op. Cit., p. 50.

<sup>20</sup> Arias, A. y Morales, C. Op. Cit., p. 52.

condiciones de depositación lo cual indica algunos periodos de turbulencia con entradas y salidas rápidas del mar. Más tarde en el momento que la subsidencia alcanza su máxima profundidad es depositado la Formación La Luna<sup>21</sup>. En el mismo Cretácico tardío se deposita la Formación Molino, Bayona<sup>22</sup> propone que los sedimentos de esta Formación fueron aportes recibidos de los procesos erosivos en la Cordillera Occidental.

En el Paleoceno siguen depositando más formaciones, tales como la Formación Cuervos y la Formación Barcos, como resultado de paulatinas transgresiones y regresiones del mar<sup>23</sup>. El Eoceno y Oligoceno es trascendental para la orogenia andina, el dinamismo de la placa Caribe con respecto a la placa Suramericana, termina de modelar y elevar parte de la Cordillera Central y algunas provincias de la Sierra Nevada de Santa Marta, y comprimiendo otros, tales como la cuenca Cesar – Ranchería esta depresión intramontañosa fue originada por los esfuerzos compresivos entre las placas anteriormente mencionadas.

Durante el Terciario se presentaron también fallamientos truncurrentes NE, resaltando las fallas más importantes Falla San Diego, Falla Quitafrió, Falla Cesarito, Falla Media Luna, Falla Cerrejón – Ranchería, también el lineamiento Sevilla. Consecutivamente en el noreste del Bloque Andino se produjo una falla de rumbo EW llamada Falla de Oca<sup>24</sup>. Finalmente, durante el Plioceno–Pleistoceno se formaron abanicos, terrazas y planicies aluviales que cubren el valle del Cesar – Ranchería<sup>25</sup>. En la figura 7 se muestra la historia evolutiva de la cuenca Cesar-Ranchería desde el Proterozoico hasta el Holoceno.

---

<sup>21</sup> ANH Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Op. Cit., p. 76.

<sup>22</sup> Bayona et al. Procesos orogénicos del Paleoceno para la cuenca de Ranchería (Guajira, Colombia) y áreas adyacentes, definidos por análisis de proveniencia. Geología Colombiana. ISSN 0072 – 0992, 2007.

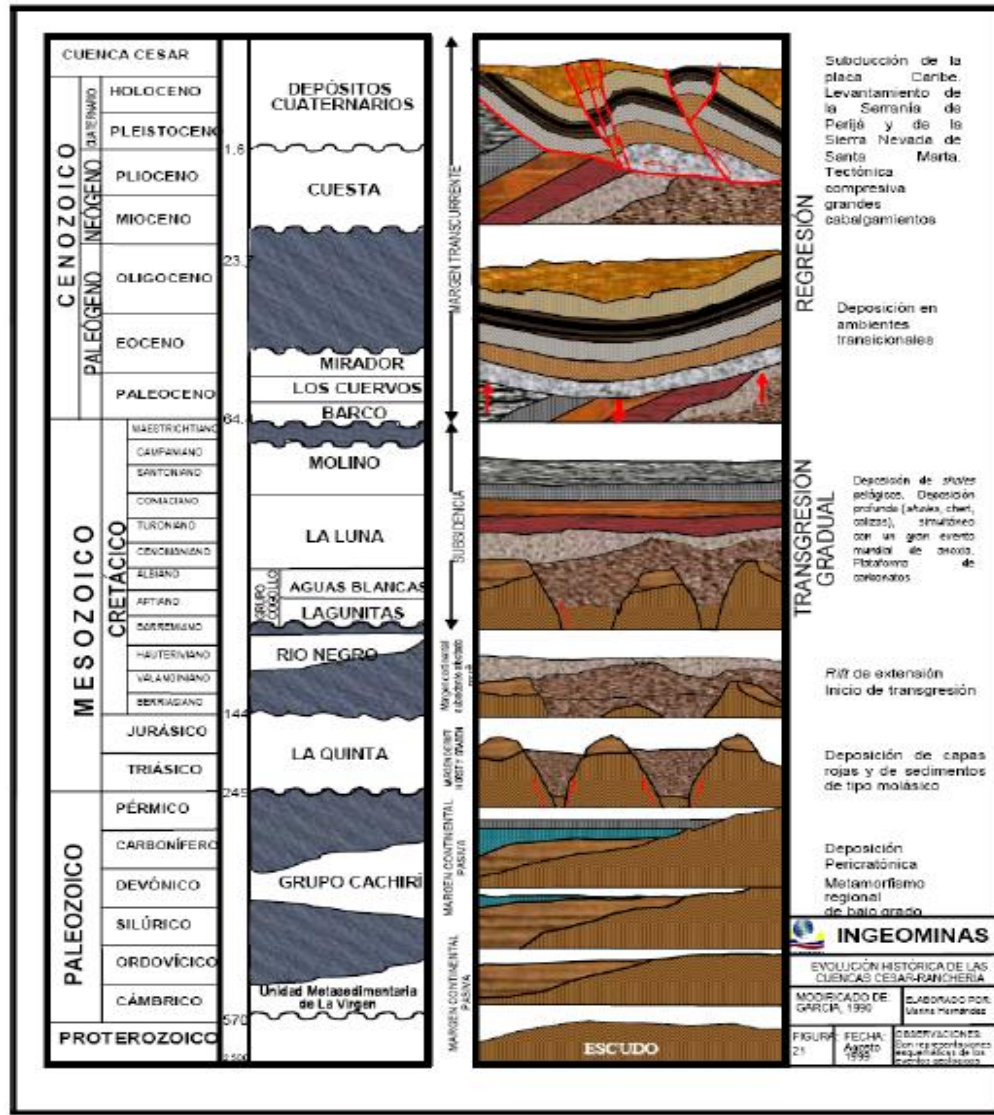
<sup>23</sup> ANH Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Op. Cit., p. 78.

<sup>24</sup> Galviz, J. y R. De la Espriella. Op. Cit., p.45.

<sup>25</sup> ANH Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Op. Cit., p. 79.



**Figura 7.** Historia evolutiva de la cuenca Cesar-Ranchería desde el Proterozoico hasta el Holoceno.



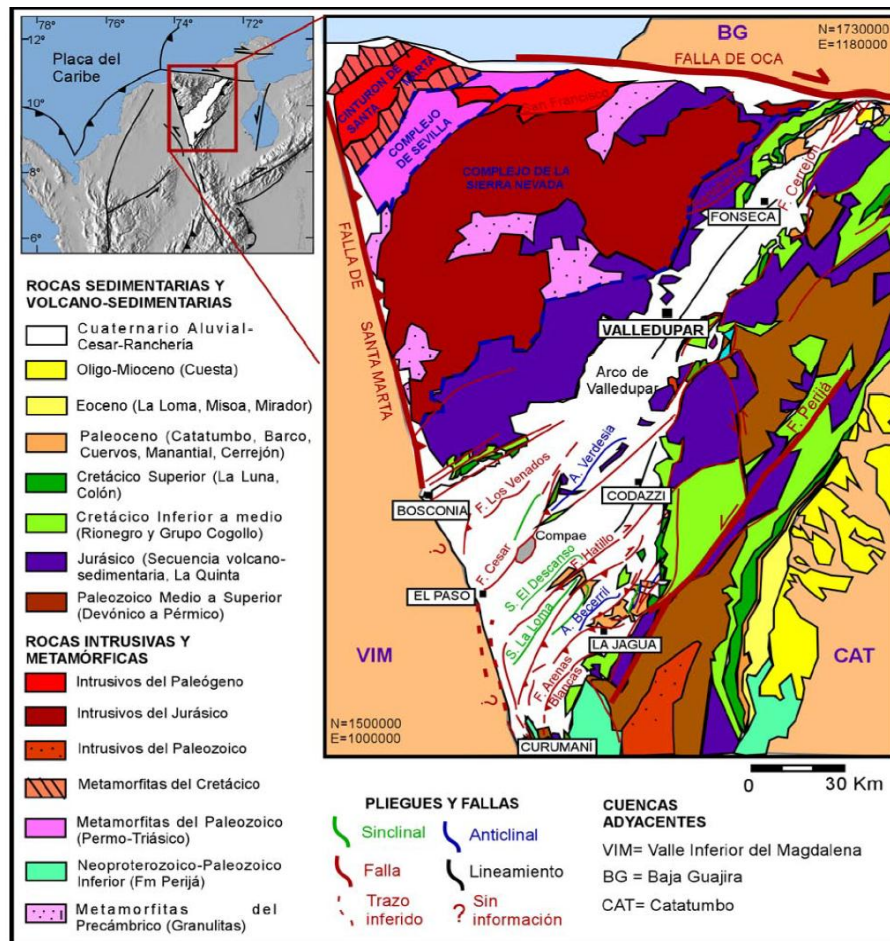
Fuente. Hernández, 2003.



### 3.7.2. Geología regional

“La Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), la Serranía del Perijá (SP) y la región norte de la Cordillera Oriental, conforman el contexto geológico del departamento del Cesar, cada uno de estos sistemas montañosos guardan características geológicas diferentes. En los tres complejos afloran rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias con edades que varían desde el Precámbrico hasta el reciente”<sup>26</sup>, como se puede observar en la figura 8.

Figura 8. Mapa geológico generalizado de la cuenca Cesar-Ranchería.



Fuente. Ayala, (2009).

Estos tres sistemas montañosos son considerados como una sola unidad geotectónica, que giró en el mismo sentido junto con la esquina noroccidental de

<sup>26</sup> Tschanz et al. Citado por, Arias, A. y Morales, C. (1999). Mapa Geológico Generalizado Del Departamento Del Cesar Memoria Explicativa.

Suramérica, lo que aporta un variado relieve en el departamento que ha sido testigo de procesos geológicos que ocurrieron y ocurren en él. Un suceso importante en la parte norte del Bloque Andino ocurrió en el Cenozoico los esfuerzos compresivos originaron un acortamiento de la cuenca Cesar – Ranchería. Todos los rasgos tectónicos, petrográficos, morfológicos y demás demuestran que la Sierra Nevada de Santa Marta, la Serranía del Perijá y la cuenca Cesar – Ranchería son un mismo complejo orogénico con un evolución similar y única<sup>27</sup>.

Este proyecto es desarrollado en la mina Calenturitas ubicada dentro de la Cuenca Cesar – Ranchería, litológicamente es relacionada con el complejo sistema de La Serranía del Perijá este último es un orogeno muy heterogéneo, considerado como un plegamiento reciente de los Andes que está conformado por rocas que varían desde el Paleozoico hasta el reciente, la mayoría de las formaciones están cubiertas por aportes sedimentarios marinos y continentales con espesores que varían respectivamente así como también las estructuras sedimentarias resultado de los cambios eustáticos del mar, a lo largo del tiempo geológico. La cuenca Cesar – Ranchería se encuentra limitada por la Falla de Oca al norte, la Falla Santa Marta – Bucaramanga al oeste y suroeste y la Falla Perijá – El Tigre al sureste<sup>28</sup>, dicha cuenca es la zona carbonífera del Cesar y la Guajira.

La cuenca Cesar-Ranchería hace parte de una depresión intra montañosa, afectada por la interacción de la placa Caribe con la placa Suramericana, incidiendo en la Sierra Nevada de Santa Marta, la Serranía del Perijá, la cuenca de Maracaibo (Venezuela)<sup>29</sup>. Por otro lado, la cuenca C-R (Cesar – Ranchería) estructuralmente es levantada por la Serranía del Perijá<sup>30</sup>. Este fragmento de corteza es el resultado del movimiento oblicuo y colisión de la placa Caribe y Suramericana<sup>31</sup>.

---

<sup>27</sup> Chicangana et al. El posible origen de la sismicidad somera que se presenta en la región que corresponde a la Sierra Nevada de Santa Marta, la Serranía de Perijá y la Península de La Guajira, noreste de Colombia. Universidad nacional de Colombia. Vol., No 6, 2001.

<sup>28</sup> *Ibíd.*, p. 34.

<sup>29</sup> Hernández. Marina. Op. Cit., p. 45.

<sup>30</sup> NOVA, Giovanni et al. PALEOMAGNETISMO EN ROCAS DEL JURÁSICO Y CRETÁCICO INFERIOR EN EL FLANCO OCCIDENTAL DE LA SERRANÍA DEL PERIJÁ; CONTRIBUCIONES A LA EVOLUCIÓN TECTÓNICA DEL NW DE SURAMERICA. Boletín de geología. Vol. 34, No 2, Julio – diciembre, 2012.

<sup>31</sup> OJEDA MARULANDA, Carolina. PETROGRAFIA Y PETROLOGIA DE UNIDADES PALEOGENAS EN LAS CUENCAS CESAR – RANCHERIA Y CATATUMBO Y SUS IMPLICACIONES EN LA TECTONICA REGIONAL. Universidad nacional de Colombia, Vol. 35, No1, enero – junio, 2013.

### 3.7.3. Estratigrafía regional

#### 3.7.3.1. Rocas Metamórficas.

Afloran en el municipio de Manaure Cesar, esta unidad metasedimentaria es conocida como Formación Quebrada La Virgen, compuesta por cuarcitas, metareniscas y metarcillolitas que varían de un color verde, rojo y gris en algunos sectores del municipio, estas rocas son caracterizadas por presentar un bajo grado de metamorfismo. Fueron descritas inicialmente por Forero<sup>32</sup>, el cual les dio una edad del Paleozoico, esta Formación se encuentra extendida al oriente del departamento del Cesar y presenta interestratificaciones de filitas en capas que varían entre 20 y 50 cm de espesor hacia Curumaní.

#### 3.7.3.2. Rocas ígneas.

Tschanz et al.<sup>33</sup> describe los afloramientos ígneos ubicados hacia el occidente de la Serranía del Perijá con edades entre el Triásico y Jurásico, este complejo ígneo varía de espilitas, basaltos y granófiros melanocráticos (Arias y Morales, 1999) que posteriormente los clasifican Radelli<sup>34</sup>, como andesitas basálticas en su mayoría de textura pilotaxítica de tono claro, brechosos, ignimbríticos, con fragmentos angulares hasta de 2 cm de longitud, que meteorizan a color blanco visible a gran distancia.

#### 3.7.3.3. Rocas Sedimentarias.

Las rocas sedimentarias son las de mayor abundancia en este sistema montañoso siendo la formación más antigua el Grupo Cachiri, esta fue descrita inicialmente por Liddle et al. Compuesta por un conglomerado basal, afectado por compresión, debido que los cantos de cuarzo que lo constituyen muestran alineación notoria<sup>35</sup>. Según Forero<sup>36</sup>, este conglomerado puede tener 5 m de espesor; sobre él se

---

<sup>32</sup> FORERO. Citado por, Arias, A. y Morales, C. (1999). Mapa Geológico Generalizado Del Departamento Del Cesar Memoria Explicativa.

<sup>33</sup> Tschanz et al. Citado por, Arias, A. y Morales, C. (1999). Mapa Geológico Generalizado Del Departamento Del Cesar Memoria Explicativa.

<sup>34</sup> RADELLI, Citado por, Arias, A. y Morales, C. (1999). Mapa Geológico Generalizado Del Departamento Del Cesar Memoria Explicativa.

<sup>35</sup> LIDDLE et. Al., Citado por Arias, A. y Morales, C. (1999). Mapa Geológico Generalizado Del Departamento Del Cesar Memoria Explicativa.

<sup>36</sup> FORERO. Citado por, Arias, A. y Morales, C. (1999). Mapa Geológico Generalizado Del Departamento Del Cesar Memoria Explicativa.p.36.

encuentra una sucesión de areniscas ferruginosas y subgrauvacas bien calibradas de grano medio, las cuales contienen unas pocas capas de lutitas grises; suprayacidas de areniscas verdes, micáceas, de grano fino que muestran manchas de oxidación rojas y que están cubiertas por lutitas arenosas calcáreas, de color gris oscuro y de grano muy fino. La parte superior de la unidad lo constituye una caliza negra, compacta, fosilífera, en bancos delgados intercalados con arcillolitas calcáreas. La Formación la Quinta descrita por Kündig<sup>37</sup> como una sucesión monótona de limolitas rojas silíceas, ocasionalmente arenosas, macizas, con fractura concoidea, estratificación plano paralela, generalmente desde láminas delgadas hasta capas muy gruesas. Presentan laminación interna plana paralela a ligeramente ondulada, algunas veces de arena fina, con venas de calcita y manifestaciones de malaquita. Están intercaladas con estratos medianos a gruesos de areniscas blancas, pardas y rojizas de grano fino a grueso, y niveles conglomeráticos que tienen cantos de cuarzo lechoso, con estratificación inclinada y cruzada y capas que se acuñan. En ocasiones, esta unidad es atravesada por ignimbritas oscuras con fragmentos volcánicos de 2 a 20 cm; hacia el techo se encuentran localmente intercalaciones de tobas líticas que meteorizan a colores blanco o blanco amarillento<sup>38</sup>.

La Formación Río Negro (K1r) estudiada primeramente por Hedberg<sup>39</sup>, esta formación se puede observar en el Municipio de Manaure, sur del municipio de Codazzi, norte del municipio de Becerril y sur del municipio de Curumani, se describe una formación que presenta secuencias de areniscas de tamaño de grano medio a fino, cuarzoareniscas, arenas conglomeráticas y conglomerados de granulometría de grueso a medio (Ingeominas, 1999). Esta formación presenta un contacto o límite transicional y erosivo con respecto a las formaciones sedimentarias que la precede<sup>40</sup>.

El Grupo Cogollo (K1c) descrita inicialmente por Garner en 1926. Este grupo es dividido en dos formaciones hacia el techo Aguas Blancas y hacia la base Lagunita, a su vez Aguas Blancas se subdivide en dos Miembros, el miembro inferior llamado Animas y el superior Tucuy y Maraca<sup>41</sup>. Generalmente en la Formación Lagunitas está conformada por calizas y areniscas con intercalaciones ocasionales de lutitas, mientras que Aguas Blancas consta de calizas con

---

<sup>37</sup> KÜNDIG. Citado por, Arias, A. y Morales, C. (1999). Mapa Geológico Generalizado Del Departamento Del Cesar Memoria Explicativa.

<sup>38</sup> Arias, A. y Morales, C. Op. Cit., p. 29.

<sup>39</sup> HEDBERG. Citado por, Arias, A. y Morales, C. (1999). Mapa Geológico Generalizado Del Departamento Del Cesar Memoria Explicativa.

<sup>40</sup> ANH Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Op. Cit., p. 25.

<sup>41</sup> GOVEA Y DUEÑAS. Citado por, Arias, A. y Morales, C. (1999). Mapa Geológico Generalizado Del Departamento Del Cesar Memoria Explicativa.

abundante fósiles y estratificaciones de arcillolitas y areniscas<sup>42</sup>. Esta formación es encontrada en el municipio de Manaure, La Paz, La Jagua de Ibirico, Becerril, Codazzi y Curumaní.

En el miembro Animas consta de secuencias lodolíticas calcáreas y el miembro Tucuy y Maracas son secuencias calcáreas de calizas grises y negras<sup>43</sup>, “está en contacto concordante con la suprayacente Formación La Luna y transicional sobre la Formación Río Negro, en partes discordante sobre la Formación La Quinta”<sup>44</sup>.

La Formación La Luna (K2l) descrita por Garner en 1926 y datada en el Cretácico, consta secuencias de lutitas, limolitas y arcillolitas carbonosas y calizas grises a negras, también son comunes las concreciones ovaladas y elipsoidales de calizas que emanan olor a petróleo. Se puede encontrar hacia el municipio de Becerril, Codazzi y La Victoria, el límite y/o contacto de esta Formación con respecto al Grupo Cogollo es concordante neto<sup>45</sup>.

Tschanz et al.<sup>46</sup>, define La Formación Molino (K2m) como secuencias Cretácicas de lutitas grises y negras, areniscas con pequeñas intercalaciones de limolitas y capas de calizas negras, sus contactos tanto superiores e inferiores son transicionales. La Formación Barco (E1b) detallada por Notestein et al. (1944), datada en el Paleógeno consta de secuencias de arenas de grano medio a fino y arcillolitas amarillas (Ingeominas, 1999), su límite es transicional con respecto a la Formación Cuervos<sup>47</sup>.

La Formación Los Cuervos (E2c) descrita por Notestein et al. (1944) y datada en el Paleógeno, Es la Formación más atractiva económicamente por albergar mantos de carbón con potencias variables en sus miembros, la Formación Cuervos es dividida en tres miembros, miembro superior, medio e inferior en el cual el carbón se encuentra y explota actualmente en el miembro medio de la

---

<sup>42</sup> Arias et al. (2007). Informe Realizado Para La ANH Por El Grupo De Investigación En Geología De Hidrocarburos Y Carbones Según Contrato Interadministrativo 027 De 2007 Inventario Interpretación Y Evaluación Integral De La Información Geológica Geofísica Y Geoquímica Adquirida Por La Anh En La Cuenca Cesar Ranchería Y El Área Especial cesar. Asociación Nacional de Hidrocarburo. Pag: 47.

<sup>43</sup> ANH Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Op. Cit., p. 28.

<sup>44</sup> Arias, A. y Morales, C. Op. Cit., p. 32.

<sup>45</sup> *Ibíd.*, p.33.

<sup>46</sup> Tschanz et al. Citado por, Arias, A. y Morales, C. (1999). Mapa Geológico Generalizado Del Departamento Del Cesar Memoria Explicativa.

<sup>47</sup> Arias, A. y Morales, C. Op. Cit., p. 33.



formación, “aflora únicamente al nororiente del municipio La Jagua de Ibirico”<sup>48</sup>. En esta formación se puede encontrar variedad de rocas entre arcillolitas negras con finas intercalaciones de areniscas gises.

Formación Cuesta (N1c) datada en el Neógeno y descrita por García (1990) hace referencias a una secuencia de materiales poco consolidados de arenas cuarzosas de color gris. Esta formación presenta un contacto discordante con respecto a la Formación Cuervos<sup>49</sup>.

La Formación Zambrano (N2z) descrita por Weiske en (1938) de edad del Neógeno consta de una serie de areniscas amarillas fosilífera, sedimentos poco consolidados con capas pequeñas de arcillolitas, el contacto con respecto a las deformaciones es desconocida<sup>50</sup>.

#### **3.7.3.4. Depósitos cuaternarios.**

Los depósitos del cuaternario son característicos en las tres regiones del departamento del Cesar entre los que encontramos Terrazas (Qt), Abanicos Aluviales (Qcal) entre estos se puede mencionar el abanico de Valledupar en la SNSM, el abanico de Manaure y el abanico de La Jagua de Ibirico en la Serranía del Perijá y el abanico de Pailitas en la región norte de la Cordillera Oriental, en estos depósitos recientes sobresalen de igual manera las Morrenas (Qm) las cuales solo se encuentren en la zonas más altas de la Sierra Nevada de Santa Marta, los Depósitos de Pendientes (Qp) que se localizan en Media Luna y El Desastre, Llanuras Aluviales (Qlla) ubicado entre Valledupar y Bosconia, El Paso-La Loma-La Jagua de Ibirico y entre el norte y sur de Pailitas, los Aluviones Recientes (Qal) y los Depósitos Fluviolacustres<sup>51</sup>.

La planicie del Cesar está constituida por sedimentos no consolidados con clastos de rocas de variada naturaleza, todos estos son aportes de la meteorización y erosión de las rocas preexistentes, estos sedimentos y detritos son transportados por los ríos más influyentes y depositados en sus barreras o como terrazas aluviales.

---

<sup>48</sup> Ibid. p.33.

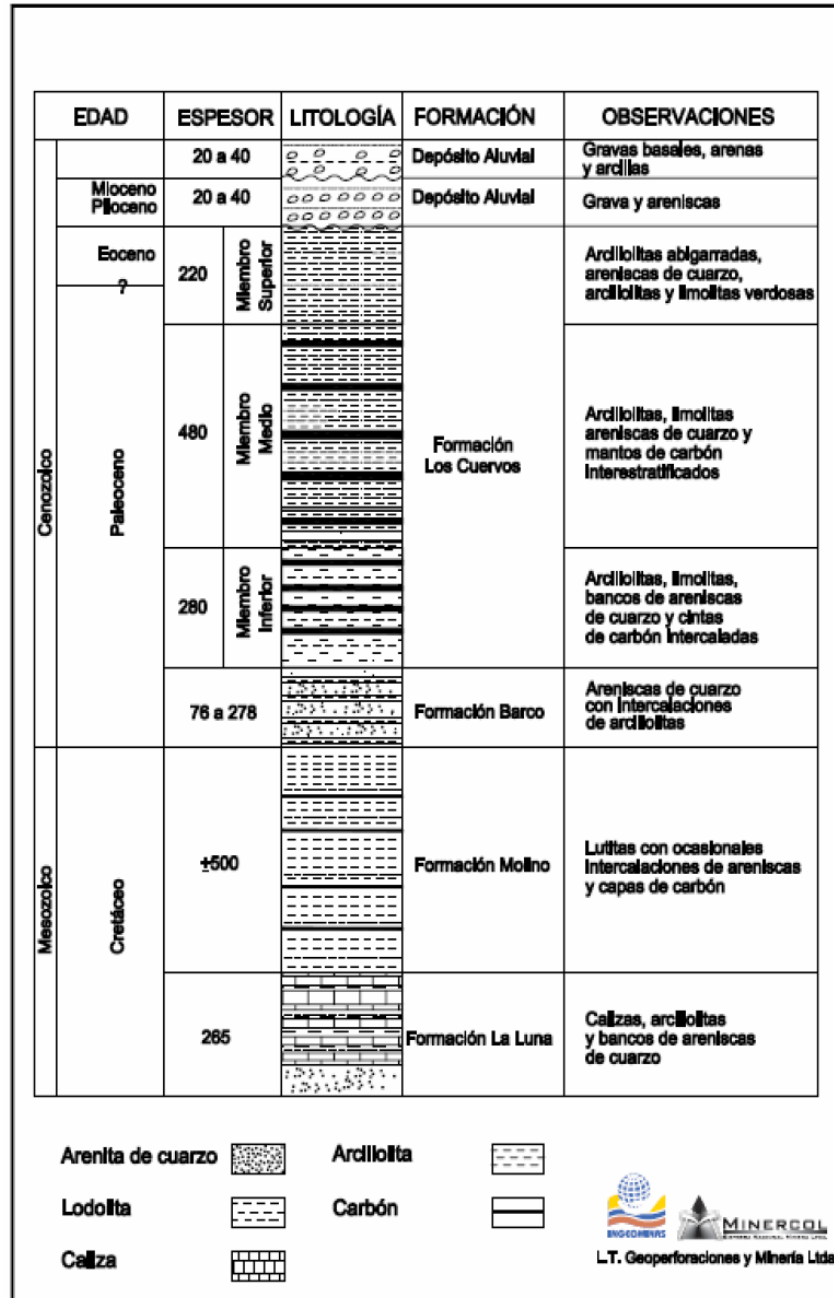
<sup>49</sup> Ibid. p.34.

<sup>50</sup> Ibid. p.34.

<sup>51</sup> Ibid., p.45.

En la figura 9 se muestra la columna estratigráfica de la zona carbonífera del Cesar.

**Figura 9.** Columna estratigráfica de la zona carbonífera del departamento del Cesar.



Fuente. Estevez & Quintero, 2008.

### 3.7.4. Geología estructural regional

El modelo tectónico de la Cuenca Cesar-Ranchería se encuentra afectado por esfuerzos de tipo compresivos en dirección NW provenientes del empuje causado por la Serranía del Perijá y otro en dirección SW provenientes del empuje originado por la Sierra Nevada de Santa Marta, dando como resultado fallas inversas acompañada de zona de distensión como es el caso de las fallas de comportamiento inverso del Hatillo y la Loma y la Falla normal El Tigre, las cuales influyen en la evolución de la zona de estudio. “El estilo estructural compresivo está definido por la conjunción del movimiento de las placas tectónicas de Suramérica, Nazca y Caribe, cuya colisión originó sistemas estructurales como las fallas de Bucaramanga- Santa Marta y Oca y el levantamiento de los sistemas montañosos Sierra Nevada de Santa Marta y Serranía de Perijá”<sup>52</sup> (Cáceres et al, 1980), véase figura 10.

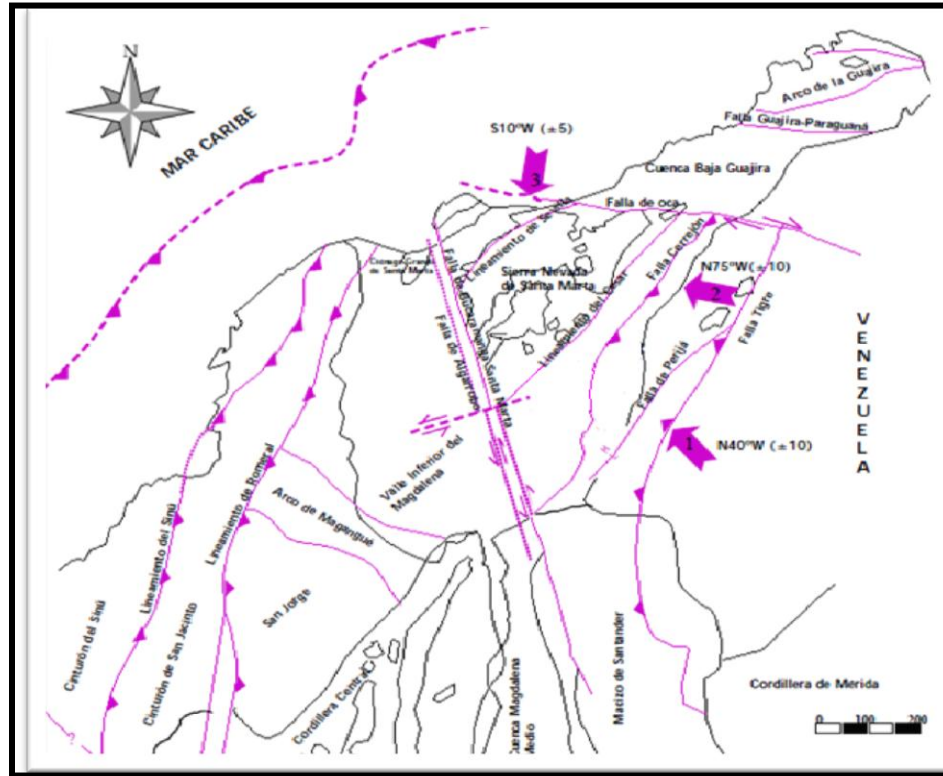
Las estructuras tectónicas regionales de la zona carbonífera del departamento del Cesar cuentan con algunas zonas de distensión que afectaron durante la evolución de dicha zona, se observan que estas estructuras poseen el tren estructural dominante de dirección NE-SW y de igual manera se observan lineamientos con una orientación perpendicular a ellos.

---

<sup>52</sup> CÁCERES ET. AL. Citado por, Hernández. Marina. (2003). *Memoria explicativa, Geología de la plancha 48 La Jagua de Ibirico a escala 1:100.000*. Bogotá Ingeominas.



Figura 10. Tectónica y esfuerzos regionales de la cuenca Cesar-Ranchería.



Fuente. Hernández, 2003.

### 3.7.4.1. Pliegues

La zona carbonífera del departamento del Cesar, se conforman por cuatro estructuras que afectan unidades con niveles carbonosos definidos, estas estructuras son, el sinclinal de La Jagua, El Descanso, La Loma y Boquerón, las estructuras de esta zona consisten en una serie de sinclinales y anticlinales que muestran una dirección NE-SW, las cuales forman un sinclinorio elongado con una dirección N35E, separadas por fallas inversas<sup>53</sup>.

“El sinclinal El Descanso, presenta una dirección general N45E, tiene un área cercana a  $350\text{km}^2$ , con una longitud de 13 km, su flanco oriental ha sido truncado

<sup>53</sup> Hernández. Marina. (2003). *Memoria explicativa, Geología de la plancha 48 La Jagua de Ibirico a escala 1:100.000*. Bogotá Ingeominas.

por la Falla El Hatillo y se encuentra limitado hacia el sur, por el sistema de Fallas Bucaramanga-Santa Marta”<sup>54</sup>.

“El sinclinal La Loma, de dirección noroeste-suroeste, es asimétrico y se profundiza hacia el suroeste; está limitado al noreste por la Falla El Hatillo y al sureste por la Falla El Tigre. Esta estructura afecta la secuencia de areniscas de grano grueso y conglomerados de la Formación Cuesta y rocas de la Formación Los Cuervos”<sup>55</sup>.

“El sinclinal de Boquerón, cuyo cierre se ubica en el sector de la mina correspondiente a la compañía Drummond, consta de una superficie de  $50\text{km}^2$ ”<sup>56</sup>.

“El sinclinal de La Jagua se encuentra aproximadamente 5 km al nororiente del municipio de la Jagua de Ibirico; es ligeramente asimétrico con buzamientos entre  $10^\circ$  y  $35^\circ$ , una longitud a lo largo del eje de aproximadamente 10,4 km y aproximadamente 4km de ancho. La estructura es amplia y se cierra al norte con un cabeceo hacia el oeste”<sup>57</sup>.

### 3.7.4.2. Fallas

El sistema de falla que intervino en la evolución geológica de la zona de estudio, tienen una orientación noreste-suroeste, dentro de este sistema encontramos la Falla de El Tigre interpretada según Darío Torregosa<sup>58</sup> como una falla normal, y las Fallas de La Loma y El Hatillo interpretadas como un sistema de fallas inversas en la parte más oeste del sinclinal de La Loma siendo las principales fallas del

---

<sup>54</sup> ESTEVEZ PLATA, yudi y QUINTERO DIAZ, Diana. Determinación del ambiente de depósito de la formación los cuervos miembro medio, aplicado a la variabilidad en la calidad del carbón y a las asociaciones Litofaciales obtenidas de los núcleos de perforación, en el sector del hatillo, la Loma – cesar. Bucaramanga, 2008, 309p. Proyecto de grado modalidad práctica empresarial (Geóloga). Universidad industrial del Santander. Facultad ingenierías fisicoquímicas.

<sup>55</sup> *Ibid.*, p. 34.

<sup>56</sup> *Ibid.*, p. 34.

<sup>57</sup> Abreu et al. Citado por, Ruiz, Sandra. Modelamiento de la falla La Victoria en el sector de Cerro de Piedra, Proyecto La Jagua, Municipio de la Jagua de Ibirico-Cesar. Manizales, 2011, 85p. Proyecto de grado modalidad práctica empresarial (Geólogo). Universidad de Caldas. Facultad de ciencias exactas y naturales.

<sup>58</sup> TORREGOSA CASTILLO, Darío. Correlación y caracterización de los mantos de carbón del miembro medio de la formación cuervos, a partir de registros geofísicos eléctricos y ayuda de líneas sísmicas, sector las cuevas mina el Hatillo. Bucaramanga, 2009, 93p.

sistema; derivadas de estas se desprenden otras fallas menores de orientación NNE-SSW.

Asociado a los pliegues se diferencia dos tipos de fallamiento, un fallamiento se observa al oriente de la Falla El Tigre, el cual son fallas que han emergido por el núcleo de los anticlinales, mientras que el occidente de esta falla son afectados sinclinales, como ocurre con la Falla La Loma que hace desaparecer en superficie un sinclinal en el sector de El Chorro<sup>59</sup>.

### 3.7.5. Geología local

El área de la explotación de la mina Calenturitas, está conformada por rocas sedimentarias con edades entre el Paleógeno y el Neógeno en las que se encuentran la Formación Barcos, Cuervos y Cuesta, así como acumulaciones sedimentarias del Holoceno y reciente, formados principalmente por los ríos Tucuy y Calenturitas (ver Figura 11). La explotación de carbón que se lleva a cabo en el depósito se encuentra estratigráficamente situada en el miembro medio de la Formación Cuervos<sup>60</sup>.

Este miembro se caracteriza por un carácter más arenoso que los otros miembros de la Formación Cuervos y contiene secuencia carbonífera explotable, considerando mantos que varían de espesor de 0.30 a 5.6 m, compuesto de areniscas grises de grano fino a medio con buena cementación, presenta intercalaciones de arcillolitas, limolitas y cintas de carbón. El espesor del miembro se estima que alcanza un total de 580 m<sup>61</sup>.

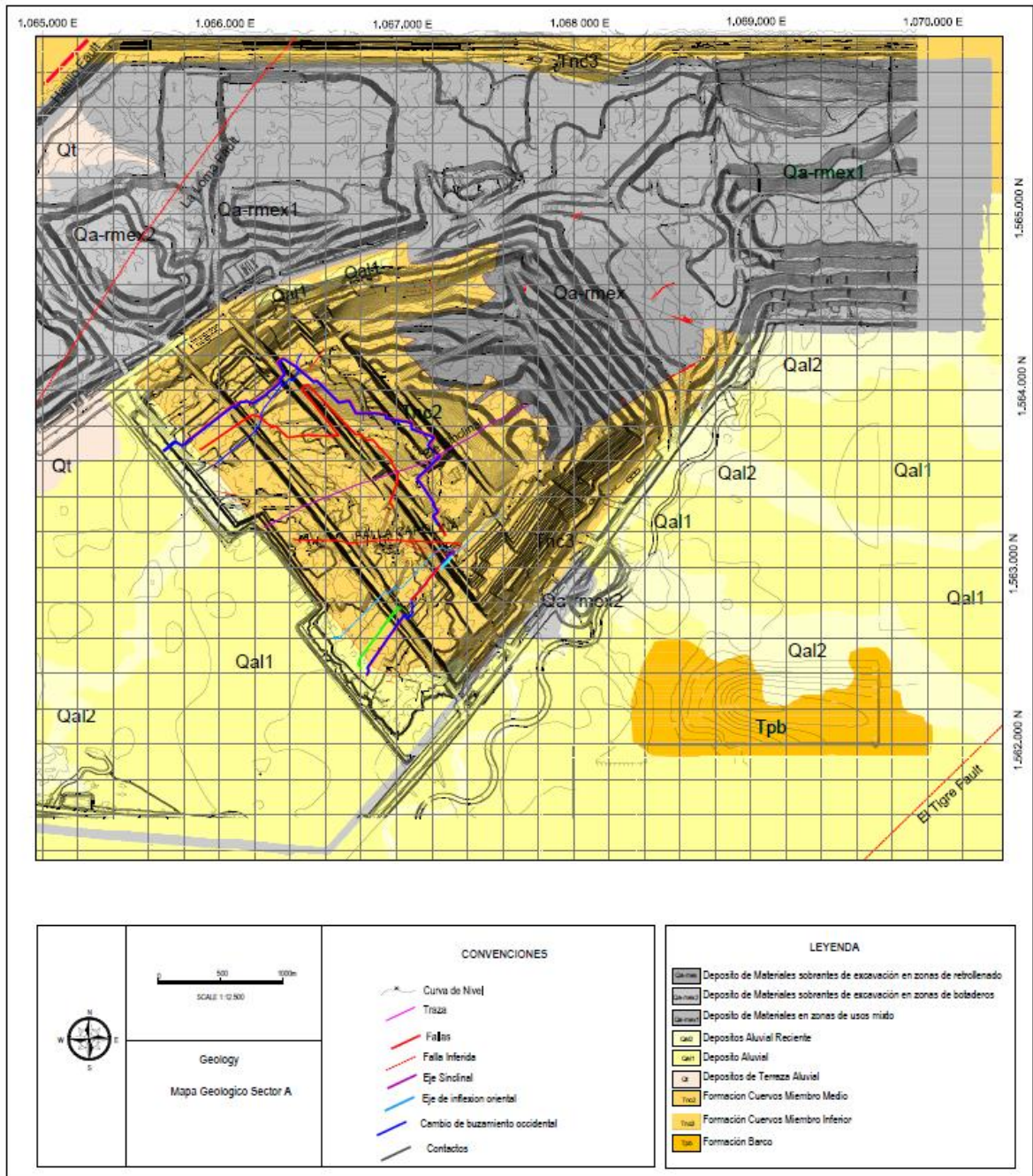
---

<sup>59</sup> Estevez & Quintero. Op. Cit., p.36.

