



**CARACTERIZACIÓN LITOLÓGICA DEL INTERVALO PRODUCTOR  
DE LA FORMACIÓN CUERVOS, BLOQUE NORTE  
MINA EL HATILLO**

**MODALIDAD  
PRÁCTICA EMPRESARIAL**

**DAVID JOSÉ DUITAMA DURÁN  
JULIA ELENA CORONEL BELEÑO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE GEOLOGÍA  
BUCARAMANGA**

**2007**

**CARACTERIZACIÓN LITOLÓGICA DEL INTERVALO PRODUCTOR  
DE LA FORMACIÓN CUERVOS, BLOQUE NORTE  
MINA EL HATILLO**

**DAVID JOSÉ DUITAMA DURÁN  
JULIA ELENA CORONEL BELEÑO**

**Trabajo de grado para optar el título de:  
Geólogo**

**Director  
RICARDO MIER UMAÑA  
Docente UIS**

**CO-DIRECTOR  
Luis Emilio Rojas Castañeda  
Jefe de Geología  
C.I. Carbones del Caribe**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE GEOLOGÍA  
BUCARAMANGA  
2007**

## **DEDICATORIA**

A mi madre y mi padre Alma y José, que estuvieron conmigo en las buenas y en las malas, y quienes se convirtieron en un apoyo incondicional para la culminación de mis estudios.

A mis hermanos Jorge y Carolina, por su paciencia e interés en mi evolución como persona.

A mis amigos por su disposición por colaborar en la realización de este proyecto.

A Luis Emilio Rojas por su confianza y apoyo.

A la vida porque siempre que se cierra una puerta se abren otras dos.

**DAVID DUITAMA DURÁN**

## **DEDICATORIA**

A mis padres por su confianza y su invaluable amor.

A mis hermanos Carlos y Malen, y especialmente a ella por su apoyo, amor y entusiasmo que me ayudaron a seguir adelante.

A Abad por su apoyo y fortaleza.

A mis amigos, por su compañía, a Kate y Lili por todos los momentos compartidos.

A Luis Emilio Rojas por la oportunidad de realizar este trabajo

**JULÑIA ELENA CORONEL BELEÑO**

## AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo agradecen

A la Universidad Industrial de Santander por su contribución en la formación académica.

A la escuela de Geología por la educación con excelente calidad.

A la empresa C.I. Carbones del Caribe por abrir un espacio para nosotros.

A Luis Emilio Rojas por su ayuda y aporte al trabajo.

Al profesor Ricardo Mier por su colaboración.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
2. LOCALIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO	5
3. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL	8
3.1 ESTRATIGRAFÍA REGIONAL	8
3.1.1 Paleozoico	10
3.1.2 Triásico - jurásico	11
3.1.3 Cretácico	11
3.1.4 Paleógeno - neógeno	14
3.2 Geología estructural	17
3.2.1 Fallas	19
4. METODOLOGÍA	20
4.1 RECOPIACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	21
4.2 VALORACIÓN DE LOS NÚCLEOS DE PERFORACIÓN	21
4.3 DESCRIPCIÓN MANTOS DE CARBÓN	22
4.4 DESCRIPCIÓN NÚCLEOS DE PERFORACIÓN	24
4.5 ENTREGA DE RESULTADOS	25
5. RESULTADOS	26

5.1 EVALUACIÓN NÚCLEOS DE PERFORACIÓN	26
5.2 CORRECCIÓN NOMENCLATURAS	30
5.3 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA SEMI-DETALLADA	31
5.4 CARACTERIZACIÓN LITOLÓGICA	32
5.5 CARACTERIZACIÓN MANTOS DE CARBÓN	40
5.5.1 Conclusiones caracterización mantos	56
6. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	59
7. RECOMENDACIONES	60
8. CONCLUSIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS	65

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Coordenadas polígono contractual área El Hatillo	5
Tabla 2. Listado de pozos corazonados área el Hatillo	27
Tabla 3. % Recuperación de los pozos evaluados	29
Tabla 4. Correlación Nomenclaturas utilizadas Mina El Hatillo	30
Tabla 5. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 280.	42
Tabla 6. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 270.	43
Tabla 7. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 260.	44
Tabla 8. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 250.	45
Tabla 9. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 240.	46
Tabla 10. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 230.	46
Tabla 11. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 220.	47

Tabla 12. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 210.	48
Tabla 13. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 200	50
Tabla 14. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 190.	51
Tabla 15. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 180.	52
Tabla 16. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 170.	53
Tabla 17. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 160.	54
Tabla 18. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 150.	55
Tabla 19. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 140.	56

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Localización nacional del área El Hatillo	5
Figura 2. Área de Exploración y explotación del área El Hatillo	6
Figura 3. Columna estratigráfica generalizada	9
Figura 4. Mapa Estructural del Área Carbonífera La Loma10	18
Figura 5. Fallas limitantes Área El Hatillo	19
Figura 6. Mapa Geológico área El Hatillo	20

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Foto 1. Bodega de Almacenamiento de Núcleos	26
Foto 2. Deterioro núcleos de perforación	28
Foto 3. Manto de carbón en afloramiento	33
Foto 4. Shale carbonoso físil	34
Foto 5. Limolitas masivas grises y bloque elipsoidal calcáreo	35
Foto 6. Limolita masiva en muestra de núcleo	36
Foto 7. Interlaminaciones lenticulares de areniscas en limolitas	37
Foto 8. Areniscas masivas.	38
Foto 9. Laminación plano-paralela.	38
Foto 10. A y B Areniscas con laminación cruzada.	39
Foto 11. Estratificación Lenticular.	40
Foto 12. Areniscas entre manto 280 y 290.	41

## LISTA DE ANEXOS

	Pág
Anexo 1. Informe valoración núcleos.	60
Anexo 2. Columna semi-detallada intervalo productor a partir de núcleos de perforación.	68
Anexo 3. Columna registro eléctrico pozos PC-38 y PC-42	69
Anexo 4. Columna semi-detallada paredes laterales pit de explotación.	70
Anexo 5. Correlaciones nomenclaturas.	71
Anexo 6 Columnas locales mantos de carbón	72
Anexo 7. Catálogo caracterización mantos de carbón.	88
Anexo 8. Procedimientos muestreos de carbón.	144
Anexo 9. Formato muestreo y descripción de mantos.	150
Anexo 10. Foto reemplazo de carbón muestreado en núcleos.	151
Anexo 11. Calidades nomenclatura corregida.	152

## RESUMEN

**TITULO:**  
**CARACTERIZACIÓN LITOLÓGICA DEL INTERVALO PRODUCTOR DE LA FORMACIÓN CUERVOS, BLOQUE NORTE- MINA “EL HATILLO”\***

**AUTORES:**  
David José Duitama Durán  
Julia Elena Coronel Beleño\*\*

**PALABRAS CLAVES:**  
Litologías, Carbón, Núcleos, Calidades, Formación Cuervos.

### DESCRIPCIÓN

La formación Cuervos es una secuencia sedimentaria de edad paleoceno-eoceno inferior perteneciente a la Cuenca Cesar-Ranchería, y ubicada en el flanco occidental del Sinclinal de la Loma. En el presente estudio se tuvo en cuenta la disposición, composición y estructuras predominantes en las litologías adyacentes a los mantos de carbón, la caracterización por litotipos de los mantos de carbón, la calidad en los carbones, y la evaluación y conservación de los núcleos de perforación.

La caracterización litológica efectuada tanto en muestra de núcleo como a nivel de afloramiento permitió establecer que las limolitas masivas, limolitas arenosa, son las rocas predominantes y las areniscas se presentan de manera más ocasiona; además presentan poca continuidad lateral. Los mantos 160, 180, 190, 200 y 270 se consideran excelentes guías estratigráficas debido a sus espesores, continuidad lateral y respuesta en el registro eléctrico.

La caracterización de los carbones permitió reconocer que estos están compuestos principalmente por la combinación de litotipos, clasificándolos como atríticos entre durenó y clarenó, y con cantidades variables de vitrenó y fuseno. Los resultados obtenidos para calidad in situ, modelo y recepción, son variables probablemente debido a variaciones laterales, anomalías locales, impacto zona meteorizada o contaminación durante el proceso de minado; hipótesis que pueden ser estudiadas con la implementación de un sistema de muestreo en manto destapado.-

---

\* Trabajo de grado

\*\* **Facultad de Ingenierías Físico-químicas. Escuela de Geología. Ing. Ricardo Mier**  
Umaña

## ABSTRACT

### TITTLE:

**LITHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF CUERVOS FORMATION MINING INTERVAL, NORT ZONE - “EL HATILLO” MINE\***

### AUTHORS:

David José Duitama Durán

Julia Elena Coronel Beleño\*\*

### KEYWORDS:

Lithologies, Coal, Cores, Qualities, Cuervos Formation.

### DESCRIPTION:

The Cuervos Formation is a Cesar-Rancheria basin's sedimentary sequence aged Paleocene – lower Eocene, and it's localized at the Loma's syncline western flank. During this study, we focalize to coal seams and the adjacents lithologies characterization, making description about associated structures, composition and lithotypes; moreover, evaluation of drilling's cores samples conservation.

The lithological characterization made in cores samples and outcrops, shows that the massive limestone and sandy limestone are the most occurent through the sequence, and the sandstone are lesser often; moreover are absent of lateral continuity. The 160, 180, 190 200 and 270 coal seams are excellent stratigraphy guides, because their good thickness, lateral continuity and log record.

The coal seams characterization shows that are composed mainly by lithotypes bands, classifying like atritics between dureno and clareno, and vitreno - fuseno variables quantities. Qualities obtained for coal seams beginning from in situ, core and reception samples are variables, probably to lateral variations, locals anomalies, weathering zone impact, or mining contamination; this hypothesis could be studied taking samples in situ pre-mining.-

---

\* Degree Work.

\*\* **Faculty of Physicochemical Engineerings. School of Geology. Ing. Ricardo Mier Umaña**

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo está basado en estudios de campo y trabajo de oficina llevados a cabo en la Mina El Hatillo, por medio de los cuales se logró identificar las principales litologías que caracterizan al intervalo portador de carbón de la formación Cuervos.

La evaluación de los núcleos de perforación mostró que un mal almacenamiento de los mismos lleva a la pérdida de información valiosa para estudios posteriores, que mejorarían y optimizarían la exploración y que contribuirían a realizar un modelo geológico detallado de la zona.

Durante el transcurso de la práctica se realizó la correlación entre las nomenclaturas utilizadas para el minado-acopio y base de datos, con la definida por C.I. Carbones del Caribe para el yacimiento de la Loma denominada como *modelo*. Esto fue de amplia ayuda ya que nos permitió identificar con mayor precisión los mantos de carbón, en los registros eléctricos y en el pit, y de esta manera dar mayor credibilidad a la información plasmada en este documento.

Se hace énfasis en la descripción de cada uno de los mantos de carbón económicamente viables en el área, enfocándonos en los contactos con las litologías supra e infra – yacentes, ya que un conocimiento completo de estos permite optimizar los procesos de minado. Además de la información de campo, se pudo anexar información recopilada durante diferentes etapas de la minería como lo son: Exploración (muestreo de núcleos de perforación) y explotación (muestreo in situ para acopio y muestreo de recepción).

La elaboración de una columna semidetallada permite conocer la distribución estratigráfica de cada uno de los mantos en el área de estudio, información necesaria para mejorar los procesos de voladura, identificación de mantos de carbón y acopio de los mismos. También permite realizar con mayor precisión estudios posteriores para mejorar el conocimiento actual del yacimiento.

Por último, se realizan una serie de recomendaciones que mejorarían la conservación de núcleos de perforación, y otros que permiten evaluar el yacimiento para la realización de un seguimiento a las calidades de los mantos por medio de muestreos in situ.

## OBJETIVOS

El objetivo principal del presente proyecto es el de elaborar una columna semi-detallada del intervalo productor de la formación Cuervos que caracterice cada uno de los mantos de carbón explotables en el pit de la mina el Hatillo con el fin de mejorar los procesos de extracción de cada uno de ellos.

- Organizar las bases de datos de sobre calidad de carbones y la información geológica (mapas geológicos, registros eléctricos, columnas estratigráficas, perfiles).
- Revisar los núcleos de perforación con el fin de evaluar el estado de los mismos y conservar los que presenten mayor confiabilidad.
- Levantar columnas estratigráficas locales a nivel de afloramiento a partir de las paredes laterales del pit en explotación, enfocándose en la descripción de los mantos de carbón, durante el avance de la minería.
- Elaborar un catálogo de los mantos de carbón que contenga la información recogida en campo y los datos de calidad adquiridos hasta la actualidad.
- Seleccionar los pozos corazonados de mayor confiabilidad y escoger intervalos que contengan las secuencias de mantos de carbón presentes en el área de explotación, con el fin de construir la columna semi-detallada a escala 1:100.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los diferentes programas exploratorios llevados a cabo en la zona de estudio dejaron como resultado gran cantidad de información que incluye núcleos de perforación, registros eléctricos, perfiles, columnas estratigráficas. Dicha información no fue debidamente organizada y los núcleos de perforación no contaron con un almacenamiento que permitiera una mejor conservación.

La práctica se llevó a cabo debido a la necesidad de la empresa en organizar la información geológica disponible (digital, impresa) y de evaluar los núcleos de perforación obtenidos, con el fin de extraer información adicional que permitiera mejorar los procesos de extracción y evaluar el conocimiento actual del yacimiento. También el de corregir y unificar las diferentes nomenclaturas utilizadas para los mantos de carbón en una sola mencionada en este trabajo como nomenclatura modelo.

Por otra parte surgió la necesidad de mejorar la descripción de los mantos de carbón, información necesaria para la realización de manuales de procedimiento de minado y dentro de los cuales se especificarían los mantos que podrían presentar problemas, y de esta forma optimizar el proceso disminuyendo contaminación por extracción, y por lo tanto obteniendo las mejores calidades que presenta el yacimiento.

## 2. LOCALIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO

El área de explotación carbonífera de El Hatillo, se encuentra localizado en el centro y sur del departamento del Cesar, jurisdicción del municipio del Paso, inspección de policía de la Loma, también ocupa territorios de los municipios de La Jagua de Ibirico, Chiriguana y Becerril 160 kilómetros al sur de su capital Valledupar. El área de la zona es de **9.638 Hectáreas 9852,49 m<sup>2</sup>** plano polígono contractual. El área concedida a EMCARBON S.A es colindante con los proyectos de DRUMMOND, CALENTURITAS, SIMINERA Y DUPELA. La distancia de la mina a los puertos de embarque son: a Río Córdoba 189 kilómetros, a Santa Marta 210 kilómetros, al Puerto de Tamalameque sobre el río Magdalena 114 kilómetros.

