

GEOLOGÍA DEL YACIMIENTO DE CARBÓN, LOCALIZADO EN PALOMOS, FREDONIA, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.

Maria Teresa Florez M.*
Luis Norberto Parra S.**

RESUMEN

El yacimiento de carbón del corregimiento de Palomos, municipio de Fredonia, Departamento de Antioquia, aflora en planta como una faja alargada y plegada buzante al SE. Estructuralmente el área se subdivide en tres bloques que ponen de manifiesto cambios estratigráficos y tectónicos que afectan el espesor y la explotabilidad de los mantos. El Bloque A posee los mayores efectos estructurales y está localizado en el flanco Oeste del Anticlinal de Palenque y contiene cuerpos de carbón que se adelgazan y se engruesan localmente llegando a alcanzar hasta 6.0 m; el bloque B, localizado en el eje del Anticlinal, contiene mantos normales de carbón con buzamientos suaves y localmente se presentan particiones y discontinuidades en los mantos; el bloque C, localizado sobre el flanco Oriental del Anticlinal, se caracteriza por rumbos NNW, buzamientos moderados y mantos normales. Los carbones de la zona se pueden clasificar como Subbituminosos.

ABSTRACT

The coals of the Palomos area are located on the Palenque anticlinal and they could be grouped in 3 blocks each one with different characteristics; The A block has bodies of coals produced by strong tectonic stress, the B block contains normal and subhorizontal coal seams and in The C block the seams are inclined. The coals belong to subbituminous class.

-
- * Docente Investigadora Universidad de Antioquia, Centro de Investigaciones Ambientales y de Ingeniería CIA,
E-mail: pmtfm146@jaibana.udea.edu.co
 - ** Profesor Asociado, Fac. de Ciencias, Universidad Nacional, Medellín,
E-mail: lnp@perseus.unalmed.edu.co.

GENERALIDADES

La zona se localiza en la vereda de Palomos, municipio de Fredonia, Departamento de Antioquia y presenta una temperatura que varía de 18° a 24°C; una precipitación media anual de 1000 a 2000 mm, lo que corresponde a un clima templado en la zona de vida de bosque húmedo Premontano (bh-P) o tierra cafetera húmeda (Espinal, 1992). Los suelos están afectados por erosión ligera hasta en un 60% del área, moderada hasta en un 30% y severa hasta el 10% restante.

La hidrografía la constituye esencialmente la quebrada La Sucia que vierte sus aguas a la quebrada Piedras Verdes y ésta a la quebrada Sinifaná. Sus tributarios le caen en todas las direcciones y es muy característica su rectitud. La geomorfología asociada a las unidades geológicas es en esencia, colinas, con relieve fuerte y pendientes hasta del 35%, los fenómenos erosivos son ocasionados por la susceptibilidad de la roca y las explotaciones mineras, estos se manifiestan a través de grietas, derrumbes de minas, arrastre de la capa vegetal y carcavas.

La población trabaja en la caficultura y en las explotaciones de carbón del área; esta última, genera cerca de 300 empleos directos que involucran alrededor de 250 familias. En menor proporción, existen otras fuentes de empleo, tales como los trapiches, los tejares, la ganadería, la porcicultura y la avicultura.

GEOLOGÍA DEL AREA

En el área de interés afloran sedimentos Cuaternarios y Terciarios cuyas principales características se describen a continuación y se representan en la Figura 1.

SEDIMENTOS CUATERNARIOS:

Se ubican en los cauces de las quebradas La Sucia y Piedra Verde, aparecen como pequeños remanentes de escasa área y espesor y de buena

gradación; generalmente constituidos por cantos subredondeados a redondeados de cuarzo, rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias con diámetros desde centímetros a mayores de 1 m, cementadas parcialmente por arenas, limos y arcillas que han sido depositados por la corriente.

SEDIMENTOS TERCIARIOS:

Se trata de rocas sedimentarias principalmente limolitas y areniscas de colores grises sin conglomerados, excepto lentes delgadas ubicados dentro de las areniscas; las arcillas carbonosas están restringidas a los carbones.

El carbón se presenta como mantos y cuerpos explotables (>70 cm) y un número mayor de cintas inexplotables (<60 cm). Las rocas presentan cambios faciales que se hacen más manifiestos en la Zona B, del mapa minero adjunto. Este cambio facial puede ser desde gradual a brusco, entre limos grises finamente laminados y limos arcillosos negros o pardos y limos grises y areniscas claras o en las manifestaciones carbonosas; mantos que se adelgazan hasta estrangularse, que están intervenidos por limos arcillosos grises; en las manifestaciones de carbón lo usual es encontrar variación facial en techos, desde una arenisca laminada hasta un limo gris y viceversa; por regla general, los pisos son regulares y muy local y ocasionalmente se observa cambio facial en ellos. Los contactos desarrollados en las interdigitaciones de capas de limos, arcillas, areniscas o carbón, son irregulares, en forma dentada, menos común, suave y por lo general, brusca. Una descripción de estos sedimentos Terciarios se hace a continuación.