<sup>60</sup> Hernández. Marina. Op. Cit.,

<sup>61</sup> *Ibíd.*, p.36.

Figura 11. Mapa geológico del sector "A" de la mina Calenturitas.



Fuente. C.I. Prodeco S.A.

### 3.7.5.1. Estratigrafía local

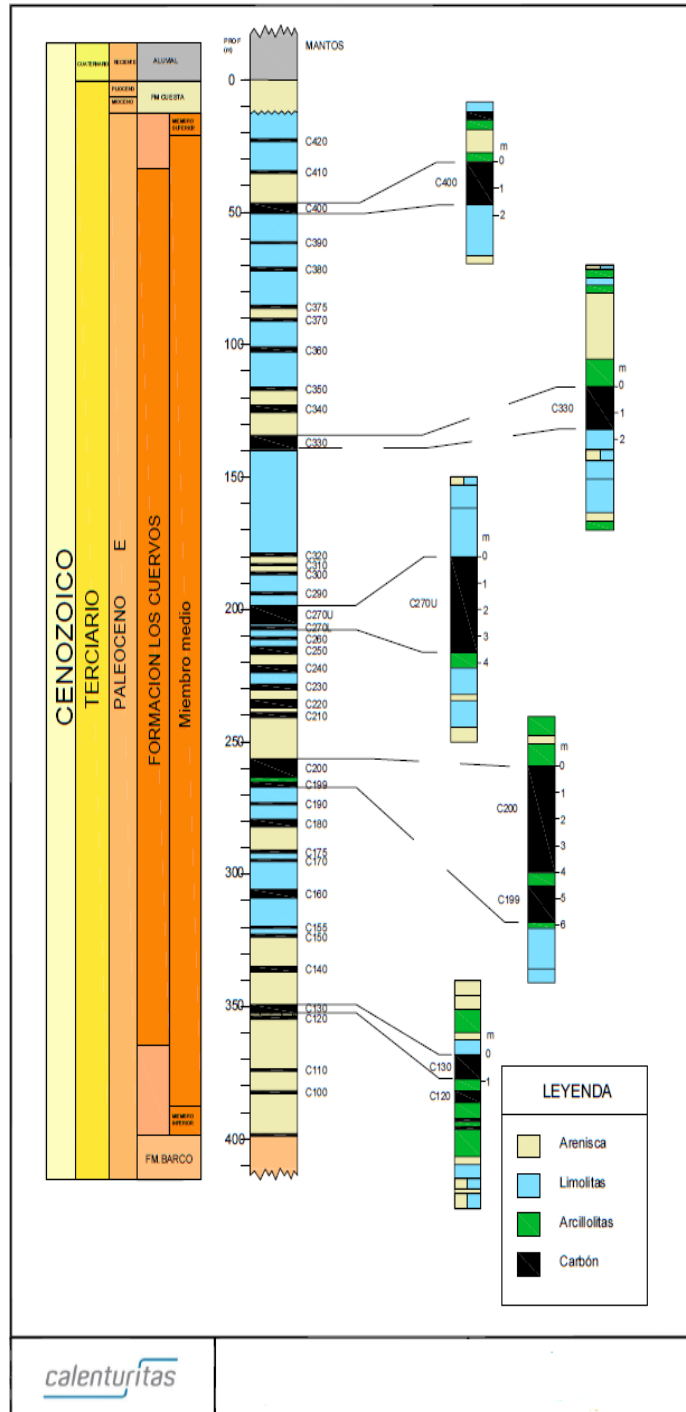
El sector “A” de la mina Calenturitas se caracteriza por una secuencia de eventos cíclicos grano decreciente, formados por areniscas de color gris de grano fino a medio, limolitas grises, arcillolitas carbonosas y mantos de carbón, suprayacidas por arenas, limos, y arcillas no consolidadas, que en parte incluyen materia orgánica.

La secuencia carbonífera en la zona de estudio se encuentra integrada por 32 mantos de carbón (ver figura 12), en los que sobresalen los mantos 200, 270, 330 y 400 siendo estos los de mayor espesor en el área de explotación. El paquete carbonífero del manto 400 al manto 200/199 es el más favorable económicamente, los cuales tienen un espesor acumulado de 26 mts de carbón y de 240 a 250 mts incluyéndole el estéril.

### 3.7.5.2. Geología estructural local

El depósito de la mina Calenturitas hace parte del sinclinal de La Loma, el cual es un sinclinal de forma elipsoidal de carácter asimétrico, con una extensión de 180  $Km^2$  y una dirección NE-SW, limitado hacia el NW por la Falla La Loma y El Hatillo y hacia el SE por la Falla El Tigre, véase figura 13.

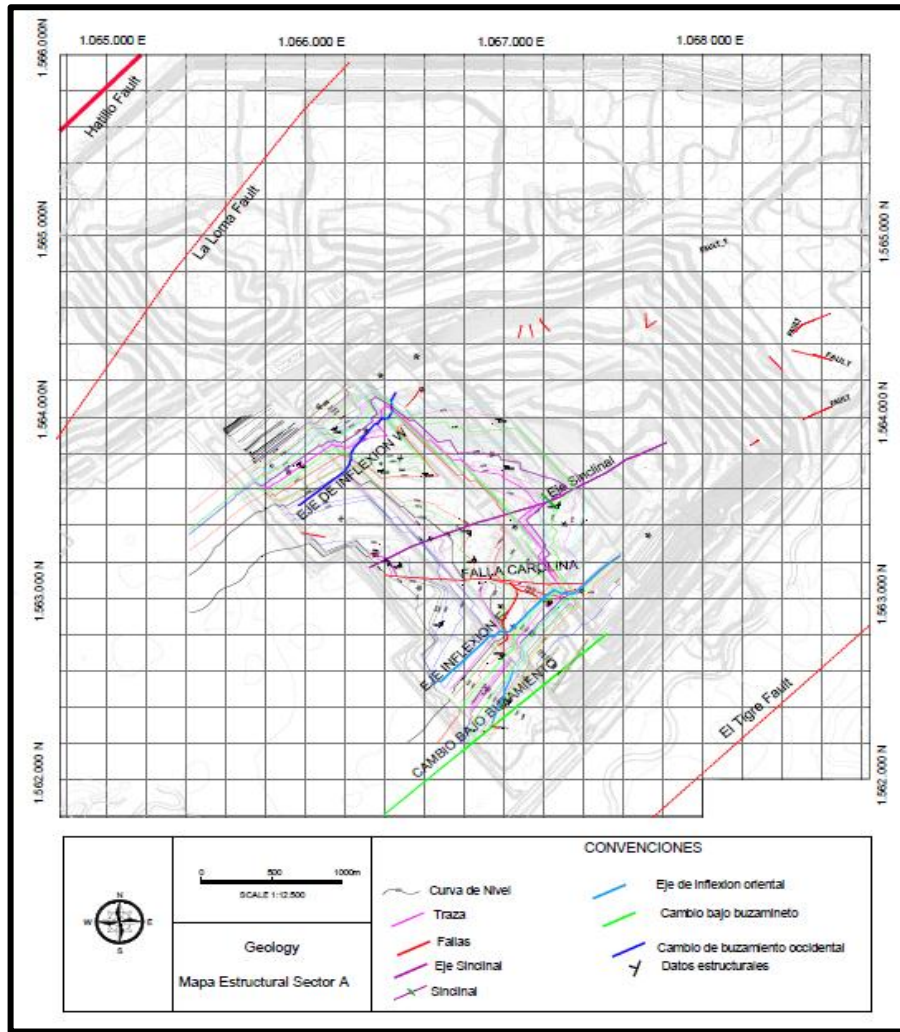
**Figura 12.** Columna estratigráfica generalizada de la mina Calenturitas.



Fuente. C.I. Prodeco S.A.



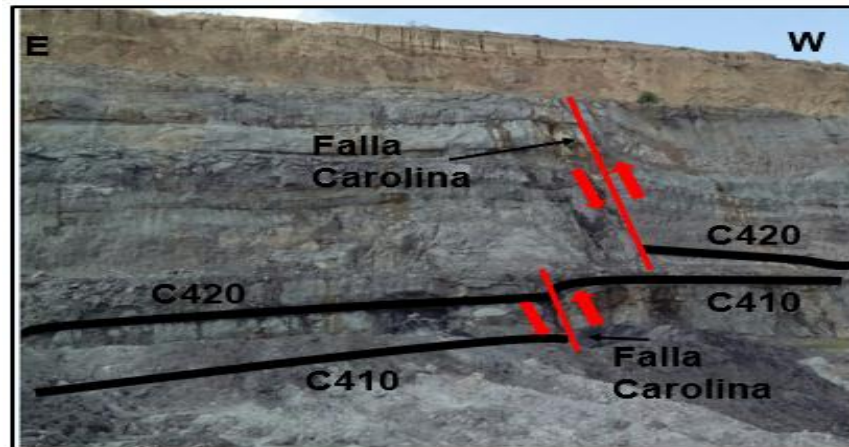
Figura 13. Mapa estructural del sector "A" de la mina Calenturitas.



Fuente. C.I. Prodeco S.A.

En el sector "A" de la mina Calenturitas el sinclinal de La Loma se encuentra afectado por Fallas locales de tipo normales e inversas, las cuales presentan desplazamiento entre los 50 cm y los 9 mts, siendo la más importante la Falla Carolina (ver figura 14).

**Figura 14.** Plano de Falla Carolina afectando el interburden de los mantos 420 y 410.



Fuente. Autor del proyecto.

En el área de explotación minera el sinclinal de La Loma presenta hacia el flanco occidental cambios graduales en los buzamientos de los mantos, los cuales oscilan entre los 25 ° y los 45° sobre un eje de denominado cambio de buzamiento occidental, mientras que hacia su flanco oriental se observa un cambio brusco en el buzamiento, los cuales varían entre los 25 ° y los 65° sobre un eje de inflexión denominado eje de inflexión oriental (figura 15).

**Figura 15.** Vista panorámica de la mina Calenturitas.



Fuente. Autor del proyecto



### **3.8. Metodología**

#### **3.8.1. Alternativas de solución**

A continuación, se muestra la metodología empleada para cumplir los objetivos planteados para este proyecto.

##### **3.8.1.1. Toma e interpretación de información estructural en campo**

El levantamiento estructural en campo se ejecutó bajo los estándares establecido por la empresa, que se encuentran en el procedimiento para toma de información en campo. Para el desarrollo del objetivo general de este proyecto fue indispensable el levantamiento de las superficies de fallas, estrías de fallas, diaclasas, saltos de fallas durante la minería, las trazas y los respaldos de los mantos de carbón que se encuentre afectados por la falla, además durante el desarrollo de la práctica se levantaron información en el eje de inflexión, cambio de buzamiento occidental, eje de sinclinal, datos estructurales en techo y piso de los mantos de carbón, base del meteorizado, base del aluvial, levantamiento de columna estratigráfica, descripción de rocas, toma de espesores de los mantos de carbón, fotos sirovision y trazas en las paredes de avances. La toma de información se realizó con herramientas suministradas por la empresa como lo son brújula, martillo, GPS de precisión (GR-3), y cinta métrica, finalmente esta información se actualizo inmediatamente en la base de datos correspondiente, con el fin de no producir perdidas en la información. Esta información fue analizada e interpretada, con el fin de poder realizar una buena interpretación de las secciones transversales que se generaron, un buen análisis e interpretación de la Falla Carolina, determinar los esfuerzos que intervinieron en su formación y, además de producir actualizaciones en el mapa de traza (ver anexo 2), el cual es fundamental para la interpretación de la falla y para la ejecución de los planes de minería.

### 3.8.1.2. Interpretación de barrenos de voladura bajo manto

La interpretación de barrenos de voladura bajo manto (VBM) se realizó de 21 voladuras seleccionadas, que se efectuaron dentro de los planes de voladuras ejecutados en la zona de la Falla Carolina y zonas cercanas a esta, en el sector A de la mina Calenturitas, desarrolladas desde agosto del 2014 hasta junio del 2016. Esta interpretación sirvió como base en la correlación de las secciones transversales, ya que en los registros geofísicos de los pozos se pudo observar la tendencia de los estratos, las estructuras afectadas y se pudo trazar la superficie de falla, así como también tomar el techo y el piso de los carbones que se encuentran afectados por la Falla Carolina.

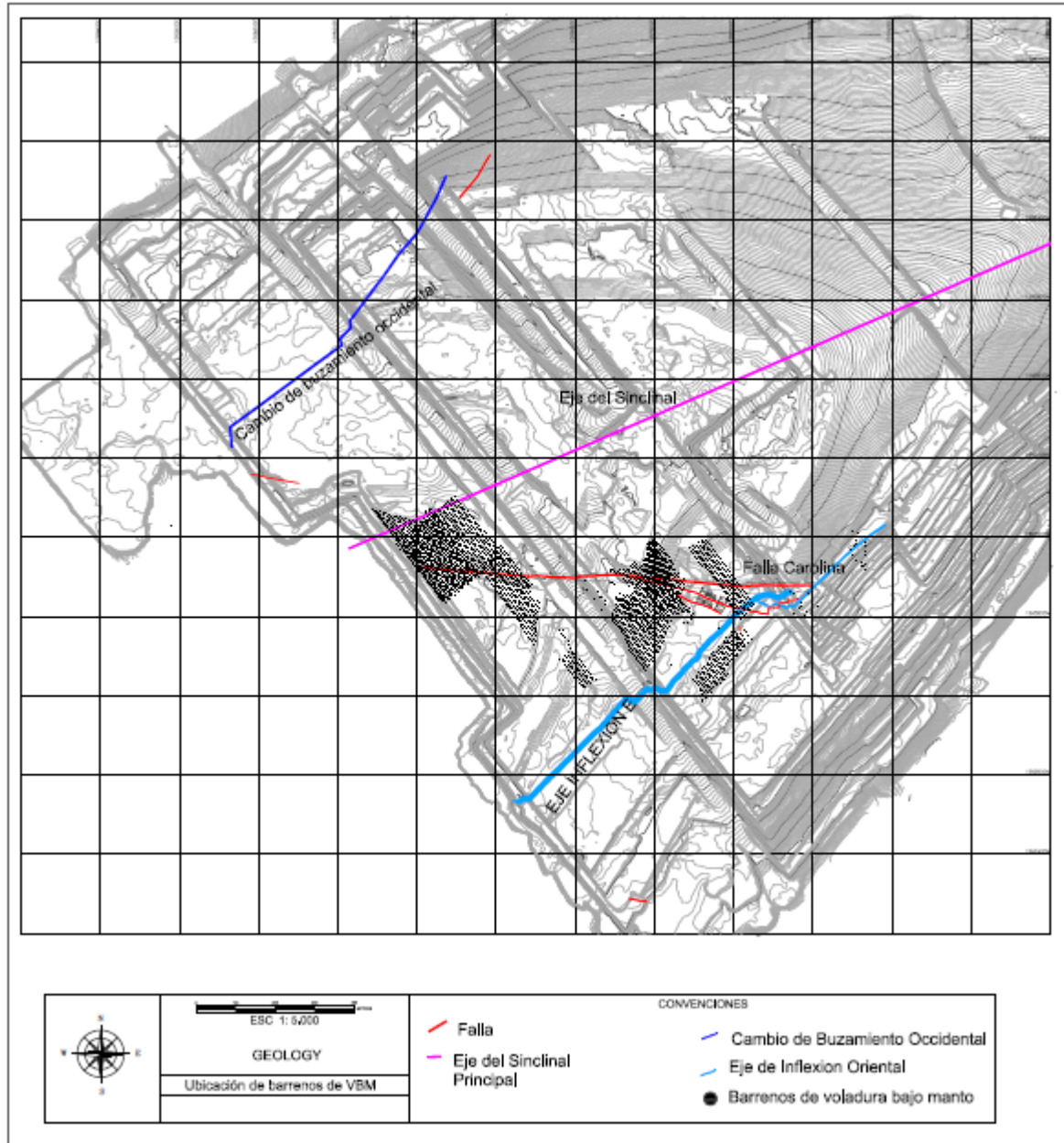
En tabla 3 y la figura 16 se puede observar las voladuras de las cuales se interpretaron los barrenos, así como la fecha de realización de las voladuras y la ubicación de ellas.

**Tabla 3.** Voladuras bajo manto.

VBM_NAME	FECHA	NIVEL_UBICACIÓN	SECTOR
A620K	150616	6	A
A641E	150627	6	A
A758F	150722	7	A
A731B	150807	7	A
A810D	150811	8	A
A628I	150830	6	A
A706N	150922	7	A
A789D	151117	7	A
A705F	160118	7	A
A705K	160121	7	A
A801H	160121	8	A
A712D	160202	7	A
A807L	160210	8	A
A721H	160304	7	A
A800H	160307	8	A
A712K	160316	7	A
A812F	160407	8	A
A721L	160417	7	A
A721Q	160504	7	A
A807N	160520	8	A
A720M	160607	7	A

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 16. Ubicación de los barrenos de las voladuras bajo manto.

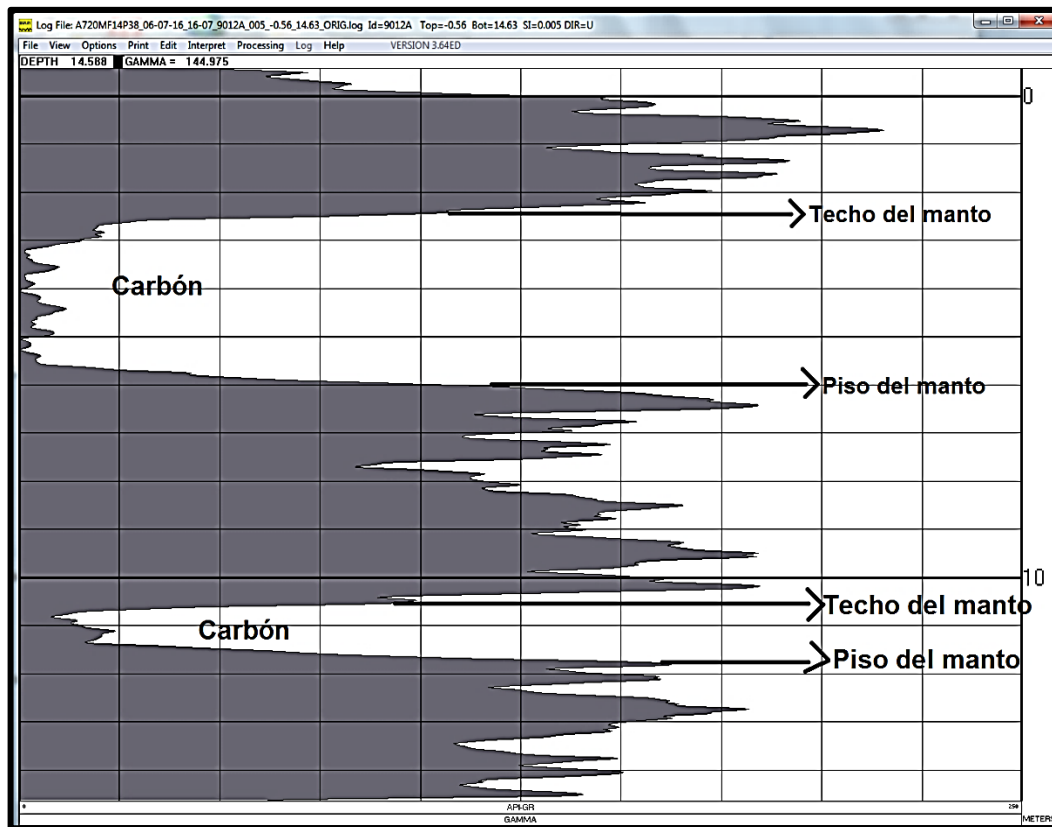


Fuente. Autor del proyecto.

El desarrollo de esta fase se llevó a cabo en barrenos tipo open sin revestimiento, con una profundidad máxima de 15 metros y un diámetro de 8 pulgadas, teniendo en cuenta los registros Gamma Ray (figura 17) perteneciente a cada barreno, para la visualización de estos registros se empleó el software **Log Display** de Century

geophysical corporation. Para la interpretación de estos registros se utilizó los parámetros (figura 18) establecidos en el estándar Log analysis for mining applications por David Firth<sup>62</sup>, en el que se especifican las respuestas de registros geofísicos en diferentes tipos de rocas, donde determinan que la respuesta de los mantos de carbón en el registro de Gamma Ray es inferior a los 75 api. Una vez establecido el parámetro de respuesta del carbón en los registros Gamma Ray se procedió a determinar la profundidad del techo y del piso de cada manto registrado en el software Log Display de Century geophysical corporation e inmediatamente se actualizo la base de datos de las VBM (ver anexo 3).

**Figura 17.** Registro Gamma Ray en el software Log Display de Century geophysical corporation.



Fuente. Autor del proyecto.

<sup>62</sup> FIRTH, David. Log analysis for mining applications. Peter Elkington, 1999. Pag 57.

La idea central de la Interpretación de barrenos de voladura bajo manto fue obtener una base de datos con los pick file y una correlación de cada barreno registrado en el que se observaron la tendencia de los mantos de carbón y las estructuras asociadas a la zona de la Falla Carolina.

**Figura 18.** Respuesta de registros geofísicos en los diferentes tipos de rocas.

		GAMMA RAY		DENSITY		SONIC		POROSITY		RESISTIVITY Ω-M								
		0	API	150	1.0	GM/CC	3.0	140	μS/FT	40	50	SST	PU	0	0	10	100	1000
SHALE	MARINE																	
	NON-MARINE																	
COAL	BITUMINOUS																	
	INFERIOR																	
	LIGNITE																	
	ANTHRACITE																	
SANDSTONE	POROUS																	
	TIGHT																	
SILTSTONE																		
EVAPORITES	GYPSUM																	
	SALT																	
	ANHYDRITE																	
LIMESTONE	POROUS																	
	TIGHT																	

Fuente. David Firth, 1999.

### 3.8.1.3. Interpretación de pozos exploratorio y pozos bancos

Para obtener una mejor información para la interpretación de la Falla Carolina y así poder generar su posible trazo hacia las futuras áreas de minería, se analizaron pozos exploratorios y pozos bancos anteriormente realizados en el área de estudio, seleccionando aquellos que se encuentran cerca de las proyecciones realizadas del trazo de la falla y que contiene sus respectivos registros geofísicos (tabla 4 y figura 19).

**Tabla 4.** Pozos core y open finalizados, programa de exploración base de datos mina Calenturitas.

<b>BOREHOLE_NAME</b>	<b>EAST</b>	<b>NORTH</b>	<b>DEPTH</b>	<b>TYPE</b>
100C	1065557.470	1563081.560	151.38	Core
104C	1067300.240	1563096.490	60.00	Core
176T	1065505.910	1563155.200	233.50	Open
178T	1065414.250	1563235.200	146.42	Open
179T	1065708.870	1563304.160	198.00	Open
18T	1065674.300	1563001.140	176.90	Open
200T	1067060.910	1562946.210	156.27	Open
201T	1067225.110	1563175.120	168.00	Open
93C	1065450.860	1563195.820	100.15	Core
95C	1065377.470	1563271.560	60.00	Core
98C	1067151.980	1563246.250	82.80	Core
99C	1067000.910	1562998.190	106.80	Core
M2	1066863.90	1563107.59	231.60	Open
PC1017	1067027.370	1563303.930	142.56	Core
PC1026	1066795.152	1562800.329	249.30	Core
PC1030	1067390.653	1562806.132	154.48	Core
PC1042	1067313.383	1563008.943	80.95	Core
PC1100	1066874.81	1563091.74	334.85	Core
PC1106	1066800.203	1563196.755	299.59	Core
PC1110	1066402.537	1563196.529	383.50	Core
PC1115	1065244.826	1563189.828	125.00	Core
PC1137	1066012.241	1562990.408	348.00	Core
PC1154	1066914.992	1563078.770	225.00	Core
PL9685	1066532.35	1562941.87	21.19	Open
PL9760	1066574.867	1563129.398	31.56	Open
PL9840	1066614.769	1563079.218	28.13	Open
PL9902	1066567.42	1562941.66	27.84	Open
PL9905	1066565.956	1562958.093	27.44	Open
PR2025	1066612.500	1563175.350	266.81	Open
PR2028	1066593.222	1562796.450	304.16	Open

Fuente. C.I. Prodeco S.A.

**Continuación tabla 4.**

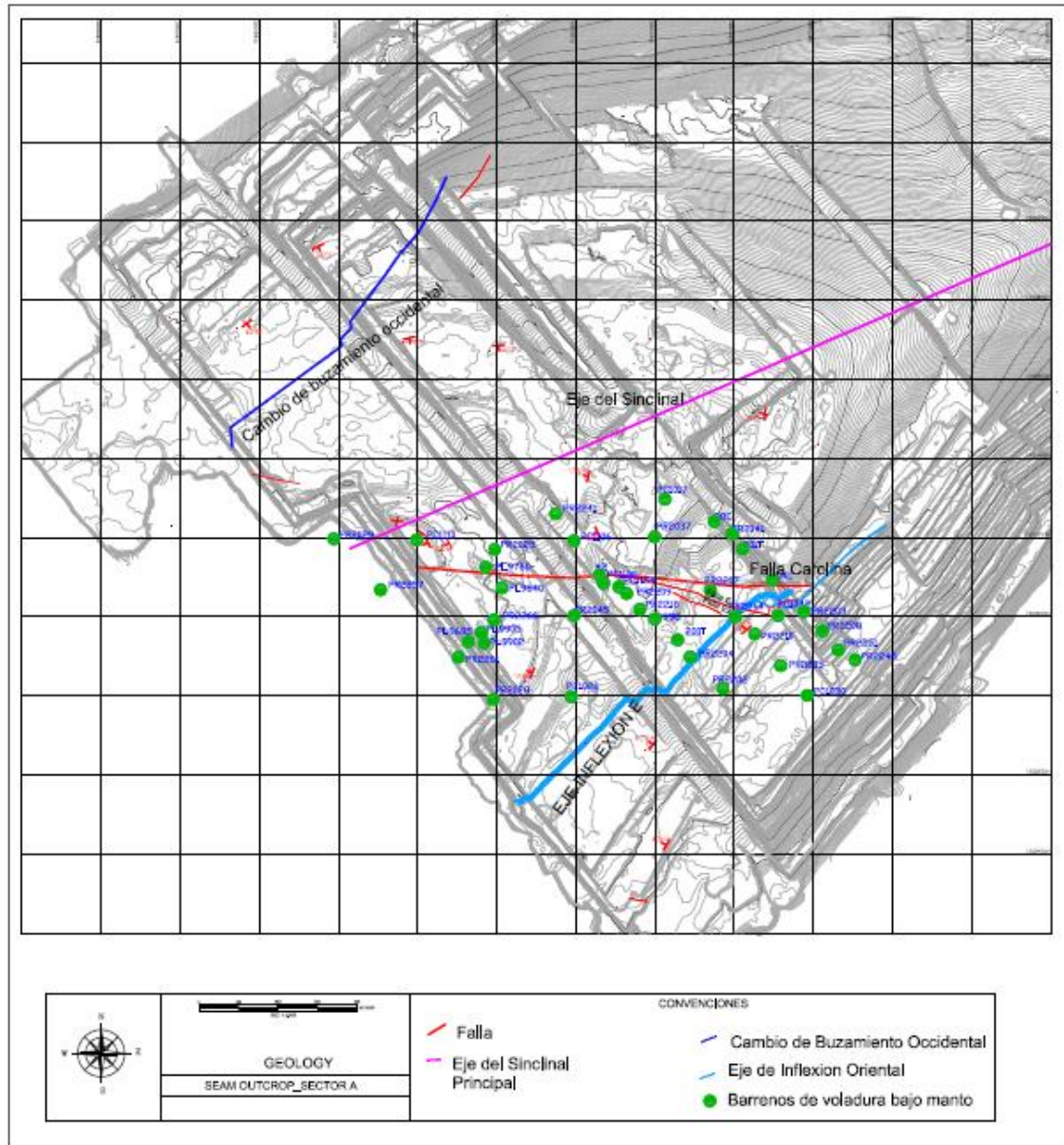
<b>BOREHOLE_NAME</b>	<b>EAST</b>	<b>NORTH</b>	<b>DEPTH</b>	<b>TYPE</b>
PR2029	1066189.248	1563197.180	310.36	Open
PR2037	1067002.133	1563209.259	231.30	Open
PR2041	1067196.056	1563214.750	165.15	Open
PR2044	1067207.160	1563007.405	174.29	Open
PR2045	1066799.445	1563009.541	266.25	Open
PR2140	1065409.320	1563197.553	245.00	Open
PR2202	1067176.153	1562824.615	224.70	Open
PR2203	1067379.318	1563017.034	209.90	Open
PR2204	1067093.320	1562903.320	270.15	Open
PR2205	1067320.346	1562883.302	90.03	Open
PR2207	1067144.373	1563071.263	213.00	Open
PR2208	1067427.371	1562969.126	100.60	Open
PR2209	1066932.677	1563063.800	315.50	Open
PR2210	1067256.351	1562960.539	225.40	Open
PR2218	1066967.811	1563025.794	120.00	Open
PR2241	1066752.892	1563266.395	350.00	Open
PR2245	1067506.423	1562894.478	100.70	Open
PR2251	1067464.007	1562921.340	297.40	Open
PR2256	1065663.075	1563322.581	409.98	Open
PR2257	1066312.310	1563071.357	480.10	Open
PR2260	1066598.300	1562994.380	408.99	Open
PR2261	1066507.292	1562900.958	458.38	Open
PR2262	1065498.194	1563093.405	458.89	Open
PR2264	1065874.980	1563128.290	500.60	Open
PL9971	1066899.35	1563061.88	31.08	Open
PL9972	1066920.82	1563039.84	31.93	Open
PL9973	1066861.35	1563106.93	24.14	Open
PL9982	1066828.53	1563171.43	31.828	Open

Fuente. C.I. Prodeco S.A.

Los pozos banco son pozos verticales tipo open, con un diámetro de 7 7/8” pulgadas y una profundidad máxima de 33 metros, realizados con el fin de actualizar el micromodelo y para la definición de anomalías estructurales. Los pozos que comienzan con las iniciales PL corresponden a los pozos bancos utilizados en el desarrollo del proyecto.



**Figura 19.** Ubicación de los pozos exploratorios y pozos bancos en el sector "A" de la mina Calenturitas.

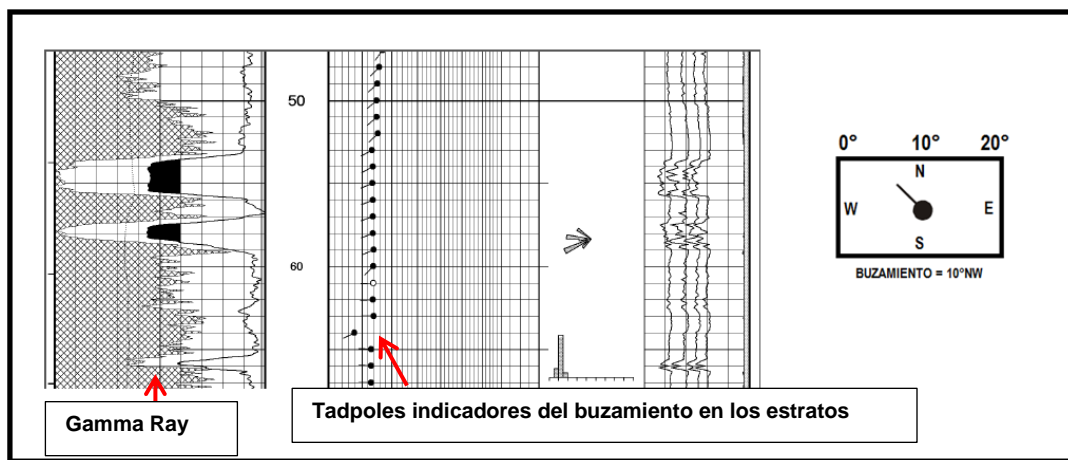


Fuente: C.I. Prodeco S.A.

Dentro de los registros geofísicos interpretados en los pozos se tiene los registros dipmeter y los registros de densidad. Los registros dipmeter son una herramienta que permiten conocer información sobre ambientes de depositación e información estructural, registrando los cambios de buzamientos de los estratos y la

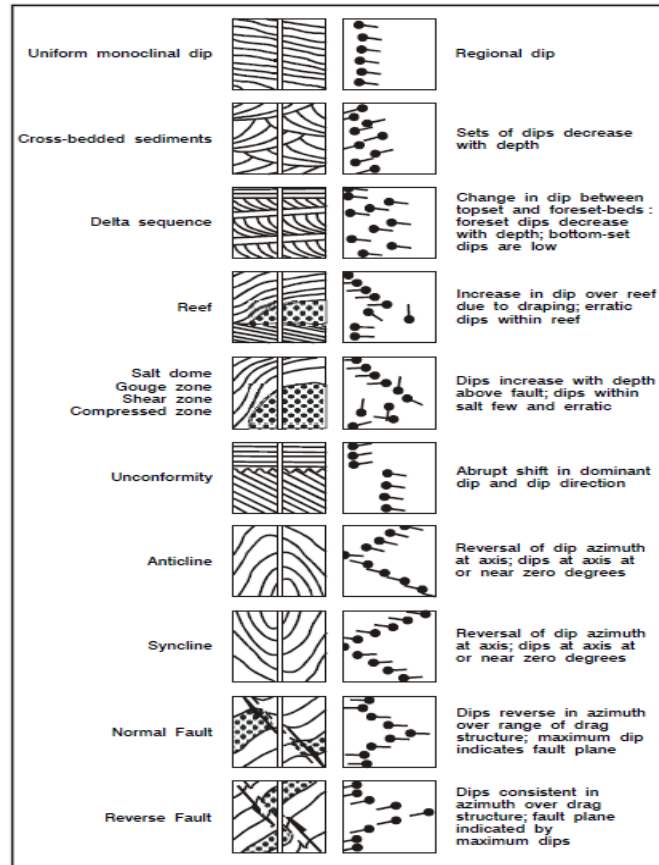
trayectoria del pozo por medio de lecturas de micro-resistividad (figura 20 y 21), mientras que los registros density se basa en la medición de la densidad de los estratos y la relación de estos con la porosidad, mediante la emisión de radiación gamma hacia los estratos por medio de una sonda, este registro se lee de izquierda a derecha, con un rango de valores que va desde 1 a 3 gr/cm<sup>3</sup> (figura 22).

**Figura 20.** Registro dipmeter y ejemplo de interpretación de los tadpoles.



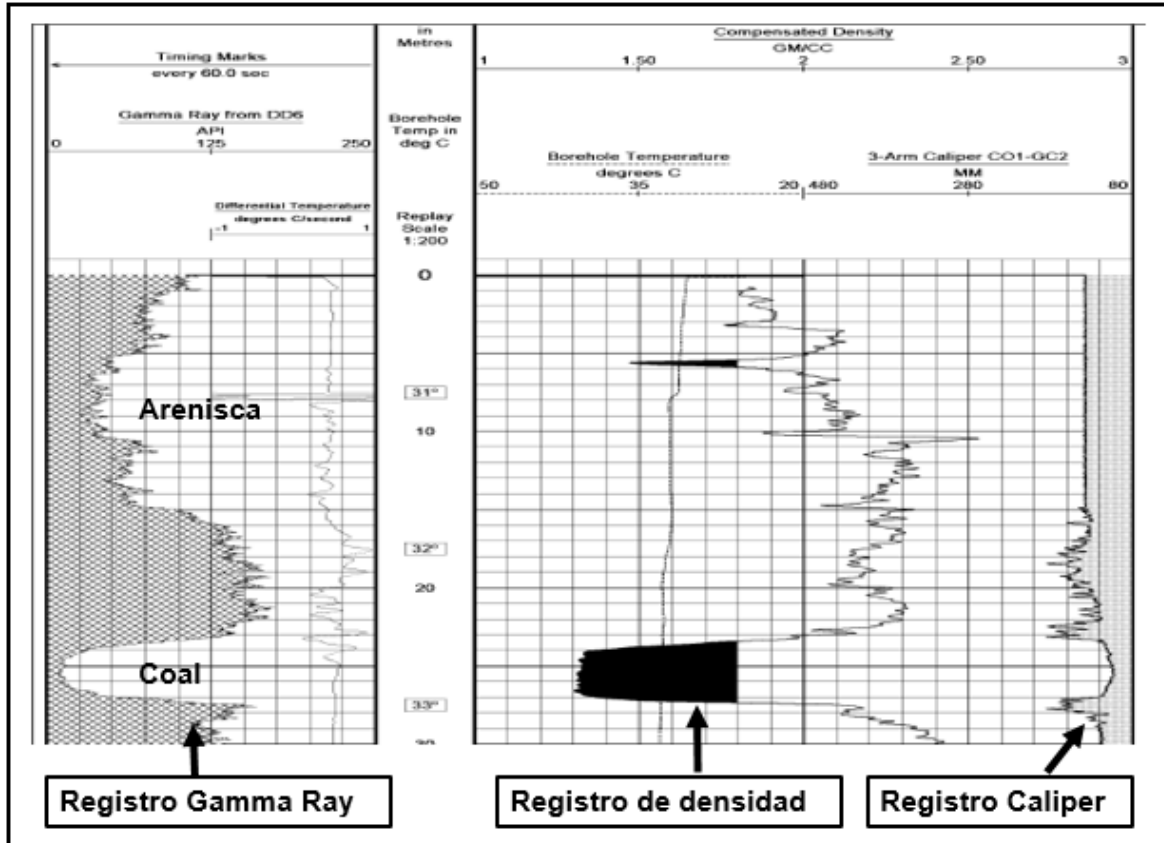
Fuente. Autor del proyecto.