El área adjudicada tiene las siguientes coordenadas:

Tabla 1. Coordenadas polígono contractual área El Hatillo. (Tomado Informe Final de Exploración, EMCARBÓN S.A.)

<b>PUNTO INICIAL</b>	<b>PUNTO FINAL</b>	<b>RUMBO</b>	<b>DISTANCIA METROS</b>	<b>COORDENADA NORTE</b>	<b>COORDENADA ESTE</b>
PA	1	S 00-00-00 E	3490.0000	1556995.000	1068000.000
1	2	N 90-00-00 W	6805.0000	1553505.000	1068000.000
2	3	S 00-00-00 E	8005.0000	1553505.000	1061195.000
3	4	N 48-12-53 W	13199.5720	1545500.000	1061195.000
4	5	N 63-47-49 E	3401.2926	1554108.2833	1051562.144
5	6	N 36-39-49 E	2072.1358	1555610.1256	1054613.907
6	7	N 43-53-54 E	2396.7284	1557272.3005	1053376.603
7	8	N 90-00-00 E	962.2642	1559000.0000	1055037.736
8	9	S 00-00-00 E	1000.0000	1559000.000	1056000.000
9	10	N 90-00-00 E	5350.0000	1558000.000	1056000.000
10	11	S 00-00-00 E	1005.0000	1558000.000	1061350.000
11	PA	N 90-00-00 E	6650.0000	1556995.000	1061350.000

Figura 1. Localización nacional del área El Hatillo (Tomado IFE, EMCARBON S.A).

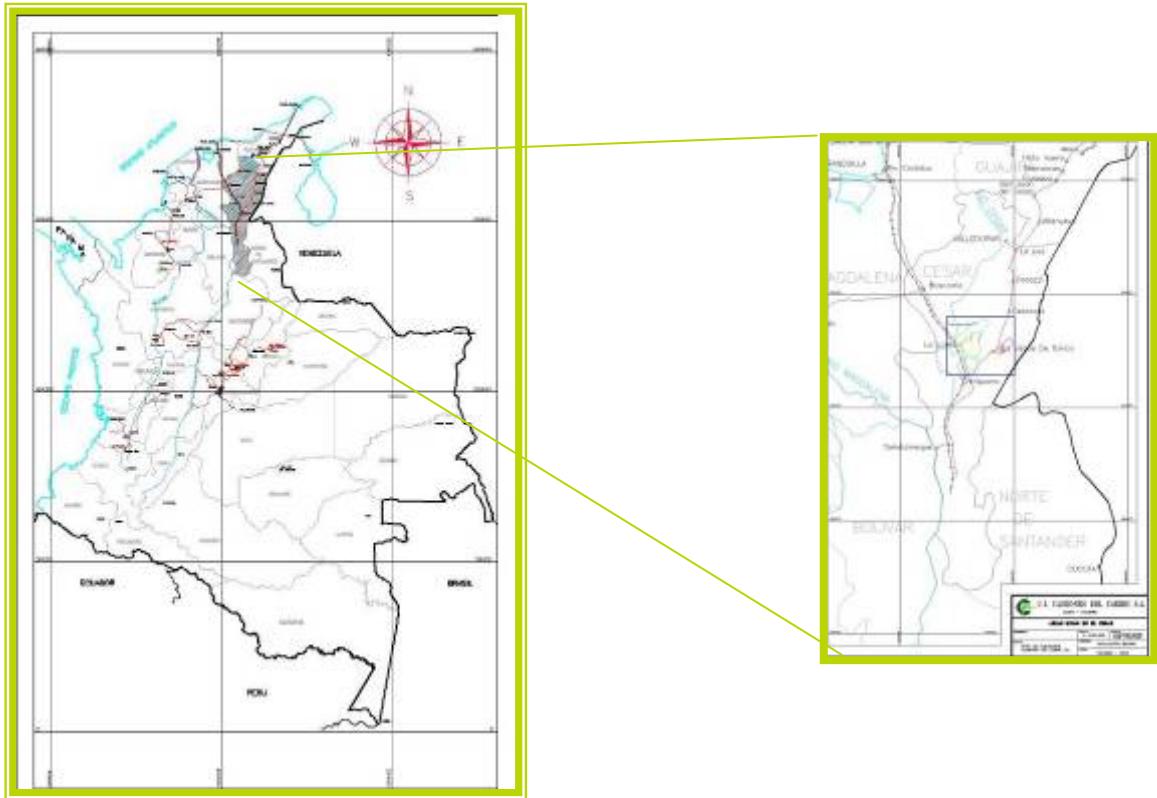
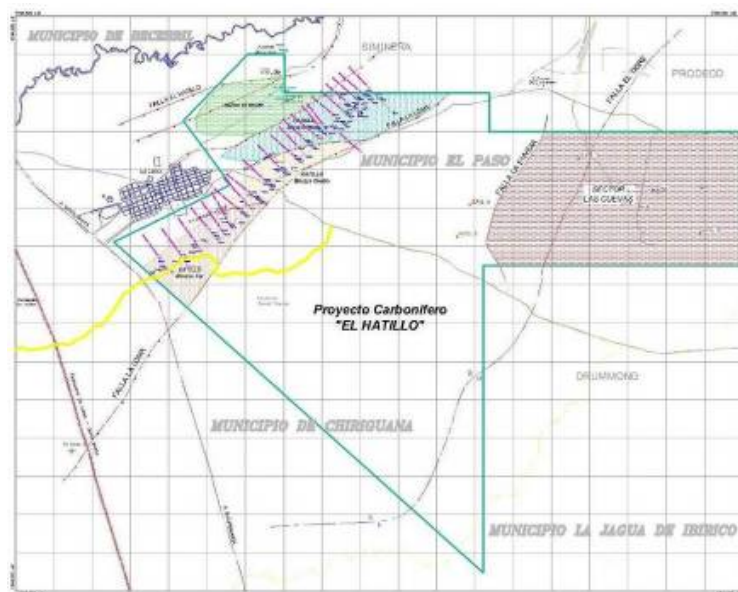


Figura 2. Área de Exploración y explotación (de color azul) del área El Hatillo y proyectos mineros fronterizos (Tomado IFE, EMCARBON S.A).



El estudio está enfocado hacia el Bloque Norte de la mina El Hatillo, área en la cual actualmente se realizan las labores de explotación. El bloque norte se encuentra de color azul en la figura 2.

### **3. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL**

El área de La Loma Cesar pertenece a la denominada cuenca del Cesar-Ranchería, la cual se encuentra limitada al norte, por la Falla Oca de dirección este-oeste y de desplazamiento lateral derecho; al oeste-suroeste por el sistema de falla Bucaramanga-Santa Marta, principalmente, de rumbo e inclinación hacia el oriente; el complejo ígneo-metamórfico de la Sierra Nevada de Santa Marta, al noroeste y las formaciones Jurasicas y Cretácicas de la Serranía de Perijá o de Los Motilones, al sureste.


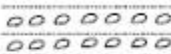
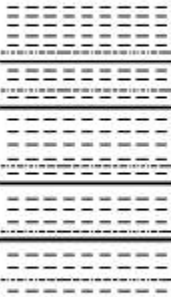
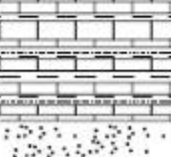
En la zona afloran rocas con edades que varían entre el Paleozoico y Holoceno. La estratigrafía se relaciona con las cuencas de Maracaibo y el Valle Medio del Magdalena.

#### **3.1 ESTRATIGRAFÍA REGIONAL**

En este sector la cuenca está constituida por una secuencia de rocas Terciarias que suprayacen rocas del Cretáceo. Estas formaciones son, en orden estratigráfico ascendente: La Luna, Molino, Barco, Los Cuervo, Cuesta, Depósitos de terraza del Pleistoceno y sedimentos aluviales recientes. Cada una de estas formaciones se describe a continuación.

La Figura 3 muestra gráficamente la secuencia estratigráfica del área carbonífera del Cesar.

Figura 3. Columna estratigráfica generalizada de la zona Carbonífera Cesar, Tomada de Carbones del Cesar, 2002. Modificada Ojeda, M.

EDAD		ESPESOR	LITOLOGÍA	FORMACIÓN	OBSERVACIONES			
Cenozoico		20 a 40		Depósito Aluvial	Gravas basales, arenas y arcillas			
	Mioceno Plioceno	20 a 40		Depósito Aluvial	Grava y areniscas			
	Eoceno ?	460	Miembro Superior	Formación Los Cuervos	Arcillolitas, limolitas areniscas de cuarzo y mantos de carbón interestratificados			
	Paleoceno					280	Miembro Medio	Arcillolitas, limolitas, bancos de areniscas de cuarzo y cintas de carbón intercaladas
		76 a 278		Formación Barco	Areniscas de cuarzo con intercalaciones de arcillolitas			
Mesozoico	Cretácico	±500		Formación Molino	Lutitas con ocasionales intercalaciones de areniscas y capas de carbón			
		265		Formación La Luna	Calizas, arcillolitas y bancos de areniscas de cuarzo			

### 3.1.1 Paleozoico

#### **Metasedimentitas de Manaure**

**Autor:** Forero (1972)

**Edad:** Cambro-Ordovícico

Metasedimentitas con muy bajo grado de metamorfismo; Forero divide la sucesión, en tres conjuntos de base a techo así: filitas, finamente estratificadas en las que aún puede distinguirse la estructura sedimentaria, con alternancia de capas gris oscuro a negro; presentan brillo característico debido a la presencia de sericita en escamas muy finas, también es frecuente el óxido de hierro que da un color rojo a la sucesión que es cortada por venillas de cuarzo secundario. Continúan cuarcitas blancas, duras, en bancos gruesos, localmente con óxidos de hierro e intercaladas con filitas. Termina con un conjunto de meta arcosas de grano grueso, conglomeráticas hacia el techo de la sección; están interestratificadas con filitas en capas que varían entre 20 y 50 cm de espesor. Es correlacionable con la Unidad Metasedimentarias de la Virgen (Royero, 1994)

#### **Grupo Cachirí (PZc)**

**Autor:** Liddle (1943)

**Edad:** Devónico inferior – Pérmico medio (Forero, 1972)

Está compuesto por un conglomerado basal, afectado por compresión, ya que los cantos de cuarzo que lo constituyen muestran alineación notoria. Este conglomerado puede tener 5 m de espesor; sobre él se encuentra una sucesión de areniscas ferruginosas y subgrauvacas bien calibradas de grano medio, las cuales contienen unas pocas capas de lutitas grises; a continuación se encuentran 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.

### **3.1.2 Triásico – jurásico**

#### **Formación La Quinta (Jq)**

**Autor:** Kündig (1938, citado por Forero, 1972)

**Edad:** Triásico Superior - Jurásico Inferior

Está constituida por 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

### **3.1.3 Cretácico**

#### **Formación Rionegro (K<sub>1r</sub>)**

**Autor:** Hedberg (1931) en Venezuela. En Colombia introducido por Trumpy (1949).

**Edad:** Aptiano – Neocomiano

Está conformado por areniscas y conglomerados de granulometría y composición variada con esporádicas intercalaciones de arcillolitas y limolitas grises y pardas. Se presentan en capas gruesas a muy gruesas con abundante estratificación cruzada a diversa escala. Las areniscas son totalmente cuarzosas, muy deleznable por ser poco cementadas; localmente presenta tonos rojizos por la presencia de óxidos de hierro. De acuerdo con los datos de pozos y geología de superficie el espesor alcanzado sería de unos 200 a 250 m aproximadamente. Por litología se ha postulado un ambiente de depósito por abanicos aluviales los cuales drenaban desde los altos del basamento (formación la Quinta y rocas Paleozoicas) ubicadas al oeste, este y Norte de la actual cuenca del Cesar. A medida que el mar avanzó en su proceso transgresivo gradualmente el ambiente se fue tornando marino (Cáceres, et. Al 1980 y García, 1990)

### **Grupo Cogollo (K<sub>1c</sub>)**

**Autor:** Garner (1927)

**Edad:** Aptiano – Barremiano? – Cenomaniano

Litológicamente se caracteriza por estratos de calizas grises azulosas en capas medianas a gruesas que varía de wackestone (predominantemente), mudstone, packstone, ghrainstone y calizas arenosas, de color gris, gris azulado, gris pardo, gris oscuro y negra, cristalinas, compactas, macizas, detríticas y densas, forman capas de espesor variable intercaladas con shale negro carbonoso. La sedimentación del grupo Cogollo ocurrió inicialmente sobre un sustrato de pendiente suave, cercano a la plataforma, con profundidades que oscilaban alrededor de los 100 m, como lo evidencia la presencia de algas calcáreas y marinas y los foraminíferos plantónicos.

### **Formación La Luna (K<sub>2</sub>l)**

**Autor:** Garner (1926) como *La Luna Limestone*. Notestein (1944) introdujo este nombre en la concesión Barco y posteriormente este nombre se extendió a la cuenca del Magdalena Medio, La Guajira y Serranía del Perijá.

**Edad:** Turoniano inferior, posiblemente hasta Santoniano, según Ward et al. (1973).

En el Departamento del Cesar, la Formación La Luna consta de una sucesión alternante de lutitas negras carbonosas, limolitas, arcillolitas, calizas negras, bituminosas, que al partirlas expelen olor a petróleo, capas delgadas de chert y arenisca calcárea. Predomina la sucesión calcárea hacia el techo en estratos delgados a medianos, clasificados como calizas de grano medio a fino. Tiene numerosas concreciones en forma de disco, ovaladas y elipsoidales desde pocos centímetros hasta 120 cm o más de diámetro; en las concreciones más pequeñas generalmente se encuentra abundante pirita, son ovaladas y localmente contienen fragmentos y restos de amonitas. En el informe de García (1990) se menciona que en la Formación La Luna se encuentran foraminíferos, amonitas, bivalvos et al. Restos de conchas. Alcanza un espesor de 180 m al oriente de Casacará (corregimiento de Agustín Codazzi) hasta La Victoria de San Isidro (corregimiento de La Jagua de Ibirico).

### **Formación Molino (K<sub>2</sub>m)**

**Autor:** Haugth (1945)

**Edad:** De edad Campaniano - Maastrichtiano?, según Gandolfi (1995, en Tschanz et al., 1969).

Se compone de una sucesión monótona de lutitas gris azulosas y grises oliva a negras, calcáreas, con abundantes microfósiles; presenta delgadas intercalaciones de areniscas de grano fino, glauconíticas, limolitas y calizas

grises a negras, en capas delgadas. Esta formación fue depositada en condiciones marinas de mar abierto en un ambiente batial a abisal (entre 1000 y 2000 m), circulación moderada y salinidad normal

El espesor es variable, y alcanza, en el Departamento del Cesar, un espesor máximo de 1.380 m.