Acumulaciones de Carbón:

En el área, se han encontrado diversas acumulaciones de carbón tales como mantos y cintas de carbón, mantos estructurales y cuerpos de carbón, cuyo significado es necesario precisar ya que los métodos de exploración, explotación y los cálculos de reservas son bien diferentes para cada uno. El termino manto, hace referencia a

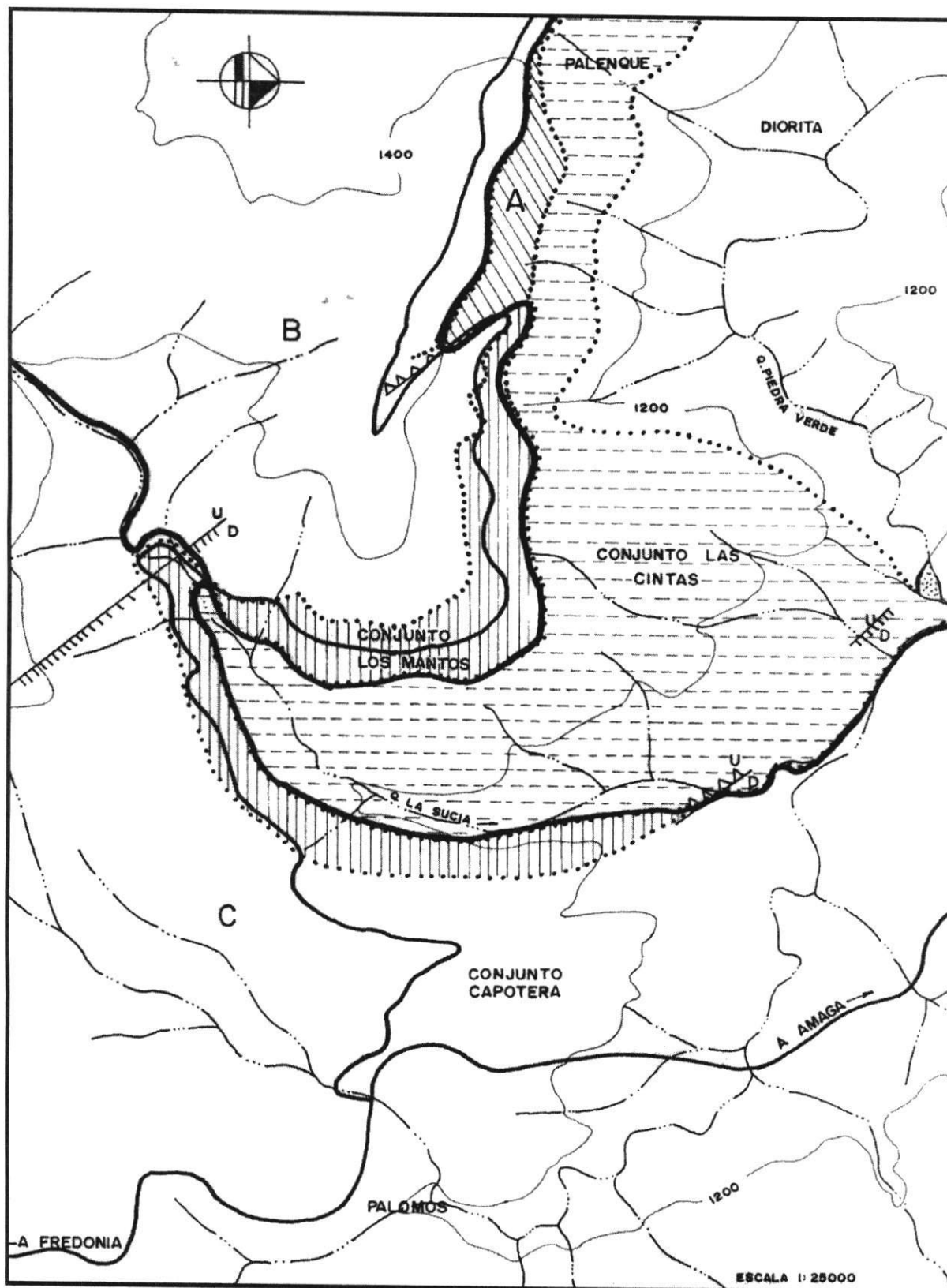


Figura 1. Geología del área de interés.