Figura 21. Interpretación de los tadpoles en registro dipmeter.



Fuente. David Firth, 1999.

**Figura 22.** Registro density.



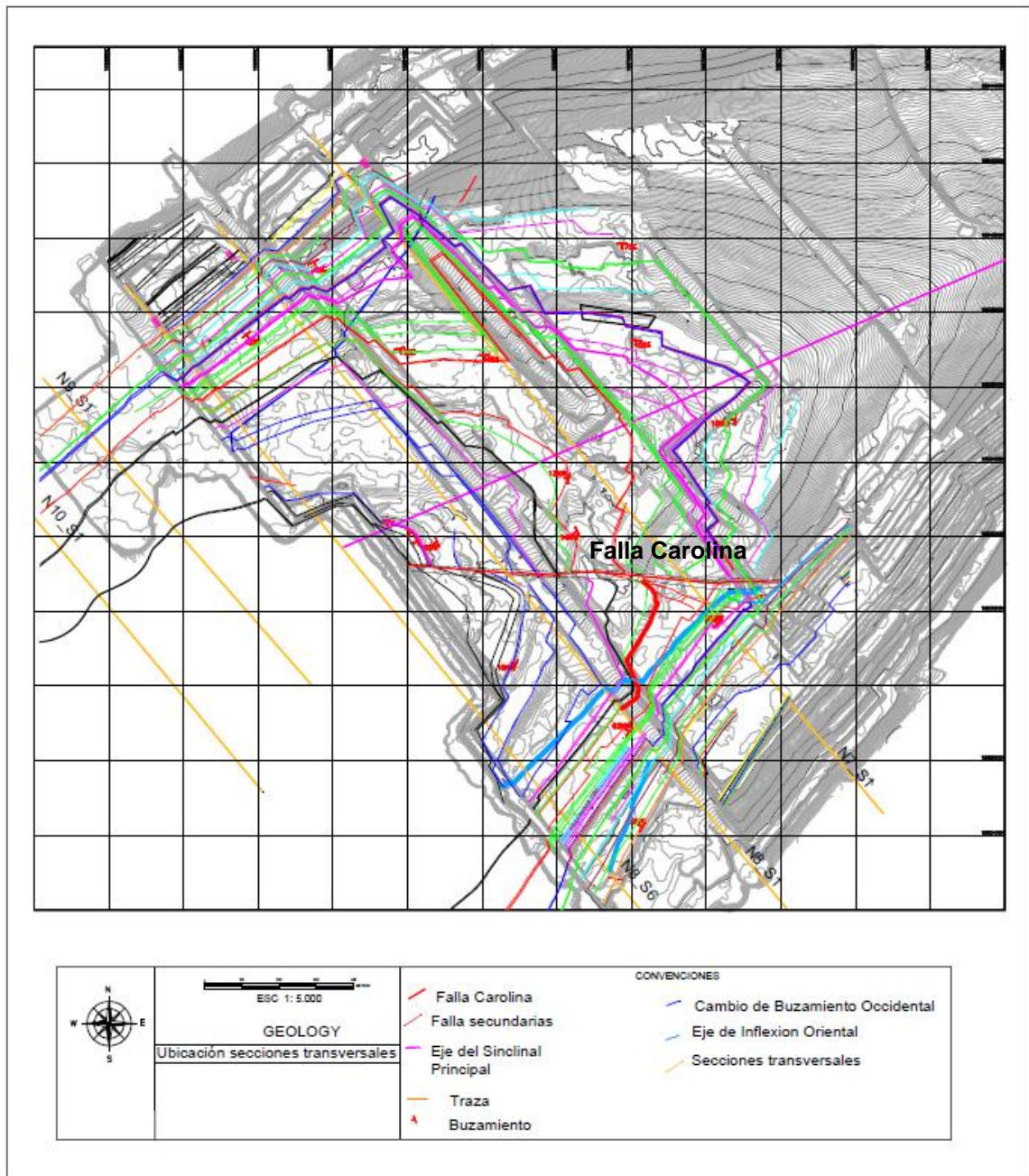
Fuente. Autor del proyecto.

### 3.8.1.4. Generación y correlación de secciones transversales

Se generaron 5 secciones transversales en el sector "A" de la mina calenturitas como se puede observar en la figura 23. Las secciones se ubicaron en las zonas donde se pudo contar con pozos exploratorios que registraron la secuencia completa del sector, la interpretación de las secciones se realizó en AutoCAD, donde se logró observar si la falla presenta algún efecto en toda la secuencia carbonífera, de igual manera se determinó el salto vertical que posee la falla, y se obtuvo información muy importante para el seguimiento de la Falla Carolina en el sector "A", estimando las zonas donde posiblemente puede continuar el trazo de la Falla Carolina en los niveles 9 y 10.



**Figura 23.** Ubicación de las secciones transversales en el sector "A" de la mina Calenturitas.



Fuente. C.I. Prodeco S.A.

### 3.8.1.5. Análisis de los esfuerzos regionales.

Durante el desarrollo del proyecto, se realizó el análisis de la geología regional, mediante la revisión bibliográfica de proyectos de grados en modalidad de práctica empresariales e investigaciones realizadas en áreas aledañas a la zona de estudio con el fin de definir los posibles esfuerzos que dieron origen a la Falla Carolina, identificando en ellos las principales estructuras como los son el sistema inversos de las fallas del Hatillo y la Loma, y la falla normal El Tigre, las cuales intervinieron en la evolución geológica del depósito de la mina Calenturitas. Los esfuerzos ejercidos son de tipo compresivos en dirección NW-SW (figura 24) definidos según Hernández<sup>63</sup>, como la conjunción del movimiento de las placas tectónicas Suramericana, Nazca y Caribe, cuya colisión originó sistemas estructurales como las Fallas transcurrentes Bucaramanga-Santa Marta y Oca y el levantamiento de los sistemas montañosos de la Sierra Nevada de Santa Marta y Serranía de Perijá, bajo un campo de esfuerzos compresivos orientados N40W. Además, esta información se complementó con un levantamiento de diaclasas ejecutado en los diferentes niveles del sector “A”, teniendo como propósito de visualizar la dirección de la tendencia principal de la familia de diaclasas, la cual se elaboró en el software Dips.

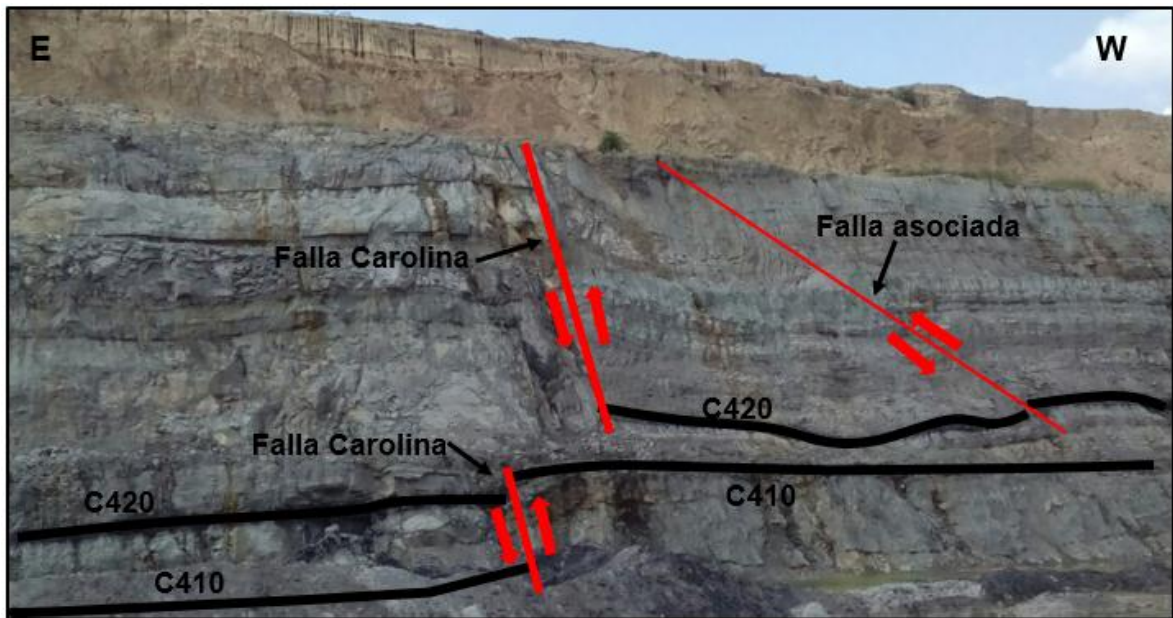
---

<sup>63</sup> Hernández. Marina. Op. Cit., p.79.



levantamientos en los mantos que se encontraban expuestos y afectados por la Falla Carolina (ver figura 25).

**Figura 25.** Desplazamiento generado en los manto 420 y 410 por el plano de Falla Carolina y el plano de falla asociada al plano principal.



Fuente. Autor del proyecto.

Una vez que se identificó el plano de Falla Carolina y los mantos afectados por la falla, se prosiguió a tomar los datos estructurales, estos datos fueron georreferenciado por medio de GPS (GR-3) generándose una base de datos con todos los datos tomados (ver tabla 5).



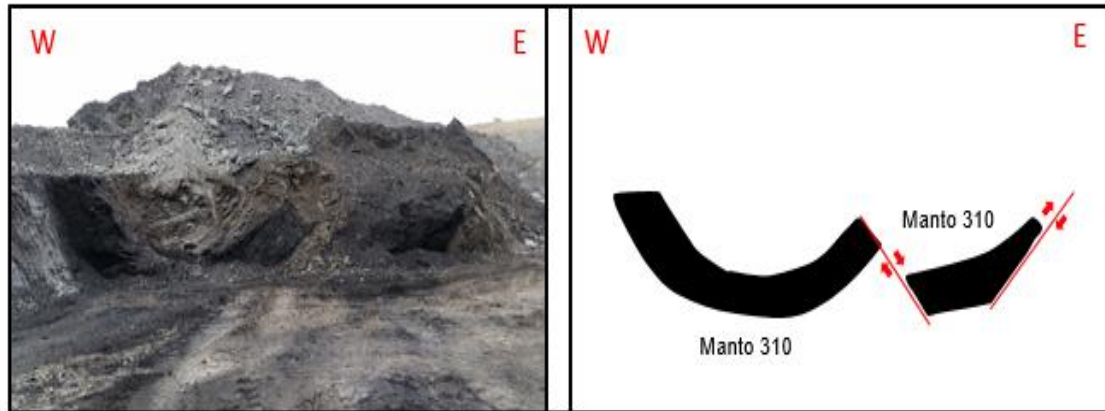
**Tabla 5.** Base de datos generada con la información obtenida de los rasgos estructurales de la Falla Carolina.

Item	Manto	Rumbo	Buzamiento		Norte	Este	Cota	Obsevación
Falla_Carolina	C330	N88W	69	NE	1066805.305	1563098.352	-41.811	
Falla_Carolina	Falla	N82W	75	NE	1067084.42	1563089.675	-31.423	Plano de falla_Carolina
Falla_Carolina	Falla	N72W	70	NE	1066584.726	1563099.981	18.2	Plano de falla_Carolina
Falla_Carolina	Falla	N87W	46	NE	1067314.12	1563072.57	-79.487	Plano de falla_Carolina
Falla_Carolina	Falla	N78W	57	NE	1066815.361	1563100.474	-46.36	Plano de falla_Carolina
Falla_Carolina	Falla	N85W	53	NE	1066894.761	1563091.512	-46.717	Plano de falla_Carolina
Falla_Carolina	Falla	N74W	56	NE	1067312.574	1563078.958	-79.5	P Falla Carolina pared rampa 6
Falla_Carolina	Falla	N80W	56	NE	1067006.624	1563091.528	-46.323	Pano de falla Carolina
Falla_Carolina	Falla	N88W	62	NE	1067186.013	1563071.755	12.522	FALLA CAROLINA
Falla_Carolina	Falla	N80W	66	NE	1067217.157	1563069.757	-13.198	Plano de falla_Carolina
Falla_Carolina	Falla				1067223.89	1563069.511	-14.924	
Falla_Carolina	Roca	N75W	59	NE	1066949.39	1563086.446	-46.30	
Falla_Carolina	Roca	N70W	57	NE	1067083.79	1563086.563	-43.16	
Falla_Carolina	Falla				1067092.64	1563087.973	-30.43	
Falla_Carolina	Falla				1067115.01	1563080.405	-26.08	
Falla_Carolina	C400	N72W	55	NE	1066544.46	1563100.644	2.80	PLANO DE FALLA CAROLINA EN MANTO C400
Falla_Carolina	C380	N78W	70	NE	1066603.38	1563097.199	5.66	PLANO DE FALLA CAROLINA 380 - C410
Falla_Carolina	C270	N78W	55	NE	1067025.13	1563093.163	-51.93	Estrias @ 20°
Falla_Carolina	Roca	N78W	56	NE	1066407.844	1563105.433	11.338	
Falla_Carolina	C330	N75W	56	NE	1066912.924	1563097.728	-50.63	
Falla_Carolina	C150	N72W	56	NE	1067395.017	1563078.975	-92.321	
Falla_Carolina	C160	N80W	64	NE	1067327.952	1563083.325	-96.127	
Falla_Carolina	FCARO	N84W	62	NE	1066855.673	1563099.504	-55.323	
Falla_Carolina	Falla	N85W	45	NE	1066829.218	1563100.621	-56.964	
Falla_Carolina	FCARO	N84W	58	NE	1066812.93	1563101.246	-55.532	
Falla_Carolina	FCAR	N70W	62	NE	1066962.81	1563094.028	-50.039	
Falla_Carolina	FCAR				1067078.459	1563087.648	-45.593	
Falla_Carolina	FCAR				1067075.152	1563089.177	-47.069	
Falla_Carolina	FCAR	N70W	62	NE	1067075.134	1563089.459	-47.352	
Falla_Carolina	FCAR	N75W	60	NE	1067066.429	1563090.521	-44.557	Estrias @ 18°
Falla_Carolina	Falla	N75W	56	NE	1066908.482	1563107.276	-52.288	
Falla_Carolina	FALLA	N87W	64	NE	1066419.332	1563110.595	-4.226	
Falla_Carolina	FALLA	N86W	63	NE	1066541.658	1563098.101	-4.25	

Fuente. Autor del proyecto.

Cerca al área de influencia de la Falla Carolina se observaron una serie de fallas asociadas (ver figuras 26-27-28) al plano principal que generan pequeños desplazamientos en algunos mantos de carbón, estos desplazamientos van desde los 90 cm hasta los 2.5 mts. De igual manera se le genero una base de datos con la información levantada en campo (ver tabla 6).

**Figura 26.** Falla E1 asociada a la Falla Carolina, desplazando el manto 310.



Fuente. Autor del proyecto.

**Figura 27.** Falla E1 asociada a la Falla Carolina, desplazando el manto 160.



Fuente. Autor del proyecto.

**Figura 28.** Desplazamiento del manto 310 y 300, afectado por la falla E2 asociada a la Falla Carolina.



Fuente. Autor del proyecto.

**Tabla 6.** Base de datos generada con la información obtenida de los rasgos estructurales de las fallas asociadas a la Falla Carolina.

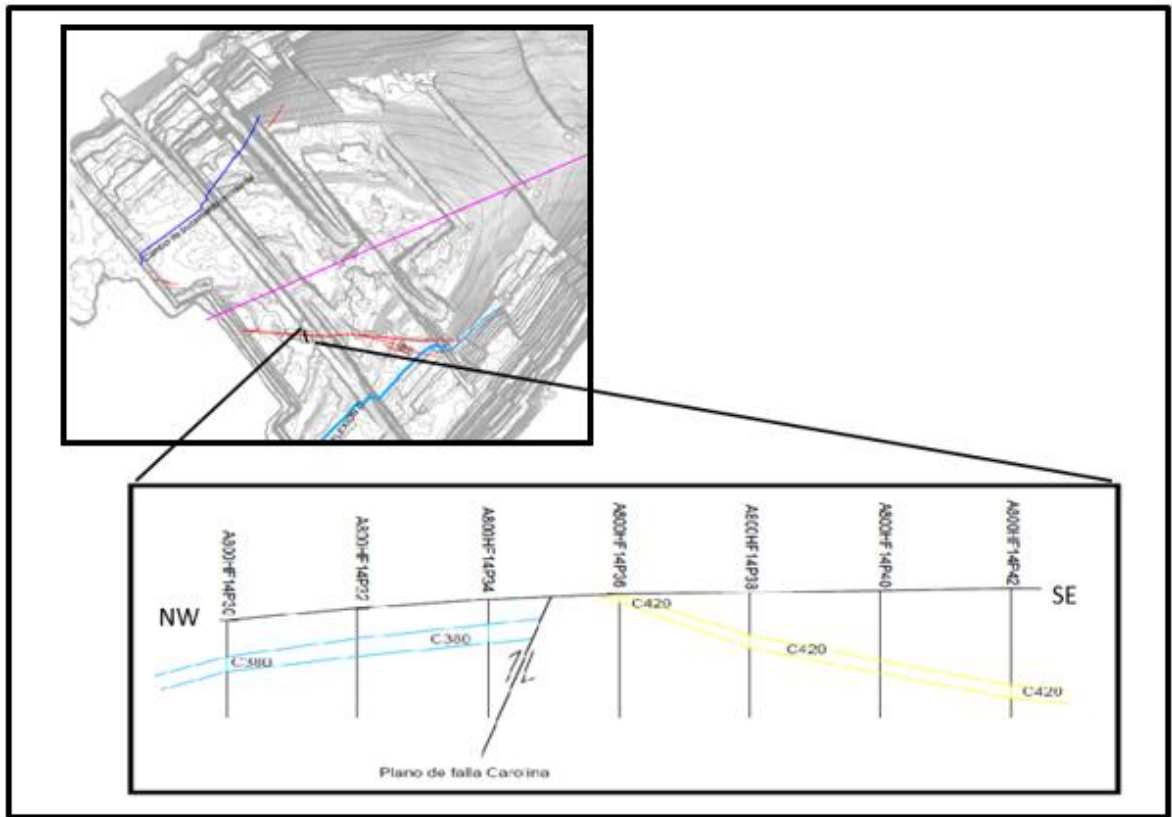
Item	Manto	Nivel	Flanco	Rumbo	Buzamiento	Este	Norte	Cota	Observaciones	
Falla_E1	Falla	7	ORIENTAL	N46W	41	SW	1067113.687	1563049.827	-36.429	Falla normal E1
Falla_E2	Falla	7	ORIENTAL	N55W	41	NE	1067079.99	1563038.92	-45.188	Falla inversa E2
Falla_N6E	C160	6	ORIENTAL				1067385.955	1563095.208	-87.868	
Falla_N6E	C160	6	ORIENTAL	N5W	45	SW	1067412.502	1563213.179	-99.493	Falla inversa desplazamiento de 1.30 m
Falla_N6E	C160	6	ORIENTAL	N50W	59	SW	1067456.901	1563170.578	-86.272	
Falla_N6E	C160	6	ORIENTAL	N50W	59	SW	1067410.153	1563207.907	-103.26	
Falla_N6E	C160	6	ORIENTAL	N50W	59	SW	1067411.716	1563210.789	-100.83	
Falla_E1	Roca	7	ORIENTAL	N65W	34	NE	1067078.859	1563062.221	-46.658	
Falla_E1	C310	7	ORIENTAL				1067110.134	1563053.842	-40.883	
Falla_E2	C300	7	ORIENTAL				1067127.726	1563029.022	-42.515	
Falla_E2	C310	7	ORIENTAL				1067162.089	1563009.766	-23.192	
Falla_N8_W	C380	8	OCCIDENTAL	N60E	42	SE	1066058.617	1563347.243	4.581	Falla normal N8 W afecta C180. deslaza/ 1.80m
Falla_N8_W	C380	8	OCCIDENTAL	N60E	62	SE	1066029.137	1563352.63	-0.304	Falla normal N8 W afecta C180. deslaza/ 1.80m
Falla_E2	C160	6	ORIENTAL	N60W	68	NE	1067362.634	1563044.911	-90.565	Falla inversa afecta C160 debajo de Ramp 6 Desplazam/ 2.50m
Falla_E1	ROCA	7	ORIENTAL	N70W	45	NE	1067076.303	1563063.545	-47.865	
Falla_E1	ROCA	7	ORIENTAL	N70W	45	NE	1067105.423	1563054.529	-41.073	
Falla_E2	ROCA	7	ORIENTAL	N70W	52	NE	1067129.158	1563026.572	-42.103	
Falla_E1	C160	6	ORIENTAL	N70W	60	NE	1067355.032	1563049.125	-93.36	Falla normal. Desplazamiento 2.5 mt
Falla_E1	Falla	7	ORIENTAL	N80W	40	SW	1067126.966	1563055.379	-37.264	falla normal desplazamiento 0.90 m
Falla_E2	C300	6	ORIENTAL	N35W	56	NE	1067052.182	1563055.907	-53.366	falla Inversa. Desplazamiento 1.60 mt
Falla_E2	C300	6	ORIENTAL				1067046.788	1563061.138	-53.672	
Falla_E1	C310	6	ORIENTAL				1067049.251	1563064.073	-53.626	Falla Normal desplazamiento 0.90 m
Falla_E1	C310	6	ORIENTAL	N40W	51	SW	1067051.602	1563064.24	-53.346	
Falla_8_W	C240	8	OCCIDENTAL	N20E	75	SE	1065972.446	1563694.683	-4.503	
Falla_8_W	C240	8	OCCIDENTAL				1065973.221	1563701.343	-0.49	

Fuente. Autor del proyecto.

### 3.8.2.2. Interpretación de barrenos de voladura bajo manto

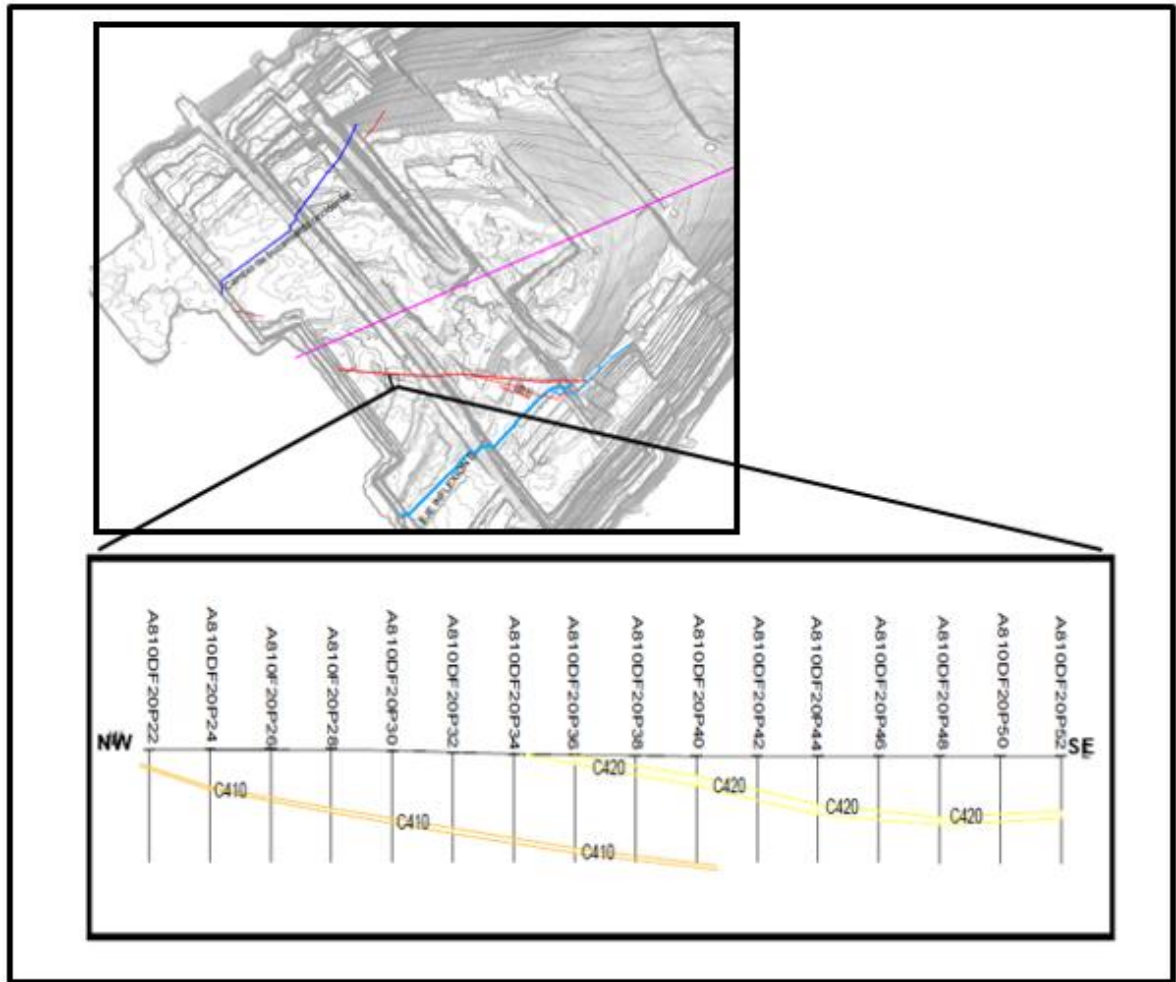
A partir de la interpretación de los registros Gamma Ray pertenecientes a los barrenos de VBM encontrados en la zona de influencia de la Falla Carolina se hallaron indicios de su presencia, tal como la pérdida en la continuidad de la secuencia carbonífera en barreno de VBM. (ver figura 29), además se obtuvo una base de datos con los pick file de los barrenos registrados (ver anexo 3), de los cuales se realizó una correlación donde se observó la tendencia de los mantos de carbón y las estructuras asociadas a la Falla Carolina (ver figuras 30-31).

**Figura 29.** Perdida en la continuidad de la secuencia carbonífera en barreno de VBM.



Fuente. Autor del proyecto.

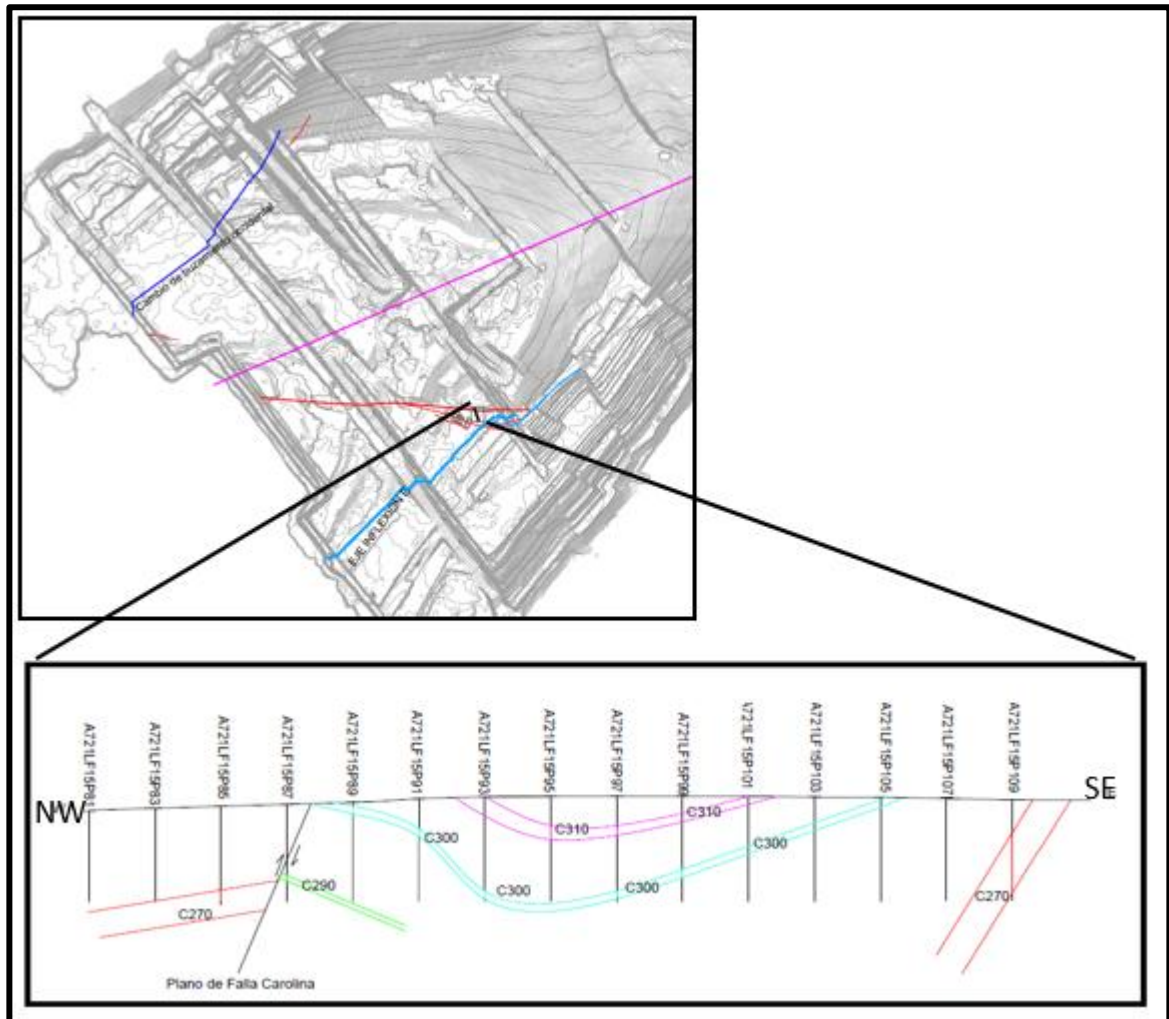
**Figura 30.** Tendencia de los mantos de carbón en barreno de VBM.



Fuente. Autor del proyecto.



**Figura 31.** Estructuras asociadas a la Falla Carolina en barreno de VBM.



Fuente. Autor del proyecto.

### 3.8.2.3. Interpretación de pozos exploratorio

Durante la interpretación de los registros geofísicos de los pozos exploratorios, en especial los registró density y dipmeter, se pudo encontrar en los niveles 7, 8 y 9 información acerca de planos de falla presentes en algunos de estos registros obteniendo de ellos la profundidad de los planos como se muestra en la tabla 8.

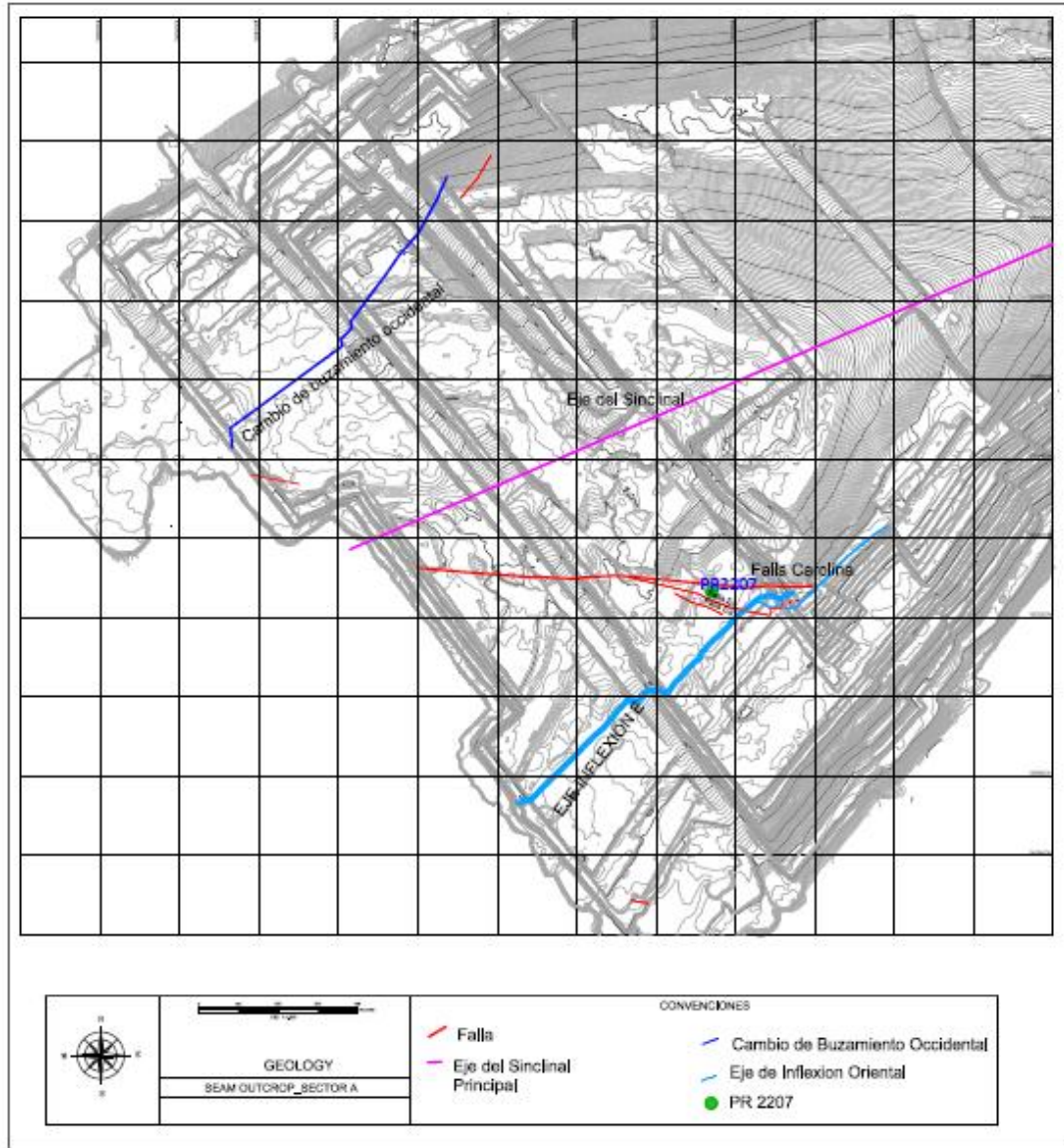
Durante el análisis de los registros density y dipmeter de cada pozo se encontraron indicios de planos de fallas, como se evidencio en los registros geofísicos del pozo PR2207 con la repetición del manto 330 y aumento en el espesor del manto 320 mostrando en esta zona una falla de comportamiento inverso correlacionada con el trazo de la Falla Carolina (ver figuras 32 y 33), de igual manera se observaron perdida del manto 370 en la secuencia estratigráficas como es el caso del pozo PR 2029 (ver figuras 34 y 35) y PR 2115 (ver figuras 36 y 37) producto de las fallas satélites de comportamiento normal que se encuentran asociadas al plano de Falla Carolina, además en el pozo PR2044 (ver figuras 38 y 39) se observan cambios en el buzamiento bastante notorio producto del efecto del eje de inflexión en esta zona haciendo que los mantos de esta zonas cambie el buzamiento de manera brusca de 25° hasta los 65°, mientras que en el pozo PC 1112 (ver figuras 40 y 41) no se observa evidencia alguno de plano de falla por el comportamiento normal que se observa en los registro geofísicos de este pozo, por lo cual se infiere que en el nivel 10 no se encuentra la presencia de la Falla Carolina. Con la información de la interpretación de los registros anteriormente mencionados se generaron base de datos las cuales se encuentran en anexo 4 y anexo 5.

**Tabla 7.** Información obtenida de datos de fallas obtenidos en el registro dipmeter y density.

BOREHOLE _NAME	Este	Norte	Cota	Profundidad de posibles datos de fallas	Buzamientos de posibles datos de fallas	Observacion
PR2175	1065791.148	1563198.422	56.728	90MT	52NE	Anomalia en el espesor del interbunden 380-360 y perdida en la secuencia del manto 370
PR2044	1067207.160	1563007.405	57.949	134MT	35SW	
PR2207	1067144.373	1563071.263	45.000	30 MT	-----	Repeticion manto 330
PR2029	1066189.248	1563197.180	56.908	160MT	36SE	

Fuente. Autor del proyecto.

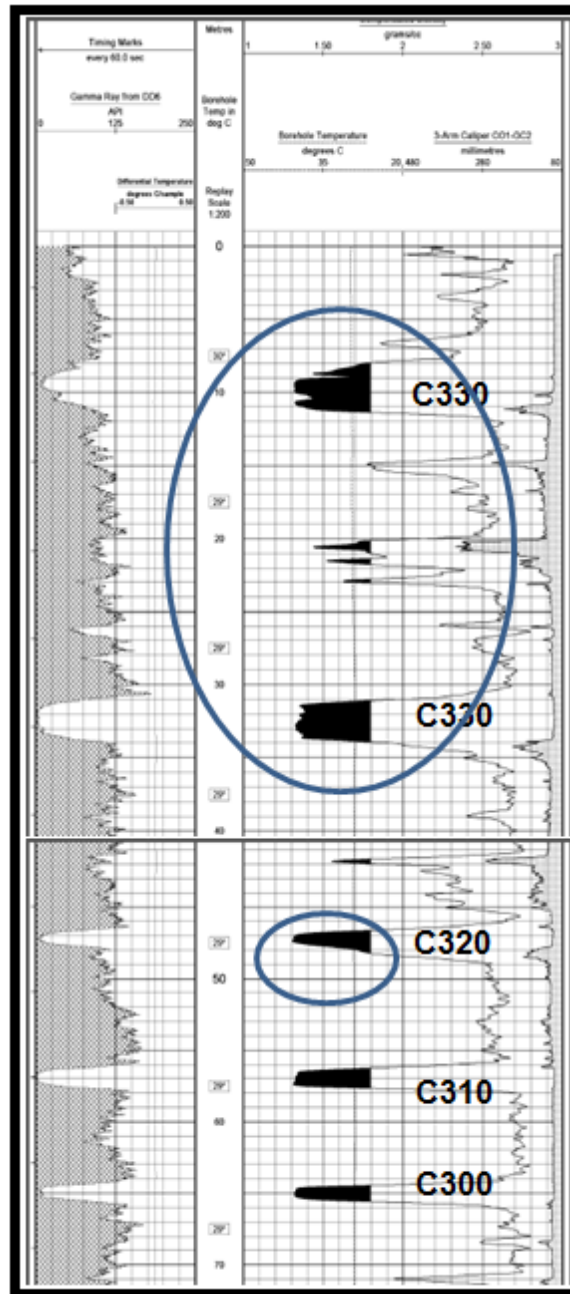
**Figura 32.** Ubicación del pozo PR2207.