### **3.1.4 Paleógeno - neógeno**

#### **Formación Barco (E<sub>1</sub>b)**

**Autor:** Notestein et al. (1944)

**Edad:** Paleoceno temprano

En el área de La Loma, la formación Barco reposa inconformemente sobre la formación Molino. La formación Barco, depositada durante el Paleoceno, está conformada por areniscas grises claras, de grano fino a grueso, cuarzosas y micáceas, masivas y con estratificación cruzada en matriz de arcilla y cemento ferruginoso y algunas arcillositas interestratificadas, grises oscuras, lodolitas y pocas calizas grises claras que varían de arcillosas a arenosas. Se considera de ambiente fluvial por sus características litológicas.

El espesor de la formación Barco varía entre 180 y 300 m. en el área de La Loma

#### **Formación Cuervos (E<sub>1</sub>c):**

**Autor:** Notestein et al. (1944) en la quebrada Los Cuervos, afluente del río Catatumbo, en el Departamento de Norte de Santander.

**Edad:** Paleoceno y Eoceno Inferior.

Compuesta por arcillolitas negras, grises, verdosas y amarillentas, con delgadas intercalaciones de arenisca gris verdosa o amarillenta, de grano medio, micáceas, con matriz arcillosa, y mantos de carbón que son objeto de explotación intensa. Sobre la serie de carbones continúan limonitas grises y arcillolitas con incrustaciones de Siderita, presentándose algunas areniscas de hasta seis metros de espesor. La serie de arcillolitas tiene abundantes shales gris oscuro y carbonosos y arcillositas abigarradas. El ambiente de depósito es de sistema transicional estuarino a fluvial.

En la Cuenca Cesar – Ranchería, ésta formación se ha dividido en tres miembros (CARBOCOL, 1983), siendo el miembro superior de interés económico, debido a que es portadora de los mantos de carbón que se encuentran en el Departamento del Cesar, especialmente en las zonas de La Loma y La Jagua de Ibirico, donde es explotado actualmente. Los tres miembros se encuentran constituidos de base a techo así:

- **Miembro Inferior (Tpc1)**. Esta constituido por una secuencia de arcillolitas, limolitas de color gris, areniscas de grano fino y cintas de rocas carbonatadas. Presenta un espesor aproximado de 220 m en toda el área.

- **Miembro Medio (Tpc2)**. Compuesto principalmente por areniscas de grano fino, arcillolitas, limolitas e intercalaciones de mantos delgados de carbón. En el Departamento del Cesar alcanza un espesor de 280 m.

- **Miembro Superior (Tpc3)**. Este miembro se caracteriza por la presencia de mantos de carbón de espesor apreciable; además está constituido por areniscas de grano fino, limolitas grises masivas, arcillolitas y lutitas negras carbonosas.

El espesor de este miembro carbonífero en el área es de 480 m, constante al parecer, según estudios sísmicos efectuados en el lugar (CARBOCOL, 1983).

### **Formación Cuesta (N<sub>2</sub>c).**

**Autor:** García (1990).

**Edad:** Eoceno Inferior y Medio, utiliza este nombre para describir los sedimentos semiconsolidados que conforman el tope del Sinclinal de La Loma, que afloran en la vía entre La Jagua de Ibirico y La Loma.

Se caracteriza por presentar areniscas de color gris claro a blanco, semiconsolidadas, cuarzosas, de grano medio a grueso, con estratificación cruzada, intercaladas con conglomerados de matriz arenosa con cantos alargados similares a los denominados “Huevos de Paloma” de cuarzo ahumado de 3 cm de diámetro; areniscas con costras ferruginosas y arcillolitas limosas de colores morado, gris y rojizo. La estratificación es en capas delgadas y, ocasionalmente, media. La expresión morfológica que produce esta unidad es de leves ondulaciones en el terreno con alturas que no superan los 25 m.

Su espesor varía entre 160 y 400 m al oriente de La Loma. García (1990) considera que su espesor total puede ser de 800 m.

### **Depósitos Cuaternarios:**

**Depositos de Terraza:** Los remanentes aislados de antiguas terrazas, depositadas por el Río Cesar y sus tributarios reposan inconformemente sobre los sedimentos pre-Pliocénicos del área de La Loma. Estos depósitos son de la época Pleistoceno y consisten en areniscas conglomeráticas

cuarzosas de color café a pardo y conglomerados. En la localidad, los antiguos depósitos de terraza varían de espesor hasta alcanzar 50 m.

**Aluviones recientes:** El área de La Loma está cubierta, en su mayoría, por una capa de depósitos aluviales recientes compuesta de arena cuarzosa café clara a gris, de grano fino a muy grueso, arcillas grises y amarillas y gravillas. El espesor de estos depósitos varía entre 0 y 80 m.

Los depósitos recientes reposan inconformemente sobre las rocas Terciarias plegadas del área de La Loma.

### **3.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL**

Esta zona se caracteriza tectónicamente por presentar tres estructuras sinclinales de dirección noreste-suroeste, denominada como El Descanso, La Loma y El Boquerón (López y Góngora, 1997). Los pliegues anticlinales se encuentran generalmente, erosionados, excepto el Anticlinal La Loma, que se ubica entre los sinclinales La Loma y El Boquerón (véase la Figura 4). Estos pliegues son el resultado de movimientos orogénicos Andinos ocurridos principalmente durante el Mioceno y en un periodo de menor intensidad del Plioceno al Pleistoceno.

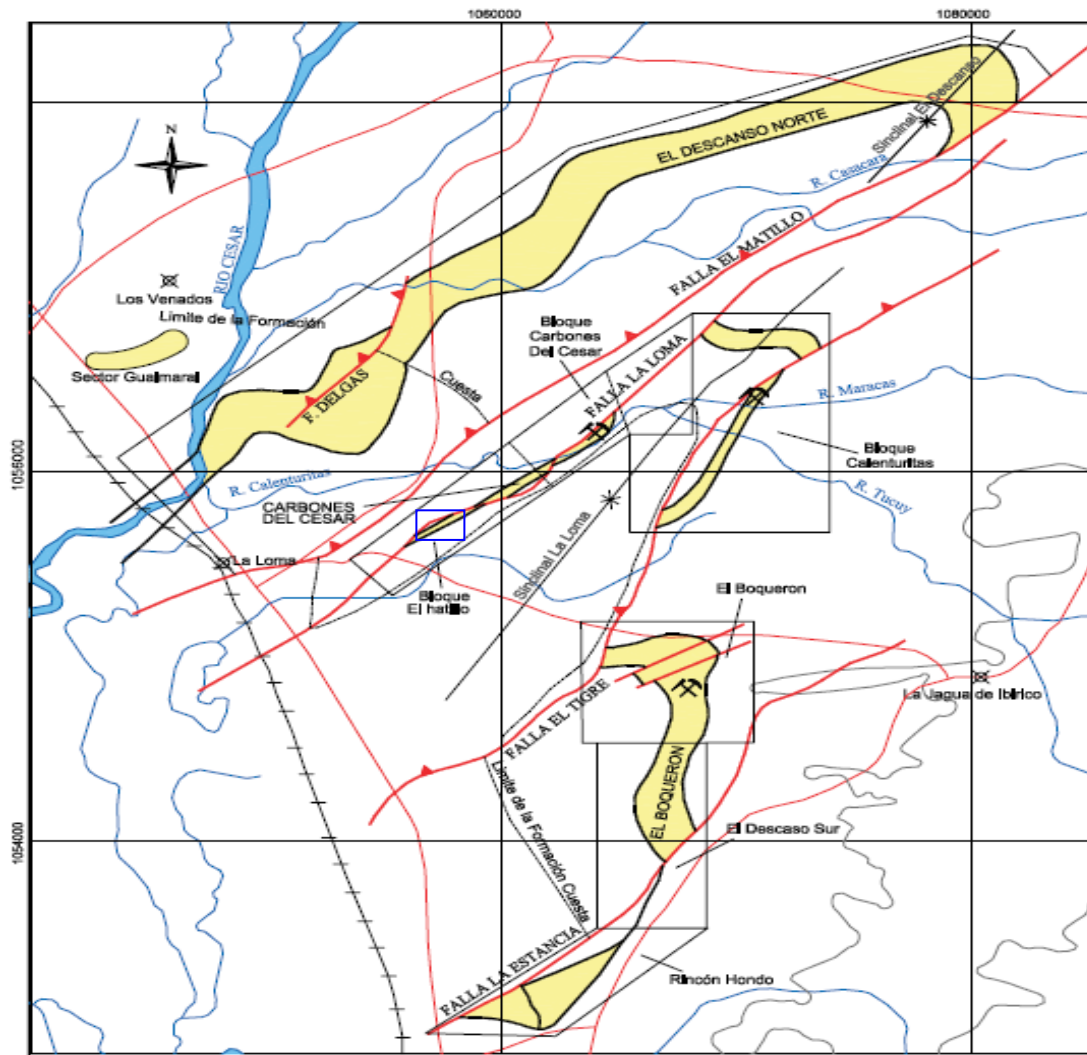
La fuerza tectónica dominante en la región es de tipo compresional con una directriz noroeste-sureste, que origina principalmente fallas inversas.

Los pliegues son afectados regionalmente por las fallas inversas El Hatillo y El Tigre, que tienen una orientación noreste-suroeste. Dentro de los sinclinales se observan fallas locales, de tipo inverso, con dirección noreste-suroeste, como son las fallas Delgas, Descanso, La Loma, Calenturitas, Norte, La Envidia y Rosario; también, existen algunas fallas de rumbo.

El Sinclinal de La Loma es una estructura asimétrica de rumbo noreste y cabeceo axial hacia el suroeste.

El flanco occidental del sinclinal de La Loma presenta un buzamiento variable entre 15 y 22° hacia el noroeste, en tanto que el flanco noroccidental buza de 21 a 35° hacia el sureste.

Figura 4. Mapa Estructural del Área Carbonífera La Loma



Fuente: Carbocol, 1983. Cuadro azul área El Hatillo.

**3.2.1 Fallas.** El sistema de fallas presente en el bloque de exploración tiene una orientación noreste- suroeste, con planos preferenciales hacia el suroriente. Las fallas de El Tigre, La Loma y El Hatillo son las principales; de estas se desprenden fallas menores y de transferencia de orientación NNE - SSW. Este sistema de fallas afecta a las formaciones Los Cuervos y Cuesta.

Dentro del bloque se diferencian dos tipos de fallamiento asociados a los pliegues. Al oriente de la falla El Tigre, las fallas han emergido por el núcleo de los anticlinales, mientras que al occidente de dicha falla son afectados sinclinales como ocurre con la falla de La Loma que hace desaparecer en superficie un sinclinal en el sector de El Chorro.

El área ha sido dividida en tres bloques que se encuentran separadas entre si tectónicamente, por medio de las fallas El Manco y Santa Cruz (ver figura 3)

Figura 5. Observe de color rojo las principales fallas del area El Hatillo. El actual area de explotación es el bloque Norte, escala 1:10000 (Tomado de IFE Emsarbon S.A., Mina El Hatillo)

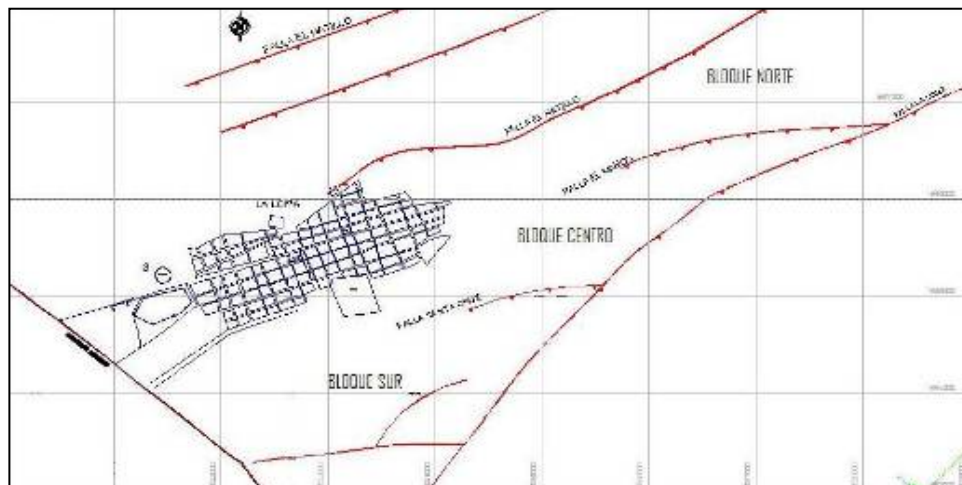
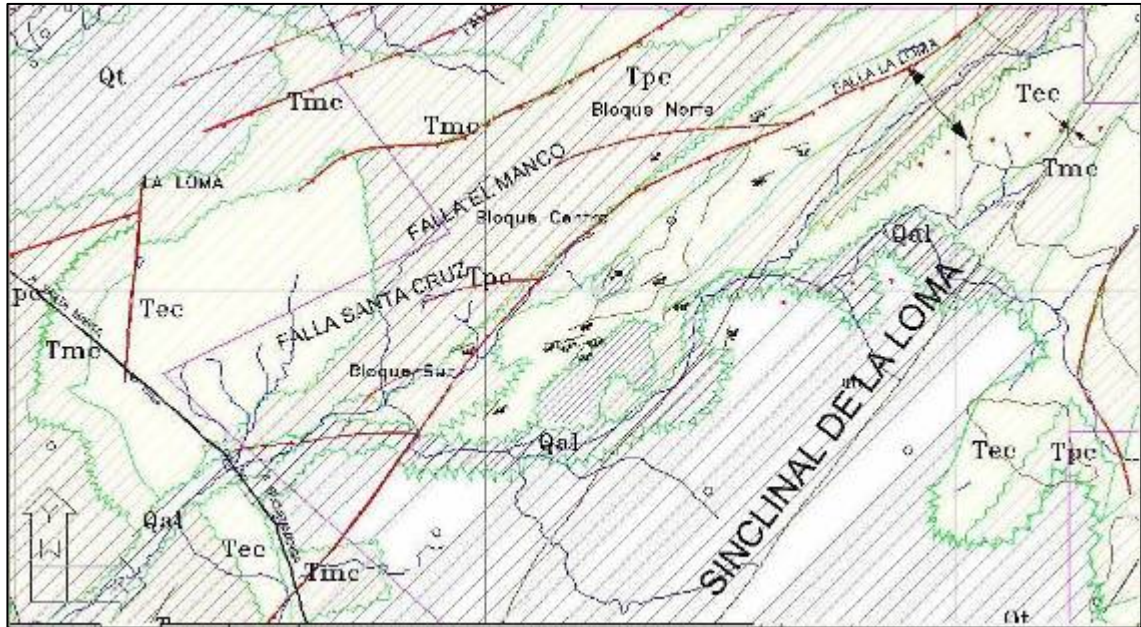


Figura 6. Mapa Geológico de la zona. Qal: Depósito cuaternarios aluviales, Tmc: Fm Cuestas, Tpc: Fm Cuervos miembro productor. Escala 1:25000 (Tomado IFE, EMCARBÓN S.A, Mina El Hatillo)



## 4. METODOLOGÍA

Con el fin de llevar a cabo los diferentes objetivos planteados en este documento se desarrolló la siguiente metodología cuyo único fin es el de cumplir a cabalidad lo acordado con la empresa.