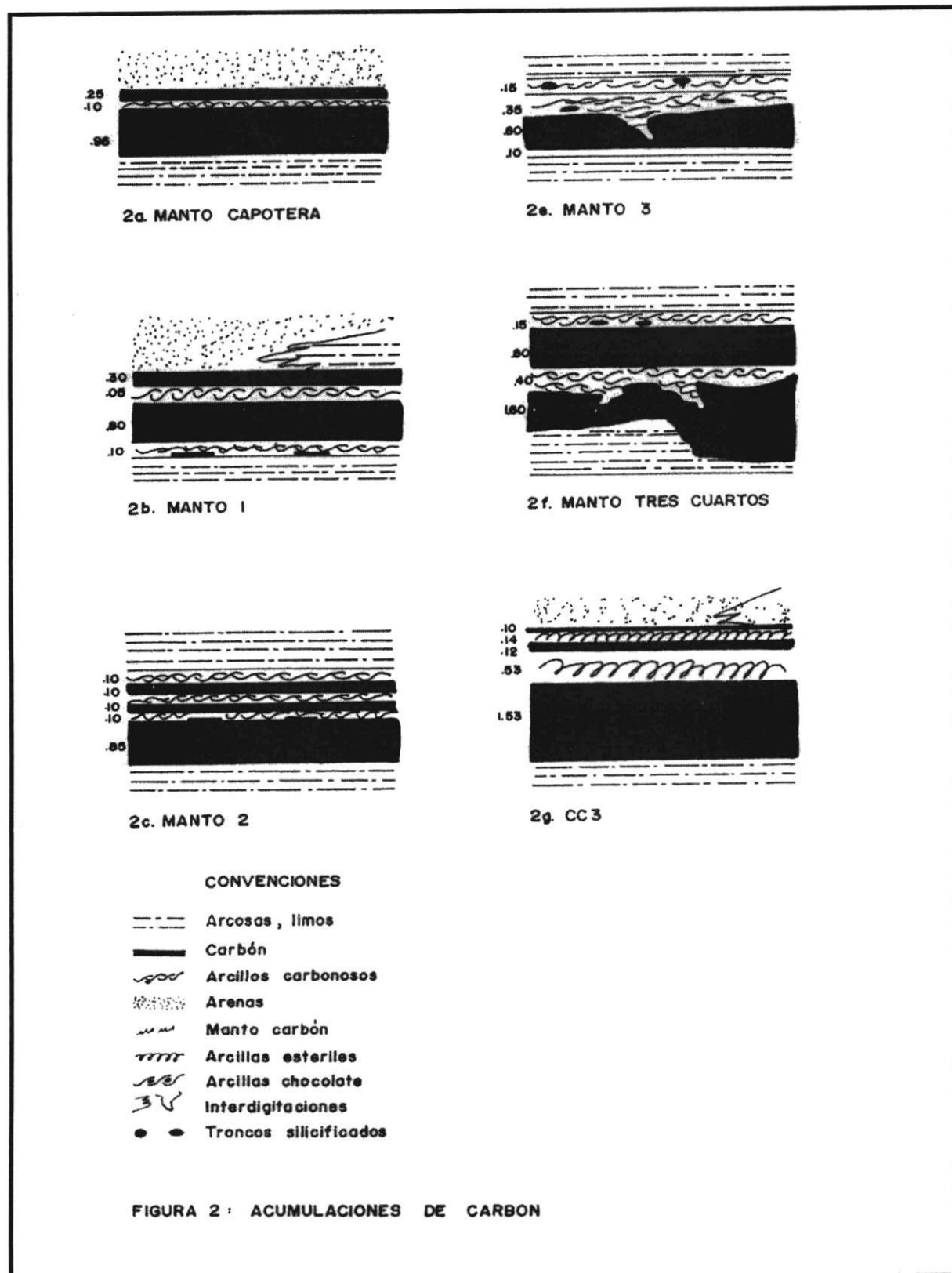


Figura 2. Mantos de carbón en el área.

acumulaciones de carbón cuya estratificación interna original permanece aún paralela a la de los otros estratos de la secuencia en la cual están contenidos. En la zona, los mantos con espesores desde 0.10 metros hasta 0.60 m, se nombran como cintas y para aquellos con espesores mayores de 0.65 m, mantos. Los mantos más importantes en la zona debido a su espesor y a la significancia que tienen dentro de la explotación se realcionan en la Figura 2 y sus características son:

Manto Capotera:

Se inicia desde la base con 96 cm de carbón bandeado; sigue una capa de 10 cm de arcillas carbonosas negras que cambian de facie hacia limos grises, y luego, hacia el techo, una cinta de carbón de 25 cm con características similares a las del carbón de la base. El límite superior es neto y es suprayacido por areniscas gruesas, laminadas y de color blanco amarillento; el límite inferior es un limo arcilloso gris (Figura 2a). El carbón de este manto es blando al arranque, brillante; su espesor es regular pero puede pincharse hasta desaparecer localmente.

Manto Uno:

Este manto se reconoce por una partición de arcilla carbonosa hacia su parte media. Se inicia, desde la base, con una capa de 10 cm de arcilla carbonosa y escamosa, luego 80-85 cm de carbón bandeado; sigue una capa de arcilla carbonosa de 5 cm con fósiles aplastados de vitreno y por último una capa de carbón de 30 cm, también bandeado; el límite superior es abrupto y puede ser de limos grises o de una arenisca arcósica laminada de color blanco muy típica; el límite inferior lo marca la arcilla carbonosa y está subyacido por 2 metros de limos grises masivos en la base de los cuales siempre está presente una arcilla carbonosa de 20 cm que acompaña a Manto Uno (Figura 2b). El carbón de este manto es brillante, bandeado, frágil, blando pero con partes relativamente más endurecidas al arranque; localmente puede presentar patina de color ladrillo. En su espesor el manto es muy regular

pero puede engrosarse, adelgazarse y pincharse. La partición arcillosa de su parte media, cambia de facie hacia limos pardo grisáceos y areniscas, localmente aumenta su espesor llegando a partir el manto en dos o estrangularse completamente como en el sector de la «Palomera».

Manto Dos:

Es un banco de carbón en cuyo techo se presenta una arcillolita carbonosa con intercalaciones de capas pequeñas de carbón. Se inicia, desde la base con una capa de carbón de 85 cm, le sigue una capa de arcillas carbonosas pardas de 10 cm con fósiles aplastados de vitreno, hacia la base; luego, una capa de carbón de 10 cm, otra de arcillas bituminosas de 10 cm, otra de carbón de 10 cm y por último, arcillas bituminosas pardas de 10 cm de espesor con fósiles de plantas y slickensides.

El límite superior del manto es definido por la arcilla carbonosa y la suprayacen limos pardo grisáceos y grises, fuertemente fracturados y con slickensides; localmente puede cambiar de facie hacia una arenisca laminada con filamentos carbonosos; el límite inferior es neto y lo subyace un limo arcilloso gris con nódulos de siderita hasta de 10 cm de diámetro confinados al techo (Figura 2c).

El carbón de este manto es brillante, bandeado con bandas centimétricas definidas por clareo y vitreno, la fractura es poliédrica, superficialmente presenta oxidación e inflorescencias de azufre; es un carbón duro al arranque. Su espesor en el área de interés es regular y mantiene su continuidad pero puede pincharse y seguidamente engrosarse a pequeña escala.

Manto Tres Cuartas:

Es un manto delgado de carbón entre dos capas de arcillolitas carbonosas, una en el techo y otra en la base. Se inicia con una capa de arcilla de 10 cm, negra pardusca, con fósiles aplastados de vitreno hacia la base; luego una capa de carbón entre 40 y 60 cm de espesor; a continuación, una

capa de 35 cm de arcillas pardas que se adelgazan con fósiles aplastados de vitreno hacia la base, y por último, hacia el techo, una capa de arcillas carbonosas negras de 15 cm, con fósiles aplastados de vitreno en la parte superior. El límite superior es neto y es suprayacido por limos grises masivos; el límite inferior es definido por la arcilla negra y subyacido por limos grises masivos (Figura 2d).