Fuente. C.I. Prodeco S.A.

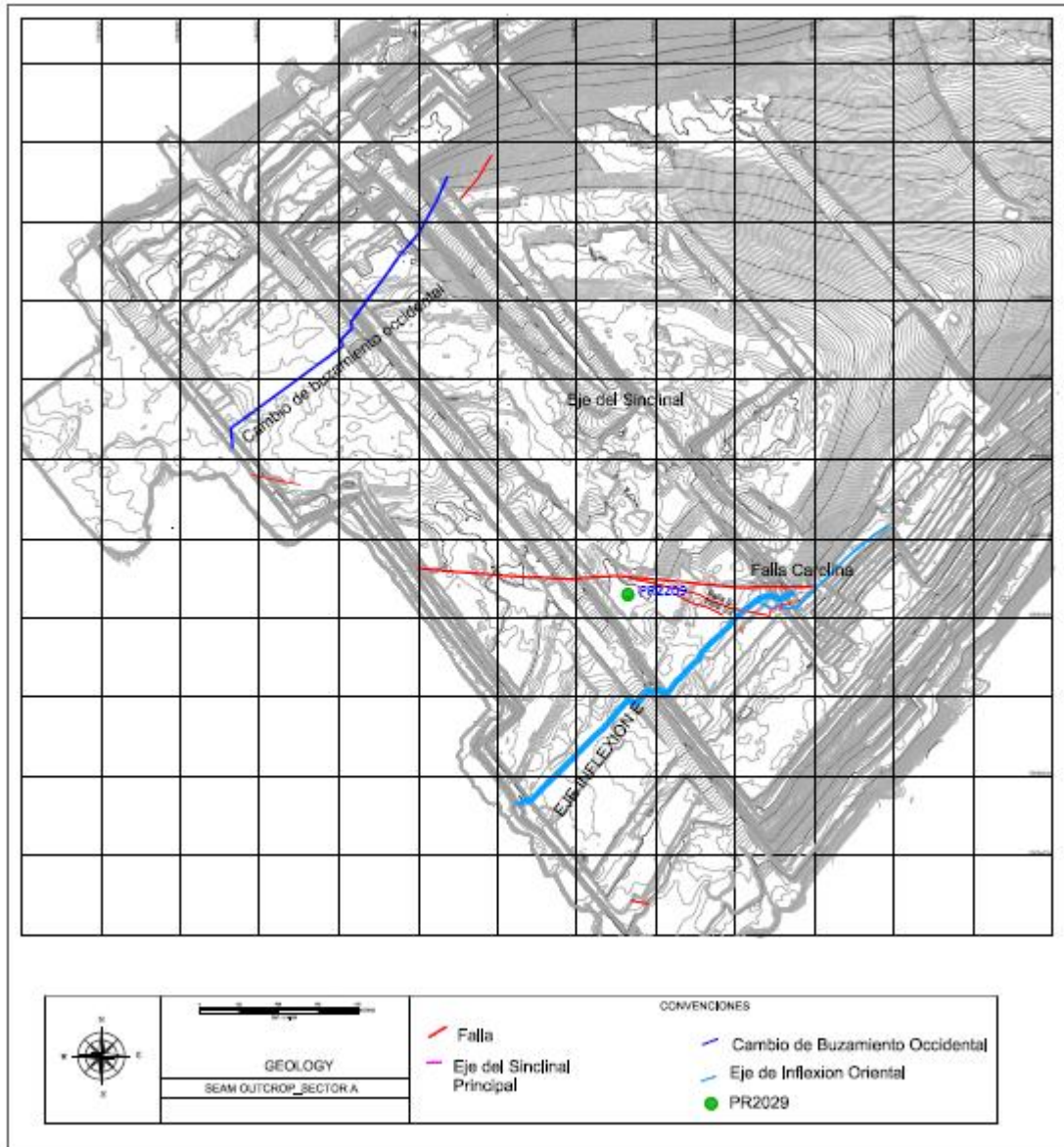


**Figura 33.** Interpretación del registro density del pozo PR2207, en el que se evidencia la repetición del manto 330 y un aumento del espesor del manto 320.



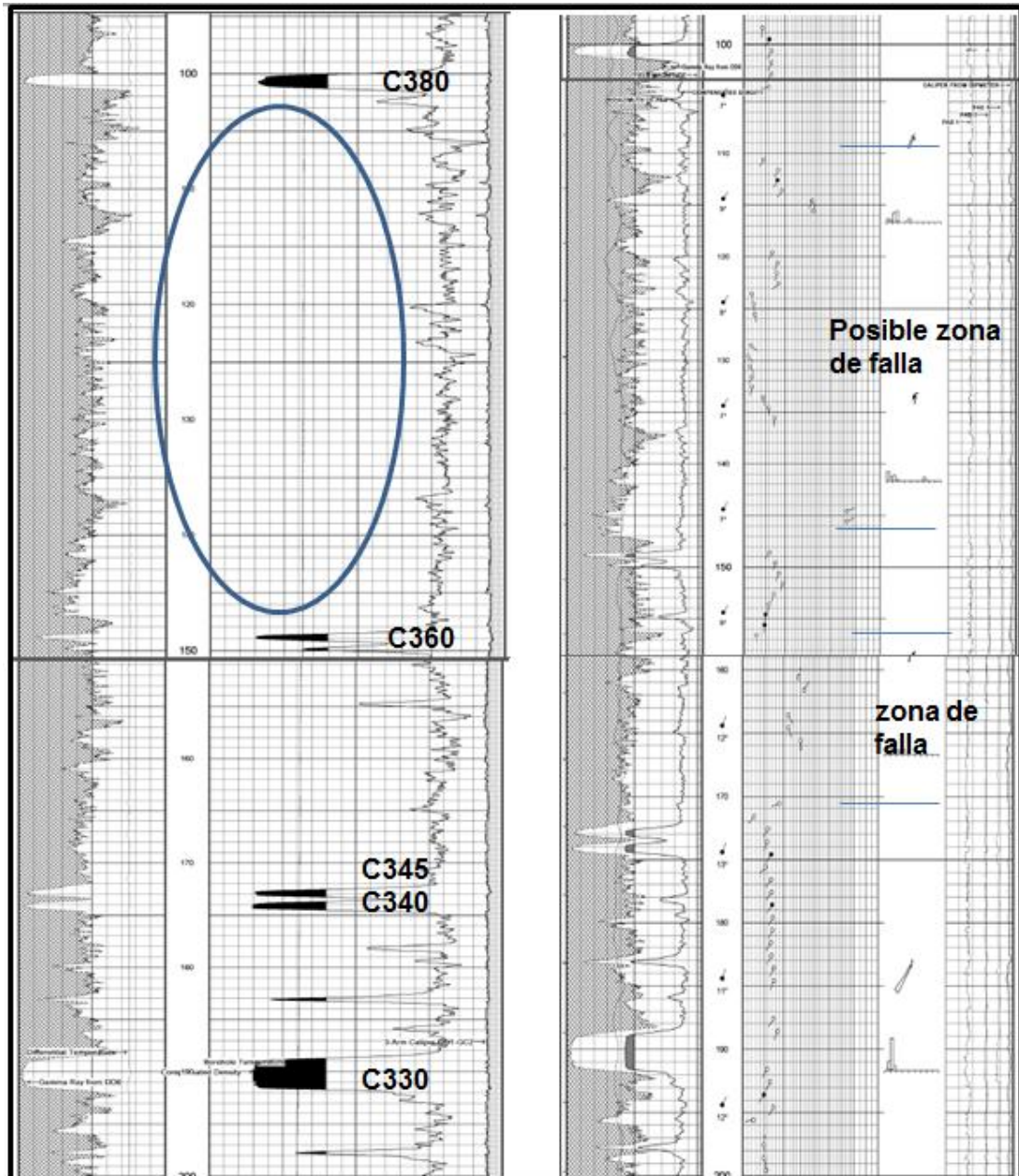
Fuente. C.I. Prodeco S.A.

**Figura 34.** Ubicación del pozo PR2029.



Fuente. C.I. Prodeco S.A.

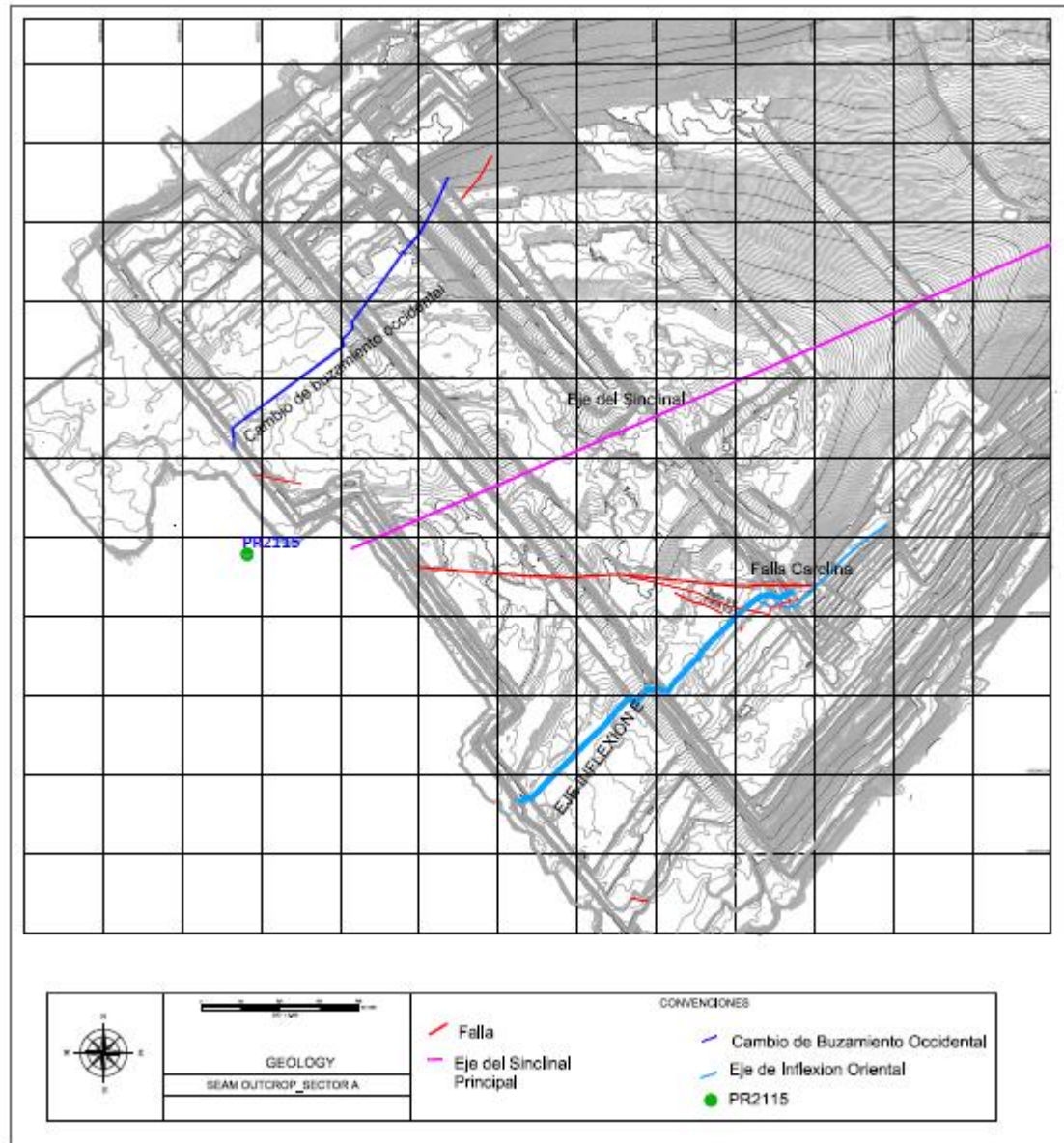
**Figura 35.** Interpretación del registro density del pozo PR2029. se evidencia zona de falla que genera la pérdida del manto 370 en la secuencia estratigráfica.



Fuente. C.I. Prodeco S.A.

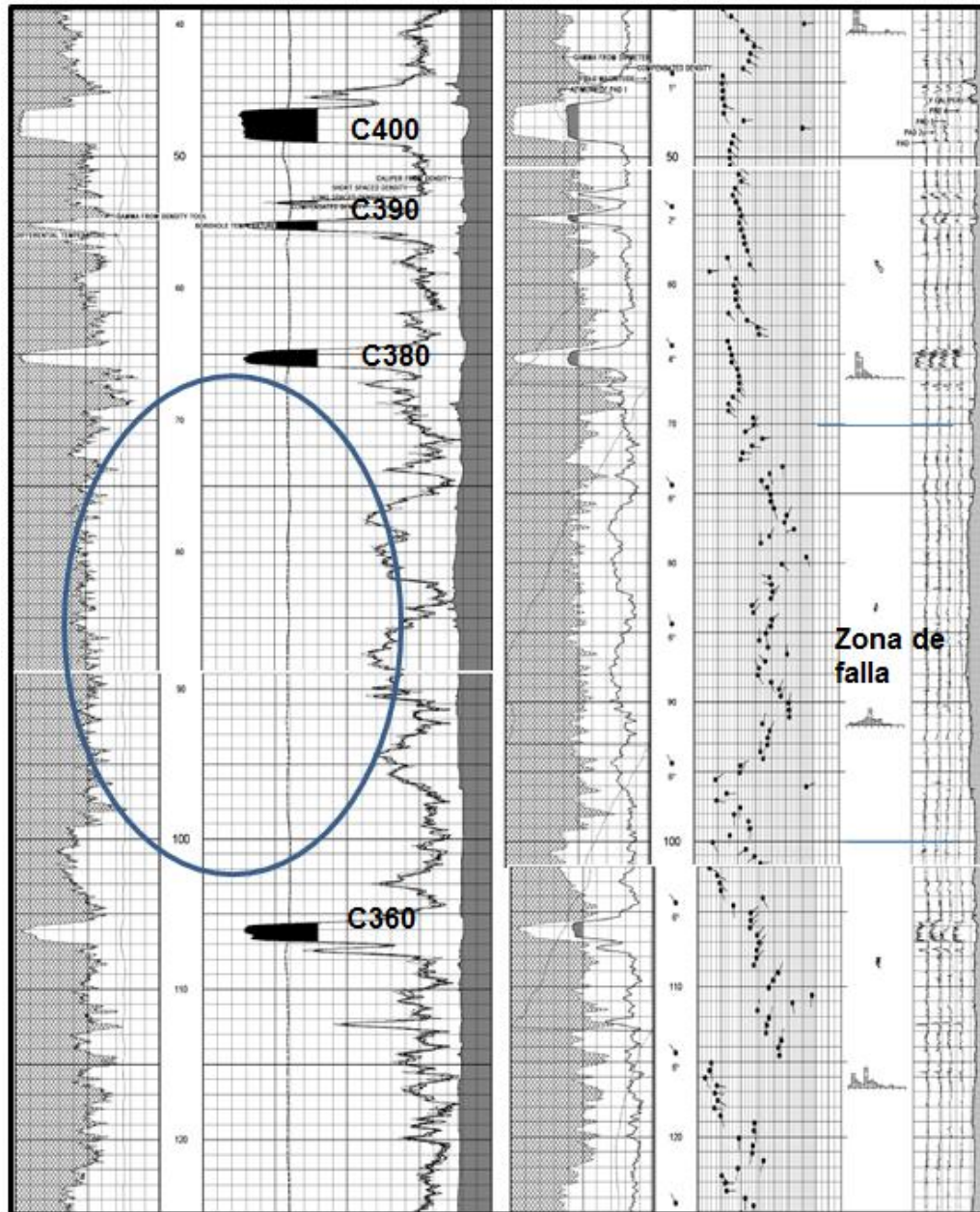


**Figura 36.** Ubicación del pozo PR2115.



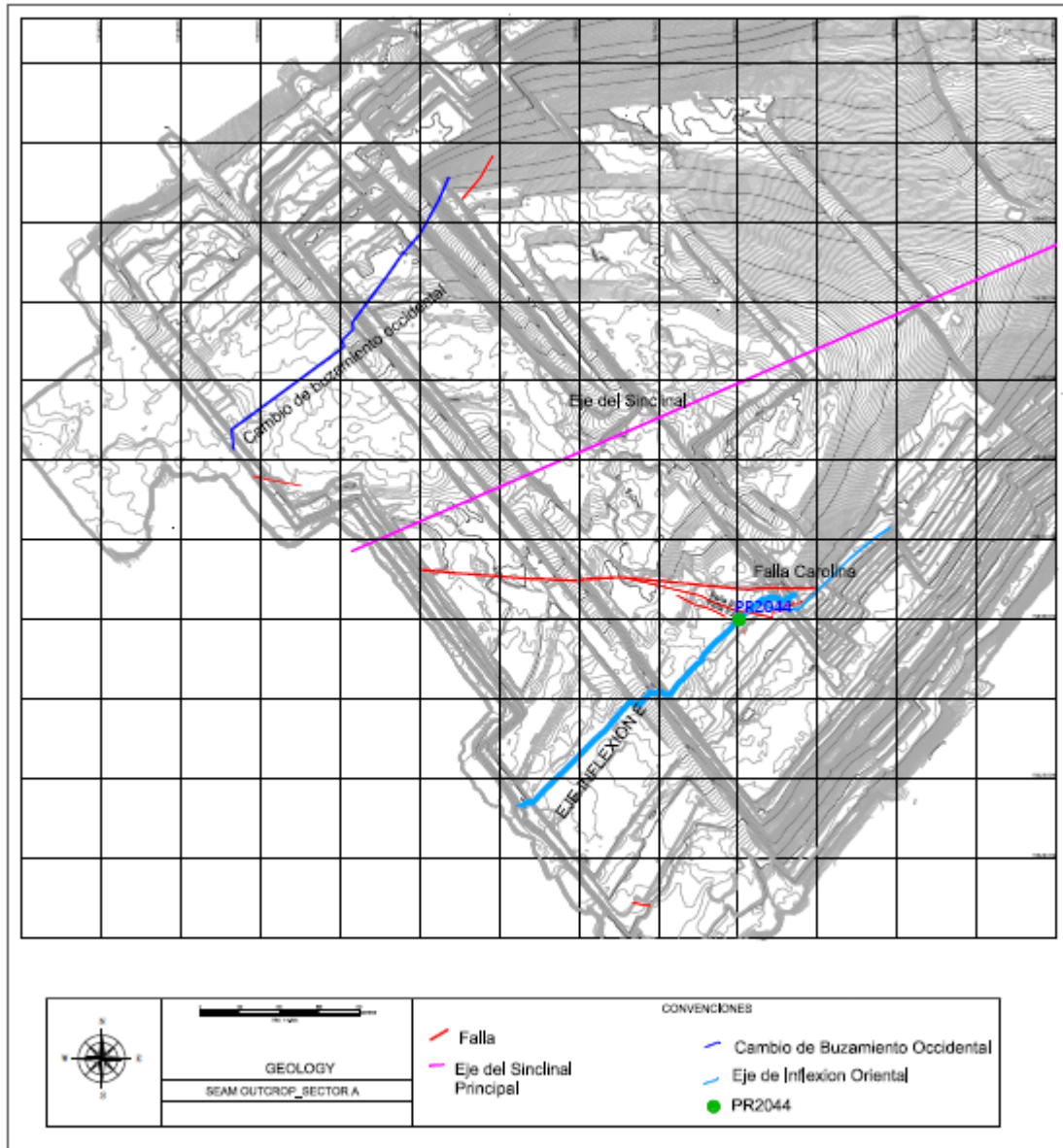
Fuente. C.I. Prodeco S.A.

**Figura 37.** Interpretación del registro density del pozo PR2115. se evidencia zona de falla que genera pérdida del manto 370 en la secuencia estratigráfica.



Fuente. C.I. Prodeco S.A.

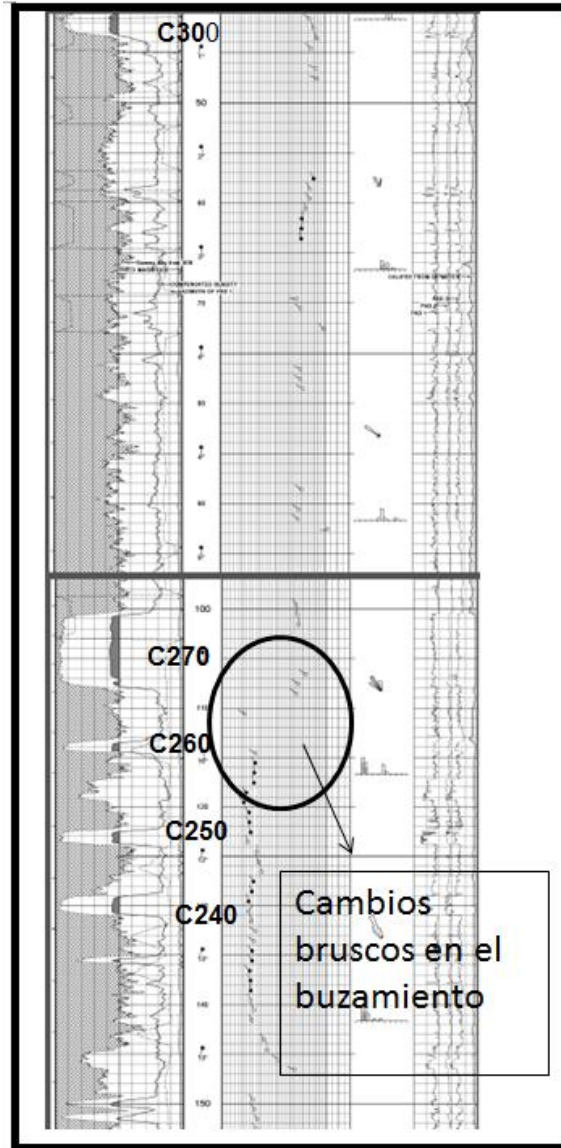
**Figura 38.** Ubicación del pozo PR2044.



Fuente. C.I. Prodeco S.A.

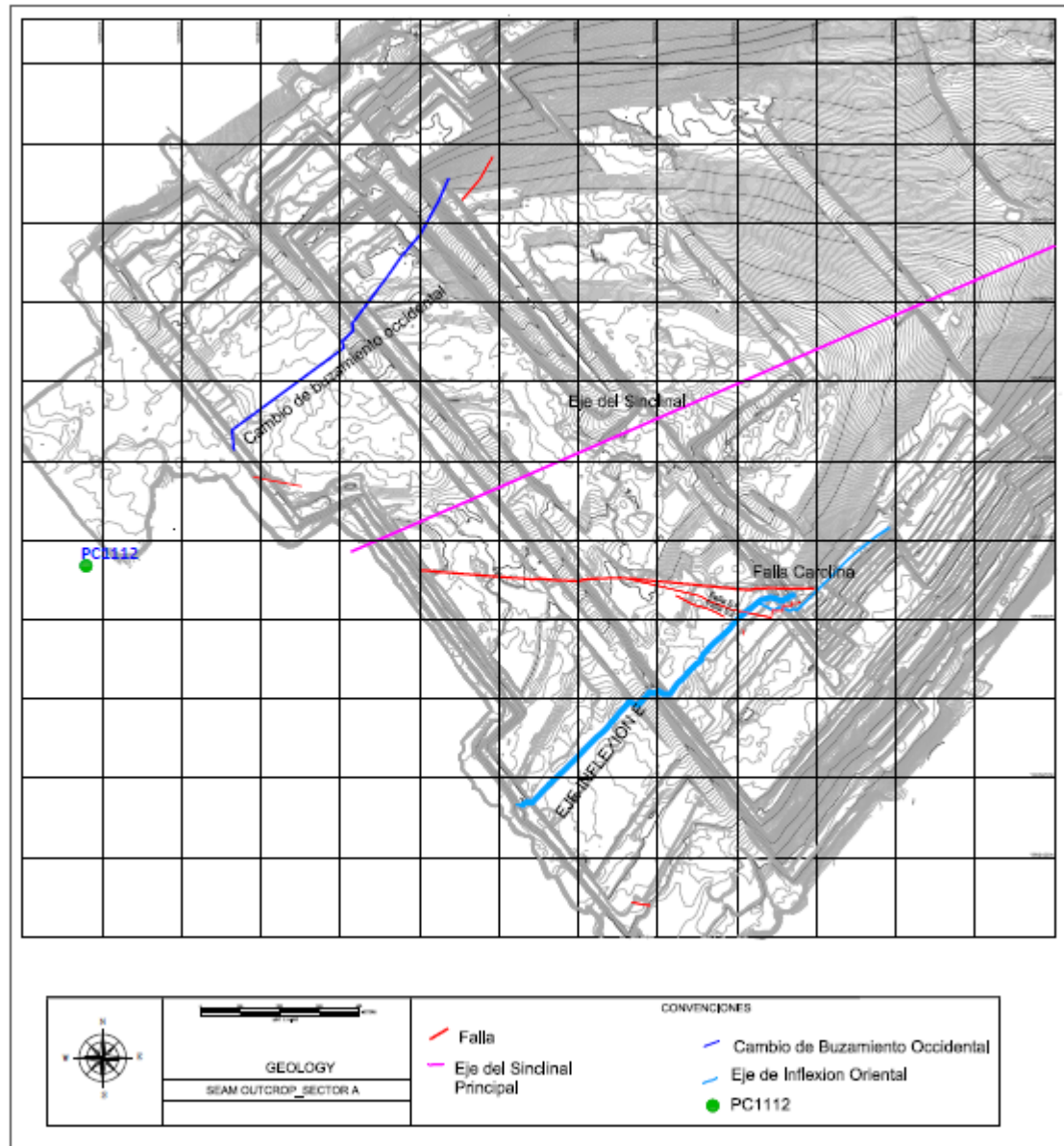


Figura 39. Interpretación del registro dipmeter del pozo PR2044.



Fuente. C.I. Prodeco S.A.

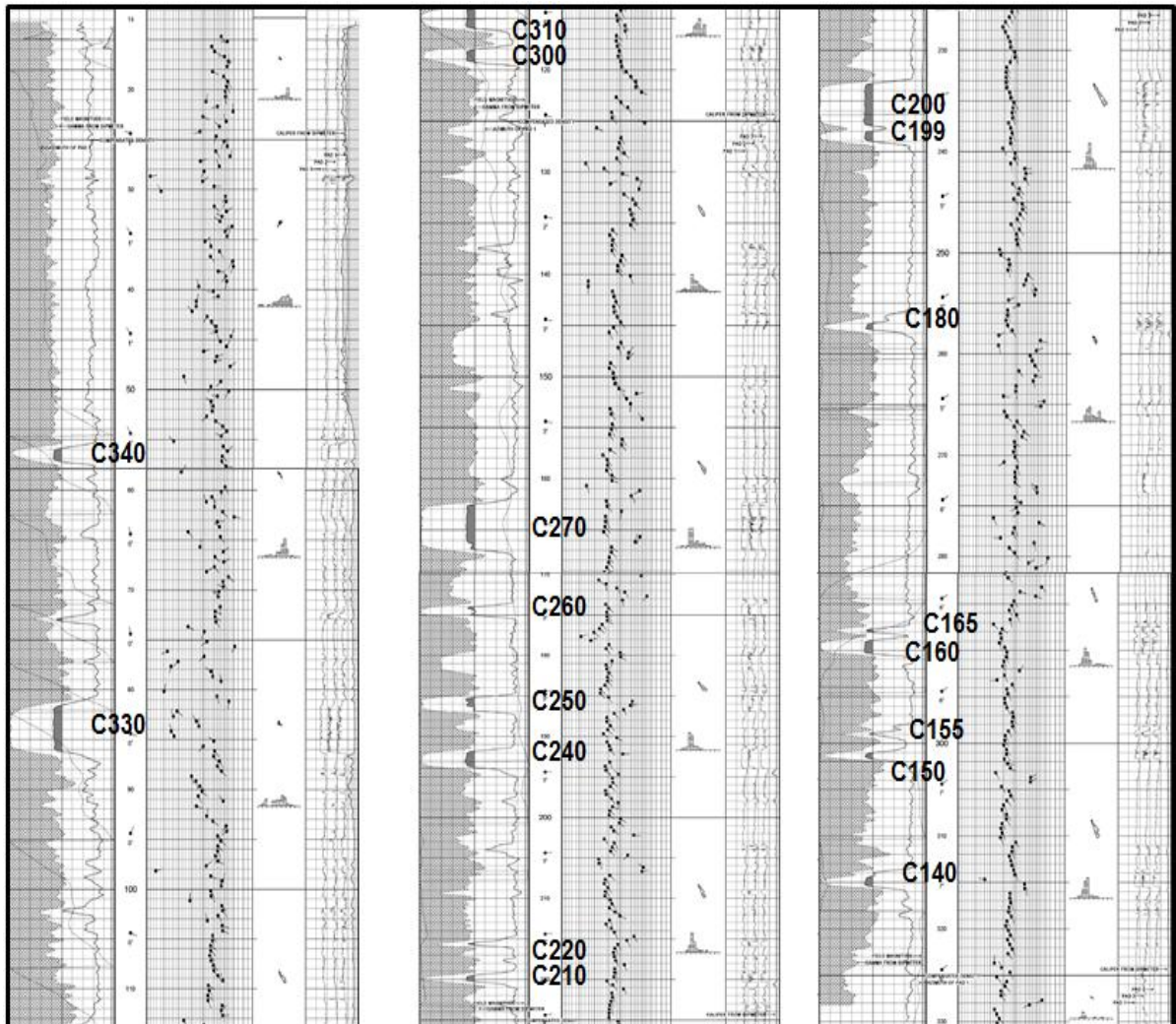
**Figura 40.** Ubicación del pozo PC1112.



Fuente. C.I. Prodeco S.A.



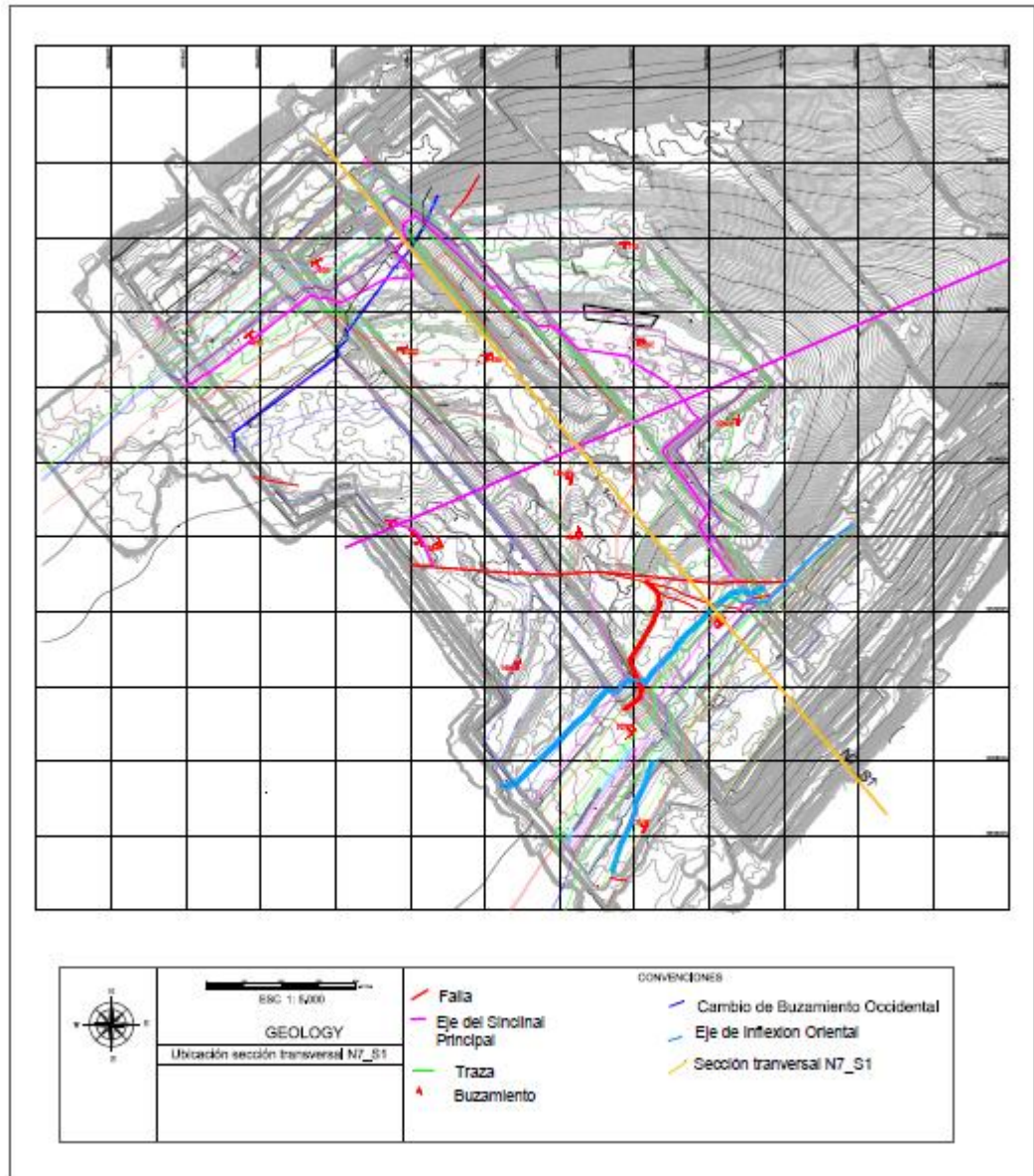
**Figura 41.** Interpretación del registro dipmeter del pozo PC1112, no se evidencia presencia de falla.



Fuente. C.I. Prodeco S.A.

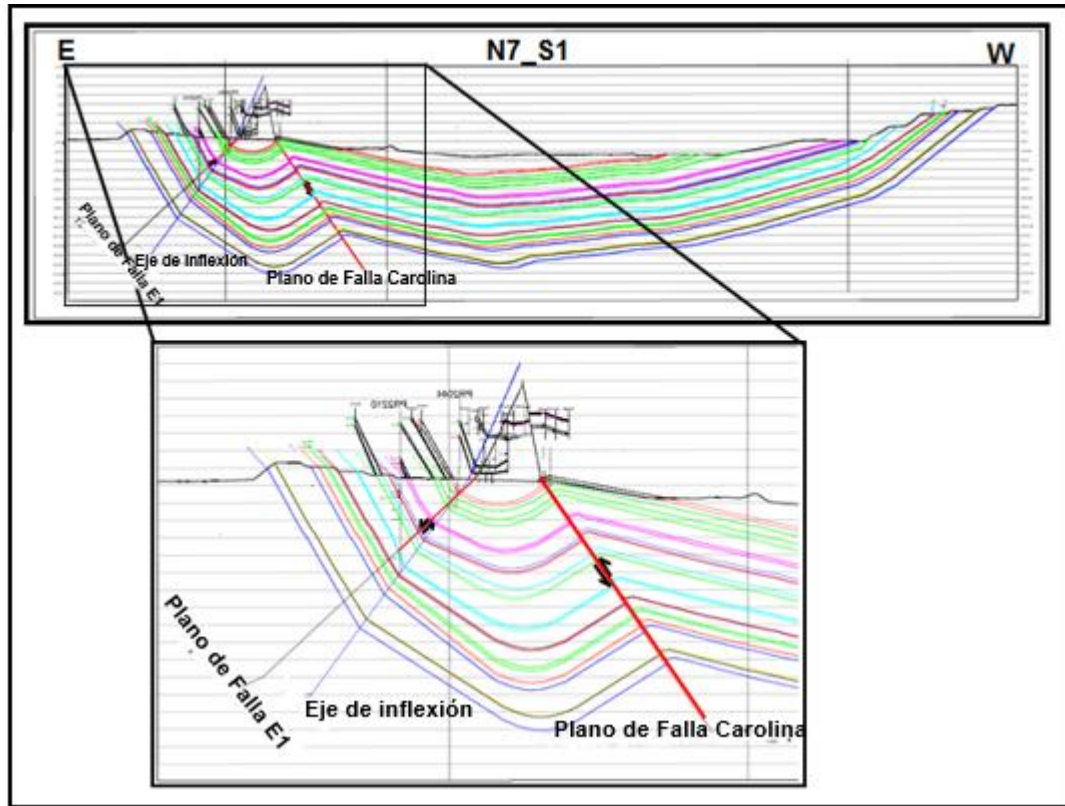
### 3.8.2.4. Correlación de secciones transversales

**Figura 42.** Ubicación de la sección transversal N7\_S1.



Fuente. C.I. Prodeco S.A.

Figura 43. Sección transversal N7\_S1.