### 4.1 RECOPIACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Durante el transcurso de esta etapa se recopiló toda la información geológica disponible para la mina El Hatillo, especialmente los registros eléctricos disponibles y organizar una base de datos en Excel que los contenga. Para los registros eléctricos se revisaron datos como profundidad del pozo, ubicación, fecha y escala del registro. El resto de la información se organizará con el fin de tener una base de datos geológica que pueda ser consultada de una manera rápida y efectiva.

### 4.2 VALORACIÓN DE LOS NÚCLEOS DE PERFORACIÓN

En esta etapa se evaluó el estado de cada uno de los núcleos de perforación teniendo en cuenta parámetros como:

- **Fecha:** En la cual se realizó el pozo.
- **Profundidad:** Profundidad a la cual se llevó cada pozo.
- **Profundidad del Intervalo:** Muestra el inicio y fin de una caja de núcleo.
- **Cuñas de Recuperación:** Muestran la profundidad inicial y final de una pesca.
- **Cuñas de carbón:** Muestran inicio y fin de cada uno de los segmentos de carbón muestreados de un pozo.

- **Estado de la caja:** Algunos núcleos se encuentran en cajas de madera, las cuales han sufrido deterioro debido al peso de la carga de las cajas de encima, humedad, actividad biológica (comején, hongos), factores que alteran la información consignada en estas.

- **Estado del Núcleo:** Debido a que estos núcleos fueron almacenados en una bodega durante mucho tiempo estuvieron expuestos a actividad orgánica, factores climáticos y peso de las cajas de encima que de una forma u otra dañan los núcleos, fracturándolos y alterando el grado de confiabilidad de la información geológica que contienen.

#### **4.3 DESCRIPCIÓN MANTOS DE CARBÓN**

En esta etapa se realizó una descripción detallada (escala 1:10) de los principales mantos de carbón que actualmente se encuentran en explotación en la mina El Hatillo, siguiendo los siguientes pasos:

1. Ubicación del manto en el pit.
2. Nomenclatura del manto en el pit.
3. Descripción macroscópica del carbón

Esta descripción se realizará de base a techo, macroscópicamente, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Espesor
- Litotipos presentes y distribución de los mismos
- Presencia de intercalaciones
- Presencia de pirita (diseminada, agregados, laminar, nodular)
- Piso y Techo: Contacto con las litologías suprayacente e infrayacente.

Si el manto presenta intercalación se procedió a definir la ubicación estratigráfica de la misma, su espesor, litología, fisilidad, plasticidad y contenido de carbón.

4. Litología adyacente: descripción de las litología supra e infrayacentes al manto de carbón.
5. Registrar la información adquirida, en columnas sin escala, realizadas a mano en campo.
6. Digitalización de la información en oficina.

**Litotipos.** Los litotipos designan las diferentes bandas de los mantos de carbón identificables macroscópicamente. Presentan diferentes características según su naturaleza, las condiciones de depositación y la extensión de la alteración bioquímica durante la carbonificación de los diferentes componentes originales de las plantas originales, lo cuál determina la clase de carbón.

**Vitreno:** negro, brillante, apariencia vítrea, limpio al tacto, quebradizo, cruzado por finas grietas, capas delgadas de fractura cúbica y capas gruesas con fractura concoidea. Se presenta en bandas de 3 a 5mm.

**Fuseno:** como pastillas, lentes o capas delgadas. De color negro, sucio al tacto, no presenta mayores fracturas, friable, blando, mate, apariencia polvorienta, apariencia de carbón vegetal

**Clareno:** brillante pero menor al de el vitreno (semibrillante), Finamente estratificado, con bandas <3mm

**Dureno:** negro o gris, superficie rugosa, apariencia grasosa, duro, mate, pocas grietas o fisuras, fractura granular, se rompe en grandes trozos.

#### 4.4 DESCRIPCIÓN NÚCLEOS DE PERFORACIÓN

Ya seleccionados todos los intervalos que cubren la zona productora de la formación Cuervos se procedió a la descripción detallada a escala 1:100 de cada una de las litologías presentes en la columna teniendo en cuenta las siguientes características macroscópicas:

**Litología.** Con el propósito de identificar las diferentes litologías presentes en el área de estudio se utilizó una clasificación de rocas sedimentarias que permita una fácil identificación del tipo de roca que se tiene de acuerdo a los trabajos realizados previamente en la zona, identificando principalmente areniscas, limonitas y arcillolitas o intercalaciones de las rocas mencionadas.

**Estructuras Sedimentarias.** La estructura es una propiedad intrínseca de una roca y una guía para conocer su origen. Son importantes porque reflejan las condiciones hidrodinámicas al tiempo de la depositación (por ejemplo energía, tipo de corriente etc.). Ellas constituyen un elemento importante de las facies de una unidad sedimentaria y conducirán a una mejor definición del ambiente deposicional. Mientras que la textura que se ocupa de las relaciones grano a grano de una roca, la estructura lo hace con las discontinuidades y las principales heterogeneidades. La estructura está relacionada con la organización del depósito (la manera en que se acumula). De aquí que las estructuras constituyen los rasgos de mayor magnitud que, por lo general, se estudian mejor en afloramientos que en muestras o cortes delgados. Estas explican las variaciones locales de la composición o la textura.

Una estructura sedimentaria se refiere a las características morfológicas megascópicas, esas características incluyen el espesor y la forma de las

capas, su organización interna, la naturaleza de su superficie de contacto, diaclasamiento, concreciones, clivajes y contenido fosilífero.

Las estructuras sedimentarias primarias son ocasionadas, ya sea por la velocidad de la corriente, que impide la acción de la gravedad, y su evolución, marcas de erosión, ondulitas, estratificación cruzada, estratificación gradada o por la actividad orgánica (huellas, rastros, perforaciones, improntas de raíces) o por la acción de los agente climáticos o físicos (grietas de desecación, hoyuelos, moldes de carga, diques, estratificación convoluta, estructuras de deslizamiento subácueo).

Finalmente se armó una columna estratigráfica semi-detallada a escala 1:100 a partir de muestras de núcleos de perforación, registros eléctricos y digital, a partir de los pozos PC-38, PC-42 y PC-44, cubriéndose el intervalo que va del manto 280 hasta el 140.

#### **4.5 ENTREGA DE RESULTADOS**

Durante esta etapa se elaboró un informe final donde se consignan todos los resultados obtenidos, al igual que las columnas estratigráficas elaboradas, registros fotográficos e interpretación de la información geológica. Se espera que la información consignada en este último informe sea concisa y de fácil entendimiento para cualquier trabajador de la empresa que requiera de la misma.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 EVALUACIÓN NÚCLEOS DE PERFORACIÓN

La evaluación se realizó en la bodega de almacenamiento de núcleos de perforación ubicada en la zona de ensamble de la mina. Se encontraban núcleos obtenidos de jornadas exploratorias de 1994 perforados por Minercol, y las realizadas por Carbones del Caribe desde 1999 hasta el presente.

Foto 1. Bodega de Almacenamiento de Núcleos.



Obsérvese en la foto anterior que las condiciones de almacenamiento no permite una buena conservación de los núcleos.

En total se evaluaron 33 pozos correspondientes a los bloques norte, centro y sur. A continuación se muestra una lista de todos los pozos corazonados que se encontraban almacenados y sus respectivas ubicaciones.

Tabla 2. Listado de pozos corazonados área el Hatillo

POZO	COORDENADAS			PROFUNDIDAD	BLOQUE
	N	E	COTA		
PC-1	1557440,65	1058013,38	51,61	170,20	NORTE
PC-2	1557602,96	1057826,82	51,87	200,05	NORTE
PC-3	1556255,25	1056368,89	50,37	198,15	CENTRO
PC-4	1556335,87	1056277,69	50,31	150,28	CENTRO
PC-5	1554787,51	1055003,55	48,09	148,50	SUR
PC-6	1554885,46	1054888,91	49,55	193,00	SUR
PC-11	1556924,32	1057106,71	49,88	179,40	NORTE
PC-14	1556599,79	1056731,47	50,43	197,95	CENTRO
PC-21	1557704,94	1057704,46	52,22	101,60	NORTE
PC-24	1557251,97	1057491,74	51,37	196,60	NORTE
PC-31	1557713,68	1058049,24	51,77	216,00	NORTE
PC-36	1557967,83	1058071,29	53,36	122,20	NORTE
PC-38	1557951,84	1058419,21	51,81	212,30	NORTE
PC-42	1557546,60	1057796,47	51,94	168,30	NORTE
PC-43	1557062,84	1057320,43	50,88	190,20	NORTE
PC-44	1557133,23	1057240,69	50,91	197,20	NORTE
PC-45	1557062,67	1057099,95	50,62	214,00	NORTE
PC-48	1556546,28	1056792,16	50,31	164,80	CENTRO
PC-49	1556023,33	1055911,81	50,27	117,80	CENTRO
PC-53	1555878,76	1056054,85	50,42	225,10	CENTRO
PC-54	1556753,87	1056568,15	50,23	83,00	NORTE
PC-55	1556885,13	1056836,86	50,11	134,90	CENTRO
PC-60	1555609,64	1055647,33	49,77	182,50	CENTRO
PC-65	1555233,89	1055307,63	47,71	119,50	CENTRO
PC-70	1555327,97	1055184,39	47,88	87,17	CENTRO
PC-2106	1553606,20	1053117,50	36,86	156,20	SUR
PC-2107	1553852,23	1053556,86	37,70	160,70	SUR
PC-2108	1554425,67	1054376,33	45,96	149,80	SUR
PC-2109	1554126,21	1053974,41	38,55	131,50	SUR
PC-2110	1554328,66	1054446,96	48,29	123,30	SUR
PC-2111	1553372,18	1052781,32	36,32	147,00	SUR
PC-0503	1557626,12	1057691,98		107,5	NORTE
PC-0504	1557366,09	1057556,31		192,05	NORTE

Los núcleos fueron almacenados en cajas de madera y de aluminio y los tacos de intervalos de pesca y de carbón son de madera. La madera con el tiempo tiende a deteriorarse ya sea por la acción de comején o por putrefacción de la misma por exposición a factores climáticos, y las cajas de aluminio tienden a oxidarse, romperse durante los movimientos, y doblarse

por sobrepeso. Lo anteriormente mencionado muestra que evidentemente es muy difícil conservar muestras de roca bajo esas condiciones.

Las cajas de aluminio permitieron una mejor conservación de núcleos que las de madera, pero la información escrita con marcadores permanentes (número de caja, profundidad del intervalo, número del pozo) fue borrada por el contacto de las cajas con agua y por la fricción con otras cajas. Con el propósito de corregir lo anterior se recomienda el uso de marcadores de pintura.

Las cajas fueron apiladas unas sobre otras sin ningún tipo de orden, lo que llevó a que los núcleos sufrieran maltrato por sobrecarga, triturándose y perdiendo las propiedades físicas.

Foto 2. Deterioro de los núcleos de perforación por conservación en cajas de madera y de aluminio.



También se observó que las cajas perdían el orden estratigráfico durante el muestreo de los mantos de carbón, ya que los tacos de madera quedaban sueltos y por lo tanto se perdían.

Algunos tacos de madera sufrieron deterioro (actividad orgánica), borrando la información de profundidad consignada en cada una de ellos y por lo tanto disminuyendo la confiabilidad de los núcleos.

Finalmente se recuperaron intervalos de 17 pozos que presentan confiabilidad que representan el 31.15% de la información total y que contienen secuencias de mantos conocidas. La siguiente tabla muestra los porcentajes recuperados de los pozos confiables (ver ANEXO 2).

Tabla 3. Recuperación de los pozos confiables evaluados.

<b>POZO</b>	<b>BLOQUE</b>	<b>% RECUPERADO</b>
PC-3	CENTRO	55,16
PC-4	CENTRO	43,82
PC-21	NORTE	64,50
PC-24	NORTE	93,79
PC-31	NORTE	67,03
PC-36	NORTE	4,69
PC-38	NORTE	50,11
PC-42	NORTE	80,59
PC-49	CENTRO	59,77
PC-55	CENTRO	85,86
PC-60	CENTRO	94,70
PC-2106	SUR	97,95
PC-2107	SUR	95,52
PC-2108	SUR	84,31
PC-2109	SUR	93,10
PC-2110	SUR	100,00

## 5.2 CORRECCIONES NOMENCLATURAS

Para poder elaborar una caracterización litológica y una columna semi-detallada a partir de los núcleos de perforación se partió de la necesidad de conocer las nomenclaturas utilizadas en la explotación para cada uno de los mantos de carbón. A partir de columnas locales levantadas en diferentes paredes del pit se armó una columna semi-detallada que cubriera todo el intervalo productor (ver ANEXO 2). Se inició con el levantamiento de la pared norte por medio de poligonal abierta, la cual presentó problemas en los espesores de los mantos de carbón y litologías adyacentes debido a que se encontraba en una zona de falla. Luego se levantaron columnas locales (VER ANEXO 6) según el avance de la mina con lo que se consiguió levantar una columna semi-detallada en pit (ver ANEXO 4).

Se observó que la nomenclatura utilizada en el pit estaba en desacuerdo con la nomenclatura utilizada en el modelo de la empresa (Modelo SURPAC) y esta a su vez con la nomenclatura utilizada en las bases de datos de calidad (Nomenclatura EMCARBON IFE).

A partir de la posición estratigráfica, espesor, interpretación de registros eléctricos y de realizar un seguimiento a los principales mantos de carbón se correlacionaron las nomenclaturas utilizadas anteriormente mencionadas.