El carbón de este manto es bandeado, con fractura poliédrica y muy duro al arranque; su espesor es persistente sin sufrir adelgazamiento ni ensanchamiento fuerte, a lo largo del área.

Se usará la palabra **manto estructural** para aquellos casos en que la estratificación interna de los carbones ha perdido su paralelismo con los demás planos estratigráficos de la secuencia (por ejemplo, por plegamiento), pero que aún conservan su carácter de estrato. Un efecto importante de este fenómeno, es un débil engrosamiento de los estratos de carbón. La presencia de este fenómeno es importante cerca al Bloque A del mapa de la Figura 1, al extremo más Occidental del área y afecta a Manto Tres, Manto Uno y Manto Capotera. Su descripción es la siguiente:

Manto Tres:

Se inicia un banco de carbón de 1.62 metros (en promedio), constituido esencialmente por vitreno con bandas milimétricas de clareno y filamentos de minerales o estériles, menos común son los fósiles de troncos vitrinificados y aplastados, localizados en flancos de pliegues; sigue a este banco una capa de arcillolitas carbonosas pardo grisáceas, microplegadas y escamosas de 12 cm de espesor que intersecta localmente el banco inferior de carbón rellenando grietas; sigue a esta capa otro banco de arcillolitas pardas, brillantes, con partición escamosa, muy aplastadas, de 80 cm de espesor, y luego, hacia el techo, 10 cm de arcillolitas carbonosas con troncos fósiles de vitreno y slickensides.

El límite superior del manto es la arcilla carbonosa y es suprayacida por limos pardo grisáceos con slickensides que cambian facialmente a areniscas gruesas, laminadas, con filamentos carbonosos hacia la base; el límite inferior es irregular, presenta pinchamiento y puede cambiar facialmente de arenisca a limos grises (Figura 2e).

El carbón de Manto Tres, es brillante, bandeado y muy duro al arranque; es un manto irregular en su espesor; hacia el contacto Occidental con el Bloque A, se transforma en un cuerpo de carbón con plegamiento fuerte, alcanzando hasta 6.0 m de espesor. Este aspecto hace que los mineros de la región lo reconozcan como «carbón crespo». El manto Tres, hacia el Oriente de la zona de interés, puede no presentarse localmente o aparecer como un cuerpo estratigráfico de carbón, como sucede en la intersección de la quebrada La Sucia con la carretera (Ver descripción párrafo siguiente) y alcanzar sólo 1.50 y normal, tal como se describió en la mina San José.

Manto Tres en la Quebrada La Sucia:

En el intersección de la quebrada La Sucia con la carretera (en la curva), aflora un banco de carbón de forma lenticular (cuerpo estratigráfico?) cuyo límite superior es erosional y está en contacto con una arenisca conglomerática; el límite inferior es neto y ésta en contacto con una arenisca. Este cuerpo presenta un espesor de 1.8 m en su parte media, no pudo medirse su longitud porque, en parte, estaba cubierto; el carbón está formado de vitreno, es rípiado y muy duro, está microplegado en el techo.

Otras formas de presentación de las acumulaciones de carbón son los cuerpos de carbón que pueden ser tanto de origen estratigráfico (paleocanal, etc) como estructural. Son manifestaciones complejas de forma lenticular a lo largo del rumbo y del buzamiento y la estratificación original del carbón no guarda ninguna relación con el resto de planos de estratificación de la zona y en ocasiones aquella no es reconocible; son muy variables en su espesor y características y se pinchan o

se engruesan en distancias cortas; en el Bloque A alcanzan hasta 200 m a lo largo del rumbo, de 2 a 3 veces esta distancia a lo largo del buzamiento; su espesor varía entre 0.10 y 6.0 m, siendo su espesor medio 2.50 m; internamente, pueden presentar uno o varios lentejones y/o cuerpos arcillosos, preferencialmente hacia la base; presentan microplegamiento intenso y fallas inversas; según la posición estratigráfica que ocupen, sus características cambian, y muchas veces, son el resultado del empaquetamiento estructural complejo de una cinta o de un manto.

Cuerpos del Sector Palenque, Bloque A:

Con este nombre se hace alusión a cuatro cuerpos que afloran en el extremo del área de interés por encima de la arenisca guía y por debajo del manto Capotera. El primero, nombrado **C3**, es un cuerpo con una arcilla carbonosa muy irregular, localizada hacia la parte media; el espesor del cuerpo es variable, alcanzando, localmente, hasta 6.0 m, pero en promedio podría establecerse un espesor de 3.7 m; el carbón es microplegado y duro al arranque; contiene abundantes fósiles de vitreno aplastados y localizados en los flancos de los pliegues; este cuerpo es suprayacido por limos grises con slickensides, muy inestables que producen frecuentemente derrumbes de techos. Localmente los limos están interdigitados por areniscas.

Por encima de los limos grises aflora otro cuerpo, nombrado **CC1**, dicho cuerpo presenta forma de cinta macro y micro plegada de 80 cm de espesor, regular; su aparición comienza desde donde se localiza la falla inversa y hasta el extremo más Occidental del Bloque A; el carbón de este cuerpo es «ripiado», blando, astilloso con abundantes fósiles de vitreno en flancos de pliegues; suprayaciendo el cuerpo se encuentran limos grises.

El tercer cuerpo, nombrado **CC2**, comienza como una pequeña cinta de escasos centímetros hacia el Oriente del Bloque A donde tiene manifesta-

ción la falla inversa pero, se engruesa, se adelgaza y se vuelve a engrosar hacia el Occidente; el carbón es microplegado y duro al arranque; su espesor máximo no excede los 2.0 m; este cuerpo es suprayacido por limos grises que cambian facial y localmente a areniscas; por encima de estos limos se encuentra el cuarto cuerpo (CC3).