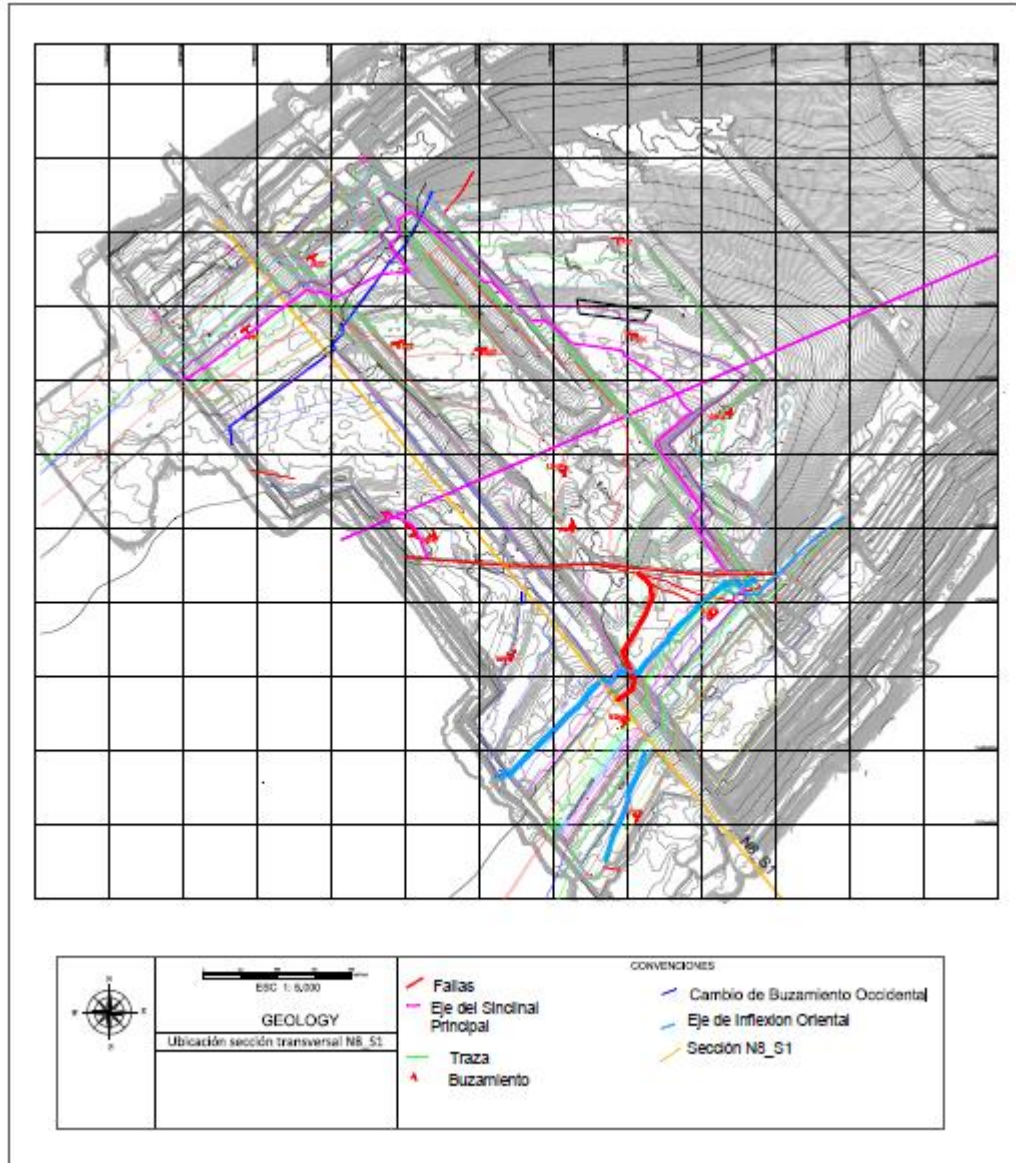


Fuente: autor del proyecto.

Para la elaboración de la sección transversal N7\_S1 (ver figuras 42 y 43) se contó con pozos exploratorios, pozos bancos, barrenos de voladuras bajo manto e información tomada en campo, una vez ajustada la sección a los pozos y a los datos tomados en campo se observó que la Falla Carolina tiene un efecto en toda la secuencia estratigráfica, la cual sufre un desplazamiento en esta zona de 9 mts, también se observa que los mantos de carbón provenientes de flanco oriental se encuentran más plegados que los provenientes del flanco occidental, de igual forma se evidenció la presencia de otra falla denominada E1 la cual se encuentra al oriente de la Falla Carolina y posee un desplazamiento de 1.5 mts, desde el manto 345 hasta el manto 160 y presenta un comportamiento normal, esta falla pudo ser vista en campo (ver figuras 26 y 27), así mismo se observó presencia de un plegamiento con cambios bruscos de buzamiento entre los 22° y los 65° promedio denominado como eje de inflexión, este pudo ser interpretado en el registro dipmeter del pozo PR2044 (ver figura 39).

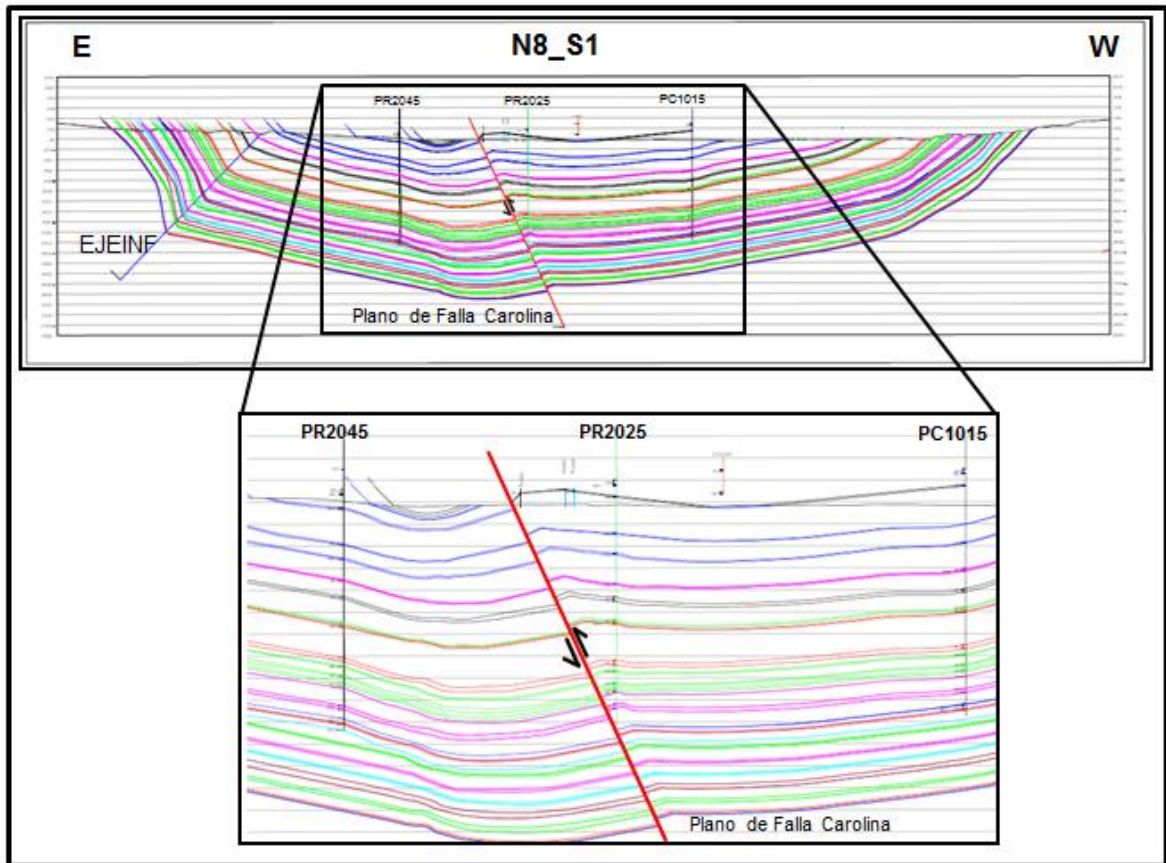


**Figura 44.** Ubicación de la sección transversal N8\_S1.



Fuente. C.I. Prodeco S.A.

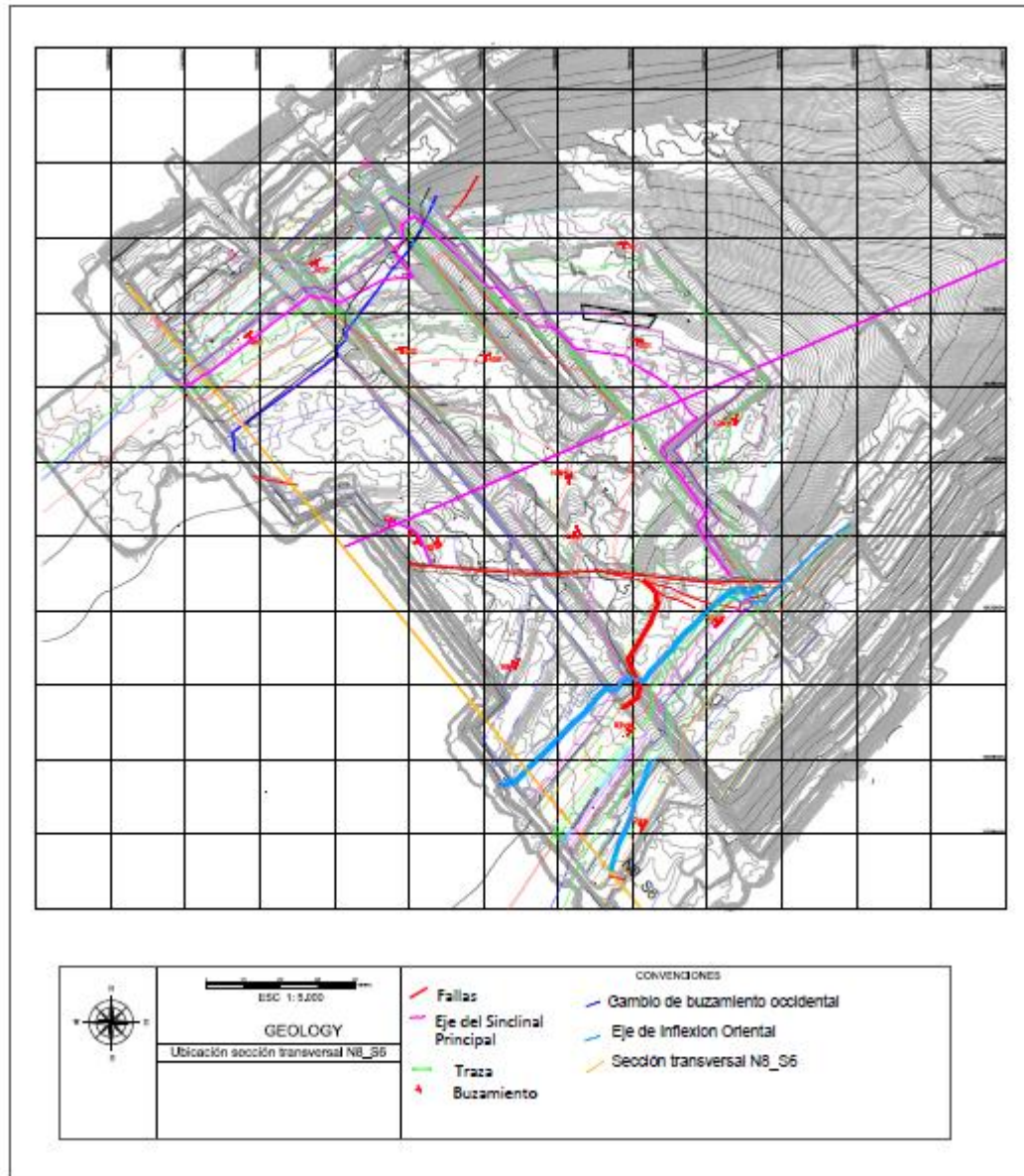
Figura 45. Sección transversal N8\_S1.



Fuente. Autor del proyecto.

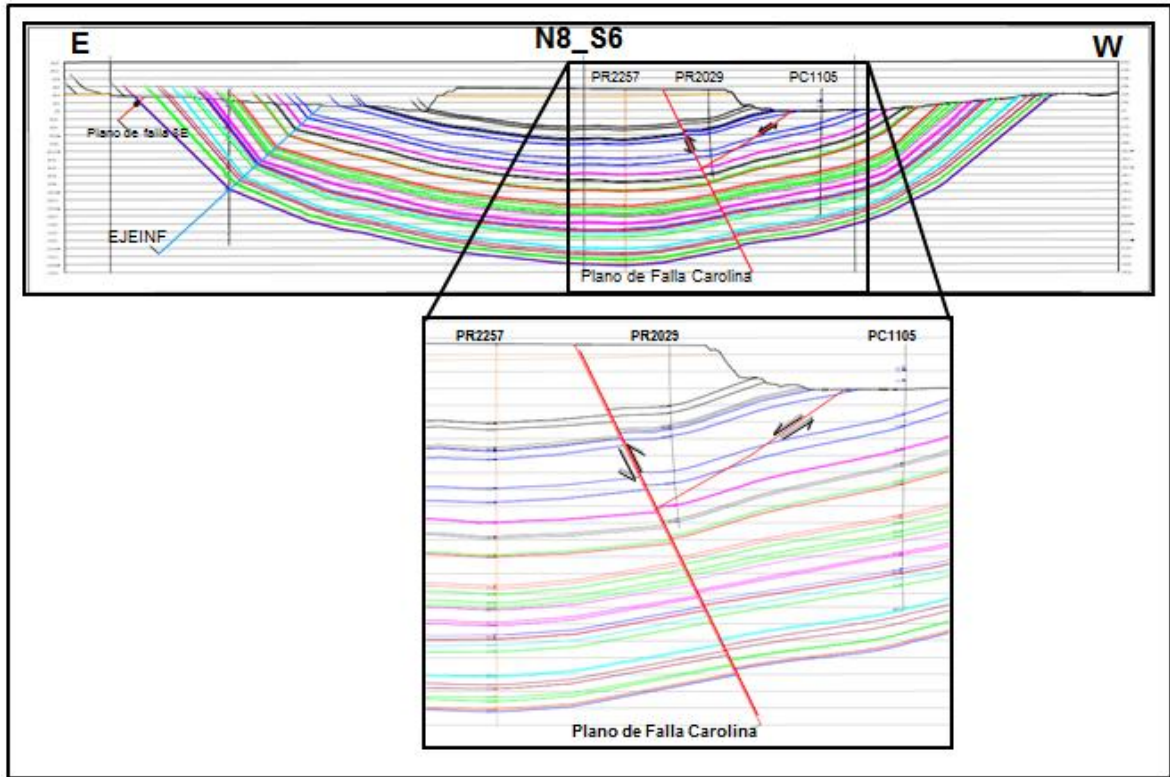
La interpretación de la sección transversal N8\_S2 (Figuras 44 y 45) se realizó con la información de pozos exploratorios, barrenos de voladuras bajos manto y con datos levantados en campo. Una vez ajustado el perfil a los pozos y a los datos tomados en campo se observa que la Falla Carolina tiene un efecto en toda la secuencia estratigráfica, con un desplazamiento neto de 7.15 mts, de igual manera se observa que el pliegue que se forma sobre los mantos al oriente de la falla disminuye en relación al anterior perfil.

**Figura 46.** Ubicación de la sección transversal N8\_S6.



Fuente. C.I. Prodeco S.A.

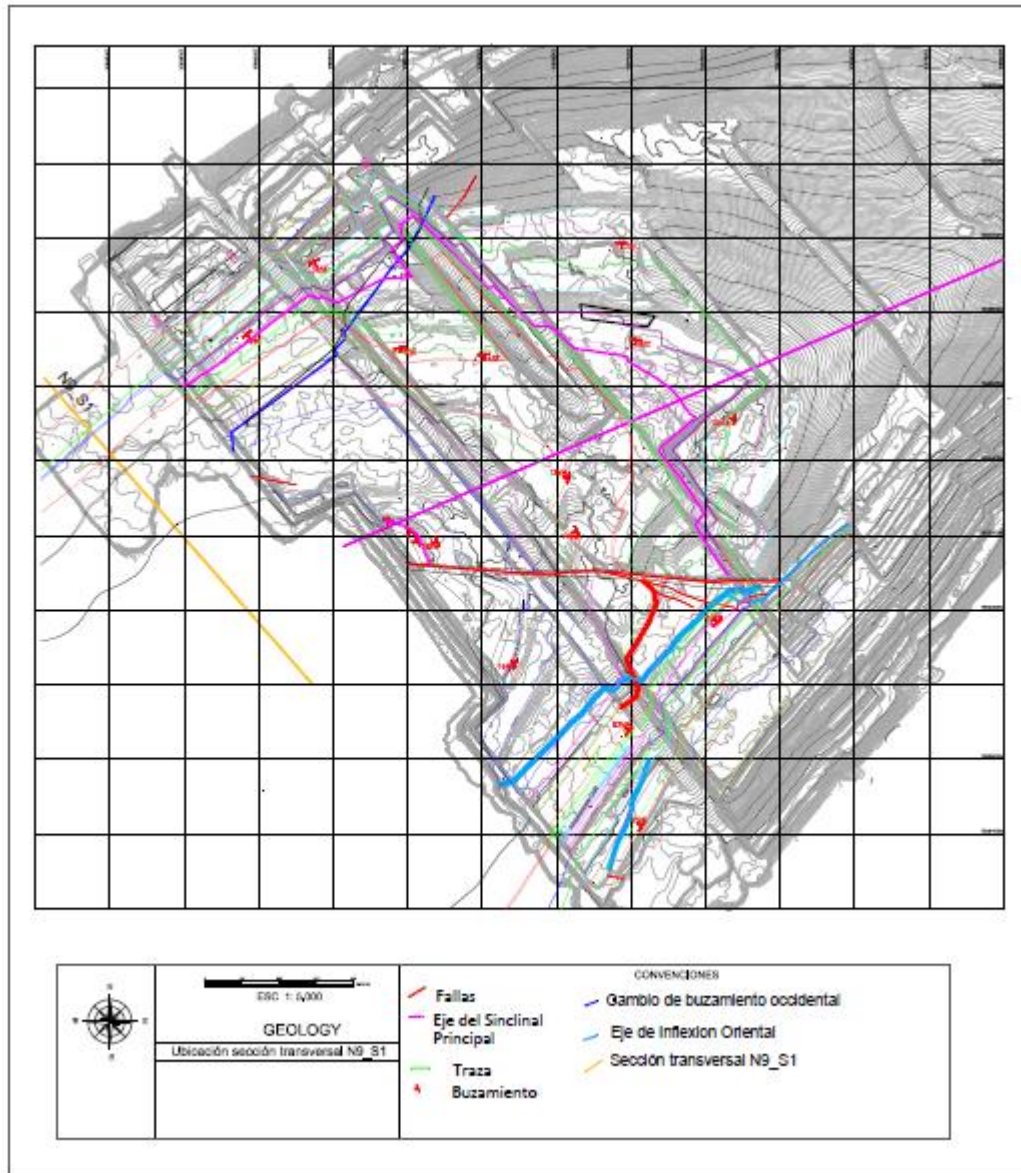


**Figura 47.** Sección transversal N8\_S6.

Fuente. Autor del proyecto.

Para la realización de la sección transversal N8\_S6 (figuras 46 y 47) se contó con la presencia de tres pozos exploratorios en la zona de influencia de la Falla Carolina, en el que se observa que la Falla Carolina afecta toda la secuencia estratigráfica, pero no se conserva la tendencia que tiene los perfiles anteriores en el desplazamiento, debido a que el desplazamiento en este perfil disminuye a 3.5 mts y que el pliegue que se forma en los mantos del oriente de la falla disminuye en relación de los perfiles anteriores, esto se puede evidenciar en campo sobre la pared sur en el nivel 8 (ver figura 24). Hacia el occidente del plano de falla principal se observa la presencia de una falla denominada Falla N8W la cual se evidencia rasgos estructurales en el dipmeter del pozo PR2029 (ver tabla 8 y figura 36), esta falla presenta un desplazamiento de 1.8 mts y tiene un comportamiento normal como se evidencio en campo.

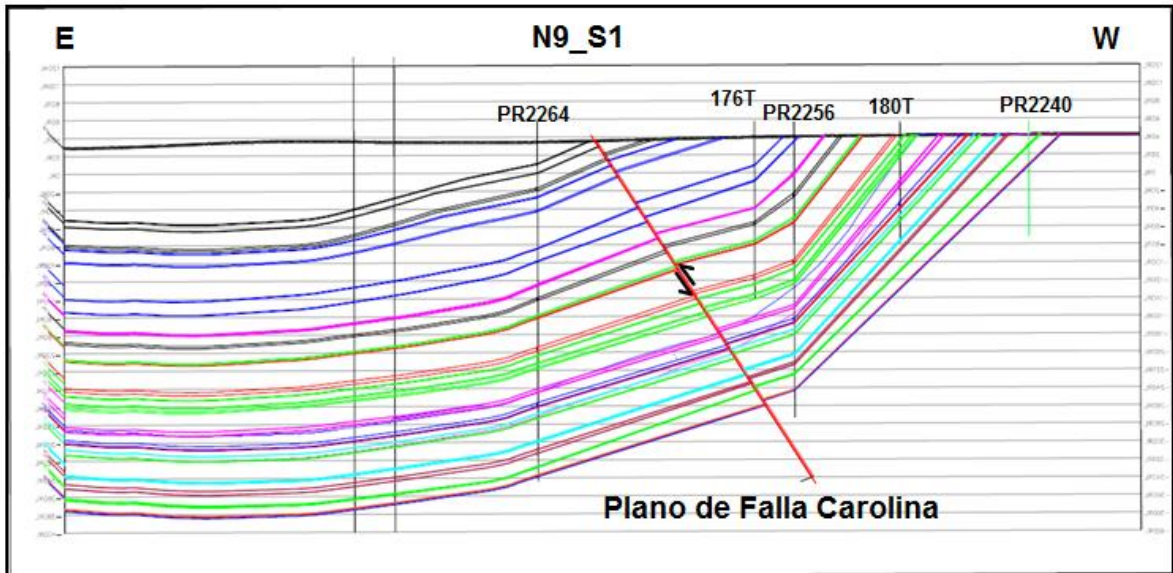
**Figura 48.** Ubicación de la sección transversal N9\_S1.



Fuente. C.I. Prodeco S.A.



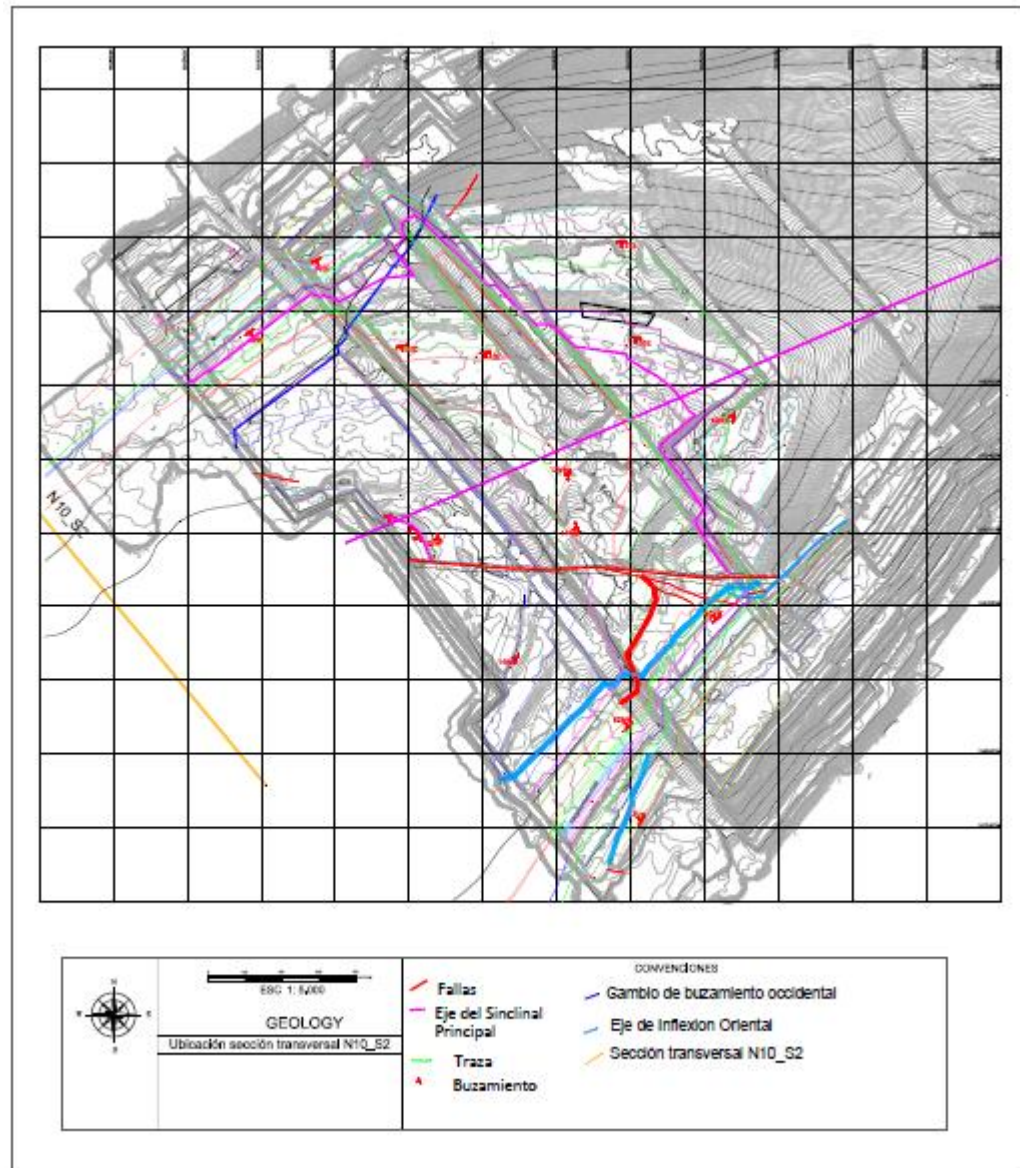
Figura 49. Sección transversal N9\_S1.



Fuente. Autor del proyecto.

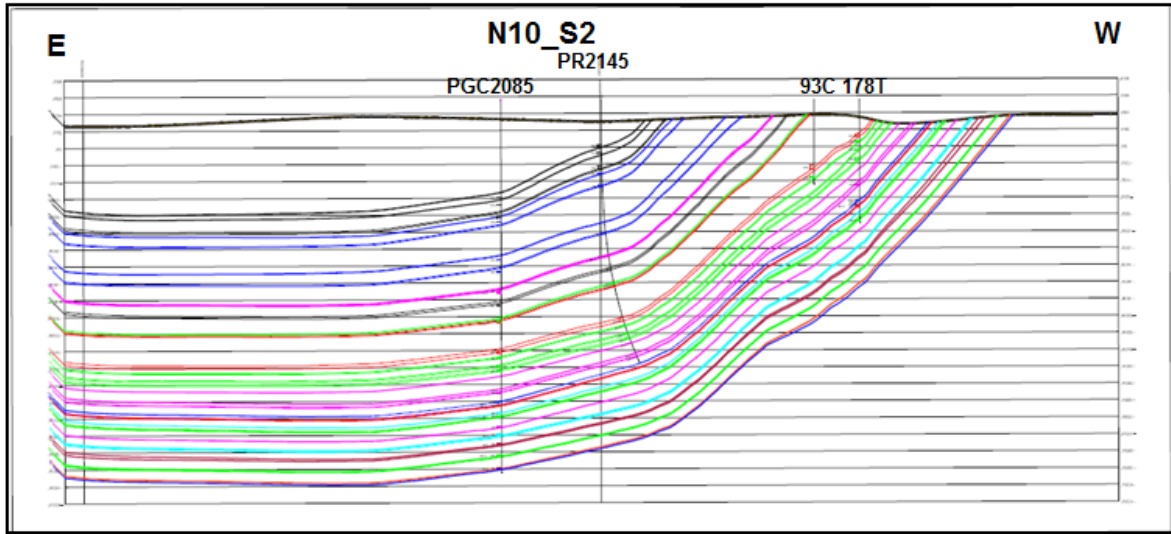
La sección transversal N9\_S1 (figuras 48 y 49) se efectuó con 5 pozos exploratorios, en el que se realizó una proyección de la Falla Carolina hacia futuros lugares de explotación minera, en él se proyecta la falla en el flanco occidental del depósito, con un desplazamiento de 3.5 mts, esto se evidencio por la tendencia que presenta los mantos en los registros density y los buzamientos de estos en los registros dipmeter de los pozos en esta zona (ver anexo 4 y 5).

**Figura 50.** Ubicación de la sección transversal N10\_S2.



Fuente. C.I. Prodeco S.A.

Figura 51. Sección transversal N10\_S2.



Fuente. Autor del proyecto.

La elaboración de la sección transversal N10\_S2 (figuras 50 y 51), se realizó a partir de la interpretación de los pozos exploratorios que se encuentran en esta zona, en ellos se observó que en el nivel 10 la Falla Carolina no tiene ningún efecto sobre la secuencia estratigráfica, por lo que se evidencia en los registros density y dipmeter donde no se observan anomalías significantes, que hagan creer la existencia de la falla en este nivel.

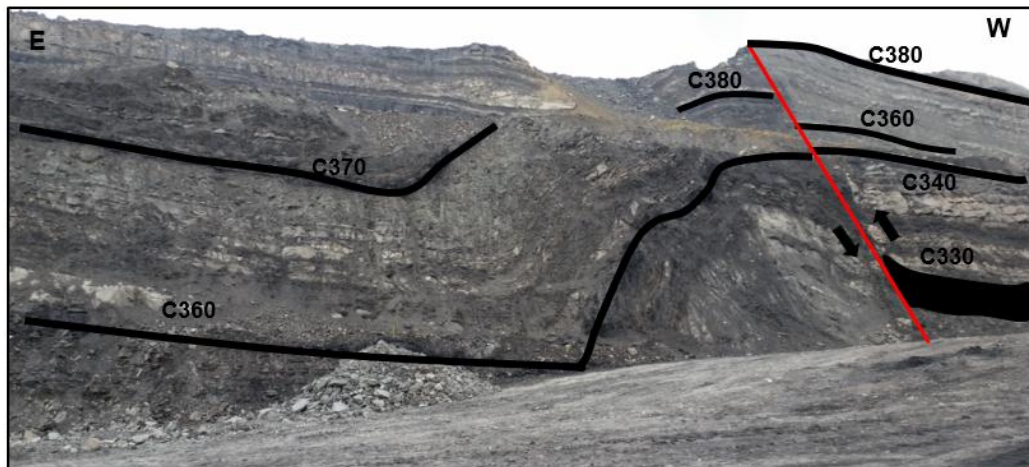
### 3.8.3. Análisis e interpretación estructural de la Falla Carolina

Acorde a las observaciones y la información recopilada en campo en la zona de estudio se encuentra la presencia de un plano de falla principal perteneciente a la Falla Carolina, la cual se le asocian una serie de fallas secundarias que se encuentran al lado oriental y occidental de esta, algunas de estas fallas presentan una orientación paralela al plano principal y otras con un rumbo similar, pero con un buzamiento diferente al que presenta la Falla Carolina. El desplazamiento generado por estas fallas secundarias es mínimo, produciendo saltos en algunos de los mantos que van desde los 80 cm hasta los 1.8mts, lo cual no genera mucho inconveniente en el minado de estos, caso contrario sucede con la Falla Carolina que se puede observar que afecta toda la secuencia estratigráfica generando desplazamientos que van desde los 3.5 mts hasta los 9 mts, causando inconvenientes en el minado de los mantos.

### 3.8.3.1. Descripción de la Falla Carolina

De acuerdo a lo observado en los perfiles realizado, en las imágenes y datos tomados en campo, la Falla Carolina es una falla con un alto ángulo de buzamiento, que presenta un movimiento en el sentido de su buzamiento de tipo inverso, ya que es notorio como el flanco occidental asciende respecto al flanco oriental (figura 52), esta estructura según los datos obtenidos en campo presentado en la tabla 6 tiene un rumbo promedio de N76W y un buzamiento promedio de 57 NE.

**Figura 52.** Flanco occidental asciende respecto al flanco oriental.



Fuente. Autor del proyecto.

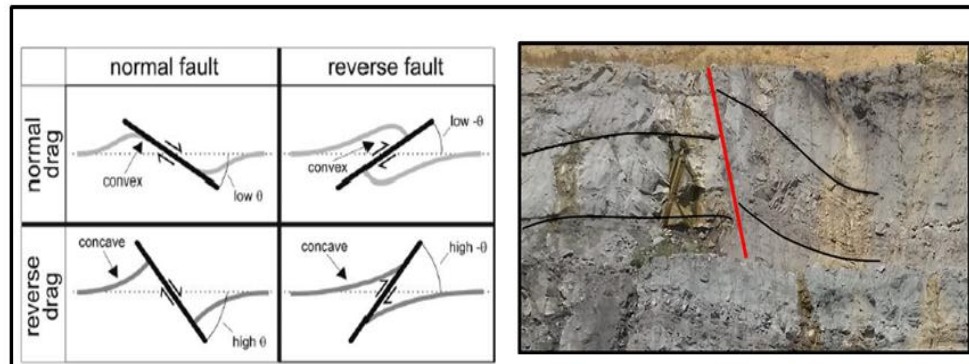
Con el análisis de la Falla Carolina se puede notar que presenta una característica de las fallas de buzamiento como lo son los pliegues de arrastre, descrito por Grasmann et. Al.<sup>64</sup>, como una deflexión curva de los marcadores adyacentes a los planos de fallas, en los cuales existen dos tipos de pliegues, los pliegues normales que son deflexiones de los marcadores en formas convexa en la dirección el movimiento y los pliegues inversos que son deflexiones de los marcadores, pero en forma cóncava en la dirección el movimiento (figura 53).

---

<sup>64</sup> GRASEMANN, Bernhard et al. Reverse and normal drag along a fault. En: Journal of structural geology, vol., 27. No. 6 (Jun 2005); Pag 999 – 1010.



**Figura 53.** Tipos de pliegues según Grasemann et. al. Y pliegue formado por la Falla Carolina.



Fuente. Autor del proyecto.

A esta estructura se le asocian fallas secundarias que se presentan al lado oriental y occidental presentado según los datos obtenidos en campo (ver tabla 7) una orientación paralela al plano principal, con un rumbo promedio de N55W y un buzamiento promedio de 41NE, denominadas como fallas satélites, este tipo de fallas genera pequeños desplazamientos que van desde los 80 centímetros hasta las 1.85 metros (ver figura 26 Y 28), por otra parte también se puede observar en campo otro tipo de fallas secundarias asociados a la Falla Carolina denominadas fallas antitéticas que presentan un comportamiento contrario al plano principal, formándose en condiciones de deformación frágil debido a la propagación de los esfuerzos en el área de estudio, estas fallas presentan un rumbo paralelo y un buzamiento contrario al plano de falla Principal, exhibiendo un rumbo promedio de N50W, un buzamiento promedio de 59SW y un desplazamiento de 1.5 mts, estas fallas se prolongan hasta interceptarse con la Falla Carolina y en los perfiles se puede observar que esta intersección genera pequeñas cuñas.

Por su parte la Falla Carolina tiene un efecto en toda la secuencia estratigráfica del depósito de la mina Calenturitas, como se pudo observar en los perfiles, en campo y en las fotos anteriormente analizadas, generando saltos verticales en los mantos de carbón que van desde los 3.5 mts hasta la 9 mts, dichos saltos no son constante si no que varían a medida que la minería avanza hacia el sur, lo cual se pudo observar en campo y en los perfiles realizados en la expansión de la mina, como es el caso del nivel 9. Debido a que esta falla no posee un componente de rumbo de desplazamiento horizontal va ser igual a 0 y por lo tanto su desplazamiento neto será igual al salto vertical de la falla.

El conjunto total de los planos de diaclasas medidos en campo (tabla 8), representados en un diagrama de rosas (figura 54) muestran una tendencia principal de las familias de diaclasas en dirección NW-SE, manifestando una relación a las estructurales regionales de la zona, como el caso de la falla el Tigre y la falla la Loma, a las cuales se le atribuyen los posibles esfuerzos que dieron origen a la Falla Carolina.

**Tabla 8.** Planos de diaclasas medidos en campo.

Dip Direction	Dip	Flanco	Sector
30	70	EJE	A
290	80	EJE	A
300	85	EJE	A
295	68	EJE	A
340	50	EJE	A
30	50	EJE	A
20	55	EJE	A
285	8	EJE	A
20	70	EJE	A
280	85	EJE	A
20	160	EJE	A
15	60	EJE	A
55	15	EJE	A
20	65	EJE	A
25	63	EJE	A
285	85	EJE	A
305	88	EJE	A
60	90	EJE	A
290	88	EJE	A
20	68	EJE	A
20	64	EJE	A
15	64	EJE	A
120	80	EJE	A
20	65	EJE	A
89	78	EJE	A
290	80	EJE	A
55	66	EJE	A
49	66	EJE	A
52	70	EJE	A
127	78	EJE	A
98	79	EJE	A
36	55	EJE	A
48	67	EJE	A
25	61	EJE	A
45	65	EJE	A
146	88	EJE	A
8	47	EJE	A
15	46	EJE	A
85	81	EJE	A
84	73	EJE	A
74	81	EJE	A

Dip Direction	Dip	Flanco	Sector
68	84	EJE	A
37	83	EJE	A
81	69	ORIENTAL	A
94	76	ORIENTAL	A
35	38	ORIENTAL	A
83	66	ORIENTAL	A
79	75	ORIENTAL	A
75	68	ORIENTAL	A
102	69	ORIENTAL	A
82	53	ORIENTAL	A
51	51	ORIENTAL	A
33	57	ORIENTAL	A
69	74	ORIENTAL	A
45	52	ORIENTAL	A
40	44	ORIENTAL	A
354	56	ORIENTAL	A
75	65	ORIENTAL	A
103	41	ORIENTAL	A
33	71	ORIENTAL	A
102	85	ORIENTAL	A
85	35	ORIENTAL	A
249	45	ORIENTAL	A
264	59	ORIENTAL	A
115	72	ORIENTAL	A
116	79	ORIENTAL	A
110	60	ORIENTAL	A
208	52	ORIENTAL	A
111	50	ORIENTAL	A
40	38	ORIENTAL	A
120	56	ORIENTAL	A
78	88	ORIENTAL	A
110	51	ORIENTAL	A
110	75	ORIENTAL	A
95	68	ORIENTAL	A
105	80	ORIENTAL	A
94	75	ORIENTAL	A
76	70	ORIENTAL	A
67	76	ORIENTAL	A
122	65	ORIENTAL	A
85	61	ORIENTAL	A
88	64	ORIENTAL	A

Fuente. Autor del proyecto.



Continuación **Tabla 8.**

Dip Direction	Dip	Flanco	Sector
94	66	ORIENTAL	A
29	68	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
20	70	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
15	75	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
125	59	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
123	69	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
205	55	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
160	68	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
114	68	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
205	54	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
205	61	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
15	64	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
123	69	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
164	79	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
123	64	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
20	63	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
75	58	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
100	55	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
105	60	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
120	65	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
342	68	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
15	65	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
338	68	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
345	62	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
80	59	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
135	64	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
2	64	ORIENTAL- ZONA DE FALLA	A
32	183	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
39	129	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
44	160	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
45	165	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
46	172	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
47	169	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
49	127	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
51	176	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
51	204	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
53	150	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
53	151	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
53	157	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
54	198	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
54	53	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A

Dip Direction	Dip	Flanco	Sector
54	165	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
55	193	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
56	154	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
56	48	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
57	188	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
58	42	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
59	66	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
59	226	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
60	177	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
60	207	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
60	188	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
60	226	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
60	176	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
61	185	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
61	227	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
61	167	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
61	176	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
62	202	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
62	196	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
62	197	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
63	199	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
63	206	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
64	82	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
64	199	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
64	183	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
65	174	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
65	160	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
66	206	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
66	44	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
66	189	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
66	200	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
66	191	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
67	179	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
67	218	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
68	21	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
68	177	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
69	204	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
69	173	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
69	172	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
69	207	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
70	35	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A

Fuente. Autor del proyecto.