Tabla 4. Cuadro comparativo de las nomenclaturas de los mantos de carbón en la actual zona de explotación.

<b>Nomenclatura Pit</b>	<b>EMCARBON (IFE)</b>	<b>Modelo SURPAC</b>
300	310	290
285	300	280
280	290	270
275	285	269

<b>Nomenclatura Pit</b>	<b>EMCARBON (IFE)</b>	<b>Modelo SURPAC</b>
270	280	260
260	270	250
250	260	240
240	250	230
230	240	220
220 Sup	Cinta	Cinta
220	218	218
210 Sup	215	215
210	210	210
200	200	200
190	190	190
180	180	180
170 y 165	170	170
160	160	160
150	150	150
140	140	140
130	130	130

La nomenclatura utilizada en este documento es la perteneciente al modelo SURPAC, al igual que en todos los archivos adjuntos a este, al menos que se especifique lo contrario.

### **5.3 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA SEMI-DETALLADA**

Luego de identificar claramente las diferentes nomenclaturas utilizadas durante las etapas de la minería y de unificarlas en una sola (nomenclatura MODELO) se procedió a la escogencia de los intervalos de núcleos que incluyeran la secuencia. Se logró armar una columna cubriendo los intervalos que van desde el manto 280 hasta el manto 140.

Con la ayuda de los registros eléctricos, espesores estériles, espesores mantos, se escogieron los siguientes intervalos (ver ANEXO 3):

**Pozo PC-38:** Intervalo que va desde el techo del manto 280 hasta el techo del manto 240.

**Pozo PC-42:** Intervalo que va desde el techo del manto 240 hasta la base del manto 160.

**Pozo PC-44:** Intervalo que va desde el techo del manto 160 Hasta el manto 140.

En ninguno de los pozos corazonados recuperados se encontró la secuencia que va desde el M280 hasta el M290, ni la que va del M140 a M130.

En la columna se anexó información sobre espesores mínimos, máximos y promedios de los mantos de carbón y los espesores de estéril (litologías adyacentes) entre los mismos, además se agregaron hipervínculos que permiten ver la hoja de vida de cada manto con una descripción mas detallada del mismo (ver ANEXO 3).

## 5.4 CARACTERIZACIÓN LITOLÓGICA

Durante el levantamiento de las paredes laterales del pit de explotación se observó una variación lateral de facies litológicas presentándose desde facies lodosas (arcillosas y limosas) hasta facies arenosas de granulometría fina a media. Debido a esto no se encontraron litologías guías que contribuyan al proceso de correlación. Se recomienda la realización de un estudio de estratigrafía secuencial para mejorar el conocimiento actual del yacimiento y facilitar la descripción de núcleos de perforación y la correlación de los mantos de carbón. El mismo comportamiento se observó durante la revisión de la información adquirida durante la exploración en núcleos de perforación.

Se observó la aparición a lo largo de todo el intervalo incluida en la mayoría de las litologías presentes bandas de siderita compactas de color marrón rojizo, orientadas de igual forma que la estratificación, y aumentando en proporción de base a techo en dicha secuencia, y que no superan los 15 cm de espesor.

Se clasificaron cinco tipos de litologías asociándolas a estructuras sedimentológicas observadas:

**Carbón.** Es el material actualmente extraído en la zona. Generalmente es atrítico a masivo y está compuesto por dos litotipos que son durenó y clarenó, y en menores proporciones vitrenó y fusenó (foto 3). Los espesores varían entre cintas de 15 cm hasta mantos de carbón de hasta 6 metros (manto 160).

Los pisos y techos de los mantos están compuestos principalmente por limolitas plásticas y shale físil carbonoso ondulado, en otras ocasiones se encuentra en contacto neto con las litologías adyacentes.

Ocasionalmente se observa la presencia de lentes de limolitas compactos oscuros en algunos mantos de carbón (M170, M160, M200 y M230 principalmente). Se forma en ambientes tranquilos generalmente en zonas de charcas rodeados con áreas de densa vegetación. Cuando aparece entre facies arenosas se asocia con una llanura de inundación con desborde y relleno de canal y posterior estabilización de los sistemas fluviales, y cuando aparece entre facies lodosas se interpreta como llanuras de marea.

Foto 3. Manto de carbón en afloramiento (limitado por líneas rojas). Manto 240, pared lateral norte, mina El Hatillo



**Shale carbonoso.** Principalmente apreciable entre los contactos entre limolita y carbón. En general es de color negro, ligeramente brillante, fisil (finamente laminado), con presencia ocasional de pirita laminar. Los espesores medidos oscilan en el orden de centímetros (3 a 15 cm). Es importante su conocimiento ya que es de fácil remoción durante la extracción, y podría afectar la calidad del manto.

Foto 4. Shale carbonoso físil. Base del manto 140. Pared norte pit S.M.D.



**Limolitas Masivas.** Se presentan a lo largo del todo el intervalo productor. En general son de color gris medio, masivas. Hacia el contacto con los mantos de carbón se tornan plásticas, ligeramente carbonosas (presentando ocasionalmente fósiles de hojas. Son las de mayor presencia en el intervalo y presenta espesores que alcanzan hasta 8 metros. Frecuentemente presenta bandas compuestas por nódulos de siderita muy compacta con espesores inferiores a 15 cm de color marrón. Este tipo de litología se interpreta como un ambiente de llanura supramareal.

Ocasionalmente se aprecia la presencia de grandes pseudos-nódulos (estructura de carga) orientados en igual dirección que la estratificación. Son principalmente areniscas de grano muy fino a fino, muy compactas, de composición cuarzosa y con alto contenido calcáreo; en ocasiones forman bandas continuas y discontinuas. Presentan longitudes que varían desde los 10 cm hasta 1,5 metros.

Fotos 5 A. Limolitas masivas grises (Entre M160 y M170). B. Pseudos-nódulos de areniscas en limonitas (Entre M210 y 220). Pared lateral norte, Mina El Hatillo.



Fotos 6. Limolita masiva con presencia de bandas marrones de siderita en núcleo. Litología más común del área. (Tomada del Pozo PC-38 entre M240 y 250)



**Limolitas arenosas.** Se caracteriza por la presencia de laminaciones a intercalaciones lenticulares de areniscas de grano fino lodosas cuarzo-micáceas en limolitas masivas. Se encuentran frecuentemente bandas compuestas por nódulos compactos de siderita de color marrón rojizo (<15 cm). Ocasionalmente se pueden observar zonas ligeramente carbonosas. En general son blandas. Este tipo de litología se interpreta como un ambiente de llanura de inundación.

Fotos 7. Interlaminaciones lenticulares de areniscas en limolitas grises. **A.** PC-42 (entre M200 y 210). **B** Entre M270 y 280. Pared norte pit S.M.D.



**Areniscas lodosas.** En general son de matriz lodosa y están compuestas principalmente por cuarzo, y en contenidos menores plagioclasa, opacos y mica moscovita. Ocasionalmente presentan láminas carbonáceas y fósiles de plantas. Son de color gris clara (en afloramiento se tornan amarillentas) de granulometría fina a media subredondeados. Los paquetes más potentes medidos en campo alcanzaron los 6 m de espesor, mostrando tres tipos de estructuras:

- **Estructura Masivas:** Son las mas comunes y ocasionalmente presentan ligeros contenidos calcáreos (ver foto 6). Se pueden presentar en paquetes que alcanzan los 9 metros de espesor (pozo PC-38).

Foto 8. Areniscas masivas con presencia de nódulos de óxidos de hierro (dentro del círculo rojo) (PC-38, entre M220 - M210)



- **Laminación Plano – Paralela:** Generalmente presenta láminas carbonáceas concordantes con los planos de laminación y aumentando en proporción de base a techo. Se presentan asociadas a laminación cruzada gradacionalmente de base a techo. Se observan hacia la parte media del intervalo.

Foto 9. Laminación plano-paralela. Pared Norte S.M.D entre M170 y M180.



- **Laminación Cruzada:** este tipo de estructura es apreciable tanto a nivel de afloramiento como en muestra de núcleo (ver fotos 10). Forman parte de una secuencia que inicia a la base con esta estructura y al techo presenta laminación plano-paralela (ver foto 9).

Fotos 10 a. Areniscas con Laminación cruzada. Afloramiento entre M170 y M180 **B.** Núcleo de perforación (PC-38, entre M200 y M210)



- **Estratificación lenticular:** Se observan como acuñamientos a lo largo del afloramiento. Al igual que las anteriores son lodosas, cuarzosas con ligeros contenidos moscovíticos y ocasionalmente calcáreas.

Foto 11. Estratificación Lenticular. Obsérvese la estructura cuneiforme que presentan las capas Pared norte S.M.D sobre el M180.



## 5.5 CARACTERIZACIÓN MANTOS DE CARBÓN

Con toda la información adquirida en campo se realizó un catálogo de mantos de carbón (ver ANEXO 7) en el cual se registró información obtenida durante la exploración como espesores promedios mantos, espesores promedios estéril (ver ANEXO 3), calidades (modelo, acopio y recepción) e información geotécnica (RQD Rock Quality Designation y RMR Rock Mass Rating) de las litologías supra e infra-yacentes a los mantos.

Los principales mantos de carbón explotados en la zona son los siguientes ubicados en orden estratigráfico de techo a base en el intervalo productor:

### **Manto 290**

Espesor Promedio Modelo: 3.18

Espesor Medido en Pit: 3.15

Caracterizado por la presencia de vitreno con bajo clareno hacia el techo y hacia la parte media, y hacia la base vitreno con dureno. Presenta pirita como relleno de grietas y diseminadas. El contacto superior se caracteriza principalmente por la presencia de shale físil, carbonoso con contenido de pirita que no supera los 3 cm de espesor y el inferior por shale físil, carbonoso, de espesor variable (onduloso) menor a 3 cm de espesor. Los contactos no presentan problemas durante la extracción. Se encuentra a gran distancia estratigráfica del manto 280, predominando facies arenosas (ver foto 12).

No se tiene información de calidad por muestreo de núcleos. Se acopia con calidad de azufre de 0.83%.

Foto 12. Areniscas entre manto 280 y 290. Predominio de facies arenosas. Pared norte S.M.D.



### **Manto 280**

Espesor Promedio Modelo: 0.99

Espesor Medido en Pit: 0.9

Se caracteriza por la presencia de vitreno con bajo contenido de clareno hacia el techo y hacia la parte media y base vitreno con dureno. El contacto superior consta principalmente de shale físil carbonoso de 3 cm de espesor, ondulado con contenido de pirita laminar; y en general es muy físil y se desprende fácilmente del carbón. El contacto inferior se caracteriza principalmente por shale carbonoso ondulado

No se tiene una suficiente cantidad de datos en el modelo que permitan establecer una tendencia en la calidad del manto. En promedio presenta la siguiente información:

Tabla 5. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 280.

	Modelo	Acopio	Recepción
Humedad total	14.43	12.53	13.86
% Cenizas	8.35	2.97	5.25
% S	0.9	0.8	0.77
BTU	10452	11624	11021

En general muestra alto contenido de ceniza y poder calorífico, y porcentaje de azufre mayores a 0.7 %.

### **Manto 270**

Espesor Promedio: 2.75 m

Espesor medido en Pit: 2.4 m

Carbón atrítico compuesto por bandas de durenó y clarenó y también es apreciable la presencia de vitrenó en menor cantidad. Presenta pirita laminar y rellenando grietas. Ocasionalmente se observa la presencia hacia la base de la cinta 269, mostrando una intercalación con espesor de 30 cm. El contacto superior está compuesto principalmente por limolitas plásticas y ocasionalmente shale de estructura lenticular que no superan los 5 cm. En general es muy físil y se desprende fácilmente del carbón.

**Tabla 6.** Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 270.

	Modelo	Acopio	Recepción
Hum. Total	14.42	13.41	13.01
% Cenizas	2.75	3.75	4.03
% S	0.58	0.67	0.59
BTU	11262	11236	11305

Se observa un manto continuo en sus calidades, con bajos contenidos de azufre y ceniza, y alto poder calorífico. Sin embargo cuenta con una muy baja cantidad de datos.

### **Manto 260**

Espesor promedio: 1.06 m

Espesor medido pit: 0.7 m

Carbón atrítico constituido principalmente por durenó y hacia la base vitrenó, presentando pirita laminar y como relleno de grietas. Presenta lentes de limonita compacta esporádicamente. El contacto superior está compuesto principalmente por limolita plástica carbonosa menor a 13 cm de espesor y roca carbón compacta, físil y presencia de pirita; presenta alto contenido de ceniza, bajo contenido de azufre y potencial calorífico que puede alcanzar

los 6552 BTU. El contacto inferior está compuesto principalmente por roca carbón físil compacta y limolita finamente laminada.

Tabla 7. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 260.

	Modelo	Acopio	Recepción
Hum Total	14.95	11.89	13.35
% Cenizas	2.67	2.53	7.93
% S	0.49	0.63	0.79
BTU	11244	11608	10679

Obsérvese que la calidad del modelo muestra un bajo contenido de ceniza y azufre; y un alto poder calorífico, al igual que la calidad de acopio. A pesar de esto durante el muestreo de recepción presenta alto contenido de ceniza y bajo poder calorífico. Se recomienda evaluar el proceso de extracción porque el manto presenta en muy baja cantidad lentes de limolita que pudiesen aumentar el contenido de ceniza, realizando muestreos in situ y recepción de un mismo nivel. Probablemente el respaldo se está viniendo con la extracción de carbón o no se está realizando bien la limpieza de la cabeza y manto del mismo.

### **Manto 250**

Espesor promedio: 0.92 m

Espesor medido en pit: 0.8

Carbón atrítico compuesto por abundante durenó y en menor proporción clarenó y vitrenó. Se observa la presencia hacia la base de la cinta 249 y 248, ocasionalmente mostrando intercalación de 30 cm de espesor. El contacto superior está compuesto principalmente por limolitas plásticas

finamente laminadas de fácil desprendimiento y ocasionalmente shales de estructura lenticular que presenta finas láminas de materia orgánica; y el inferior está compuesto principalmente por una capa de limolita plástica carbonosa oscura finamente laminada que se queda pegada al respaldo del manto como chicle y ocasionalmente presencia de roca carbón.

Tabla 8. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 250.

	Modelo	Acopio	Recepción
Hum Total	13.58	13.77	
% Cenizas	4.49	2.66	
% S	1.65	0.73	
BTU	11117	11324	

Durante la exploración se obtuvo una baja densidad de datos que en promedio muestran el resultado anterior (modelo). Las calidades mostradas muestran una amplia diferencia en los contenidos de azufre, pero con un alto poder calorífico. Debido a que el acopio del manto se realiza a partir del contenido de azufre es recomendable un seguimiento continuo al manto que permita establecer una tendencia general mejorar el acopio del mismo.