El cuerpo CC3, tiene forma de lentejón; tiene su origen en una cinta de carbón de 10 cm. Es un cuerpo, a su vez, constituido por tres bancos de carbón separados, entre sí, por dos particiones arcillosas; se inicia desde la base, con un banco de carbón de 1.53 m, bandeado y plegado, con troncos fósiles de vitreno aplastados y localizados en flancos de pliegues; sigue a este banco, un estéril de 53 cm de arcillolitas carbonosas negras, plegadas y escamosas con fósiles de vitreno; luego, una capa de carbón de 12 cm; otra de 14 cm de arcillas bituminosas negras y por último, una capa de carbón de 10 cm en el techo.

El límite superior es neto y es suprayacido por limos arcillosos que cambian de facie hacia una arenisca gruesa laminada con filamentos de carbón en la base; el límite inferior es neto subyacido por limos grises masivos; es un carbón brillante y muy duro; su espesor es irregular y puede variar desde 0.10 m hasta 6.0 m; se pincha y se engruesa bruscamente. Las particiones internas pueden también variar en distancias muy cortas de espesor y pueden gradar a una arcillolita bituminosa parda o a una limolita pardo grisácea.

Otras acumulaciones de carbón son los mantos estructurales, que localmente se engruesan hasta 2 ó 3 m; la presencia de este fenómeno es importante en el bloque A, del mapa de la Figura 1, localizado al extremo más Occidental del área de interés. Otras acumulaciones de carbón, son los cuerpos de carbón, que pueden localmente alcanzar espesores desde 0.10 cm hasta 6.0 m o desaparecer.

En general, el carbón es negro, con raya parda; el lustre es fuerte en la fractura fresca, que es preponderadamente planar. Son acompañados,

casi por regla general, de arcillas carbonosas negras que a veces forman interposición en los mantos mismos.

Limos:

En estado fresco son de color gris a gris azulado; cuando se alteran toman un color rojo grisáceo, hasta violáceo; se presentan masivos y esporádicamente laminados; localmente, interdigitados por areniscas finas laminadas y por tiras de caliza en forma de paquetes o de nódulos calcáreos; es común observar nódulos sideríticos del tamaño hasta de un puño confinados generalmente, hacia la base. Cuando se humedecen se convierten en un material algo plástico que cuando se localiza en el piso, se convierte en un problema para la entibación; se encuentran generalmente separando los mantos de carbón. Pueden llegar a tener un espesor hasta de 12 metros. Estos limos siguen un patrón de fracturamiento de 3 sistemas que dan origen a bloques de pocos centímetros que facilitan su meteorización en forma esferoidal; son poco coherentes y en contacto con agua pierden capacidad de resistencia.

Arcillas carbonosas:

Son de color pardo oscuro a negro, finamente laminadas y escamosas, con abundantes slickensides y muy inestables; estas arcillas poseen partición en escamas muy finas y troncos aplastados vitrinificados escasos; localmente pueden ser interrumpidas por limos pardo grisáceos; generalmente acompañan los mantos o cuerpos de carbón ya sea en el techo, en la base o lo interrumpen formando un estéril indeseable o pueden estar dentro de paquetes de limos. Cuando están en los techos aumentan en la explotación el riesgo por desplome.

Areniscas Gruesas:

De color gris cuando están frescas pero a medida que se meteorizan toman una coloración pardo amarillenta hasta blanca. Son de tamaño fino

hasta grueso, con laminación fina o gruesa, a veces ferruginosa; ocasionalmente estratificación cruzada planar; pueden estar interdigitadas localmente por conglomerados finos o pasar a areniscas conglomeráticas; poseen filamentos carbonosos y troncos vitrinificados y aplastados posicionados en forma paralela a la estratificación y ubicados preferencialmente hacia la base; ocasionalmente estas areniscas se intercalan con limos grises. Presentan diaclasamiento esporádico, siendo el más importante el que está según 042/68; localmente están afectadas por fallas métricas de carácter normal. Su espesor rara vez excede los 10 metros y siempre están intercaladas con limos grises.

Areniscas Arcósicas:

Son de color blanco, de grano medio a grueso, laminadas y es escasa la estratificación cruzada planar; hacia la base puede contener filamentos de carbón o fósiles de troncos vitrinizados que aumentan las características de inestabilidad en ellas (desprendimientos en forma de capas); se localizan por encima de Manto Uno y presentan un marcado cambio facial hacia limos grises con los que se intercalan; su espesor rara vez excede los 3 metros. Estas areniscas son acumuladoras de grandes cantidades; al exponer la roca al aire por efectos del desarrollo minero se desestabilizan e introducen factores negativos para la explotación minera por desplome frecuente de roca y por la producción de acumulaciones de agua durante varios días en la vía del túnel, lo que hace necesario, con frecuencia, del desagüe mecánico de la misma.

Areniscas Calcáreas:

Es una roca gris, de tamaño medio a grueso, con cemento calcáreo, localmente conglomerática con guijarros de tamaños entre 4-16 mm de diámetro de cuarzo lechoso (70%), liditas (7%) y cuarcitas grises moscovíticas (3%); ocasionalmente, lentes de cantos de lodolitas grises, de aproximadamente 2 cm; filamentos de materia orgánica y moscovita. El cemento es calcáreo y

hierva fuertemente con HCl desprendiendo un residuo amarillo. Hacia la base existen lentes de caliza arenosa de color rosa. En general, estas areniscas presentan películas pardamarillentas a nivel del plano de estratificación, posiblemente por la presencia de óxidos de hierro. Pueden gradar a limolitas y/o arcillolitas.