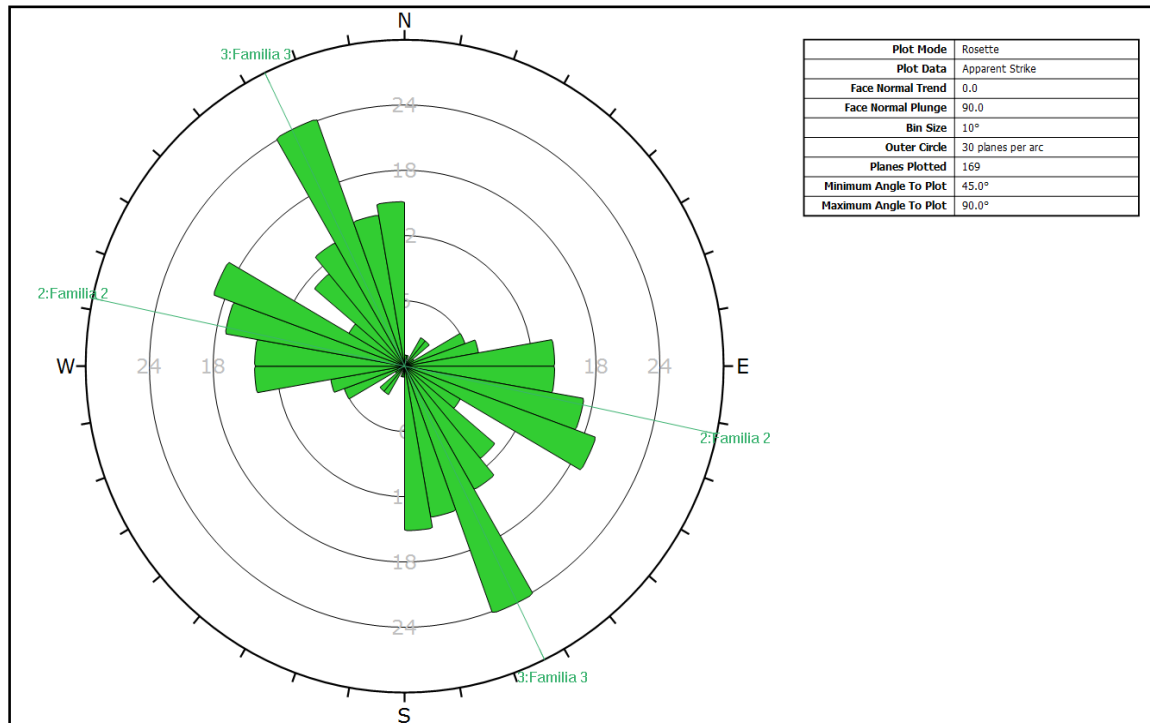
Continuación **Tabla 8.**

Dip Direction	Dip	Flanco	Sector
70	156	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
71	223	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
71	8	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
71	143	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
71	200	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
72	173	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
72	208	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
72	13	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
73	190	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
73	137	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
73	54	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
73	206	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
73	211	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
73	183	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
74	180	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
74	189	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
74	131	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
74	199	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
74	201	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
74	178	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
75	174	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
76	215	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
76	220	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
76	209	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
76	179	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
77	203	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
77	104	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
77	153	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
78	139	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
79	165	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
79	193	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
79	194	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
80	343	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
81	182	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
81	192	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
82	207	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
83	196	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
83	199	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
83	191	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
84	40	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
84	200	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A

Dip Direction	Dip	Flanco	Sector
84	208	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
85	185	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
85	182	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
85	205	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
87	307	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
88	215	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
88	304	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A
88	2	OCCIDENTAL-ZONA DE FALLA	A

Fuente. Autor del proyecto.

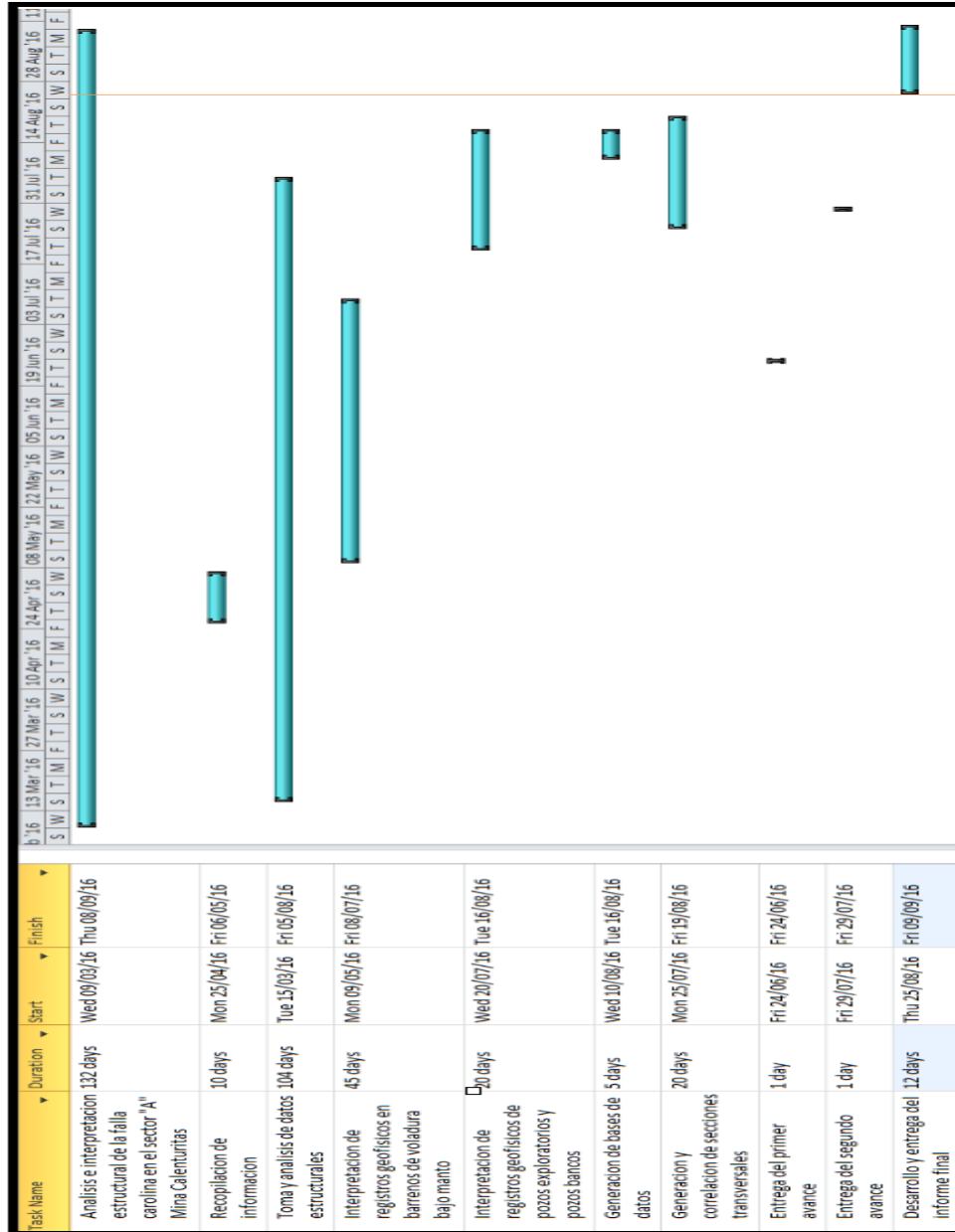
**Figura 54.** Diagrama de rosas.



Fuente. Autor del proyecto.

### 3.9. Cronograma

Figura 55. Cronograma de actividades.



Fuente. Autor del proyecto.

#### 4. LOGROS ALCANZADOS

En la tabla 9 se indica el porcentaje de cumplimiento obtenido para cada uno de objetivos planteados para la práctica.

**Tabla 9.** Porcentaje de cumplimiento de los logros alcanzados en la práctica empresarial.

<b>Logros alcanzados</b>	
<b>Objetivos planteados para la practica</b>	<b>Porcentaje de cumplimiento</b>
Desarrollar el análisis e interpretación estructural de la falla Carolina en el sector A, mina Calenturitas-Cesar.	90%
Analizar e interpretar datos estructurales tomados en campo con el fin de Caracterizar los componentes estructurales de la falla Carolina (rumbo, buzamiento, salto vertical, desplazamiento horizontal, estrías de falla, etc.).	100%
Interpretar los registros geofísicos en barrenos de voladura bajo manto que se encuentran en la zona de influencia de la falla Carolina.	80%
Interpretar y correlacionar secciones transversales propuesta en la zona de estudio.	90%
Analizar la geología regional de la zona, para determinar los posibles esfuerzos que intervinieron en la formación de la falla Carolina.	80%
Determinar el efecto de la falla Carolina en la secuencia estratigráfica de la mina Calenturitas.	100%

Fuente. Autor del proyecto.

##### 4.1. Impactos percibidos por el estudiante

El desarrollo de la práctica profesional, permitió la adquisición de conocimientos, habilidades a nivel académico y personal, donde en el primer escenario laboral competitivo son medidas y evaluadas constantemente las bases académicas permitiendo una autoevaluación del propio proceso de aprendizaje. Es muy beneficioso el desenvolviendo en las actividades grupales, intervenir en las decisiones y discutir hipótesis con sólidas y coherentes bases rodeado de

personas especializadas en el área. En un comienzo es difícil la adaptación a este nuevo cambio en cuanto a la ubicación dentro del área, manejo de radios de comunicación, formas de desplazamiento dentro de la mina y demás procesos operativos, lo cual fue superado rápidamente gracias a la ayuda desinteresada del personal que labora en la mina Calenturitas, así mismo se fue aprendiendo sobre sus trabajos y actividades, confianza que transmitieron para el logro de este propósito. Esta experiencia fue productiva donde se puso en práctica conocimientos adquiridos en las clases universitarias reforzando las bases especialmente en los conceptos de geología estructural.

#### 4.2. Limitaciones

Durante el desarrollo de la práctica se presentaron situaciones que retrasaron y cambiaron el orden planteando en el desarrollo de los objetivos propuestos inicialmente, entre las principales situaciones se tiene:

- Parte de la información de los barrenos de voladura bajo manto no se encuentran en la mina, sino que son archivados en el centro de documentación de C. I. Prodeco S.A localizado en la ciudad de Barranquilla, la cual demora la adquisición e interpretación de la información.
- Debido al continuo avance de la minería en el depósito mucha información pertinente para el desarrollo de este trabajo no fue levantada en campo.
- Las precipitaciones meteorológicas retrasaron la adquisición de información estructural, algunas inundaciones en el área dificultaron la accesibilidad a las paredes de avance minero, a las trazas de los mantos de carbón y de más zonas donde se encontraban información pertinente para el desarrollo de los objetivos.



## 5. CONCLUSIONES

- Los datos obtenidos en campo y las correlaciones realizadas en las secciones transversales en el sector "A" de la mina Calenturitas, determinan que La Falla Carolina corresponde a una falla inversa con un rumbo y buzamiento promedio de N76W / 57°NE.
- En la zona de influencia de la Falla Carolina se observaron fallas satélites de comportamiento inverso asociadas a ellas con un rumbo de N55W y un buzamiento de 41NE, y fallas antitéticas de comportamiento normal con un rumbo de N50W, un buzamiento 59SW.
- El desplazamiento neto que origina la Falla Carolina a lo largo de la secuencia carbonífera no es constante, siendo este menor en el avance de la minería hacia el sur de la mina, evidenciado en campo y en los perfiles realizados en la expansión del sector A, como es el caso del nivel 9.
- A partir de la interpretación de pozos exploratorios y la correlación de secciones, se estimó que en el nivel 10 la Falla Carolina no tendría efecto sobre la secuencia estratigráfica.
- Mediante el análisis de la geología regional y la interpretación de los planos de diaclasas levantados se infiere que los posibles esfuerzos que dieron origen a la Falla Carolina provienen de las fallas del Tigre y La Loma.
- Las secciones transversales permitieron establecer que la secuencia estratigráfica del depósito en el sector A en la mina Calenturitas es afectado por el trazo de la Falla Carolina.

## 6. RECOMENDACIONES

- Continuar con el seguimiento estructural a la Falla Carolina y las fallas asociadas a ellas para tener más claridad en su comportamiento a medida que avanza la minería.
- Para dar una mejor interpretación, es necesarios la realización de más pozos exploratorios en el nivel 9 del sector, preferiblemente pozos corazonados para la obtención de información más clara en la zona de falla.
- Realizar una interpretación estructural cinemática con más detalle para determinar el orden cronológico de los eventos que dieron origen a la evolución estructural del sector “A” de la mina Calenturitas.

## 7. FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANH Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. (2007) Reconstrucción de la historia termal en los sectores de Luruaco y cerro cansona – cuenca el Sinú – San Jacinto y en el piedemonte occidental de la serranía del Perijá entre Codazzi y la jagua de Ibirico – cuenca de Cesar – Ranchería, Bogotá DC.
- ARIAS ET AL. (2007). Informe Realizado Para La ANH Por El Grupo De Investigación En Geología De Hidrocarburos Y Carbones Según Contrato Interadministrativo 027 De 2007 Inventario Interpretación Y Evaluación Integral De La Información Geológica Geofísica Y Geoquímica Adquirida Por La ANH En La Cuenca Cesar Ranchería Y El Área Especial cesar. Asociación Nacional de Hidrocarburo. Pag: 47.
- ARIAS, A. Y MORALES, C. (1999). Mapa geológico generalizado del departamento del cesar memoria explicativa. Bogotá D.C.
- AYALA CALVO, ROSA ET AL. (2009) Estratigrafía y procedencia de las unidades comprendidas ente el Campaniano y el paleógeno en la subcuenca de cesar: aporte a la evolución tectónica del área. ISSN 0072-0992. Universidad nacional, Geología colombiana No, 34.
- BILLINGS, MARLAND P. (1974). Geología estructural. 4ª Edición. Buenos Aires: EUDEBA. Pag 588.
- BALLAVIÁN, CARLOS. (2008). Traducción y resumen de: “structural geology of rocks and regions”. Universidad de la plata. Pag 250.
- BAYONA ET AL. (2007). Procesos orogénicos del paleoceno para la cuenca de Ranchería (Guajira, Colombia) y áreas adyacentes, definidos por análisis de proveniencia. Geología Colombiana. ISSN 0072 – 0992.

- CHICANGANA ET AL. (2001). El posible origen de la sismicidad somera que se presenta en la región que corresponde a la Sierra Nevada de Santa Marta, la Serranía de Perijá y la Península de La Guajira, noreste de Colombia. Universidad nacional de Colombia. Vol., No 6.
- COLMENARES ET AL. (2007). Geología de la planchas 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 33, 34 y 40. proyecto: “evolución geohistórica de la sierra nevada de santa marta”. Ministerio De Minas Y Energía Instituto Colombiano De Geología Y Minería (Ingeominas).
- ESTEVEZ PLATA, YUDI Y QUINTERO DIAZ, DIANA. (2008). Determinación del ambiente de depósito de la formación los cuervos miembro medio, aplicado a la variabilidad en la calidad del carbón y a las asociaciones litofaciales obtenidas de los núcleos de perforación, en el sector del hatillo, la Loma – cesar. Bucaramanga, 309p. Proyecto de grado modalidad práctica empresarial (Geólogo). Universidad industrial del Santander. Facultad ingenierías fisicoquímicas.
- FIRTH, DAVID. (1999). Log analysis for mining applications. Peter Elkington. Pag 100.
- FORERO ALBERTO. (1972). Estratigrafía del pre Cretácico en el flanco occidental de la serranía del Perijá. Geología Colombiana – An International Journal on Geosciences. ISSN 0072 – 0992.
- GALVIZ, J. Y R. DE LA ESPRIELLA. (1999). Vulcanitas cenozoicas en el piedemonte suroriental de la Sierra Nevada de Santa Marta y en la Serranía del Perijá. Revista Académica. Ciencia colombiana. 23(87):213-224. 1999. ISSN 0370-3908.
- GIL, A. y MARTINEZ H. (1990). Análisis micro facial del Grupo Cogollo, y Formación La Luna, cuenca Cesar Ranchería, Guajira, Colombia. Trabajo de grado (Geólogo). Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geociencias. Bogotá.

- GRASEMANN, BERNHARD ET AL. (2005). Reverse and normal drag along a fault. En: Journal of structural geology, vol., 27. No. 6; Pag 999 – 1010.
- HERNÁNDEZ. MARINA. (2003). Memoria explicativa, Geología de la plancha 48 La Jagua de Ibirico a escala 1:100.000. Bogotá D.C., Ingeominas 2003.
- INTERA BIOS. (1995). Evaluación geología regional cuenca Cesar – Ranchería. La Unión Temporal Intera Information y Technologies y Bios LTDA.
- MARLAND P, BILLINGS. (1974). Geología estructural. 4ª Edición. Buenos Aires: EUDEBA.
- NIEMEYER RUBILAR, HANS. (1999). Apuntes de geología estructural primera parte: estructuras frágiles. Antofagasta.
- NOVA, GIOVANNY ET AL. (2012). Paleomagnetismo en rocas del jurásico y cretácico inferior en el flanco occidental de la serranía del Perijá; contribuciones a la evolución tectónica del NW de Suramérica. Boletín de geología. Vol. 34, No 2, Julio – diciembre.
- RADELLI, L. (1962). Acerca de la geología de la serranía de Perijá entre Codazzi y Villanueva (Magdalena – Guajira, Colombia). U. Nal., Geol. Col., (1):23-41. Bogotá DC.
- ROMERO SUAREZ, NELSON. (2009). Supervisión en voladura bajo manto y control de calidad en la extracción del carbón. Bucaramanga, 112p. Proyecto de grado modalidad práctica empresarial (Geólogo). Universidad industrial del Santander. Facultad ingenierías fisicoquímicas.
- RUIZ, SANDRA. (2011). Modelamiento de la falla La Victoria en el sector de Cerro de Piedra, Proyecto La Jagua, Municipio de La Jagua de Ibirico-Cesar. Manizales, 85p. Proyecto de grado modalidad práctica empresarial (Geólogo). Universidad de Caldas. Facultad de ciencias exactas y naturales.
- TORREGOSA CASTILLO, DARÍO. (2009). Correlación y caracterización de los mantos de carbón del miembro medio de la Formación Cuervos, a partir de

registros geofísicos eléctricos y ayuda de líneas sísmicas, sector las cuevas mina El Hatillo. Bucaramanga, 93p. Proyecto de grado modalidad práctica empresarial (Geólogo). Universidad industrial del Santander. Facultad ingenierías fisicoquímicas.

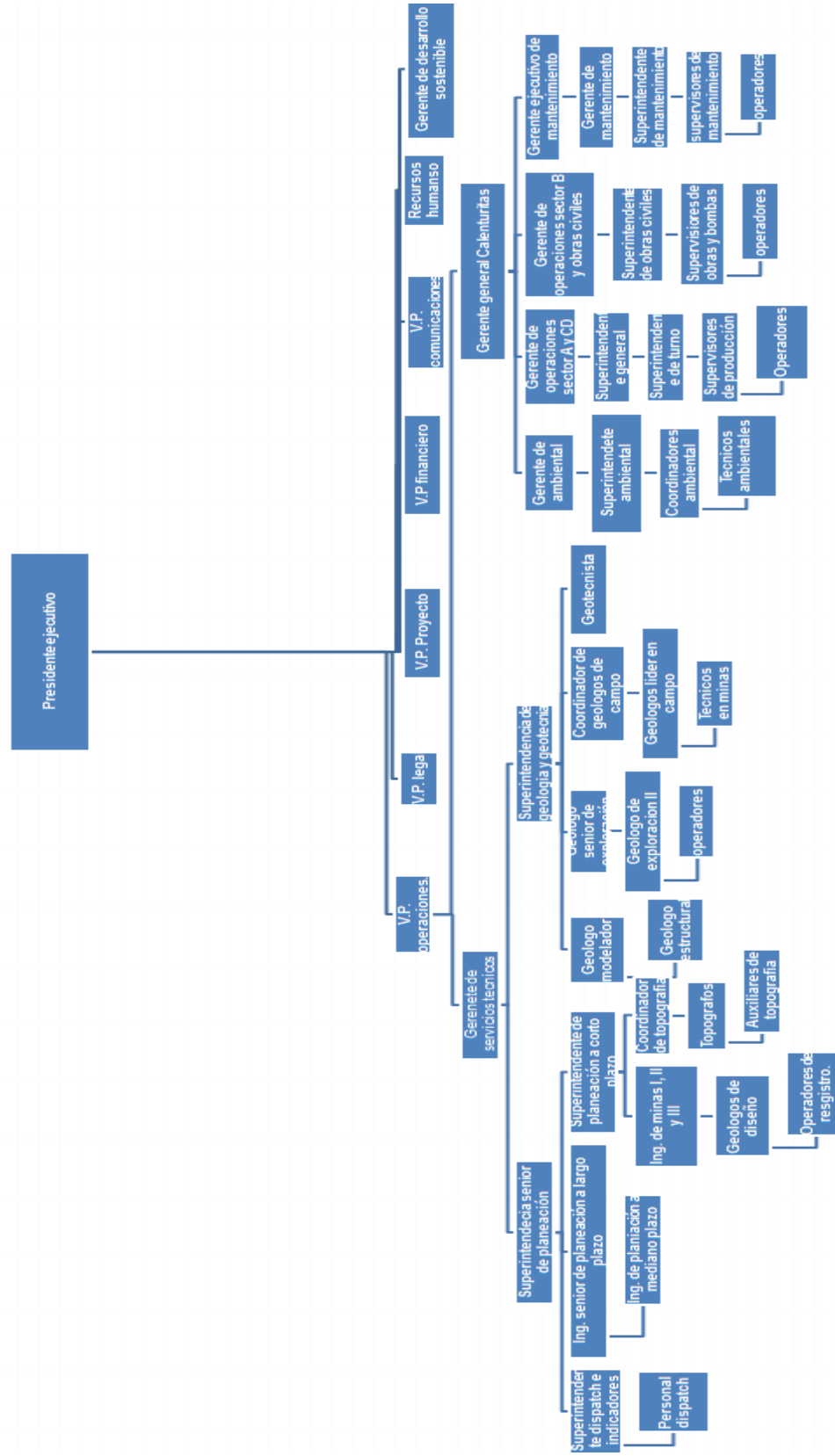
- TSCHANZ. C et al. (1969). Mapa Geológico de reconocimiento de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía del Perijá. Escala 1:200.000. Ingeominas.



## **Anexos**

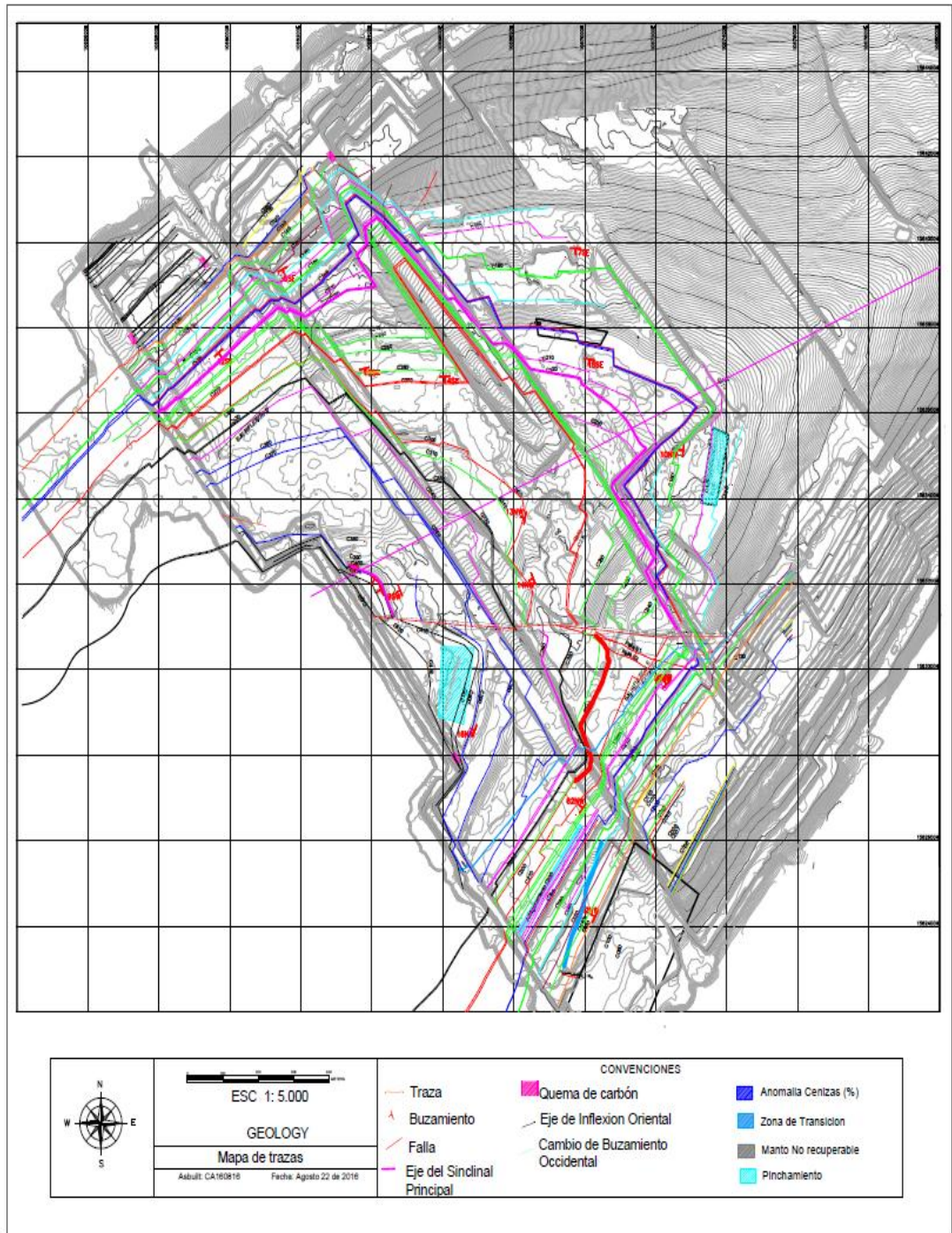
## **ANEXO 1**

Estructura organizacional de la mina Calenturitas.



## **ANEXO 2**

Mapa de trazas generalizado



### **ANEXO 3**

Base datos de los barrenos de voladuras bajo manto



VBM_NAME	FROM	TO	THICKNESS	SEAM NAME
A721QF10P10	4.535	7.985	3.45	C270
A721QF10P14	2.832	6.21	3.378	C270
A721QF10P20	0.766	4.607	3.841	C270
A721QF10P20	8.746	9.855	1.109	C260
A721QF10P26	0.696	4.47	3.774	C270
A721QF10P26	7.832	9.216	1.384	C260
A721QF11P11	4.252	7.801	3.549	C270
A721QF11P15	2.089	5.731	3.642	C270
A721QF11P19	1.429	5.273	3.844	C270
A721QF11P19	8.635	9.792	1.157	C260
A721QF11P21	0.892	5.896	5.004	C270
A721QF11P25	0	0.919	0.919	C300
A721QF11P25	4.335	4.581	0.246	C290
A721QF13P11	5.08	8.917	3.837	C270
A721QF13P15	4.165	8.034	3.869	C270
A721QF13P21	2.43	4.364	1.934	C300
A721QF13P23	6.58	8.525	1.945	C300
A721QF14P10	6.881	9.918	3.037	C270
A721QF14P14	5.427	9.239	3.812	C270
A721QF14P16	4.642	8.64	3.998	C270
A721QF14P18	0	1.025	1.025	C300
A721QF14P18	6.343	6.901	0.558	C290
A721QF14P22	0.966	3.013	2.047	C300
A721QF14P24	4.699	6.36	1.661	C300
A721QF14P28	0	1.807	1.807	C310
A721QF14P28	5.78	7.13	1.35	C300
A721QF15P11	7.637	8.939	1.302	C270
A721QF15P15	6.501	8.785	2.284	C270
A721QF15P19	7.114	8.785	1.671	C300
A721QF15P23	7.814	9.469	1.655	C300
A721QF15P27	2.77	4.285	1.515	C310
A721QF15P27	8	9.167	1.297	C300
A721QF15P31	4.455	6.199	1.744	C310
A721QF15P31	9.324	10.015	0.691	C300
A721QF16P16	5.386	6.832	1.446	C300
A721QF16P18	1.315	3.072	1.757	C310
A721QF16P24	7.473	9.562	2.089	C310
A721QF16P28	6.72	8.844	2.124	C310
A721QF16P32	5.804	7.704	1.9	C310
A721QF17P15	0	1.509	1.509	C310
A721QF17P15	4.247	5.4	1.153	C300

VBM_NAME	FROM	TO	THICKNESS	SEAM NAME
A721QF17P31	7.284	8.875	1.591	C310
A721QF17P33	6.32	8.329	2.009	C310
A721QF23P11	1.74	4.835	3.095	C330
A721QF23P13	2.417	4.853	2.436	C330
A721QF23P15	0.446	2.864	2.418	C330
A800HF11P25	3.058	3.122	0.064	C380
A800HF11P29	1.444	2.498	1.054	C380
A800HF11P33	0	0.907	0.907	C380
A800HF11P43	6.587	6.812	0.225	C420
A800HF12P28	2.217	3.365	1.148	C380
A800HF12P30	0.582	1.571	0.989	C380
A800HF12P32	0	0.982	0.982	C380
A800HF12P34	0	1.506	1.506	C380
A800HF12P34	2.759	4.151	1.392	C410
A800HF12P36	8.025	8.439	0.414	C410
A800HF13P35	0.684	1.914	1.23	C380
A800HF13P35	4.011	5.593	1.582	C410
A800HF13P37	8.496	8.752	0.256	C410
A800HF13P39	1.359	2.214	0.855	C420
A800HF13P41	3.253	4.416	1.163	C420
A800HF13P47	7.832	8.822	0.99	C420
A800HF13P53	5.971	6.923	0.952	C420
A800HF14P30	2.782	3.954	1.172	C380
A800HF14P34	1.952	3.278	1.326	C380
A800HF14P36	0	0.61	0.61	C420
A800HF14P38	3.29	4.277	0.987	C420
A800HF14P42	7.543	8.509	0.966	C420
A800HF15P35	1.137	2.209	1.072	C420
A800HF15P37	4.96	5.846	0.886	C420
A800HF15P41	9.463	9.918	0.455	C420
A800HF16P30	6.439	7.151	0.712	C380
A800HF16P34	2.961	4.235	1.274	C420
A800HF16P36	6.779	7.82	1.041	C420
A800HF17P33	4.031	5.305	1.274	C420
A800HF17P35	8.121	9.179	1.058	C420
A800HF17P57	8.547	9.537	0.99	C420
A800HF17P61	5.222	6.153	0.931	C420
A800HF19P27	2.796	4.212	1.416	C380
A800HF19P29	2.362	3.701	1.339	C420
A800HF19P31	6.806	7.611	0.805	C420
A800HF21P63	8.895	9.569	0.674	C420

VBM_NAME	FROM	TO	THICKNESS	SEAM NAME
A800HF21P71	6.289	6.822	0.533	C420
A810DF11P49	0	0.339	0.339	C410
A810DF11P51	4.274	4.645	0.371	C410
A810DF11P53	4.865	5.383	0.518	C410
A810DF11P57	4.332	4.723	0.391	C410
A810DF11P61	0.548	0.785	0.237	C410
A810DF12P38	0.053	0.373	0.32	C410
A810DF12P44	3.798	4.049	0.251	C410
A810DF12P48	5.188	5.523	0.335	C410
A810DF12P50	5.664	6.059	0.395	C410
A810DF12P54	6.461	6.878	0.417	C410
A810DF12P58	4.811	4.939	0.128	C410
A810DF13P37	1.979	2.319	0.34	C410
A810DF13P39	4.323	4.699	0.376	C410
A810DF13P43	4.323	4.699	0.376	C410
A810DF13P47	6.348	6.934	0.586	C410
A810DF13P51	7.141	7.789	0.648	C410
A810DF13P55	7.914	8.459	0.545	C410
A810DF13P59	4.928	5.224	0.296	C410
A810DF14P46	6.952	7.43	0.478	C410
A810DF14P60	4.968	5.341	0.373	C410
A810DF15P33	1.363	1.609	0.246	C410
A810DF16P46	0.283	1.125	0.842	C420
A810DF16P50	1.36	2.214	0.854	C420
A810DF17P27	0	0.364	0.364	C410
A810DF17P33	3.731	4.024	0.293	C410
A810DF17P37	5.522	5.965	0.443	C410
A810DF17P41	6.818	7.283	0.465	C410
A810DF17P45	0.77	1.594	0.824	C420
A810DF17P49	2.656	3.463	0.807	C420
A810DF17P53	3.081	3.746	0.665	C420
A810DF17P57	2.344	2.969	0.625	C420
A810DF18P30	3.231	3.593	0.362	C410
A810DF18P34	5.23	5.534	0.304	C410
A810DF19P39	0.356	1.192	0.836	C420
A810DF19P39	8.696	9.158	0.462	C410
A810DF19P47	2.642	3.524	0.882	C420
A810DF19P51	4.19	4.991	0.801	C420
A810DF19P55	3.741	4.396	0.655	C420
A810DF20P24	3.348	3.581	0.233	C410
A810DF20P28	5.151	5.543	0.392	C410
A810DF20P32	6.598	7.073	0.475	C410
A810DF20P36	0	0.843	0.843	C420
A810DF20P36	8.109	8.586	0.477	C410
A810DF20P40	1.783	2.622	0.839	C420
A810DF20P44	4.23	5.127	0.897	C420

VBM_NAME	FROM	TO	THICKNESS	SEAM NAME
A810DF20P48	5.31	5.925	0.615	C420
A810DF20P52	4.777	5.436	0.659	C420
A810DF22P20	1.202	1.766	0.564	C410
A810DF22P26	5.771	6.185	0.414	C410
A810DF22P30	7.357	7.687	0.33	C410
A810DF22P36	1.567	2.359	0.792	C420
A810DF22P40	3.302	4.185	0.883	C420
A810DF22P46	6.027	6.934	0.907	C420
A810DF22P52	6.983	7.94	0.957	C420
A810DF22P56	6.944	7.731	0.787	C420
A807NF10P30	7.928	10.298	2.37	C400
A807NF10P30	12.269	12.855	0.586	C390
A807NF10P32	8.169	11.261	3.092	C400
A807NF10P32	13.236	13.952	0.716	C390
A807NF10P34	10.32	14.844	4.524	C400
A807NF11P13	1.786	2.889	1.103	C380
A807NF11P15	0	0.682	0.682	C380
A807NF11P27	10.489	13.081	2.592	C400
A807NF11P27	13.345	13.9	0.555	C390
A807NF11P31	12.817	16.072	3.255	C400
A807NF13P13	1.984	2.904	0.92	C380
A807NF13P15	0	1.061	1.061	C380
A807NF13P25	14.342	16.214	1.872	C400
A807NF13P33	2.576	2.929	0.353	C410
A807NF13P37	5.4	5.573	0.173	C410
A807NF13P41	3.385	3.663	0.278	C410
A807NF15P13	2.744	3.752	1.008	C380
-				
A807NF15P15	1.193	2.271	1.078	C380
A807NF15P27	4.235	4.47	0.235	C410
A807NF15P31	7.66	8.07	0.41	C410
A807NF15P35	0.215	1.034	0.819	C420
A807NF15P35	9.273	9.646	0.373	C410
A807NF15P39	7.183	7.632	0.449	C410
A807NF17P13	4.273	5.404	1.131	C380
A807NF17P17	1.646	3.414	1.768	C380
A807NF17P21	0.534	0.636	0.102	C410
A807NF17P25	7.312	7.795	0.483	C410
A807NF17P27	0.799	1.728	0.929	C420
A807NF17P27	9.524	9.896	0.372	C410
A807NF17P31	3.982	4.785	0.803	C420
A807NF17P31	12.25	12.597	0.347	C410
A807NF17P35	3.305	4.242	0.937	C420
A807NF17P35	11.77	12.343	0.573	C410
A807NF17P39	1.881	2.673	0.792	C420
A807NF17P39	9.825	10.208	0.383	C410
A705KF15P21	1.59	2.56	0.97	C340

VBM_NAME	FROM	TO	THICKNESS	SEAM NAME
A705KF15P23	0.63	1.21	0.58	C340
A705KF16P20	1.07	1.85	0.78	C345
A705KF16P20	3.04	4.03	0.99	C340
A721HF21P51	6.146	7.733	1.587	C300
A721HF21P53	0.105	2.246	2.141	C300
A721HF21P55	3.948	5.78	1.832	C300
A721HF22P50	0	1.047	1.047	C300
A721HF25P45	1.149	4.864	3.715	C300
A721HF26P44	5.655	8.312	2.657	C300
A706NF11P15	6.87	7.84	0.97	C330
A706NF11P15	7.94	8.25	0.31	C329
A706NF11P27	0.33	1.63	1.3	C330
A706NF11P27	7.51	8.56	1.05	C310
A706NF11P29	6.18	7.15	0.97	C310
A706NF13P11	8.78	10.14	1.36	C330
A706NF13P29	1.34	2.58	1.24	C330
A706NF13P29	8.01	9.01	1	C310
A706NF13P31	0.23	1.6	1.37	C330
A706NF13P31	6.63	7.71	1.08	C310
A706NF15P25	5.13	6.64	1.51	C330
A706NF15P33	1.35	2.94	1.59	C330
A706NF15P33	7.16	8.23	1.07	C310
A706NF15P35	0.01	1.17	1.16	C330
A706NF15P35	5.38	6.5	1.12	C310
A706NF17P29	6.15	7.59	1.44	C330
A706NF17P33	3.51	5.28	1.77	C330
A706NF17P33	8.18	9.24	1.06	C310
A706NF17P37	3.21	5.69	2.48	C310
A706NF18P28	6.56	8.04	1.48	C330
A706NF18P32	5.86	7.49	1.63	C330
A706NF18P32	10.21	11.27	1.06	C310
A706NF18P36	2.06	3.43	1.37	C330
A706NF18P36	5.93	6.53	0.6	C310
A706NF18P42	0.43	2.97	2.54	C310
A706NF19P27	7.42	9	1.58	C310
A706NF19P31	7.05	8.59	1.54	C310
A706NF19P33	5.95	7.23	1.28	C310
A706NF19P33	9.73	10.93	1.2	C310
A706NF19P35	4.31	5	0.69	C310
A706NF19P45	3.33	3.8	0.47	C345
A706NF19P45	3.9	4.44	0.54	C340
A706NF19P51	3.7	3.94	0.24	C345
A706NF19P51	3.98	4.97	0.99	C340
A706NF20P32	7	8.5	1.5	C330
A706NF20P42	7.57	8.07	0.5	C345
A706NF20P42	8.54	9.12	0.58	C340