### **Manto 240**

Espesor promedio: 0.64m

Espesor medido pit: 0.6

Carbón atrítico bandeado compuesto por vitreno y dureno, con predominio alternado. Presenta pirita laminar y nodular. Se pueden presentar lentes de areniscas. El contacto superior está compuesto principalmente por limolitas plásticas carbonosas finamente laminadas y el inferior por una delgada capa de roca carbón que se presenta de manera ocasional.

Tabla 9. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 240.

	Modelo	Acopio	Recepción
Hum Total	14.8	12.57	12.50
% Cenizas	4.36	1.98	3.92
% S	0.53	0.53	0.77
BTU	10939	11663	11429

A pesar de mostrar similitudes en el contenido de azufre para las calidades modelo y el acopio, durante la recepción presentó un ligero incremento. Los contactos superiores e inferiores muestran bajos contenidos de azufre, por lo que el incremento no puede ser por extracción. Se observa variabilidad en el contenido de ceniza.

### **Manto 230**

Espesor promedio: 0.89 m

Espesor medido pit: 1 m

Carbón atrítico constituido principalmente por durenó y vitrenó. Se observa clareno en menor cantidad. Presenta ocasionalmente intercalaciones lenticulares de limolita gris oscura a marrón que no supera los 6 cm de espesor las cuales se extraen con el manto. El contacto superior está compuesto principalmente por limolitas plásticas gris oscura carbonosa, de espesor variable y finamente laminadas y el inferior por limolitas plásticas gris oscura ligeramente carbonosa.

Tabla 10. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 230.

	Modelo	Acopio	Recepción
Hum Total	14	14.7	13.27
% Cenizas	2.59	2.2	6.89
% S	0.59	1.6	1.31
BTU	11449	11371	10870

El alto contenido de azufre obtenido durante en la calidad de acopio probablemente es producto de muestreo in situ en la zona meteorizada. Las calidades del modelo y de acopio muestran alto poder calorífico y bajo contenido de azufre y ceniza. Se observa un alto incremento en el contenido de ceniza en recepción. Los contenidos de azufre no muestran similitudes.

### **Manto 220**

Espesor promedio: 1.38 m

Espesor medido pit: 1.5 m

Está constituido principalmente por dureno. Presenta bandas de clareno y fuseno muy delgadas. A una distancia entre 10 y 15 cm de la base presenta una intercalación de 10 a 15 cm de limolita gris plástica a lo largo de la actual área de explotación muy constante. El contacto superior generalmente está compuesto ocasionalmente por shales carbonosos de espesor variable y de estructura lenticular y el inferior está compuesto principalmente por limolitas plásticas gris oscura con presencia ocasional de shale con piritita.

Actualmente se extrae el carbón que suprayace a la intercalación ya que por debajo de la misma solo se tienen máximo 15 cm de espesor que no son extraíbles con buena calidad por procesos operativos.

Tabla 11. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 220.

	PC-38	PC-31, 42 y 43	PC-24 Intercalación	Acopio	Recepción
Hum Total	12.8	13.08	11.08	9.85	
% Cenizas	2.45	8.86	16.90	2.7	
% S	0.88	1.39	1.67	1.24	
BTU	11664	10643	9919.0	11909	

En general presenta alto contenido de azufre. Se observa una variación en el contenido de ceniza que va de la mano con una disminución en el poder calorífico. Esta alta variación y la baja densidad de información no permiten establecer una tendencia general de las propiedades del manto.

Se recomienda tener mucho cuidado durante la extracción del carbón suprayacente a la intercalación debido a que la misma es de fácil desprendimiento y afecta los contenidos de ceniza del mismo. Operativamente no es extraíble el carbón que se encuentra subyaciendo la intercalación presenta un espesor menor a 15 cm.

### **Manto 210**

Espesor promedio: 1.15

Espesor medido pit: 0.9

Carbón atrítico con presencia principalmente de vitreno y clareno pero también es apreciable durenó. Presenta una intercalación hacia la parte media (aprox. 30cm del techo) de limolita plástica carbonosa, oscura de 10cm de espesor. El manto se encuentra en contacto neto con la litología suprayacente. Esta litología se torna carbonosa y plástica hacia la base. En ocasiones se presentan areniscas cuarzo-micáceas grises de carácter erosivo. El contacto inferior está compuesto por shale que contiene finas láminas de carbón y un espesor variable.

Tabla 12. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 210.

	PC-28	PC-31, 38, 42 y 43	PC-24	Acopio	Recepción
Hum Total	14.05	13.1	13.93	8.88	11.31
% Cenizas	20.81	9.35	1.74	1.63	6.19
% S	0.87	0.93	0.63	0.82	0.76
BTU	8826	10896	11528	12390	11288

Se observa una amplia variación en el contenido de ceniza. La de mayor cantidad se presenta en el pozo PC-28 y dicha muestra presenta una intercalación de 10 cm y muy bajo poder calorífico. La calidad de acopio muestra un alto poder calorífico, buen contenido de ceniza contrario a los datos de calidad obtenidos en profundidad (excepto el pozo PC-24). El alto contenido de ceniza en el manto se debe a la intercalación mencionada con anterioridad. El muestreo de recepción muestra buenas calidades con respecto al contenido de azufre y al poder calorífico. Los valores de azufre se mantienen para todos los datos por debajo de 1%.

### **Manto 200**

Espesor promedio: 4.18 m

Espesor medido pit: 4 m

Es uno de los mantos más representativos de la zona por su gran espesor. Carbón atrítico con bandas compuestas principalmente por vitreno clareno y dureno. El dureno varía en proporción con el clareno y vitreno que generalmente se presenta hacia el techo.

En general es duro, limpio, compacto, negro y ocasionalmente presenta lentes de limolita oscura a negra de longitudes variables.

El contacto superior está compuesto principalmente por limolitas muy plásticas gris oscuro, finamente laminadas y que no superan los 5 cm; shale carbonoso ocasionalmente ondulado, con alto contenido de pirita, con espesor menor a 4 cm. El contacto inferior en general es muy fisil y se desprende fácilmente del carbón lo que facilita el proceso de limpieza del techo.

Tabla 13. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 200.

	Modelo	Acopio	Recepción
Hum Total	13,32	10.39	12.87
% Cenizas	5,39	5.73	5.07
% S	0,51	0.8	0.8
BTU	11149,25	11571	11226

El manto presenta variaciones en el contenido de ceniza observada en la información de calidad obtenida en el modelo (ver anexo 11) producto de la aparición esporádica de lentes de limolita. En general presenta bajo contenido de azufre, contenido medio de ceniza y alto poder calorífico.

### **Manto 190**

Espesor promedio: 1.94

Espesor medido pit: 1.6

Esta compuesto principalmente por dureno y por clareno. La presencia de vitreno es esporádica y aparece en mayor cantidad hacia el techo. Son comunes las bandas laminares de fuseno.

El manto 190 es de fácil distinción en el pit ya que se encuentra cerca al manto 180 y el manto 200. El contacto superior es neto con la litología suprayacente conformada principalmente por limolitas grises y ocasionalmente se pueden presentar marcas de carga de limolitas y/o areniscas.

El contacto inferior está compuesto principalmente por limolita plástica, que se desprende fácilmente.

Tabla 14. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 190.

	Modelo	PC-42	Acopio	Recepción
Hum Total	13,33	11.85	9.08	12.47
% Cenizas	3.26	13.87	4.22	5.49
% S	0.49	0.35	0.63	
BTU	11492	11192	12001	11268

La calidad de acopio obtenida es concordante con las calidades del modelo en profundidad dato que demuestra la continuidad del manto. La calidad de recepción muestra contenidos de ceniza mayores a los del modelo y acopio y muy probablemente se debe a procesos operativos. En el PC-42 los valores de ceniza aumentan significativamente, y se observa una disminución en el contenido azufre. Las descripciones realizadas al manto no muestran ningún lente de material estéril en el carbón, por lo que podríamos considerar este dato como una anomalía local poco constante.

### **Manto 180**

Espesor promedio: 2.30

Espesor medido pit: 2.0

Compuesto principalmente por durenó y por clarenó. La presencia de vitrenó es esporádica y aparece en mayor cantidad hacia el techo. Se observan bandas laminares de fuseno en bajas cantidades. Ocasionalmente presenta hacia el techo marcas de carga a manera de lentes producidas por sobrecarga litológica durante el proceso de compactación o por procesos erosivos singenéticos a la formación del carbón. Dichas marcas aparecen de manera superficial y se recomienda ser retirada durante la limpieza del techo, ya que representa un aumento significativo en el contenido de ceniza por ser

arenas cuarzosas y/o limolitas grises. También se observan lentes de limolita compacta de 4 cm de espesor por 20 cm de largo hacia la parte media. El contacto superior ocasionalmente presenta shales carbonosos físilos, de espesor variable. Este es de fácil remoción por su fisilidad. También se observa en contacto neto con la litología suprayacente, presentándose localmente marcas de erosión (o sobrecarga) en el tope del manto a manera de lentes mezclados con el carbón. Se recomienda la extracción de esta estructura junto con la limpieza del techo. El contacto inferior está compuesto por limolitas plásticas gris oscuro con contenido de piritita y ocasionalmente shale de espesor variable.

Tabla 15. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 180.

	Modelo	Acopio	Recepción
Hum Total	13.8	10.7	13.64
% Cenizas	2.74	3.19	5.41
% S	0.43	0.53	
BTU	11482.6	11893	11147

La calidad de acopio conserva las características propias del manto, mostrando contenidos de ceniza, azufre y poder calorífico dentro del rango obtenido en el modelo. Al parecer la presencia de lentes de limolitas, observado en la pared rampa sur no es un parámetro que afecte la calidad del manto, o puede ser que esta aparición sea local. En el muestreo de recepción se observa un incremento en el contenido de ceniza y una disminución del poder calorífico.

### **Manto 170**

Espesor promedio: 2.1 m

Espesor medido pit: 2.1 m

Se caracteriza por ser semibrillante a opaco, compuesto principalmente por dureno con lentes pequeños de clareno hacia la base y el medio, y ocasionalmente láminas polvorientas de fuseno, presenta pirita en forma laminar. Se observan lentes de limolita compacta de color gris oscura, fracturada, masiva, con presencia de finas grietas rellena de material silíceo. El contacto superior está compuesto principalmente por limolitas gris oscura plástica, con espesor menor a 5 cm; ocasionalmente, se encuentra roca carbón con espesor entre 5-6 cm y el inferior está compuesto principalmente por limolitas gris oscura plástica, con espesor menor a 5 cm; ocasionalmente, se encuentra roca carbón con espesor entre 5-6 cm.

Tabla 16. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 170.

	Modelo	Acopio	Recepción
Hum Total	23.24	9.21	13.49
% Cenizas	7.11	3.89	7.33
% S	0.5	0.82	0.97
BTU	11132	12019	11182

Probablemente, el alto contenido de cenizas en recepción se debe a la misma naturaleza del manto, hipótesis difícil de comprobar cuando no se tienen datos iniciales del manto in situ pre-extracción. El contenido de azufre en el modelo se mantiene por debajo de 0.6 % a diferentes profundidades, por lo que los valores obtenidos en acopio y recepción están por fuera de este rango.

### **Manto 160**

Espesor promedio: 7.06 m

Espesor medido pit: 6.5 m

Es el manto más representativo del área debido a su gran espesor y buena calidad. Carbón atrítico mostrando bandeamientos entre dureno y vitreno y clareno - vitreno. Presenta lentes de limolita oscura compacta ocasionales y bandas lenticulares de fuseno-clareno. Presenta pirita diseminada y a manera de agregados. El contacto superior está compuesto por shales carbonosos plástico, ondulado (espesor variable), con presencia de alto contenido de pirita y el inferior está compuesto por shales carbonosos plástico, ondulado de espesor variable, con presencia de alto contenido de pirita.

Tabla 17. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 160.

	Modelo	Acopio	Recepción
Hum Total	12.18	10.7	13.24
% Cenizas	1.48	4.61	3.21
% S	0.39	0.99	0.84
BTU	11982	11763	11536

El modelo presenta muy buenas calidades, con bajos contenidos de azufre y de ceniza y alto poder calorífico a diferentes rangos de profundidad. A pesar de esto se observa un aumento significativo en el contenido de azufre y de ceniza para acopio y recepción. El contenido de azufre mostrado en la calidad de acopio puede ser producto del muestreo en zona meteorizada.

### **Manto 150**

Espesor promedio: 1.72 m

Espesor medido pit: 1.2 m

Este manto se caracteriza por la presencia de dureno y vitreno. Se observan bandas de fuseno y clareno. Las proporciones entre vitreno, clareno y

dureno son muy variables. Se extrae junto con las cintas 153, 154 y 155. El contacto superior está compuesto principalmente por limolitas plásticas y ocasionalmente shales de estructura lenticular que no superan los 5 cm; y el inferior está compuesto principalmente por una capa de 3 a 7 cm de roca carbón, muy compacta y fisil, que no representa problemas para la extracción.

Tabla 18. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 150.

	Modelo PC-45, 44	Modelo PC-21, 36	Acopio	Recepción
Hum Total	12.31	11.8	9.34	13.2
% Ash	9.78	1.7	4.42	3.3
% S	1.27	0.41	1.34	0.83
BTU	10834	12090	12040	11340

Los datos en profundidad no son consistentes con las calidades iniciales, el PC-45 presenta lentes limosos, que se ve reflejado en el contenido de cenizas con un valor de 7.49%. Se observa que las calidades del modelo, acopio y de recepción son diferentes, información que indica una alta variación en las propiedades del manto y llevaría a la necesidad de realizar un seguimiento al manto con el fin de establecer calidades de acopio del mismo.

### **Manto 140**

Espesor promedio: 1.6

Espesor medido pit: 1.6

Carbón atrítico compuesto principalmente por vitreno y por dureno. Presenta clareno hacia el techo y bandas de fuseno en todo el intervalo. Se observa

pirita relleno de fracturas subverticales. Ocasionalmente muestra lentes de limolita. El contacto superior está compuesto por shales carbonosos plásticos, onduloso (espesor variable), con presencia de alto contenido de pirita; y el inferior principalmente está compuesto por shales carbonosos plásticos, onduloso de espesor variable, con presencia de alto contenido de pirita.

Tabla 19. Promedio calidades para muestreos de núcleos (modelo), in situ (acopio) y de recepción manto 140.