Calizas y/o margas:

Son rocas de aspecto masivo que reaccionan fuertemente con el HCl dejando un residuo amarillento; son de color gris en estado fresco pero, por la exposición a la intemperie toman coloraciones pardo amarillentos, lo que indica una composición ferruginosa; se presentan en forma de lentes hasta de 0.50 m de espesor por 5.0 m de largo que se pinchan bruscamente en su longitud mayor y también como nódulos hasta de 15 cm de diámetro, superficialmente oxidados y con partición irregular. Normalmente, estos materiales calcáreos están asociadas con bancos de limos grises y menos común con bancos de areniscas.

ESTRATIGRAFÍA DEL TERCIARIO

A nivel regional estos sedimentos han recibido diversos tratamientos estratigráficos desde Grosse (1926), quien los dividió en 3 miembros; sin embargo, por la naturaleza local y el énfasis para fines mineros el área, se subdividió en 3 conjuntos de roca que se separaron con un criterio práctico como es la presencia, la persistencia y la cantidad de mantos de carbón que se encuentren en ellas y las estructuras de mayor importancia que afectan la explotabilidad de los mantos, Figura 3. En este trabajo no se intenta ninguna correlación con las subdivisiones de Grosse (1926) o de otros autores.

Es así, como se han establecido los conjuntos Capotera, Los Mantos y el Conjunto Las Cintas (Figura 2). La columna estratigráfica general del

área, excepto el bloque A que tiene su propia estratigrafía, posee un espesor estimado de 250 m, de los cuales, se midieron 210 metros; la parte no medida pertenece a la parte basal del Conjunto Las Cintas. Estos paquetes no exceden los 3.0 metros de espesor.

Conjunto Los Mantos:

El techo del conjunto es Manto Uno y su base es el techo de un banco arenoso llamado «arenisca guía»; al Conjunto lo suprayace el Conjunto Capotera y lo subyace el Conjunto Las Cintas; tiene un espesor de 51.14 metros y su característica más importante es la presencia de 3 mantos de carbón económicamente explotables, más o menos regulares, que alternan con limos grises masivos. Los paquetes limosos están interdigitados por areniscas finas y lentes calcáreos (caliza ferruginosa y/o siderita) que cambian de facie bruscamente entre sí; es común observar nódulos calcáreos hasta de 15 cm de diámetro. Este es el conjunto productivo más importante del área, los mantos explotables son: Manto Uno, Manto Dos, y Manto Tres; en algunos casos no aparece Manto Tres, que es reemplazado por limos grises o areniscas.

Conjunto Las Cintas:

El techo del conjunto es la arenisca guía de 9.20 m de espesor y el piso es el basamento diorítico con el cual se encuentra en discordancia erosiva. El Conjunto es suprayacido por las rocas del Conjunto Los Mantos y subyacido por las rocas del basamento. Tiene un espesor medido de 85.6 metros en la zona de interés, pero puede ser un poco mayor aguas abajo de la quebrada La Sucia; su característica principal es la presencia de 8 cintas de carbón (por lo menos), de espesores entre 15 y 60 cm, que alternan con limos grises hasta de 20.0 m de espesor, localmente interdigitados por areniscas pardas de hasta 5.0 metros de espesor con conglomerados finos internamente. La sumatoria del carbón manifestado en las cintas, llega a ser de 4.0 a 5.0 metros.