VBM_NAME	FROM	TO	THICKNESS	SEAM NAME
A706NF20P50	5.79	7.12	1.33	C345
A706NF20P50	6.81	7.34	0.53	C340
A706NF21P31	8.48	10.14	1.66	C330
A706NF21P45	8.34	8.79	0.45	C345
A706NF21P49	9.28	9.91	0.63	C340
A706NF23P47	10.15	10.6	0.45	C345
A706NF23P47	11.07	11.82	0.75	C340
A706NF23P51	7.95	8.34	0.39	C345
A706NF23P51	8.89	9.54	0.65	C340
A721LF10P94	3.169	4.006	0.837	C300
A721LF10P96	4.139	5.162	1.023	C300
A721LF11P85	12.028	15.165	3.137	C270
A721LF11P89	10.023	12.989	2.966	C270
A721LF11P91	9.756	11.891	2.135	C270
A721LF11P93	1.121	2.346	1.225	C300
A721LF11P95	5.749	6.789	1.04	C300
A721LF11P97	6.413	7.594	1.181	C300
A721LF11P99	2.871	4.473	1.602	C300
A721LF12P86	11.244	12.949	1.705	C270
A721LF12P90	10	11.511	1.842	C270
A721LF12P92	0	1.067	1.067	C300
A721LF12P94	5.545	6.858	1.313	C300
A721LF12P96	8.415	9.622	1.207	C300
A721LF12P98	7.357	8.444	1.087	C300
A721LF13P87	10.124	12.849	2.725	C270
A721LF13P91	0	0.363	0.363	C300
A721LF13P93	5.725	6.972	1.247	C300
A721LF13P95	0	1.611	1.611	C310
A721LF13P95	9.671	10.826	1.155	C300
A721LF13P97	0.691	2.039	1.348	C310
A721LF13P97	9.927	11.098	1.171	C300
A721LF13P99	7.134	8.583	1.449	C300
A721LF14P84	11.992	12.48	0.488	C270
A721LF14P86	10.213	12.669	2.456	C270
A721LF14P92	3.925	6.316	2.391	C300
A721LF14P94	10.921	12.095	1.174	C300
A721LF14P96	2.745	4.063	1.318	C310
A721LF14P96	11.852	12.919	1.067	C300
A721LF14P98	0	1.934	1.934	C310
A721LF14P98	10.124	11.135	1.011	C300
A721LF14P100	1.258	3.808	2.55	C300
A721LF15P85	10.798	12.649	1.851	C270
A721LF15P87	9.112	9.804	0.692	C290
A721LF15P89	0.468	1.645	1.177	C300
A721LF15P91	3.796	5.049	1.253	C300
A721LF15P93	12.1	13.291	1.191	C300



VBM_NAME	FROM	TO	THICKNESS	SEAM NAME
A721LF15P95	3.775	6.276	2.501	C310
A721LF15P97	3.896	5.156	1.26	C310
A721LF15P97	12.153	13.142	0.989	C300
A721LF15P99	9.386	10.596	1.21	C300
A721LF15P109	4.218	12.142	7.924	C270
A721LF16P88	2.55	3.612	1.062	C300
A721LF16P90	5.026	6.316	1.29	C300
A721LF16P92	0	1.21	1.21	C310
A721LF16P92	13.448	13.8	0.352	C300
A721LF16P94	4.484	6.382	1.898	C310
A721LF16P96	6.149	7.356	1.207	C310
A721LF16P98	3.788	5.255	1.467	C310
A721LF16P98	11.934	12.764	0.83	C300
A721LF16P100	5.225	7.374	2.149	C3100
A721LF17P93	4.66	7.681	3.021	C310
A721LF17P95	7.417	8.695	1.278	C310
A721LF17P97	5.606	6.976	1.37	C310
A721LF17P99	11.404	12.48	1.076	C300
A721LF17P101	0	1.892	1.892	C300
A712KF10P12	0.892	2.611	1.719	C250
A712KF10P14	1.07	3.881	2.811	C240
A712KF10P20	1.822	2.565	0.743	C220
A712KF10P20	6.184	7.41	1.226	C210
A712KF11P11	6.999	8.022	1.023	C250
A712KF11P21	3.323	4.851	1.528	C210
A712KF12P12	4.71	6.81	2.1	C250
A712KF12P14	5.329	7.928	2.599	C240
A712KF12P20	7.066	8.175	1.109	C220
A712KF13P15	2.621	5.932	3.311	C240
A712KF13P21	4.919	5.563	0.644	C220
A712KF13P21	8.156	8.903	0.747	C210
A712KF14P14	1.715	2.475	0.76	C250
A712KF14P20	13.112	13.922	0.81	C220
A712KF14P22	3.327	4.26	0.933	C220
A712KF14P22	7.445	8.743	1.298	C210
A712KF16P14	5.037	7.851	2.814	C250
A712KF16P16	4.217	7.683	3.466	C240
A712KF16P22	2.407	3.637	1.23	C220
A712KF16P22	7.363	8.937	1.574	C210
A712KF16P28	3.429	4.844	1.415	C200
A712KF18P16	8.67	11.851	3.181	C240
A712KF18P22	9.063	10.234	1.171	C220
A712KF18P24	2.64	3.865	1.225	C210
A712KF18P28	10.403	11.057	0.654	C200
A712KF20P16	3.751	6.368	2.617	C250
A712KF20P18	0.755	4.484	3.729	C240

VBM_NAME	FROM	TO	THICKNESS	SEAM NAME
A712KF20P24	3.789	4.811	1.022	C220
A712KF20P26	7.849	9.514	1.665	C210
A712KF21P17	0.422	2.779	2.357	C250
A712KF21P25	1.014	2.084	1.07	C220
A712KF21P25	5.708	7.177	1.469	C210
A712KF22P26	1.218	3.481	2.263	C210
A712DF10P14	5.101	7.461	2.36	C250
A712DF10P16	4.689	8.403	3.714	C240
A712DF10P22	5.162	6.13	0.968	C220
A712DF10P22	6.396	7.426	1.03	C210
A712DF11P11	0.632	2.701	2.069	C260
A712DF11P13	5.17	7.479	2.309	C250
A712DF11P15	4.686	8.659	3.973	C240
A712DF11P21	3.227	4.305	1.078	C220
A712DF11P21	4.475	5.65	1.175	C210
A712DF13P13	9.375	11.76	2.385	C250
A712DF13P15	9.251	12.793	3.542	C240
A712DF13P21	4.008	4.771	0.763	C220
A712DF13P23	9.142	10.258	1.116	C210
A712DF15P15	0	3.872	3.872	C250
A712DF15P17	0	2.556	2.556	C240
A712DF15P21	10.113	11.019	0.906	C220
A712DF15P23	3.851	4.992	1.141	C210
A712DF16P14	7.88	10.858	2.978	C220
A712DF17P15	3.304	6.075	2.771	C250
A712DF17P17	3.164	6.202	3.038	C240
A712DF17P23	2.46	2.885	0.425	C220
A712DF17P23	6.848	8.235	1.387	C210
A712DF19P15	7.372	10.81	3.438	C250
A712DF19P17	7.079	10.922	3.843	C240
A712DF19P23	7.949	8.719	0.77	C220
A712DF19P23	11.735	12.646	0.911	C210
A712DF19P25	2.37	3.547	1.177	C210
A712DF21P17	2.548	4.518	1.97	C250
A712DF21P19	2.055	5.074	3.019	C240
A712DF21P25	8.709	9.516	0.807	C220
A705F10P30	0.613	1.027	0.414	C345
A705F10P32	1.042	2.14	1.098	C340
A705F12P22	8.23	8.909	0.679	C345
A705F12P26	5.047	5.466	0.419	C345
A705F12P26	5.936	6.538	0.602	C340
A705F12P30	2.455	2.931	0.476	C345
A705F12P30	3.143	3.874	0.731	C340
A705F14P26	7.488	7.852	0.364	C345
A705F14P26	8.322	88.989	80.667	C340
A705F14P30	5.118	5.404	0.286	C345

VBM_NAME	FROM	TO	THICKNESS	SEAM NAME
A705F14P30	5.965	6.591	0.626	C340
A705F14P34	1.04	1.44	0.4	CC345
A705F14P34	2.035	2.671	0.636	C340
A705F14P42	6.552	9.069	2.517	C330
A705F14P46	4.383	5.543	1.16	C330
A705F16P30	7.71	8.301	0.591	C345
A705F16P34	3.333	3.613	0.28	C345
A705F16P34	4.262	5.09	0.828	C340
A705F16P48	5.603	6.832	1.229	C330
A705F18P30	8.583	9.088	0.505	C345
A705F18P34	5.733	6.189	0.456	C345
A705F18P34	6.646	7.547	0.901	C340
A705F18P38	0.947	1.425	0.478	C345
A705F18P38	1.732	2.447	0.715	C340
A705F20P32	8.09	8.588	0.498	C345
A705F20P36	4.157	4.575	0.418	C345
A705F20P36	5.057	5.71	0.653	C340
A705F20P38	0.325	0.799	0.474	C345
A705F20P38	1.161	1.896	0.735	C340
A801HF14P36	7.253	8.18	0.927	C360
A801HF16P18	8.055	8.211	0.156	C370
A801HF16P24	2.432	2.632	0.2	C370
A801HF16P40	4.97	6.526	1.556	C360
A620KF06P16	5.68	9.13	3.45	C210
A620KF06P36	8.35	9.65	1.3	C140L
A620KF08P10	5.79	9.32	3.53	C250
A620KF08P12	4.61	7.72	3.11	C240
A620KF08P16	9.7	11.74	2.04	C210
A620KF08P34	0.72	1.3	0.58	C165
A620KF08P34	2.69	4.75	2.06	C160
A620KF08P40	0.32	4.28	3.96	C130
A620KF10P10	8.08	10.15	2.07	C250
A620KF10P12	5.72	9.24	3.52	C240
A620KF10P30	7.37	8.5	1.13	C165
A620KF10P38	5.38	7.23	1.85	C140L
A620KF10P40	7.85	10	2.15	C130
A620KF12P24	9.33	11.34	2.01	C180
A620KF13P11	0.46	4.78	4.32	C250
A620KF13P25	4.65	7.21	2.56	C180
A620KF14P26	1.3	6.96	5.66	C180
A620KF14P40	5	6.37	1.37	C140L
A620KF14P42	9.72	11.44	1.72	C130
A620KF15P37	8.45	10.02	1.57	C150
A620KF15P43	4.61	6.68	2.07	C130
A620KF16P26	8.66	10.58	1.92	C180
A620KF16P40	9.994	11.23	1.236	C140L

VBM_NAME	FROM	TO	THICKNESS	SEAM NAME
A641EF10P18	5.89	7.17	1.28	C150
A641EF11P13	10.61	11.9	1.29	C160
A641EF11P21	3.91	5.48	1.57	C140L
A641EF11P23	8.5	10.22	1.72	C130
A641EF14P14	0.71	2.57	1.86	C165
A641EF14P14	5.45	7.89	2.44	C160
A641EF14P24	0.49	2.86	2.37	C130
A641EF15P21	5.34	7.25	1.91	C140L
A641EF15P23	9.88	11.29	1.41	C130
A641EF17P19	1.93	3.91	1.98	C150
A641EF17P21	7.47	9.2	1.73	C140L
A641EF21P15	4.88	8.39	3.51	C160
A641EF21P25	1.76	3.28	1.52	C130
A758FF24P52	0.94	1.73	0.79	C345
A758FF24P52	2.41	3.07	0.66	C340
A758FF24P60	3.69	4.02	0.33	C345
A758FF24P60	4.58	5.34	0.76	C340
A758FF24P64	0.47	0.82	0.35	C345
A758FF24P64	1.44	2.07	0.63	C340
A758FF25P49	2.1	2.81	0.71	C345
A758FF25P49	4.72	6.43	1.71	C340
A758FF25P53	8.54	9.07	0.53	C345
A758FF25P65	0.17	0.46	0.29	C345
A758FF25P65	1	1.6	0.6	C340
A758FF26P60	5.89	6.26	0.37	C345
A758FF26P60	6.88	7.46	0.58	C340
A758FF26P66	0	0.29	0.29	C345
A758FF26P66	0.94	1.58	0.64	C340
A758FF27P59	7.13	7.6	0.47	C345
A758FF27P59	7.91	8.63	0.72	C340
A758FF28P58	8.41	8.91	0.5	C345
A758FF28P58	9.21	10.08	0.87	C340
A758FF28P66	0.45	0.91	0.46	C345
A758FF28P66	1.51	2.1	0.59	C340
A758FF29P33	6.33	8.77	2.44	C370
A758FF29P57	8.58	9.11	0.53	C345
A758FF29P65	2.48	2.7	0.22	C345
A758FF29P65	3.33	3.94	0.61	C340
A758FF30P30	4.48	7.85	3.37	C370
A731BF10P14	4.89	6.82	1.93	C250
A731BF10P16	6.79	8.27	1.48	C240
A731BF10P18	5.11	5.9	0.79	C230
A731BF10P22	5.55	6.57	1.02	C210
A731BF12P14	4.48	7.43	2.95	C250
A731BF12P16	7.5	11.45	3.95	C240
A731BF12P18	6.62	7.07	0.45	C230

VBM_NAME	FROM	TO	THICKNESS	SEAM NAME
A731BF12P22	7.38	8.51	1.13	C210
A731BF14P14	4.72	7.36	2.64	C250
A731BF14P16	5.27	9.34	4.07	C240
A731BF14P18	8.01	8.77	0.76	C230
A731BF14P22	6.17	7.03	0.86	C220
A731BF14P22	10.2	11.35	1.15	C210
A731BF16P14	6.89	9.18	2.29	C250
A731BF16P18	6.35	7.25	0.9	C230
A731BF16P22	9.7	11.1	1.4	C220
A731BF16P22	11.86	13.41	1.55	C210
A731BF18P12	5.58	7.54	1.96	C260
A731BF19P23	5.71	6.45	0.74	C210
A628IF23P21	3.86	6.16	2.3	C160
A628IF23P31	1.25	1.33	0.08	C140U
A628IF23P31	5.18	6.31	1.13	C140L
A628IF26P32	3.87	4.79	0.92	C140L
A628IF27P15	0.17	2.4	2.23	C180
A628IF27P23	2.66	2.92	0.26	C165
A628IF27P23	3.49	5.89	2.4	C160
A628IF28P12	1.9	4.19	2.29	C199
A628IF28P24	0.3	0.54	0.24	C165
A628IF28P24	1.73	4.01	2.28	C160
A628IF28P30	5.19	6.77	1.58	C150
A628IF29P25	1.68	1.9	0.22	C165
A628IF29P25	3.05	5.02	1.97	C160
A628IF29P31	1.36	3.61	2.25	C150
A628IF32P26	2.95	3.39	0.44	C165
A628IF32P26	4.25	6.37	2.12	C160
A628IF33P27	0.01	4.25	4.24	C160
A789DF14P34	7.09	8.5	1.41	C310
A789DF14P40	2.31	3.79	1.48	C310
A789DF14P40	6.54	7.64	1.1	C300
A789DF15P43	1.02	2.37	1.35	C310
A789DF15P43	4.38	5.44	1.06	C300
A789DF15P51	3.31	4.01	0.7	C345
A789DF15P51	4.8	5.6	0.8	C340
A789DF15P53	2.74	3.32	0.58	C345
A789DF15P53	3.88	4.67	0.79	C340
A789DF16P38	6.94	8.74	1.8	C310
A789DF16P50	4.03	5.09	1.06	C345
A789DF16P50	6.04	7.23	1.19	C340
A789DF16P52	5.36	5.81	0.45	C345
A789DF16P52	5.93	6.6	0.67	C340
A789DF16P58	1.85	2.28	0.43	C345
A789DF16P58	2.57	3.22	0.65	C340
A789DF17P45	0.08	6.73	6.65	C270

VBM_NAME	FROM	TO	THICKNESS	SEAM NAME
A789DF17P53	6.48	6.92	0.44	C345
A789DF17P53	7.47	8.08	0.61	C340
A789DF17P57	2.45	2.71	0.26	C345
A789DF17P57	3.34	3.92	0.58	C340
A789DF17P59	2.49	2.73	0.24	C345
A789DF17P59	3.27	3.95	0.68	C340
A789DF18P44	2.94	8.33	5.39	C270
A789DF18P52	8.5	8.96	0.46	C345
A789DF18P52	9.35	9.99	0.64	C340
A789DF18P56	5.24	5.6	0.36	C345
A789DF18P56	6.14	6.79	0.65	C340
A789DF19P41	0.25	8.88	8.63	C270
A789DF19P55	7.16	7.61	0.45	C345
A789DF19P55	8.09	8.84	0.75	C340
A789DF19P59	4.07	4.47	0.4	C345
A789DF19P59	5.05	5.6	0.55	C340
A789DF20P46	0.92	3.11	2.19	C270
A789DF20P56	7.61	8.03	0.42	C345
A789DF20P56	8.74	9.4	0.66	C340
A789DF20P60	4.86	5.24	0.38	C345
A789DF20P60	5.89	6.55	0.66	C340
A789DF26P28	1.31	2.99	1.68	C330
A789DF26P30	4.3	5.05	0.75	C320
A789DF26P30	7.53	9	1.47	C310
A789DF27P27	6.39	7.26	0.87	C370
A789DF27P37	6.11	7.73	1.62	C360
A789DF27P47	0.83	2.17	1.34	C360
A789DF28P40	6.17	7.86	1.69	C360
A789DF28P46	2.28	3.86	1.58	C360
A789DF33P27	2.54	3.56	1.02	C370
A789DF33P31	2.36	3.17	0.81	C370
A789DF33P35	0.49	1.35	0.86	C370
A789DF34P16	6.34	7.21	0.87	C370
A789DF34P30	4.59	5.49	0.9	C370
A789DF34P36	1.17	1.9	0.73	C370
A789DF36P22	4.6	6.51	1.91	C370
A789DF36P32	7.47	8.3	0.83	C370
A789DF36P44	1.88	2.62	0.74	C370
A807LF10P16	6.348	7.246	0.898	C420
A807LF10P18	2.2	3.118	0.918	C420
A807LF10P24	4.872	5.411	0.539	C410
A807LF11P13	10.224	10.722	0.498	C420
A807LF11P17	2.024	2.972	0.948	C420
A807LF11P19	8.461	8.768	0.307	C410
A807LF11P23	4.032	4.296	0.264	C410
A807LF11P27	0.948	1.214	0.266	C410



VBM_NAME	FROM	TO	THICKNESS	SEAM NAME
A807LF12P18	0.886	1.627	0.741	C420
A807LF12P22	4.337	4.843	0.506	C410
A807LF14P18	0.25	1.073	0.823	C420
A807LF16P16	3.521	4.536	1.015	C420
A807LF16P20	7.353	7.834	0.481	C410
A807LF16P24	4.665	5.151	0.486	C410
A807LF16P28	1.595	1.889	0.294	C410
A807LF18P16	3.756	4.771	1.015	C420
A807LF18P18	2.164	3.271	1.107	C420
A807LF18P24	4.77	5.251	0.481	C410
A807LF18P28	1.892	2.529	0.637	C410
A807LF20P18	1.075	2.07	0.995	C420
A807LF20P22	5.763	6.256	0.493	C410
A807LF20P28	1.508	1.974	0.466	C410
A807LF22P12	4.438	5.497	1.059	C420
A807LF22P16	1.222	2.216	0.994	C420
A807LF22P22	4.672	5.134	0.462	C410
A807LF22P26	1.418	1.839	0.421	C410
A812FF13P31	3.97	4.974	1.004	C410
A812FF13P33	0.545	1.153	0.608	C410
A812FF13P35	6.653	8.973	2.32	C400
A812FF13P37	4.459	7.296	2.837	C400
A812FF13P37	8.067	8.936	0.869	C390
A812FF14P28	2.249	3.237	0.988	C420
A812FF14P28	7.85	9.217	1.367	C410
A812FF14P30	4.102	4.995	0.893	C410
A812FF14P38	3.668	6.594	2.926	C400
VBM_NAME	FROM	TO	THICKNESS	SEAM NAME
A812FF15P29	7.61	7.991	0.381	C410
A812FF16P26	6.656	7.659	1.003	C410
A812FF17P29	8.269	9.234	0.965	C410
A812FF18P14	3.966	4.633	0.667	C420
A812FF18P22	1.942	2.448	0.506	C410
A812FF18P40	1.347	4.487	3.14	C400
A812FF20P18	0	0.431	0.431	C420
A812FF20P22	3.247	3.91	0.663	C410
A812FF20P38	5.371	7.607	2.236	C400
A812FF22P14	7.592	8.3	0.708	C420
A812FF22P18	2.759	3.59	0.831	C420
A812FF22P20	0	0.417	0.417	C420
A812FF22P20	7.965	8.586	0.621	C410
A812FF22P24	1.915	2.374	0.459	C410
A812FF24P16	5.693	7.187	1.494	C420
A812FF24P16	13.424	13.922	0.498	C410
A812FF24P18	4.026	4.818	0.792	C420
A812FF24P22	6.357	6.966	0.609	C410
A812FF24P26	0.31	0.743	0.433	C410

VBM_NAME	FROM	TO	THICKNESS	SEAM NAME
A812FF26P16	4.786	5.747	0.961	C420
A812FF26P18	2.58	3.546	0.966	C420
A812FF26P20	0	0.393	0.393	C420
A812FF26P22	5.095	5.577	0.482	C410
A812FF26P24	3.261	3.512	0.251	C410
A812FF26P26	0.84	1.335	0.495	C410

## **ANEXO 4**

Base datos de registro density de los pozos exploratorios y pozos bancos

BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAI	SECTOR
PR2261	18.00	18.00	0.00	BOA	A
PR2261	24.00	24.00	0.00	BOW	A
PR2261	58.05	59.43	1.38	C420	A
PR2261	65.26	65.75	0.49	C410	A
PR2261	82.32	85.30	2.98	C400	A
PR2261	87.07	87.92	0.85	C390	A
PR2261	98.25	99.61	1.36	C380	A
PR2261	129.36	130.11	0.75	C370	A
PR2261	142.97	144.58	1.61	C360	A
PR2261	162.68	163.36	0.68	C345	A
PR2261	163.86	164.68	0.82	C340	A
PR2261	172.60	172.83	0.23	C335	A
PR2261	176.73	179.52	2.79	C330	A
PR2261	187.87	188.00	0.13	C320	A
PR2261	198.40	200.01	1.61	C310	A
PR2261	200.74	201.92	1.18	C300	A
PR2261	208.65	209.16	0.51	C290	A
PR2261	228.83	232.34	3.51	C270	A
PR2261	237.61	238.76	1.15	C260	A
PR2261	246.63	248.03	1.40	C250	A
PR2261	252.80	254.69	1.89	C240	A
PR2261	258.36	258.81	0.45	C230	A
PR2261	273.86	274.30	0.44	C220	A
PR2261	277.40	278.39	0.99	C210	A
PR2261	285.44	289.21	3.77	C200	A
PR2261	289.39	290.50	1.11	C199	A
PR2261	297.58	297.98	0.40	C190	A
PR2261	301.76	302.92	1.16	C180	A
PR2261	320.46	320.89	0.43	C170	A
PR2261	324.22	324.72	0.50	C165	A
PR2261	325.32	326.65	1.33	C160	A
PR2261	333.87	334.07	0.20	C155	A
PR2261	340.61	341.47	0.86	C150	A
PR2261	347.64	347.86	0.22	C140U	A
PR2261	350.04	350.79	0.75	C140L	A
PR2261	359.62	360.49	0.87	C130	A
PR2261	361.03	361.46	0.43	C120	A
PR2261	370.97	371.19	0.22	C110U	A
PR2261	371.82	371.92	0.10	C110L	A
PR2261	381.18	381.63	0.45	C100	A
PR2261	382.29	382.47	0.18	C090	A
PR2261	387.57	387.66	0.09	C080	A
PR2261	387.94	388.01	0.07	C070	A
PR2261	400.03	400.36	0.33	C060	A
PR2261	402.75	402.87	0.12	C050	A
PR2261	422.88	423.06	0.18	C040	A
PR2261	424.09	424.18	0.09	C030	A
PR2261	427.23	427.39	0.16	C020	A
PR2261	433.92	434.01	0.09	C010	A

BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NA	SECTOR
PR2260	11.00	11.00	0.00	BOA	A
PR2260	13.00	13.00	0.00	BOW	A
PR2260	47.29	48.39	1.10	C420	A
PR2260	55.22	55.56	0.34	C410	A
PR2260	72.11	74.90	2.79	C400	A
PR2260	77.26	78.13	0.87	C390	A
PR2260	86.84	88.21	1.37	C380	A
PR2260	117.83	117.95	0.12	C375	A
PR2260	120.74	121.79	1.05	C370	A
PR2260	134.74	136.33	1.59	C360	A
PR2260	152.95	153.55	0.60	C345	A
PR2260	153.95	154.70	0.75	C340	A
PR2260	163.39	163.61	0.22	C335	A
PR2260	168.52	171.21	2.69	C330	A
PR2260	179.93	180.12	0.19	C320	A
PR2260	189.40	190.98	1.58	C310	A
PR2260	192.39	193.48	1.09	C300	A
PR2260	200.42	200.57	0.15	C290	A
PR2260	219.80	223.26	3.46	C270	A
PR2260	228.21	229.30	1.09	C260	A
PR2260	236.95	238.22	1.27	C250	A
PR2260	242.60	244.32	1.72	C240	A
PR2260	249.73	249.95	0.22	C230	A
PR2260	265.90	266.21	0.31	C220	A
PR2260	269.82	270.72	0.90	C210	A
PR2260	277.09	280.82	3.73	C200	A
PR2260	280.82	281.02	0.20	C199P	A
PR2260	281.02	282.10	1.08	C199	A
PR2260	289.63	290.00	0.37	C190	A
PR2260	294.25	295.09	0.84	C180	A
PR2260	317.98	318.33	0.35	C165	A
PR2260	319.58	320.82	1.24	C160	A
PR2260	328.62	328.73	0.11	C155	A
PR2260	334.35	335.09	0.74	C150	A
PR2260	343.38	343.62	0.24	C140U	A
PR2260	345.50	346.21	0.71	C140L	A
PR2260	354.46	355.53	1.07	C130	A
PR2260	356.28	356.66	0.38	C120	A
PR2260	366.53	366.76	0.23	C110U	A
PR2260	367.30	367.42	0.12	C110L	A
PR2260	375.52	375.80	0.28	C100	A
PR2260	376.71	376.83	0.12	C090	A
PR2260	385.01	385.12	0.11	C080	A
PR2260	386.55	386.63	0.08	C070	A
PR2260	393.37	393.59	0.22	C060	A

BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAI	SECTOR
PR2256	12.00	12.00	0.00	BOA	A
PR2256	23.00	23.00	0.00	BOW	A
PR2256	55.44	56.31	0.87	C345	A
PR2256	57.33	58.67	1.34	C340	A
PR2256	70.80	71.18	0.38	C335	A
PR2256	78.46	82.77	4.31	C330	A
PR2256	95.29	95.44	0.15	C320	A
PR2256	105.44	107.44	2.00	C310	A
PR2256	110.46	111.70	1.24	C300	A
PR2256	125.46	125.69	0.23	C290	A
PR2256	152.82	156.94	4.12	C270	A
PR2256	162.55	163.76	1.21	C260	A
PR2256	174.65	176.16	1.51	C250	A
PR2256	185.34	185.90	0.56	C240	A
PR2256	202.95	203.39	0.44	C220	A
PR2256	206.33	207.15	0.82	C210	A
PR2256	218.41	222.52	4.11	C200	A
PR2256	222.63	223.86	1.23	C199	A
PR2256	230.37	230.79	0.42	C190	A
PR2256	235.80	236.94	1.14	C180	A
PR2256	256.78	257.27	0.49	C165	A
PR2256	258.04	259.34	1.30	C160	A
PR2256	266.61	266.82	0.21	C155	A
PR2256	269.49	270.12	0.63	C150	A
PR2256	279.80	280.04	0.24	C140U	A
PR2256	280.24	281.28	1.04	C140L	A
PR2256	297.51	298.06	0.55	C130	A
PR2256	299.02	299.20	0.18	C120	A
PR2256	303.84	303.93	0.09	C110U	A
PR2256	313.06	313.18	0.12	C100	A
PR2256	320.64	320.76	0.12	C080	A
PR2256	322.57	322.64	0.07	C070	A
PR2256	336.03	336.15	0.12	C060	A
PR2256	345.50	345.68	0.18	C040	A
PR2256	346.64	346.70	0.06	C030	A
PR2256	352.66	352.72	0.06	C020	A
PR2256	355.78	355.86	0.08	C010	A
BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAI	SECTOR
PR2251	2.47	2.85	0.38	C010	A
PR2251	105.18	105.36	0.18	C008	A
PR2251	149.43	149.57	0.14	C007	A
PR2251	189.55	189.82	0.27	C006	A
PR2251	234.75	234.93	0.18	C003	A
PR2251	239.97	240.22	0.25	C002	A
PR2251	243.07	243.22	0.15	C001	A



BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAI	SECTOR
PR2245	8.11	8.33	0.22	C008	A
PR2245	48.05	48.18	0.13	C007	A
PR2245	86.72	86.97	0.25	C006	A
BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAI	SECTOR
PR2241	5.00	5.00	0.00	BOW	A
PR2241	9.39	11.03	1.64	C400	A
PR2241	11.72	12.50	0.78	C390	A
PR2241	22.51	24.00	1.49	C380	A
PR2241	53.38	54.27	0.89	C370	A
PR2241	70.04	71.78	1.74	C360	A
PR2241	93.25	93.89	0.64	C345	A
PR2241	94.44	95.29	0.85	C340	A
PR2241	102.87	103.22	0.35	C335	A
PR2241	107.50	110.41	2.91	C330	A
PR2241	117.68	117.86	0.18	C320	A
PR2241	125.77	127.81	2.04	C310	A
PR2241	130.95	132.06	1.11	C300	A
PR2241	138.99	139.26	0.27	C290	A
PR2241	162.59	165.91	3.32	C270	A
PR2241	170.69	171.84	1.15	C260	A
PR2241	179.76	181.25	1.49	C250	A
PR2241	184.29	186.28	1.99	C240	A
PR2241	191.52	191.74	0.22	C230	A
PR2241	204.15	204.56	0.41	C220	A
PR2241	206.64	207.56	0.92	C210	A
PR2241	217.97	221.61	3.64	C200	A
PR2241	221.73	222.85	1.12	C199	A
PR2241	227.91	228.10	0.19	C190	A
PR2241	235.23	236.15	0.92	C180	A
PR2241	260.66	260.89	0.23	C165	A
PR2241	261.65	262.85	1.20	C160	A
PR2241	270.63	270.88	0.25	C155	A
PR2241	273.28	274.03	0.75	C150	A
PR2241	282.69	282.88	0.19	C140U	A
PR2241	286.14	286.93	0.79	C140L	A
PR2241	295.30	296.39	1.09	C130	A
PR2241	297.46	297.82	0.36	C120	A
PR2241	308.79	309.01	0.22	C110U	A
PR2241	310.93	311.06	0.13	C110L	A
PR2241	320.44	320.77	0.33	C100	A
PR2241	322.15	322.31	0.16	C090	A
PR2241	327.31	327.43	0.12	C080	A
PR2241	328.90	329.01	0.11	C070	A
PR2241	339.35	339.73	0.38	C060	A

BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAI	SECTOR
PR2218	12.00	12.00	0.00	BOA	A
PR2218	15.00	15.00	0.00	BOW	A
PR2218	55.22	57.15	1.93	C370	A
PR2218	59.79	60.74	0.95	C369	A
PR2218	73.96	75.44	1.48	C360	A
PR2218	94.34	94.75	0.41	C345	A
PR2218	95.14	95.69	0.55	C340	A
PR2218	110.67	113.23	2.56	C330	A
BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAI	SECTOR
PR2210	8.00	8.00	0.00	BOW	A
PR2210	14.05	18.28	4.23	C240	A
PR2210	26.02	27.31	1.29	C230	A
PR2210	54.43	55.03	0.60	C220	A
PR2210	59.51	60.64	1.13	C210	A
PR2210	92.75	99.33	6.58	C200	A
PR2210	99.61	100.85	1.24	C199	A
PR2210	112.93	114.02	1.09	C190	A
PR2210	123.80	125.90	2.10	C180	A
PR2210	169.16	169.46	0.30	C165	A
PR2210	169.95	171.15	1.20	C160	A
PR2210	195.68	195.77	0.09	C140U	A
PR2210	197.89	198.55	0.66	C140L	A
PR2210	206.95	207.79	0.84	C130	A

BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAI	SECTOR
PR2209	12.00	12.00	0.00	BOA	A
PR2209	20.00	20.00	0.00	BOW	A
PR2209	26.19	27.55	1.36	C370	A
PR2209	51.02	54.25	3.23	C360	A
PR2209	103.59	104.16	0.57	C345	A
PR2209	104.59	105.40	0.81	C340	A
PR2209	118.99	121.51	2.52	C330	A
PR2209	132.84	132.98	0.14	C320	A
PR2209	141.38	142.87	1.49	C310	A
PR2209	144.92	146.11	1.19	C300	A
PR2209	152.79	153.01	0.22	C290	A
PR2209	178.88	182.40	3.52	C270	A
PR2209	187.60	188.59	0.99	C260	A
PR2209	196.60	197.86	1.26	C250	A
PR2209	202.93	204.62	1.69	C240	A
PR2209	211.47	211.63	0.16	C230	A
PR2209	224.15	224.45	0.30	C220	A
PR2209	227.93	228.88	0.95	C210	A
PR2209	237.46	239.99	2.53	C200U	A
PR2209	240.02	241.21	1.19	C200L	A
PR2209	241.36	242.40	1.04	C199	A
PR2209	247.09	247.30	0.21	C190	A
PR2209	252.83	253.72	0.89	C180	A
PR2209	278.59	279.75	1.16	C160	A
PR2209	286.56	286.68	0.12	C155	A
PR2209	292.93	293.56	0.63	C150	A
PR2209	301.05	301.22	0.17	C140U	A
PR2209	303.75	304.46	0.71	C140L	A
PR2209	312.95	313.87	0.92	C130	A
PR2209	315.23	315.42	0.19	C120	A
BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAI	SECTOR
PR2208	3.00	3.00	0.00	BOW	A
PR2208	44.28	44.80	0.52	C100	A
PR2208	71.98	72.23	0.25	C080	A
PR2208	75.64	75.88	0.24	C070	A
PR2208	86.39	86.52	0.13	C060	A
PR2208	89.33	89.51	0.18	C050	A

BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAI	SECTOR
PR2207	8.00	8.00	0.00	BOW	A
PR2207	9.00	10.26	1.26	C345	A
PR2207	10.40	11.11	0.71	C340	A
PR2207	31.19	33.78	2.59	C330	A
PR2207	46.69	47.70	1.01	C310	A
PR2207	56.30	57.62	1.32	C300	A
PR2207	64.44	65.50	1.06	C290	A
PR2207	70.90	71.05	0.15	C285	A
PR2207	83.13	83.44	0.31	C280	A
PR2207	106.56	111.70	5.14	C270	A
PR2207	120.35	121.82	1.47	C260	A
PR2207	129.87	131.16	1.29	C250	A
PR2207	137.36	139.12	1.76	C240	A
PR2207	145.09	145.47	0.38	C230	A
PR2207	161.33	161.68	0.35	C220	A
PR2207	164.21	165.06	0.85	C210	A
PR2207	175.88	179.57	3.69	C200	A
PR2207	179.57	179.73	0.16	C199P	A
PR2207	179.73	180.89	1.16	C199	A
PR2207	185.77	186.03	0.26	C190	A
PR2207	191.04	191.98	0.94	C180	A

BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NA	SECTOR
PR2205	13.00	13.00	0.00	BOW	A
PR2205	21.75	24.12	2.37	C150	A
PR2205	38.86	39.54	0.68	C140U	A
PR2205	44.28	46.13	1.85	C140L	A
PR2205	63.90	66.20	2.30	C130	A
PR2204	19.00	19.00	0.00	BOA	A
PR2204	19.96	19.96	0.00	BOW	A
PR2204	19.96	26.41	6.45	C330	A
PR2204	55.71	56.02	0.31	C320	A
PR2204	69.14	71.60	2.46	C310	A
PR2204	72.96	74.49	1.53	C300	A
PR2204	118.28	121.85	3.57	C270	A
PR2204	127.09	128.09	1.00	C260	A
PR2204	135.84	137.10	1.26	C250	A
PR2204	142.24	143.94	1.70	C240	A
PR2204	150.75	150.87	0.12	C230	A
PR2204	161.45	161.75	0.30	C220	A
PR2204	164.11	164.76	0.65	C210	A
PR2204	180.91	183.26	2.35	C200U	A
PR2204	183.35	184.41	1.06	C200L	A
PR2204	184.52	185.61	1.09	C199	A
PR2204	190.54	190.83	0.29	C190	A
PR2204	195.03	195.94	0.91	C180	A
PR2204	217.87	218.07	0.20	C170	A
PR2204	221.75	221.85	0.10	C165	A
PR2204	222.23	223.55	1.32	C160	A
PR2204	229.60	229.70	0.10	C155	A
PR2204	238.17	238.57	0.40	C150	A
PR2204	245.03	245.28	0.25	C140U	A
PR2204	247.91	248.63	0.72	C140L	A
PR2204	257.45	258.32	0.87	C130	A
PR2204	259.91	260.31	0.40	C120	A

BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAI	SECTOR
PR2203	6.80	6.80	0.00	BOW	A
PR2203	6.80	9.60	2.80	C180	A
PR2203	72.24	73.38	1.14	C165	A
PR2203	76.24	79.33	3.09	C160	A
PR2203	95.73	96.00	0.27	C155	A
PR2203	118.71	119.35	0.64	C150	A
PR2203	131.21	132.78	1.57	C140U	A
PR2203	136.75	139.64	2.89	C140L	A
PR2203	156.02	157.44	1.42	C130	A
PR2203	188.24	188.84	0.60	C110U	A
PR2203	197.27	197.58	0.31	C100	A
PR2203	206.08	206.58	0.50	C080	A
PR2203	207.72	207.88	0.16	C070	A
PR2202	9.00	9.00	0.00	BOA	A
PR2202	21.00	21.00	0.00	BOW	A
PR2202	21.81	22.70	0.89	C220	A
PR2202	27.98	29.84	1.86	C210	A
PR2202	62.19	67.13	4.94	C200U	A
PR2202	67.17	69.28	2.11	C200L	A
PR2202	69.75	71.72	1.97	C199	A
PR2202	85.77	87.04	1.27	C190	A
PR2202	99.45	102.33	2.88	C180	A
PR2202	154.06	154.58	0.52	C165	A
PR2202	156.34	159.90	3.56	C160	A
PR2202	189.56	191.35	1.79	C150	A
PR2202	208.85	209.09	0.24	C140U	A
PR2202	211.02	211.83	0.81	C140L	A
PR2202	220.06	221.01	0.95	C130	A
PR2202	221.96	222.40	0.44	C120	A



BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAI	SECTOR
PR2045	11.00	11.00	0.00	BOA	A
PR2045	21.00	21.00	0.00	BOW	A
PR2045	27.09	27.55	0.46	C410	A
PR2045	45.32	48.28	2.96	C400	A
PR2045	50.26	51.15	0.89	C390	A
PR2045	62.20	63.45	1.25	C380	A
PR2045	95.08	96.09	1.01	C370	A
PR2045	108.04	109.68	1.64	C360	A
PR2045	127.48	128.04	0.56	C345	A
PR2045	128.49	129.10	0.61	C340	A
PR2045	135.10	135.25	0.15	C335	A
PR2045	142.65	145.29	2.64	C330	A
PR2045	156.66	156.87	0.21	C325	A
PR2045	166.65	168.25	1.60	C310	A
PR2045	169.83	171.08	1.25	C300	A
PR2045	177.10	177.25	0.15	C290	A
PR2045	184.47	184.55	0.08	C280	A
PR2045	198.53	202.08	3.55	C270	A
PR2045	206.21	207.39	1.18	C260	A
PR2045	214.82	216.28	1.46	C250	A
PR2045	221.22	223.97	2.75	C240	A
PR2045	226.37	226.65	0.28	C230	A
PR2045	242.24	242.70	0.46	C220	A
PR2045	245.25	246.06	0.81	C210	A
PR2045	254.15	258.38	4.23	C200	A
PR2045	258.38	258.38	0.00	C199P	A
PR2045	258.38	259.70	1.32	C199	A
PR2045	264.30	264.53	0.23	C190	A

BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NA	SECTOR
PR2044	15.25	15.25	0.00	BOA	A
PR2044	21.00	21.00	0.00	BOW	A
PR2044	23.81	27.20	3.39	C310	A
PR2044	41.05	43.30	2.25	C300	A
PR2044	100.59	107.97	7.38	C270	A
PR2044	113.45	114.53	1.08	C260	A
PR2044	122.43	123.81	1.38	C250	A
PR2044	129.00	130.93	1.93	C240	A
PR2044	135.32	135.80	0.48	C230	A
PR2044	149.77	150.35	0.58	C220	A
PR2044	151.35	151.77	0.42	C210	A
PR2044	163.15	165.62	2.47	C200U	A
PR2044	165.72	166.87	1.15	C200L	A
PR2044	166.87	167.00	0.13	C199P	A
PR2044	167.00	168.14	1.14	C199	A
PR2041	14.00	14.00	0.00	BOA	A
PR2041	26.70	26.70	0.00	BOW	A
PR2041	26.75	27.32	0.57	C345	A
PR2041	27.76	28.45	0.69	C340	A
PR2041	34.60	34.72	0.12	C335	A
PR2041	41.82	44.10	2.28	C330	A
PR2041	52.62	52.75	0.13	C325	A
PR2041	58.61	59.89	1.28	C310	A
PR2041	67.90	68.80	0.90	C300	A
PR2041	74.16	74.36	0.20	C290	A
PR2041	98.06	101.50	3.44	C270	A
PR2041	105.95	106.86	0.91	C260	A
PR2041	114.67	115.90	1.23	C250	A
PR2041	119.78	121.46	1.68	C240	A
PR2041	127.74	128.07	0.33	C230	A
PR2041	140.70	141.11	0.41	C220	A
PR2041	143.91	144.75	0.84	C210	A
PR2041	153.55	157.24	3.69	C200	A
PR2041	157.24	157.38	0.14	C199P	A
PR2041	157.38	158.55	1.17	C199	A
PR2041	163.15	163.52	0.36	C190	A

BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NA	SECTOR
PR2037	11.00	11.00	0.00	BOA	A
PR2037	20.00	20.00	0.00	BOW	A
PR2037	29.73	31.08	1.35	C360	A
PR2037	53.00	53.56	0.56	C345	A
PR2037	54.05	54.68	0.63	C340	A
PR2037	60.50	60.80	0.30	C335	A
PR2037	67.43	69.75	2.32	C330	A
PR2037	78.62	78.78	0.16	C325	A
PR2037	85.32	86.83	1.51	C310	A
PR2037	91.20	92.30	1.10	C300	A
PR2037	98.30	98.60	0.30	C290	A
PR2037	120.97	124.55	3.58	C270	A
PR2037	131.22	132.32	1.10	C260	A
PR2037	140.10	141.58	1.48	C250	A
PR2037	145.52	147.90	2.38	C240	A
PR2037	160.22	160.65	0.43	C220	A
PR2037	163.35	164.07	0.72	C210	A
PR2037	176.13	179.80	3.67	C200	A
PR2037	179.80	179.95	0.15	C199P	A
PR2037	179.95	181.07	1.12	C199	A
PR2037	187.05	187.30	0.25	C190	A
PR2037	193.70	194.70	1.00	C180	A
PR2037	217.80	218.50	0.70	C165	A
PR2037	218.69	219.25	0.56	C160	A
PR2037	227.60	227.83	0.23	C155	A
PR2037	229.65	230.30	0.65	C150	A

BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAME	SECTOR
PR2029	23.30	23.30	0.00	BOA	A
PR2029	24.20	24.20	0.00	BOW	A
PR2029	65.02	65.32	0.30	C420	A
PR2029	72.32	72.81	0.49	C410	A
PR2029	85.53	87.90	2.37	C400	A
PR2029	89.35	90.15	0.80	C390	A
PR2029	97.00	98.26	1.26	C380	A
PR2029	148.58	149.20	0.62	C360	A
PR2029	149.81	150.00	0.19	C359	A
PR2029	172.55	173.30	0.75	C345	A
PR2029	173.75	174.55	0.80	C340	A
PR2029	182.97	183.27	0.30	C335	A
PR2029	188.67	191.74	3.07	C330	A
PR2029	198.70	198.92	0.22	C325	A
PR2029	204.60	206.20	1.60	C310	A
PR2029	208.26	209.41	1.15	C300	A
PR2029	229.57	233.35	3.78	C270	A
PR2029	237.92	239.15	1.23	C260	A
PR2029	246.09	247.60	1.51	C250	A
PR2029	251.47	253.47	2.00	C240	A
PR2029	269.17	269.50	0.33	C220	A
PR2029	271.18	272.16	0.98	C210	A
PR2029	280.90	284.76	3.86	C200	A
PR2029	284.76	284.97	0.21	C199P	A
PR2029	284.97	286.17	1.20	C199	A
PR2029	292.50	293.05	0.55	C190	A
PR2029	298.65	299.85	1.20	C180	A

BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAI	SECTOR
PR2028	21.00	21.00	0.00	BOA	A
PR2028	24.00	24.00	0.00	BOW	A
PR2028	49.05	50.02	0.97	C420	A
PR2028	53.00	54.00	1.00	C410	A
PR2028	56.49	56.90	0.41	C405	A
PR2028	74.02	76.96	2.94	C400	A
PR2028	79.10	79.92	0.82	C390	A
PR2028	91.57	92.90	1.33	C380	A
PR2028	121.83	122.60	0.77	C370	A
PR2028	134.63	136.17	1.54	C360	A
PR2028	152.20	152.89	0.69	C345	A
PR2028	153.30	154.12	0.82	C340	A
PR2028	161.83	162.02	0.19	C335	A
PR2028	166.55	169.10	2.55	C330	A
PR2028	179.15	179.95	0.80	C325	A
PR2028	188.97	190.53	1.56	C310	A
PR2028	191.50	192.64	1.14	C300	A
PR2028	200.15	200.35	0.20	C290	A
PR2028	221.48	225.24	3.76	C270	A
PR2028	229.39	230.36	0.97	C260	A
PR2028	238.05	239.45	1.40	C250	A
PR2028	244.39	246.48	2.09	C240	A
PR2028	252.69	252.85	0.16	C230	A
PR2028	267.65	268.10	0.45	C220	A
PR2028	271.55	272.50	0.95	C210	A
PR2028	278.30	282.20	3.90	C200	A
PR2028	282.20	282.40	0.20	C199P	A
PR2028	282.40	283.51	1.11	C199	A
PR2028	291.15	291.58	0.43	C190	A
PR2028	295.20	296.20	1.00	C180	A

BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAI	SECTOR
PR2025	13.00	13.00	0.00	BOA	A
PR2025	23.00	23.00	0.00	BOW	A
PR2025	37.45	40.80	3.35	C400	A
PR2025	41.47	42.32	0.85	C390	A
PR2025	51.60	52.85	1.25	C380	A
PR2025	85.35	86.34	0.99	C370	A
PR2025	103.22	105.04	1.82	C360	A
PR2025	131.69	132.62	0.93	C340	A
PR2025	143.54	146.84	3.30	C330	A
PR2025	153.17	153.52	0.35	C325	A
PR2025	164.15	165.80	1.65	C310	A
PR2025	166.80	168.00	1.20	C300	A
PR2025	174.98	175.30	0.32	C290	A
PR2025	201.20	205.10	3.90	C270	A
PR2025	209.93	211.67	1.74	C260	A
PR2025	220.96	222.74	1.78	C250	A
PR2025	225.82	228.10	2.28	C240	A
PR2025	229.90	230.28	0.38	C230	A
PR2025	240.75	241.26	0.51	C220	A
PR2025	244.00	245.00	1.00	C210	A
PR2025	256.90	260.90	4.00	C200	A
PR2025	260.90	261.03	0.13	C199P	A
PR2025	261.03	262.15	1.12	C199	A
BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAI	SECTOR
PC1154	10.70	10.70	0.00	BOA	A
PC1154	21.94	21.94	0.00	BOW	A
PC1154	21.94	22.92	0.98	C370	A
PC1154	36.94	38.87	1.93	C360	A
PC1154	78.87	82.27	3.40	C330	A
PC1154	83.30	86.08	2.78	C330	A
PC1154	93.54	94.98	1.44	C320	A
PC1154	99.86	101.11	1.25	C345	A
PC1154	101.45	103.52	2.07	C340	A
PC1154	106.10	106.96	0.86	C345	A
PC1154	107.62	108.65	1.03	C340	A
PC1154	116.00	116.16	0.16	C335	A
PC1154	122.92	125.59	2.67	C330	A
PC1154	138.38	138.58	0.20	C320	A
PC1154	147.23	148.72	1.49	C310	A
PC1154	152.32	153.53	1.21	C300	A
PC1154	184.27	187.89	3.62	C270	A
PC1154	193.37	194.40	1.03	C260	A
PC1154	202.46	203.80	1.34	C250	A
PC1154	209.85	211.49	1.64	C240	A
PC1154	217.82	218.11	0.29	C230	A



PL9905	19.06	19.9	0.84	C420	A
PL9902	19.37	20.23	0.86	C420	A
PL9902	26.96	27.33	0.37	C410	A
PL9840	8.95	9.88	0.93	C420	A
PL9840	17.48	17.72	0.24	C410	A
PL9760	4.67	7.94	3.27	C400	A
PL9760	8.91	9.75	0.84	C390	A
PL9760	18.76	19.7	0.94	C380	A
<b>BOREHOLE_NAM</b> ↓↑ <b>FROM</b> ↓ <b>TO</b> ↓ <b>THICK</b> ↓ <b>SEAM NA</b> ↓ <b>SECTOR</b> ↓					
PC1110	16.70	16.70	0.00	BOA	A
PC1110	28.30	28.30	0.00	BOW	A
PC1110	45.65	46.37	0.72	C420	A
PC1110	52.68	53.52	0.84	C410	A
PC1110	67.44	67.67	0.23	C405	A
PC1110	71.00	73.80	2.80	C400	A
PC1110	74.52	75.18	0.66	C390	A
PC1110	84.90	86.18	1.28	C380	A
PC1110	121.28	121.47	0.19	C370	A
PC1110	135.08	135.97	0.89	C360	A
PC1110	136.22	136.58	0.36	C359	A
PC1110	156.78	157.62	0.84	C345	A
PC1110	157.87	158.74	0.87	C340	A
PC1110	167.47	167.82	0.35	C335	A
PC1110	173.87	176.63	2.76	C330	A
PC1110	183.19	183.42	0.23	C320	A
PC1110	193.16	194.95	1.79	C310	A
PC1110	196.12	197.18	1.06	C300	A
PC1110	205.03	205.52	0.49	C290	A
PC1110	222.50	226.40	3.90	C270	A
PC1110	231.06	232.34	1.28	C260	A
PC1110	240.25	241.98	1.73	C250	A
PC1110	245.40	247.50	2.10	C240	A
PC1110	251.92	252.23	0.31	C230	A
PC1110	266.95	267.45	0.50	C225	A
PC1110	268.00	269.00	1.00	C220	A
PC1110	274.39	276.24	1.85	C210	A

PC1110	277.42	277.80	0.38	C205	A
PC1110	297.03	301.38	4.35	C200	A
PC1110	301.38	301.62	0.24	C199P	A
PC1110	301.62	302.87	1.25	C199	A
PC1110	308.32	308.47	0.15	C190	A
PC1110	315.15	315.88	0.73	C180	A
PC1110	341.67	341.91	0.24	C165	A
PC1110	343.12	344.47	1.35	C160	A
PC1110	351.89	352.19	0.30	C155	A
PC1110	354.40	355.14	0.74	C150	A
PC1110	363.27	363.44	0.17	C140U	A
PC1110	367.90	368.60	0.70	C140L	A
PC1110	375.85	376.67	0.82	C130	A
PC1110	378.40	378.92	0.52	C120	A
<b>BOREHOLE_NAM</b> ↓↑					
PC1106	20.08	20.08	0.00	BOA	A
PC1106	20.74	20.74	0.00	BOW	A
PC1106	20.74	21.92	1.18	C380	A
PC1106	53.30	54.28	0.98	C370	A
PC1106	68.86	70.56	1.70	C360	A
PC1106	89.82	90.47	0.65	C345	A
PC1106	90.87	91.61	0.74	C340	A
PC1106	98.45	98.57	0.12	C335	A
PC1106	105.92	108.65	2.73	C330	A
PC1106	117.00	117.17	0.17	C320	A
PC1106	126.00	127.63	1.63	C310	A
PC1106	129.57	130.78	1.21	C300	A
PC1106	137.62	137.84	0.22	C290	A
PC1106	158.34	161.67	3.33	C270	A
PC1106	166.10	167.25	1.15	C260	A
PC1106	175.69	177.10	1.41	C250	A
PC1106	180.78	183.62	2.84	C240	A
PC1106	184.81	185.18	0.37	C230	A
PC1106	197.27	197.64	0.37	C220	A
PC1106	200.64	201.58	0.94	C210	A
PC1106	212.50	216.32	3.82	C200	A
PC1106	216.32	216.47	0.15	C199P	A
PC1106	216.47	217.62	1.15	C199	A
PC1106	223.17	223.37	0.20	C190	A
PC1106	230.06	230.88	0.82	C180	A
PC1106	256.50	256.70	0.20	C165	A
PC1106	256.80	256.98	0.18	C163	A

PC1106	257.42	258.81	1.39	C160	A
PC1106	266.36	266.58	0.22	C155	A
PC1106	269.92	270.64	0.72	C150	A
PC1106	279.25	279.51	0.26	C140U	A
PC1106	282.06	282.84	0.78	C140L	A
PC1106	290.66	291.78	1.12	C130	A
PC1106	293.08	293.40	0.32	C120	A
BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NA	SECTOR
PC1100	8.20	8.20	0.00	BOA	A
PC1100	23.55	23.55	0.00	BOW	A
PC1100	33.66	34.58	0.92	C370	A
PC1100	50.32	52.25	1.93	C360	A
PC1100	72.09	72.60	0.51	C345	A
PC1100	73.11	73.78	0.67	C340	A
PC1100	80.40	80.65	0.25	C335	A
PC1100	86.71	89.65	2.94	C330	A
PC1100	94.17	95.78	1.61	C320	A
PC1100	106.80	107.80	1.00	C310	A
PC1100	108.20	108.58	0.38	C305	A
PC1100	110.22	111.80	1.58	C300	A
PC1100	121.91	122.03	0.12	C335	A
PC1100	129.95	133.23	3.28	C330	A
PC1100	147.10	147.42	0.32	C320	A
PC1100	155.78	157.43	1.65	C310	A
PC1100	159.72	160.89	1.17	C300	A
PC1100	168.90	169.14	0.24	C290	A
PC1100	176.48	176.56	0.08	C280	A
PC1100	192.56	196.18	3.62	C270	A
PC1100	201.83	202.98	1.15	C260	A
PC1100	211.41	212.82	1.41	C250	A
PC1100	218.35	219.95	1.60	C240	A
PC1100	225.92	226.19	0.27	C230	A
PC1100	237.91	238.22	0.31	C220	A
PC1100	240.96	241.70	0.74	C210	A
PC1100	252.54	256.16	3.62	C200	A

PC1100	256.16	256.30	0.14	C199P	A
PC1100	256.30	257.38	1.08	C199	A
PC1100	262.46	262.75	0.29	C190	A
PC1100	268.67	269.63	0.96	C180	A
PC1100	293.77	293.99	0.22	C165	A
PC1100	294.45	295.63	1.18	C160	A
PC1100	304.08	304.26	0.18	C155	A
PC1100	307.52	308.24	0.72	C150	A
PC1100	316.01	316.29	0.28	C140U	A
PC1100	318.60	319.29	0.69	C140L	A
PC1100	328.05	328.92	0.87	C130	A
PC1100	330.53	330.77	0.24	C120	A
BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAI	SECTOR
PC1042	14.20	14.20	0.00	BOA	A
PC1042	21.50	21.50	0.00	BOW	A
PC1042	54.13	55.37	1.24	C220	A
PC1042	63.35	65.04	1.69	C210	A
PC1030	15.50	15.50	0.00	BOA	A
PC1030	22.00	22.00	0.00	BOW	A
PC1026	15.00	15.00	0.00	BOA	A
PC1026	25.00	25.00	0.00	BOW	A
PC1026	29.70	32.85	3.15	C400	A
PC1026	34.50	35.45	0.95	C390	A
PC1026	46.16	47.60	1.44	C380	A
PC1026	76.13	76.93	0.80	C370	A
PC1026	87.85	89.50	1.65	C360	A
PC1026	107.37	107.67	0.30	C345	A
PC1026	108.10	108.75	0.65	C340	A
PC1026	116.25	116.42	0.17	C335	A
PC1026	123.10	125.54	2.44	C330	A
PC1026	138.78	139.04	0.26	C325	A
PC1026	149.25	150.82	1.57	C310	A
PC1026	151.50	152.77	1.27	C300	A
PC1026	160.29	160.42	0.13	C290	A
PC1026	167.35	167.63	0.28	C280	A
PC1026	181.28	184.94	3.66	C270	A
PC1026	189.40	190.55	1.15	C260	A
PC1026	197.86	199.19	1.33	C250	A
PC1026	204.80	206.76	1.96	C240	A
PC1026	210.60	211.03	0.43	C230	A
PC1026	226.06	226.56	0.50	C220	A
PC1026	228.82	229.90	1.08	C210	A
PC1026	237.65	241.43	3.78	C200	A
PC1026	241.43	241.57	0.14	C199P	A
PC1026	241.57	242.65	1.08	C199	A

BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAI	SECTOR
PC1017	11.22	11.22	0.00	BOA	A
PC1017	15.37	15.37	0.00	BOW	A
PC1017	19.54	20.52	0.98	C370	A
PC1017	35.12	36.34	1.22	C360	A
PC1017	59.13	59.66	0.53	C345	A
PC1017	60.09	60.76	0.67	C340	A
PC1017	67.31	67.48	0.17	C335	A
PC1017	72.47	74.96	2.49	C330	A
PC1017	83.38	83.59	0.21	C325	A
PC1017	89.78	91.21	1.43	C310	A
PC1017	98.96	100.01	1.05	C300	A
PC1017	105.24	105.64	0.40	C290	A
PC1017	128.88	132.58	3.70	C270	A
PC1017	137.39	138.62	1.23	C260	A
BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAI	SECTOR
M2	12.50	12.50	0.00	BOA	A
M2	24.00	24.00	0.00	BOW	A
M2	39.82	40.80	0.98	C370	A
M2	55.35	56.90	1.55	C360	A
M2	75.00	75.80	0.80	C345	A
M2	75.90	76.82	0.92	C340	A
M2	91.00	93.70	2.70	C330	A
M2	102.90	103.10	0.20	C320	A
M2	112.32	113.93	1.61	C310	A
M2	115.22	116.72	1.50	C300	A
M2	124.30	124.87	0.57	C290	A
M2	143.97	144.22	0.25	C320	A
M2	153.20	155.17	1.97	C310	A
M2	157.85	159.15	1.30	C300	A
M2	167.50	167.90	0.40	C290	A
M2	177.66	178.00	0.34	C280	A
M2	196.95	201.80	4.85	C270	A
M2	206.80	207.80	1.00	C260	A
M2	215.82	217.30	1.48	C250	A
M2	222.56	224.40	1.84	C240	A
M2	229.38	229.81	0.43	C230	A
99C	10.75	10.75	0.00	BOA	A
99C	34.68	34.68	0.00	BOW	A
99C	52.20	53.40	1.20	C370	A
99C	64.80	66.38	1.58	C360	A
99C	85.98	86.40	0.42	C345	A
99C	86.79	87.40	0.61	C340	A

99C	100.85	103.60	2.75	C330	A
98C	10.15	10.15	0.00	BOA	A
98C	19.01	19.01	0.00	BOW	A
98C	27.42	27.82	0.40	C350	A
98C	37.20	37.83	0.63	C345	A
98C	38.18	39.00	0.82	C340	A
98C	45.40	45.70	0.30	C335	A
98C	51.80	54.40	2.60	C330	A
98C	68.91	70.33	1.42	C310	A
98C	78.63	79.65	1.02	C300	A
200T	101.80	103.35	1.55	C310	A
200T	105.10	106.14	1.04	C300	A
200T	135.00	138.48	3.48	C270	A
200T	142.98	144.05	1.07	C260	A
200T	151.60	153.00	1.40	C250	A
104C	10.00	10.00	0.00	BOA	A
104C	19.50	19.50	0.00	BOW	A
104C	19.50	20.75	1.25	C300	A
104C	35.20	35.65	0.45	C290	A
BOREHOLE_NAM	FROM	TO	THICK	SEAM NAME	SECTOR
201T	20.00	20.00	0.00	BOA	A
201T	23.00	23.00	0.00	BOW	A
201T	33.25	37.25	4.00	C330	A
201T	51.25	52.70	1.45	C310	A
201T	60.45	61.80	1.35	C300	A
201T	66.40	66.80	0.40	C290	A
201T	91.60	95.21	3.61	C270	A
201T	99.40	100.50	1.10	C260	A
201T	108.45	109.80	1.35	C250	A
201T	114.20	116.00	1.80	C240	A
201T	123.40	123.85	0.45	C230	A
201T	135.20	135.80	0.60	C220	A
201T	138.40	139.50	1.10	C210	A
201T	147.22	150.90	3.68	C200	A
201T	150.90	151.10	0.20	C199P	A
201T	151.10	152.15	1.05	C199	A
201T	156.70	157.21	0.51	C190	A
201T	161.26	162.28	1.02	C180	A
200T	20.00	20.00	0.00	BOA	A
200T	23.00	23.00	0.00	BOW	A
200T	42.70	44.18	1.48	C360	A
200T	64.75	65.40	0.65	C345	A
200T	65.80	66.90	1.10	C340	A
200T	74.00	74.80	0.80	C335	A
200T	78.60	80.50	1.90	C330	A
200T	80.70	81.40	0.70	C329	A
200T	93.12	93.51	0.39	C320	A

## **ANEXO 5**

Base datos de registro dipmeter de los pozos exploratorios



BOREHOLE_NAI	BOREID	SEAM NAN	DIP	SECTOR
PC1026	LPC1026	BOA		A
PC1026	LPC1026	BOW		A
PC1026	LPC1026	C400	26	A
PC1026	LPC1026	C390	18	A
PC1026	LPC1026	C380	18	A
PC1026	LPC1026	C370	18	A
PC1026	LPC1026	C360	16	A
PC1026	LPC1026	C345	16	A
PC1026	LPC1026	C340	16	A
PC1026	LPC1026	C335	16	A
PC1026	LPC1026	C330	16	A
PC1026	LPC1026	C325	16	A
PC1026	LPC1026	C310	16	A
PC1026	LPC1026	C300	16	A
PC1026	LPC1026	C290	16	A
PC1026	LPC1026	C280	16	A
PC1026	LPC1026	C270	14	A
PC1026	LPC1026	C260	10	A
PC1026	LPC1026	C250	14	A
PC1026	LPC1026	C240	14	A
PC1026	LPC1026	C230	18	A
PC1026	LPC1026	C220	12	A
PC1026	LPC1026	C210	12	A
PC1026	LPC1026	C200	14	A
PC1026	LPC1026	C199P	14	A
PC1026	LPC1026	C199	14	A
PC1042	HPC1042	BOA		A
PC1042	HPC1042	BOW		A
PC1042	HPC1042	C220	64	A
PC1042	HPC1042	C210	64	A

BOREHOLE_NAI	BOREID	SEAM NAI	DIP	SECTOR
PC1100	LPC1100	BOA		A
PC1100	LPC1100	BOW		A
PC1100	LPC1100	C370	zona de falla	A
PC1100	LPC1100	C360	zona de falla	A
PC1100	LPC1100	C345	zona de falla	A
PC1100	LPC1100	C340	zona de falla	A
PC1100	LPC1100	C335	zona de falla	A
PC1100	LPC1100	C330	zona de falla	A
PC1100	LPC1100	C320	zona de falla	A
PC1100	LPC1100	C310	zona de falla	A
PC1100	LPC1100	C305	zona de falla	A
PC1100	LPC1100	C300	zona de falla	A
PC1100	LPC1100	C335	zona de falla	A
PC1100	LPC1100	C330	zona de falla	A
PC1100	LPC1100	C320	zona de falla	A
PC1100	LPC1100	C310	18	A
PC1100	LPC1100	C300	18	A
PC1100	LPC1100	C290	18	A
PC1100	LPC1100	C280	18	A
PC1100	LPC1100	C270	zona de falla	A
PC1100	LPC1100	C260	zona de falla	A
PC1100	LPC1100	C250	12	A
PC1100	LPC1100	C240	16	A
PC1100	LPC1100	C230	16	A
PC1100	LPC1100	C220	12	A
PC1100	LPC1100	C210	12	A
PC1100	LPC1100	C200	10	A
LPC1100	C199P		10	
LPC1100	C199		10	A
LPC1100	C190		10	A
LPC1100	C180		12	A
LPC1100	C165	zona de falla		A
LPC1100	C160	zona de falla		A
LPC1100	C155	zona de falla		A
LPC1100	C150	zona de falla		A
LPC1100	C140U	zona de falla		A
LPC1100	C140L	zona de falla		A
LPC1100	C130	zona de falla		
LPC1100	C120	zona de falla		

BOREID	SEAM NAM	DIP	SECTOR
LPC1106	BOA		A
LPC1106	BOW		A
LPC1106	C380	10	A
LPC1106	C370	10	A
LPC1106	C360	10	A
LPC1106	C345	10	A
LPC1106	C340	10	A
LPC1106	C335	10	A
LPC1106	C330	10	A
LPC1106	C320	10	A
LPC1106	C310	10	A
LPC1106	C300	10	A
LPC1106	C290	12	A
LPC1106	C270	10	A
LPC1106	C260	10	A
LPC1106	C250	10	A
LPC1106	C240	10	A
LPC1106	C230	10	A
LPC1106	C220	10	A
LPC1106	C210	10	A
LPC1106	C200	10	A
LPC1106	C199P	10	A
LPC1106	C199	10	A
LPC1106	C190	8	A
LPC1106	C180	10	A
LPC1106	C165	10	A
LPC1106	C163	10	A
LPC1106	C160	10	A
LPC1106	C155	12	A
LPC1106	C150	12	A
LPC1106	C140U	10	A
LPC1106	C140L	10	A
LPC1106	C130	10	A
LPC1106	C120	10	A

BOREID	SEAM NAM	DIP	SECTOR
LPC1110	BOA		A
LPC1110	BOW		A
LPC1110	C420	16	A
LPC1110	C410	16	A
LPC1110	C405	10	A
LPC1110	C400	12	A
LPC1110	C390	12	A
LPC1110	C380	16	A
LPC1110	C370	16	A
LPC1110	C360	12	A
LPC1110	C359	12	A
LPC1110	C345	12	A
LPC1110	C340	12	A
LPC1110	C335	12	A
LPC1110	C330	12	A
LPC1110	C320	8	A
LPC1110	C310	8	A
LPC1110	C300	8	A
LPC1110	C290	8	A
LPC1110	C270	8	A
LPC1110	C260	16	A
LPC1110	C250	16	A
LPC1110	C240	20	A
LPC1110	C230	24	A
LPC1110	C225	24	A
LPC1110	C220	24	A
LPC1110	C210	24	A
LPC1110	C205	24	A
LPC1110	C200	ible falla inve	A
LPC1110	C199P	18	A
LPC1110	C199	18	A
LPC1110	C190	18	A
LPC1110	C180	8	A
LPC1110	C165	8	A
LPC1110	C160	8	A
LPC1110	C155	8	A
LPC1110	C150	8	A
LPC1110	C140U	8	A
LPC1110	C140L	8	A
LPC1110	C130	8	A
LPC1110	C120	8	A

BOREID	SEAM NAM	DIP	SECTOR
LPC1115	BOA		B
LPC1115	BOW		B
LPC1115	C200	50	B
LPC1115	C199P	50	B
LPC1115	C199	50	B
LPC1115	C195	50	B
LPC1115	C190	50	B
LPC1115	C180	50	B
LPC1115	C165	50	B
LPC1115	C160	50	B
LPC1115	C155	50	B
LPC1115	C150	50	B
LPC1115	C140U	50	B
LPC1115	C140P	50	B
LPC1115	C140L	50	B
BOREID	SEAM NAM	DIP	SECTOR
LPC1137	BOA		A
LPC1137	BOW		A
LPC1137	C420	8	A
LPC1137	C410	8	A
LPC1137	C400	6	A
LPC1137	C395	8	A
LPC1137	C390	8	A
LPC1137	C380	6	A
LPC1137	C370	12	A
LPC1137	C360	6	A
LPC1137	C359	6	A
LPC1137	C345	6	A
LPC1137	C340	6	A
LPC1137	C335	6	A
LPC1137	C330	6	A
LPC1137	C325	6	A
LPC1137	C310	6	A
LPC1137	C300	6	A
LPC1137	C290	6	A
LPC1137	C270	10	A
LPC1137	C260	6	A
LPC1137	C250	6	A
LPC1137	C240	6	A
LPC1137	C220	6	A
LPC1137	C210	6	A
LPC1137	C200	6	A
LPC1137	C199P	6	A
LPC1137	C199	6	A

BOREID	SEAM NAM	DIP	SECTOR
LPC1154	BOA		A
LPC1154	BOW		A
LPC1154	C370		A
LPC1154	C360		A
LPC1154	C330		A
LPC1154	C330		A
LPC1154	C320		A
LPC1154	C345		A
LPC1154	C340		A
LPC1154	C345		A
LPC1154	C340		A
LPC1154	C335		A
LPC1154	C330		A
LPC1154	C320		A
LPC1154	C310		A
LPC1154	C300		A
LPC1154	C270		A
LPC1154	C260		A
LPC1154	C250		A
LPC1154	C240		A
LPC1154	C230		A
BOREID	SEAM NAM	DIP	SECTOR
LPR2025	C400		A
LPR2025	C390		A
LPR2025	C380		A
LPR2025	C370		A
LPR2025	C360		A
LPR2025	C340		A
LPR2025	C330		A
LPR2025	C325		A
LPR2025	C310		A
LPR2025	C300		A
LPR2025	C290		A
LPR2025	C270		A
LPR2025	C260		A
LPR2025	C250		A
LPR2025	C240		A
LPR2025	C230		A
LPR2025	C220		A
LPR2025	C210		A
LPR2025	C200		A
LPR2025	C199P		A
LPR2025	C199		A

BOREID	SEAM NAM	DIP	SECTOR
LPR2028	BOW		A
LPR2028	C420	12	A
LPR2028	C410	10	A
LPR2028	C405	10	A
LPR2028	C400	8	A
LPR2028	C390	6	A
LPR2028	C380	6	A
LPR2028	C370	6	A
LPR2028	C360	6	A
LPR2028	C345	6	A
LPR2028	C340	6	A
LPR2028	C335	6	A
LPR2028	C330	8	A
LPR2028	C325	8	A
LPR2028	C310	10	A
LPR2028	C300	10	A
LPR2028	C290	6	A
LPR2028	C270	8	A
LPR2028	C260	6	A
LPR2028	C250	10	A
LPR2028	C240	6	A
LPR2028	C230	10	A
LPR2028	C220	8	A
LPR2028	C210	8	A
LPR2028	C200	10	A
LPR2028	C199P	10	A
LPR2028	C199	10	A
LPR2028	C190	10	A
LPR2028	C180	10	A



BOREID	SEAM NAM	DIP	SECTOR
LPR2029	BOA		A
LPR2029	BOW		A
LPR2029	C420	12	A
LPR2029	C410	12	A
LPR2029	C400	12	A
LPR2029	C390	12	A
LPR2029	C380	12	A
LPR2029	C360	16	A
LPR2029	C359	16	A
LPR2029	C345	16	A
LPR2029	C340	16	A
LPR2029	C335	16	A
LPR2029	C330	12	A
LPR2029	C325	10	A
LPR2029	C310	10	A
LPR2029	C300	8	A
LPR2029	C270	8	A
LPR2029	C260	8	A
LPR2029	C250	8	A
LPR2029	C240	8	A
LPR2029	C220	8	A
LPR2029	C210	8	A
LPR2029	C200	8	A
LPR2029	C199P	8	A
LPR2029	C199	8	A
LPR2029	C190	16	A
LPR2029	C180	16	A

BOREID	SEAM NAM	DIP	SECTOR
LPR2037	BOA		A
LPR2037	BOW		A
LPR2037	C360	10	A
LPR2037	C345	6	A
LPR2037	C340	6	A
LPR2037	C335	6	A
LPR2037	C330	6	A
LPR2037	C325	6	A
LPR2037	C310	6	A
LPR2037	C300	6	A
LPR2037	C290	6	A
LPR2037	C270	6	A
LPR2037	C260	6	A
LPR2037	C250	6	A
LPR2037	C240	4	A
LPR2037	C220	4	A
LPR2037	C210	4	A
LPR2037	C200	4	A
LPR2037	C199P	4	A
LPR2037	C199	4	A
LPR2037	C190	4	A
LPR2037	C180	4	A
LPR2037	C165	8	A
LPR2037	C160	8	A
LPR2037	C155	12	A
LPR2037	C150	12	A

BOREID	SEAM NAM	DIP	SECTOR
LPR2041	BOA		A
LPR2041	BOW		A
LPR2041	C345	10	A
LPR2041	C340	10	A
LPR2041	C335	6	A
LPR2041	C330	6	A
LPR2041	C325	6	A
LPR2041	C310	6	A
LPR2041	C300	4	A
LPR2041	C290	4	A
LPR2041	C270	4	A
LPR2041	C260	4	A
LPR2041	C250	4	A
LPR2041	C240	4	A
LPR2041	C230	4	A
LPR2041	C220	2	A
LPR2041	C210	2	A
LPR2041	C200	4	A
LPR2041	C199P	4	A
LPR2041	C199	4	A
LPR2041	C190	4	A
BOREID	SEAM NAM	DIP	SECTOR
HPR2044	BOA		A
HPR2044	BOW		A
HPR2044	C310	58	A
HPR2044	C300	58	A
HPR2044	C270	50	A
HPR2044	C260	16	A
HPR2044	C250	16	A
HPR2044	C240	14	A
HPR2044	C230	16	A
HPR2044	C220	18	A
HPR2044	C210	18	A
HPR2044	C200U	18	A
HPR2044	C200L	18	A
HPR2044	C199P	18	A
HPR2044	C199	18	A

BOREID	SEAM NAM	DIP	SECTOR
LPR2045	BOA		A
LPR2045	BOW		A
LPR2045	C410	8	A
LPR2045	C400	8	A
LPR2045	C390	10	A
LPR2045	C380	10	A
LPR2045	C370	8	A
LPR2045	C360	10	A
LPR2045	C345	8	A
LPR2045	C340	8	A
LPR2045	C335	6	A
LPR2045	C330	10	A
LPR2045	C325	6	A
LPR2045	C310	10	A
LPR2045	C300	10	A
LPR2045	C290	8	A
LPR2045	C280	10	A
LPR2045	C270	6	A
LPR2045	C260	12	A
LPR2045	C250	10	A
LPR2045	C240	10	A
LPR2045	C230	12	A
LPR2045	C220	12	A
LPR2045	C210	12	A
LPR2045	C200	10	A
LPR2045	C199P	10	A
LPR2045	C199	10	A
LPR2045	C190	8	A