	Modelo	Acopio	Recepción
Hum Total	12.19	7.72	9.46
% Cenizas	4.92	7.29	9.03
% S	0.73	3.33	
BTU	11386	11852	11330

El manto 140 presenta un contenido de azufre medio según el modelo geológico pero se está acopiando con calidades que fueron tomadas después del descapote del meteorizado cerca de la superficie. Dichas calidades pudieron haber sido alteradas por procesos de meteorización, que de una u otra forma alterarían la calidad del carbón. Por otro lado el manto presenta mayores concentraciones de fuseno que en los otros mantos, lo que afectaría directamente el contenido de ceniza.

**5.5.1 Conclusiones caracterización de mantos.** Los mantos 130 y 150 presentan cintas de carbón que lo suprayacen y en ocasiones se encuentran tan cerca del manto (30 cm de espesor) que durante la explotación se toman como parte del manto y la litología entre ellos como un parting (intercalación). Lo mismo sucede con los mantos 270 y 250 pero subyaciendo los mismos.

El manto 140 muestra contenidos de azufre menores a 1% en la calidad del modelo, sin embargo se acopio con contenido de azufre de 3.33 %. Se

observa relativamente alto en cenizas probablemente debido a su contenido de fuseno.

El manto 150 varía ampliamente en los contenidos de azufre y ceniza en profundidad. Además, los datos de calidad de recepción son poco consistentes con las calidades del modelo, lo que indica un manto poco continuo en sus propiedades.

El manto 170 muestra alta variación de cenizas y una tendencia a cantidades de azufre menores a 0.6%. En los datos de recepción y acopio se tienen valores por fuera de este rango. La alta variación de las cenizas puede ser producto de lentes de limolita negra que aparecen con frecuencia en las descripciones realizadas en campo.

Los mantos 160, 180 y 190 son los que presentan mejor y mayor continuidad en las calidades del modelo al igual que en las calidades de acopio, ubicándose dentro del rango de bajos en azufre y ceniza, y alto en poder calorífico.

El manto 160 a pesar de mostrar cantidades de azufre a diferentes profundidades menores a 0.6 %, ha presentado en los muestreos de recepción valores mayores a 0.8%. Se recomienda muestreos en las cotas inferiores a 10 m para comparar calidad in situ con calidad modelo en profundidad.

El manto 200 muestra variaciones sin ninguna tendencia en el contenido de cenizas en profundidad. A pesar de esto muestra poder calorífico en la mayoría de los casos superior a 10800 BTU, menos para las muestras que contienen cantidades de cenizas mayores a 8.4 % donde el poder calorífico está por debajo de 10800.

El manto 200 presenta valores de azufre que se mantienen en promedio por debajo de 0.6%. Los valores encontrados en el muestreo de recepción y de acopio son del orden 0.8%. Este cambio puede ser ocasionado por la naturaleza misma del manto.

Los mantos en el intervalo 210-280 no tienen la suficiente cantidad de datos que permitan establecer la continuidad en profundidad de los mismos, sin embargo mantos como el 260 y 270 muestran concordancia con las calidades obtenidas en acopio.

Los mantos 210 y 220 presentan intercalación que son de especial cuidado ya que esta puede contaminarlos durante la extracción y aumentar el contenido de ceniza.

El manto 290 no cuenta con suficientes datos de calidad que confirmen si el acopio del mismo se está realizando de la manera adecuada.

## 6. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron analizados con el fin de identificar las principales características de cada uno de los mantos de carbón explotados en la mina.

El intervalo productor de la formación Cuervos está compuesto principalmente por litologías lodosas masivas y presencia de bandas sideríticas, que aumenta en cantidad de base a techo. La aparición de areniscas es esporádica, ya sea como láminas lenticulares en limolitas, o como bandas poco continuas lateralmente presentando estructuras masivas (hacia la base de la secuencia), y estratificaciones lenticular, cruzadas y plano paralela en mayor cantidad hacia la parte media y techo del intervalo.

A pesar de tener una amplia cantidad de información se pudo observar que los mantos superiores e inferiores cuentan con una baja densidad de datos, lo que no permite obtener una tendencia en la calidad de los mismos ya sea en profundidad, lateralmente y/o en la zona meteorizada.

Se observa que algunos mantos presentan variaciones en el contenido de ceniza y de azufre en la calidad de recepción, comparando dicha información con la adquirida durante la exploración y muestreo in situ para acopio. Esto puede ser producto de variaciones laterales de los mantos de carbón, o porque el muestreo se realizó en zonas de problemas (fallas, presencia de lentes limolíticos, zona meteorizada) ó por contaminación durante el proceso de minado.

## 7. RECOMENDACIONES

Para mejorar la conservación de los núcleos de perforación se recomienda optimizar las condiciones de almacenamiento, ya que la actual manera permite la exposición de los núcleos a la intemperie, a la degradación por sobrecarga y por actividad orgánica.

Ya que la mayor cantidad de núcleos perdidos se encontraban en núcleos madera, se recomienda la utilización de cajas de aluminio, ya que protegen los núcleos durante más tiempo que las otras. Dichas cajas se recomiendan sean marcadas con marcadores de pintura, los cuales muestran una mayor conservación de la información. Para una adecuada conservación de núcleos se necesita una amplia inversión de dinero en diseño e implementación de una litoteca que cumpla con estándares internacionales regidas bajo normas ASTM o ISO.

Para conservar la disposición estratigráfica de los núcleos dentro de las cajas después del muestro de carbones, se recomienda reemplazar el espacio desocupado por tubería PVC blanca, la cual es de muy bajo costo y en realidad no aumentaría los costos de perforación por metro de corazonado, escribiendo con marcador permanente el espesor del manto y ubicando a techo y base tacos de madera de color azul mostrando las profundidades iniciales y finales del intervalo (Ver ANEXO 10).

Para mejorar el conocimiento actual del yacimiento se recomienda implementar un proceso de muestreo in situ por manto destapado, información que permitiría realizar un seguimiento al comportamiento de las calidades de carbón y de evaluar los procesos de minado. Para la realización

de esta propuesta se realizó un manual de muestreo de carbón y un formato para la descripción y muestreo de mantos de carbón (ver anexos 8 y 9).

## 8. CONCLUSIONES

La evaluación de núcleos de perforación mostró que hubo un mal almacenamiento de los núcleos de perforación, lo que llevó a la pérdida de la mayor parte de la información.

La correlación de las nomenclaturas utilizadas para nombrar a los mantos de carbón en la exploración, minado y acopio, permite dar una mayor confiabilidad a la nueva información adquirida, mejorando de esta forma las estadísticas de producción y la toma de decisiones para acopio y mezclado.

Los mantos en general son atríticos, compuestos por dureno y clareno, y en menor cantidad vitreño y fuseno. Durante la exploración se muestran porcentajes de azufre generalmente menores a 0.8 % y poder calorífico mayor a 11.000 BTU.

A pesar del avance de la mina y de la información obtenida durante la exploración los mantos de carbón explotados hasta la fecha no han mostrado contenidos de azufre inferiores a 0.6% durante el muestreo de recepción.

La falta de muestreo de calidad in situ durante el avance a nivel de cotas de la explotación no permite estudiar el comportamiento de los mantos de carbón para el conocimiento del impacto de la zona meteorizada en la calidad de los carbones.

La amplia variación observada en las calidades modelo, acopio y recepción, para algunos mantos de carbón puede ser producto de contaminación por extracción, o por variaciones locales (zonas problemas) o laterales de los mismos. La implementación de muestreos a manto destapado permitiría

evaluar cada uno de las hipótesis planteadas, y encontrar sus posibles soluciones.

Los mantos 160, 180, 190, 200 y 270 son excelentes guías estratigráficas para la correlaciones en registros eléctricos y en campo. Son los que presentan las mejores calidades en el intervalo estudiado.

Los mantos con presencia de fuseno y/o lentes de limolitas presentan mayor contenido de ceniza, lo que tiende a disminuir el poder calorífico del mismo.

La columna semidetallada muestra los espesores de estériles y mantos de carbón, información necesaria para mejorar los procesos de voladura, y para mejorar la correlación de los mantos de carbón.

El yacimiento se encuentra principalmente constituido por facies lodosas, y en menor cantidad pero no de menor importancia, facies arenosas, que generalmente presentan contactos gradacionales tanto vertical como lateralmente. Se observó la presencia de siderita a lo largo de todo el intervalo.

Se recomienda especial cuidado durante la extracción de los mantos de carbón que presentan limolita plástica (chicle) como respaldo, ya que tiende a contaminarlo durante el minado del mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

- **ARIAS A., MORALES C.**, (1999) Memoria explicativa mapa geológico generalizado departamento Cesar. INGEOMINAS. Santa Fé de Bogotá.
- 
- **EMCARBON S.A.** Informe final mina el Hatillo (IFE), 2004
- 
- **FOLK, Robert.** Petrology of sedimentary rocks, Hemphill Publishing Company, Austin, Texas, 1980.
- **INGEOMINAS.** El carbón colombiano, recursos reservas y calidad. Bogotá.2004
- **RODRÍGUEZ, I.** Manual de carbones y coquización. UPTC, Sogamoso.
- **SERRA, O.** Análisis de ambientes sedimentarios mediante perfiles de pozo. schlumberger. Traducido al español.
- **SIMINERA LTDA.** Proyecto carbonífero la loma departamento del Cesar, Colombia, 1991
- **URDINOLA, S.** Estudio sedimentológico y geoquímico de un intervalo de la formación los cuervos, la loma, departamento del Cesar. Bucaramanga, 1993

## ANEXOS

**Anexo 1. INFORME EVALUACIÓN DE NÚCLEOS**

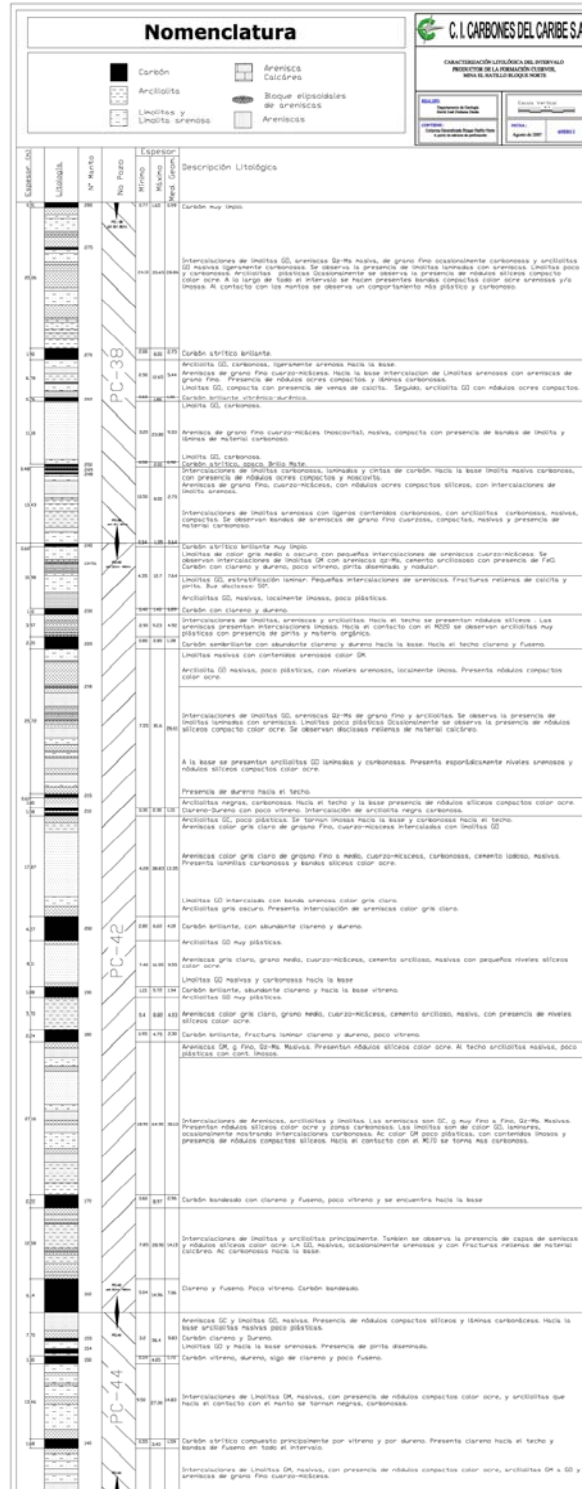
Pozo	Profundidad Pozo		Intervalos Recuperados		% Recup	Columna	Registro Eléctrico
	Metros	Pies	Inicial (m)	Final (m)			
PC-1	170,2		0	0	0,00	No	SI
PC-2	200,05		0	0	0,00	No	SI
PC-3	198,15		18,5	80	55,16	No	SI
			130,8	178,6			SI
PC-0503	107,5				0,00	No	No
PC-4	150,28		30,4	96,25	43,82	No	SI
PC-0504	179,85		0	0	0,00	No	No
PC-5	148,5		0	0	0,00	No	
PC-6	193		0	0	0,00	No	SI
PC-11	179,4		0	0	0,00	No	SI
PC-14	197,95		0	0	0,00	No	SI
			<b>Pies</b>	<b>Pies</b>			
PC-21	101,6	333,33	42	257	64,50	Digital y manual	SI
PC-24	196,6	645,01	10	297	44,50	Digital y manual	SI
		645,01	327	645	49,30	Digital y manual	SI
PC-31	216	708,66	0	0	0,00	Si	SI
PC-36	122,2	400,92	26,2	45	4,69	Si	
PC-38	212,3	696,52	57	406	50,11	Si	SI
PC-42	168,3	552,17	57	502	80,59	Si	SI
PC-43	190,2	624,02	0	0	0,00	Si	SI
PC-44	197,2	646,98	0	0	0,00	Si	SI
PC-45	214	702,10	0	0	0,00	Si	SI
PC-48	164,8	540,68			0,00	No	SI

PC-49	117,8	386,48	154	385	59,77	Digital solo Litología	SI
PC-53	225,1	738,52	0	0	0,00	No	SI
PC-54	83	272,31	0	0	0,00	Si	SI
PC-55	134,9	442,59	56	436	85,86	Si	SI
PC-60	182,5	598,75	30	597	94,70	Si	SI
PC-65	119,5	392,06	0	0	0,00	Si	
PC-70	87,17	285,99	0	0	0,00	Digital	
			<b>Metros</b>	<b>Metros</b>			
PC-2106	156,2		0	153	97,95	Si	SI
PC-2107	160,7		0	123,5	76,85	Si	SI
	160,7		126,5	156,5	18,67	Si	SI
PC-2108	149,8		0	105	70,09	Si	SI
			128,2	149,5	14,22	Si	SI
PC-2109	129,5		10,84	131,4	93,10	Si	SI
PC-2110	123,3		0	123,3	100,00	Si	SI
PC-2111	147				0,00		
<b>Total</b>	<b>5485,25</b>				<b>31,15</b>		