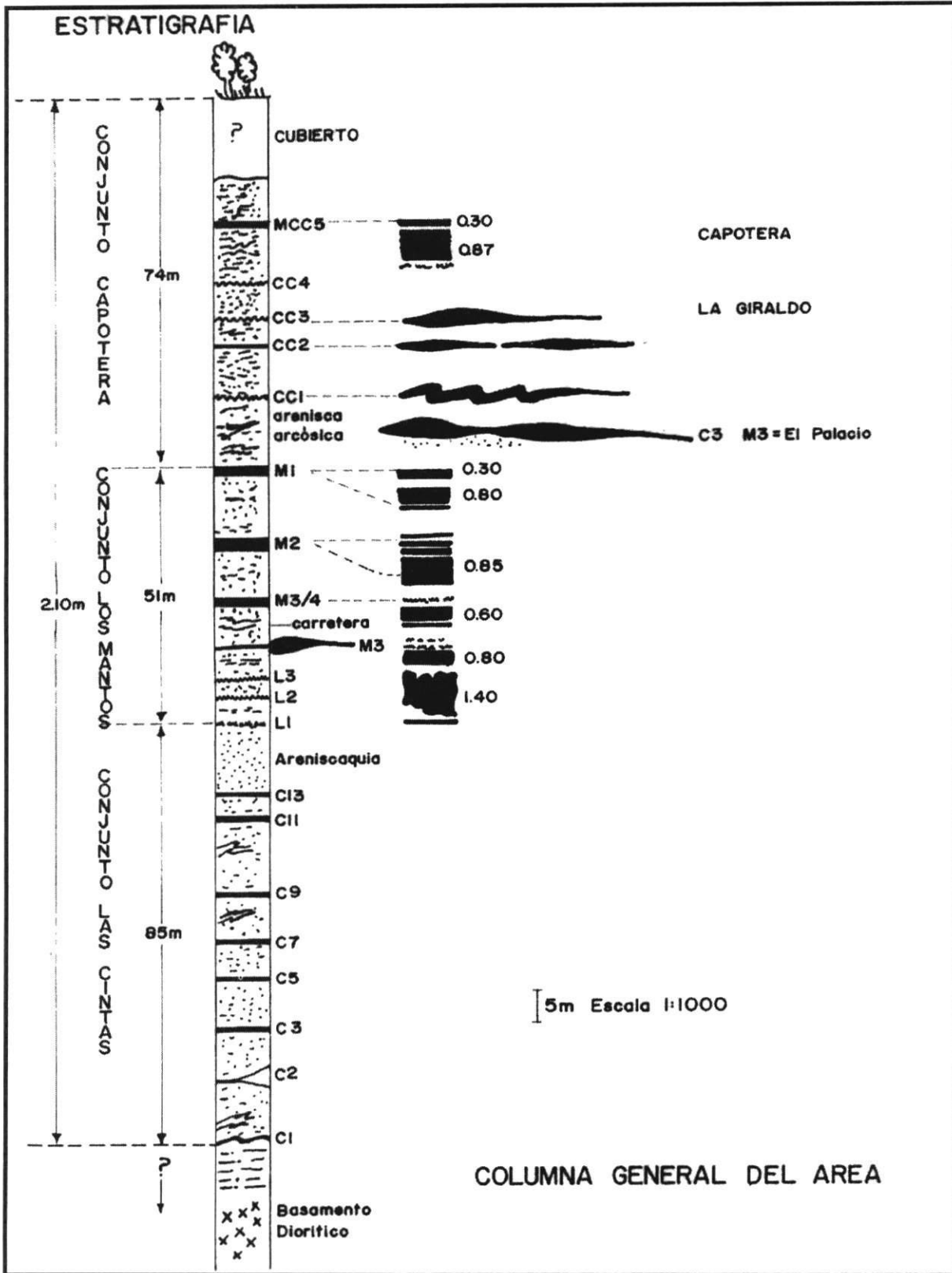


Figura 4. Estratigrafía de las rocas del Terciario.

Estratigrafía particular del Bloque A:

Esta estratigrafía es única en la zona y consta de la presencia de varias cintas de carbón que localmente se adelgazan y se engruesan formando cuatro cuerpos de carbón de forma lenticular, cuyo mayor espesor excede de forma local los 6.0 metros; el primer cuerpo, en la base, lo constituye lo que es la explotación de la mina El Palacio (los mineros de la región no distinguen entre cuerpos y mantos de carbón y por eso lo llaman «Manto Tres»; para este estudio se llama C3).

A Manto Tres, lo subyacen limos grises y por debajo de ellos, se encuentra el paquete de «areniscas guía»; el techo generalmente son limos que gradan a arenisca gruesa laminada con laminillas de carbón, muy inestables; dentro de estos paquetes se encuentran cintas de caliza plegadas; por encima de este paquete limoso, sigue otro cuerpo de carbón macroplegado de 0.80 m de espesor, éste se adelgaza hacia el Oeste del bloque alcanzando sólo pocos centímetros; a él le suprayacen otro paquete de limos y por encima de ellos, otro cuerpo de carbón que se adelgaza y se engruesa localmente; sigue a éste, un paquete de limos grises y luego otro cuerpo de carbón que comienza como una cinta de 0.10 m (en la zona lo llaman «Manto Dos», para este estudio se llama CC3).

CC3 es un cuerpo que se engruesa en los extremos del bloque y se adelgaza en la parte intermedia; internamente, se pincha y se engruesa en distancias cortas; a éste lo suprayace unos limos grises que hacia la parte media tienen una cinta carbonosa de 0.10 ó 0.15 m de espesor; por último y hacia el techo, existe un manto estructural de 1,50 m de espesor que es Manto Capotera (MCC5) (en la zona lo llaman «Manto Uno»); suprayaciendo este manto, se encuentra todo el paquete de areniscas arcósicas que alternan con limos grises finamente laminados tal como están descritos para el Conjunto Capotera.

TECTÓNICA LOCAL

Las estructuras mayores de la zona fueron definidas por Grosse (1926), como el sinclinal de Palomos y el anticlinal de Palenque. Estos pliegues tienen sus ejes paralelos entre sí y también con la dirección general N-NW de la faja de rocas sedimentarias. Para el anticlinal, el flanco Oriental está más inclinado que el Occidental y lo contrario se cumple para el sinclinal, lo cual, indica que la inclinación del plano axial, de ambas estructuras, es hacia el Occidente; además, como ambos pliegues tienen en común un mismo flanco, por efecto de sus vergencias, el límite entre ambos se encuentra más cerca del eje sinclinal, lo que ocasiona que el anticlinal de Palenque ocupe la mayor parte del área. Una consecuencia práctica de la vergencia de estos pliegues, es que un mismo estrato estará a menor cota, hacia el Oriente. Así mismo, el eje axial de la estructura anticlinal buza suavemente hacia el Sur y el cuerpo de Morro Plancho se encuentra intruído a lo largo de él, como se indica en la Figura 1.

Anticlinal de Palenque:

Debido a que el área de interés está en su totalidad ubicada dentro de ésta estructura y que ella influye decididamente en el planeamiento minero, la zona se dividió en tres áreas o bloques con límites arbitrarios y transicionales que son: su flanco Oriental (Bloque C), el área del eje (Bloque B) y el flanco Oeste (Bloque A) (Véase Figura 1).

El flanco Oriental o Bloque C, tiene rumbos N-NW y buzamientos mayores de 30°E que aumentan progresivamente hacia el extremo Este de la zona hasta alcanzar 60°E; por el contrario, los rumbos son más cercanos al Norte hacia el extremo Oriental. El área cerca a la confluencia de la quebrada La Sucia y aguas abajo de la quebrada Piedra Verde presenta estrías de falla y diaclasamiento denso (principalmente según 042/68),

sin embargo, no es posible dilucidar el tipo de tectónica dominante, aunque en sus cercanías se midió una falla inversa con 1.0 m de desplazamiento orientada según 226/68 y una falla normal con 2.0 m de desplazamiento y actitud 048/58 (Figura 1).

El área del eje (Bloque B), se caracteriza por buzamientos suaves menores de 30° hasta subhorizontales dirigidos hacia el Sur, siguiendo la inclinación del eje del anticlinal; por su parte, los rumbos describen un arco suave entre los octantes NE-E y E-NW.

El área Occidental o Bloque A es el de mayor complejidad estructural y se ubica hacia el flanco Occidental del anticlinal; se trata de un paquete de rocas en forma de lámina buzante hacia el W con estratigrafía y tectónica propias, osea, una ventana tectónica limitada por fallas inversas que levantan el lado Oeste del paquete unos 20 m. Los límites de este paquete son las areniscas guía basal que sirvieron como zona de despegue y otro conjunto arenoso (en el techo de Manto Capotera) que lo recubre; estos estratos arenosos son comunes con el resto de la estratigrafía del área, lo que no se puede asegurar del resto de la columna de éste bloque. En el bloque se registra una tectónica compresiva que ocasiona, como fenómeno notable, el replegamiento intenso de los mantos y/o cintas generando los cuerpos de carbón («carbón crespo») y mantos estructurales en donde la tectónica ha sido menor.

En particular, los cuerpos de carbón absorbieron la mayor parte de los esfuerzos y se acompañan de numerosas fallas inversas que se reúnen en los techos de ellos y en ocasiones, arrastran tras de sí, pedazos de estériles. Por lo anterior, estos cuerpos tienen mayor rugosidad en el piso y son más planos en el techo; a su vez, el carbón del techo se encuentra más intensamente aplastado (carbón escamoso) y ésta misma deformación se extiende a los estériles del techo y provoca desestabilización del techo ocasionando derrumbes frecuentes.

Fallamiento:

Con excepción del bloque A y la desembocadura de la quebrada Sucia ya descritos, el fallamiento de la zona es sencillo y de tipo normal, con desplazamientos medidos hasta de 3 m. Estas fallas aparecen en el mapa, sin nombres particulares, y con los puntos de control directamente observados en el campo; sólo se observó fallamiento inverso en el Bloque A y pequeñas fallitas en el Bloque C, cerca a la desembocadura de la Quebrada La Sucia en La Piedra Verde.

CALIDAD DEL CARBÓN

De acuerdo con el tipo de muestreo ya sea como carbón puro o en canal, incluyendo las cintas, estos carbones presentan contenidos de Cenizas del 5% al 31%; de Carbono fijo del 29.3% al 43.4%; de Material Volátil del 30.3% al 40.8%; de Humedad Residual del 8.0% al 10.8% y un Poder Calorífico entre 3911 hasta 5904 Cal/gr permitiéndolos clasificar como Subbituminosos. El mayor poder calorífico lo posee Manto Tres, lo cual era de esperar por su mayor contenido de vitreno y el menor, Manto Dos. Comparando los resultados de las muestras de frentes de explotación respecto a las de las pilas se tiene en estas últimas, una disminución de hasta un 11% en las cenizas por el proceso de selección manual y comparativamente aumenta la humedad residual, el material volátil, el carbono fijo y por ende el poder calorífico; el contenido de azufre para todas las muestras es bajo.

DIVISIÓN GEOLÓGICO-MINERA DEL ÁREA

Desde el punto de vista estructural se han determinado 3 zonas que tienen características diferentes y que ponen de manifiesto, en forma directa, cambios estratigráficos y tectónicos que afectan el espesor y la explotabilidad de los mantos (Véase Figura 1).

El Bloque A, ocupa el sector con más efectos estructurales y se localiza en el flanco Oeste del Anticlinal de Palenque; posee cuerpos de

carbón que se adelgazan y se engruesan localmente llegando a alcanzar desde 0.10 m hasta 6.0 m.

El Bloque B, localizado en el eje del Anticlinal, posee mantos de carbón con buzamientos suaves al sur y localmente existen particiones y discontinuidad de mantos, por ejemplo, Manto Tres.

El Bloque C, localizado sobre el flanco Oriental del Anticlinal, se caracteriza por rumbos NNW, buzamientos fuertes y mantos normales.

Minería Actual

En la zona de interés se lleva acabo una minería semitecnificada que admitiría mecanización plena, ya que el yacimiento no presenta limitaciones severas para que ello ocurra; sin embargo, cada bloque requiere una tecnología minera distinta. La explotación actual se debe a la estructura de oferta y demanda de carbón en la región que tiene entre otras las siguientes consecuencias:

- 1) controla el tamaño de las explotaciones que son viables económicamente;
- 2) la falta de capital para invertir y de crédito para el sector que permitan la adquisición de nueva tecnología;
- 3) la falta de organización, experiencia empresarial y conocimientos técnicos de los contratistas que dificultan implementar las recomendaciones técnicas que se imparten;
- 4) la necesidad de resolver un problema de empleo en la región.

AGRADECIMIENTOS

Nos es grato consignar aquí nuestros sinceros agradecimientos por la autorización para la publicación del presente trabajo al Señor Gerente de Industrial Hullera S.A. Doctor Hector Londoño y al Ingeniero Mario Alzate Ferrer, quien realizó la interventoría técnica del estudio y suministró invaluable información que permitió refinar el trabajo; el presente artículo es parte de un informe más extenso realizado por GeMco Ltda. para aquella compañía.

BIBLIOGRAFIA

- ESPINAL S., 1992. Geografía ecológica de Antioquia. Zonas de vida. Universidad Nacional de Colombia. Fac. de Ciencias y Fac. de Ciencias Agropecuarias, Seccional medellín. 146p.
- GROSSE E., 1926. El terciario carbonífero de Antioquia. Berlín. D. Reimer. E. Vohsen. pp 361.
- HINCAPIE V.G., Y MARTINEZ J.A., 1985. Geología estructural de la cuenca del Sinclinal de Amagá entre la vereda Palomos y Angelopolis. Tesis Universidad Nacional, Facultad de Minas, Medellín. pp 207.