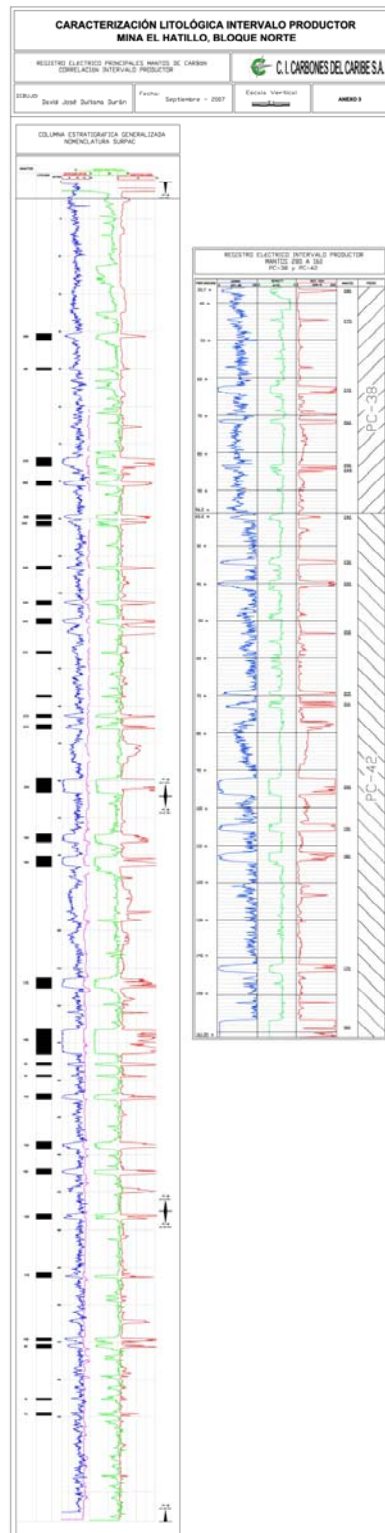
<b>Pozos Ecarb</b>	<b>3760,37</b>
--------------------	----------------

<b>40,78</b>
--------------

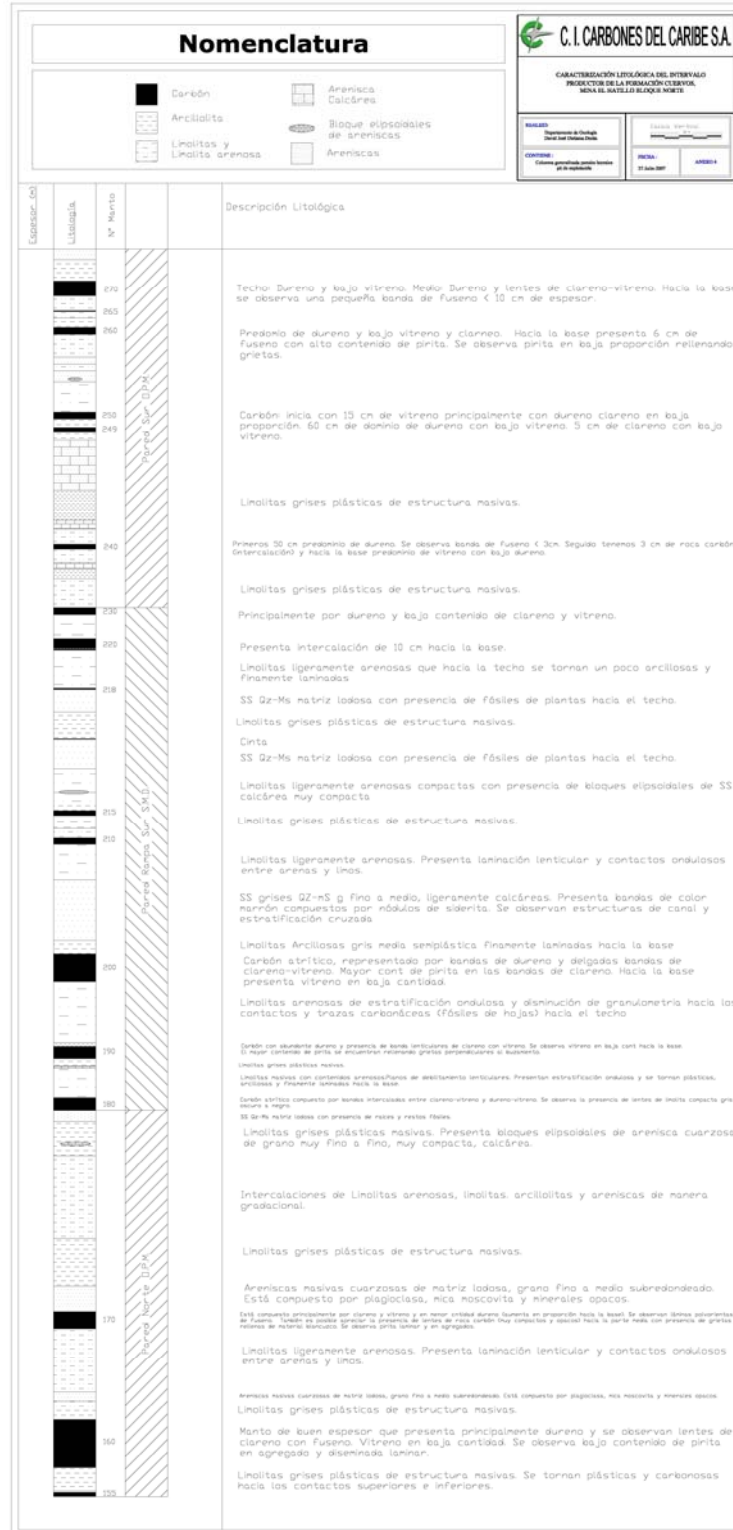
## Anexo 2. COLUMNA SEMI-DETALLADA INTERVALO PRODUCTOR A PARTIR DE NÚCLEOS DE PERFORACIÓN



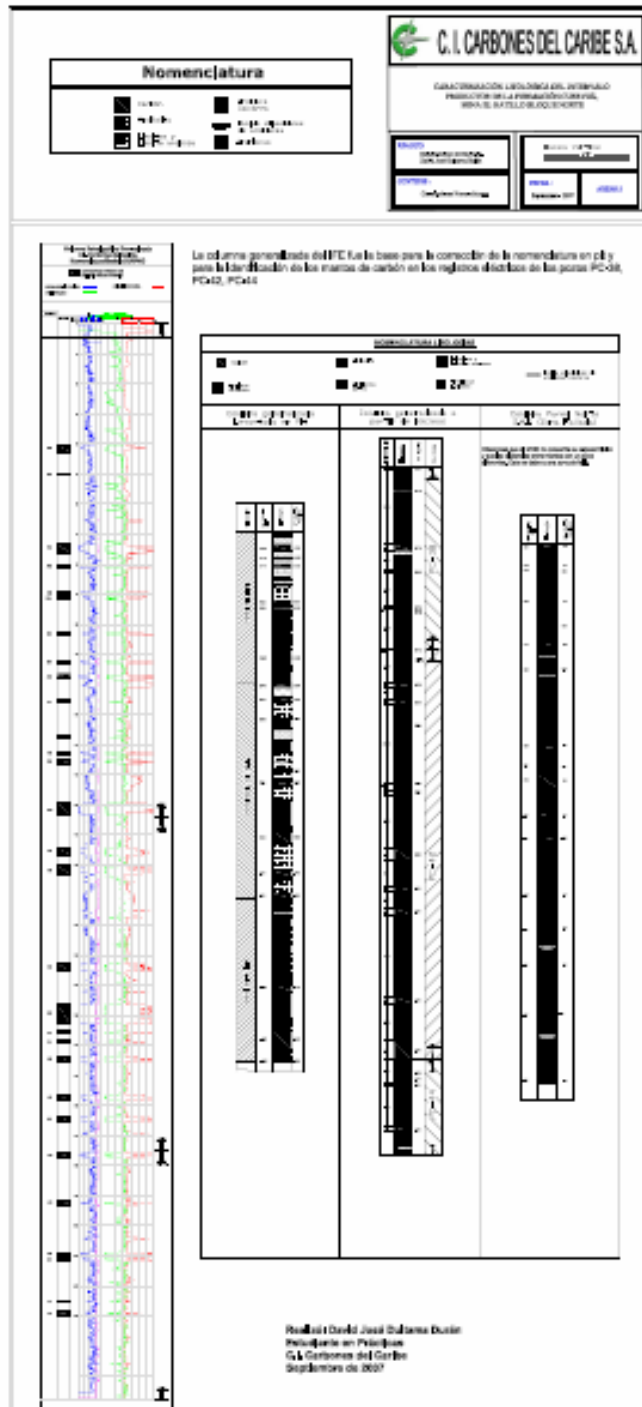
## Anexo 3. REGISTRO ELÉCTRICO PRINCIPALES MANTOS DE CARBÓN



## Anexo 4. COLUMNA SEMI-DETAALLADA PAREDES LATERALES PIT DE EXPLOTACIÓN



## Anexo 5. CORRELACIONES NOMENCLATURAS







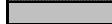


## Anexo 6. COLUMNAS LOCALES MANTOS DE CARBÓN.

**Bloque: Norte**  
**No de Manto: 290**

No aparece en ningún corazonado

**No Manto Pit: 300**

El RQD es un promedio de los datos tomados de la información adquirida de los pozos corazonados.








	Carbón
	Shale carbonoso
	Roca carbón
	Limolita plástica gris oscuro
	Limolita
	Limolita arenosa
	Arenisca

COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES	RQD %	CALIDAD DEL MODELO				CALIDAD IN SITU				CALIDAD ACOPIO						
				HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM Tot	CENIZ	AZUF	BTU			
		Grises claras, semiplásticas, masivas, finamente laminadas hacia la base y mas oscuras.																
	3 cm	Fisil, carbonoso con contenido de pirita																
		Este manto se ubica a una gran distancia (>70m) del manto 280.																
	3,15 m PIT	Manto caracterizado por la presencia de vitreno con bajo clareno hacia el techo y hacia la parte media y baja vitreno con dureno. Presenta pirita como relleno de grietas y																
	3,87 B.D.	diseminadas															0,83	
	3 cm	Banda no continua lenticular muy carbonosa.																
		Grises media masivas a oscuras hacia el techo plásticas y finamente laminadas.																

**Bloque: Norte**  
**No de Manto: 280**

Aparece en los pozos PC 38 Y 31  
**No Manto Pit: 280**

El RQD es un promedio de los datos tomados de la información adquirida de los pozos corazonados.

	Carbón
	Shale carbonoso
	Roca carbón
	Limolita plástica gris oscuro
	Limolita
	Limolita arenosa
	Arenisca








COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES	RQD	CALIDAD DEL MODELO				CALIDAD IN SITU				CALIDAD ACOPIO				CALIDAD RECEPCIÓN				
				HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM Tot	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	
		Grises claras, semiplásticas, masivas, finamente laminadas hacia la base y mas oscuras.	99	13,19	76,54	0,92	542,00													
	3 cm	Físil, carbonoso con contenido de pirita																		
		Este manto se ubica a una gran distancia (>70m) del manto 280.  Manto caracterizado por la presencia de vitreno con bajo clareno hacia el techo y hacia la parte media y baja vitreno con dureno. Presenta pirita como relleno de grietas y diseminadas		PC 31																
				14,60	7,89	1,29	10.484,00													
				PC 38																
				14,43	8,80	0,51	10.419,00													
			95,5	9,54	79,87	0,32	575,5													
	3 cm	Banda no continua lenticular muy carbonosa.																		
		Grises media masivas a oscuras hacia el techo plásticas y finamente laminadas.																		

**Bloque: Norte**
**No de Manto: 270**

Aparece en los pozos PC43, 38 Y 31

**No Manto Pit: 280**

El RQD es un promedio de los datos tomados de la información adquirida de los pozos corazonados.





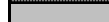


	Carbón
	Shale carbonoso
	Roca carbón
	Limolita plástica gris oscuro
	Limolita
	Limolita arenosa
	Arenisca

COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES	RQD %	CALIDAD DEL MODELO				CALIDAD IN SITU				CALIDAD ACOPIO				CALIDAD RECEPCIÓN				
				HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	
		Lm gris medio semiplástica que hacia la base se tornan carbonosas.	93,3	7,73	83,2	0,48	518													
	3 a 10 cm	Finamente laminada. Se conoce como chicle.																		
	< 3 cm	Espesor variable ondulosa. PC-43			10,96	45,18	0,73	5212												
	2,4 m	Carbón atrítico con presencia de bandas de durenó y de clareno. Presencia de vitreno en baja cantidad. Presenta pirita laminar y rellenando grietas.	32 a 85	14,42	2,75	0,58	11262					13,41	3,75	<b>0,67</b>	11236	13,01	4,03	0,59	11305	
	3 a 7 cm	Compacta, fisil.	93,6	8,21	81,56	0,16	438,7													
		Limolitas grises plásticas intercaladas con finas bandas lenticulares de areniscas grises. Friables																		

Bloque: Norte  
 No de Manto: 260

Aparece en los pozos PC43, 38 Y 31  
**No Manto Pit: 270**

El RQD es un promedio de los datos tomados de la información adquirida de los pozos corazonados.

	Carbón
	Shale carbonoso
	Roca carbón
	Limolita plástica gris oscuro
	Limolita
	Limolita arenosa
	Arenisca








COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES	RQD %	CALIDAD DEL MODELO				CALIDAD IN SITU				CALIDAD ACOPIO				CALIDAD RECEPCION			
				HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU
		Lm grises arenosas, semiplásticas. Varían entre solo lodosas y lodo arenosas. PC-43	Ac 25%	10,58	79,41	0,26	655												
	<13 cm	Ocasional presencia de Sh carbonoso																	
	10 - 15 cm	Alto contenido de pirita. Compacta fisil.	Lm 96%	10,1	39,35	0,49	6552												
	0,7 m	Compuesto principalmente por durenó. Hacia la base se observa la presencia de clareo y vitreño. Presencia de pirita.	87,3																
		PC-43. Alto en ceniza.																	
				13,57	8,08	0,62	10569					11,89	2,53	0,63	11608	13,35	7,93	0,79	10679
		Promedio PC-38 y PC-31																	
				14,95	2,67	0,49	11244												
	< 5cm	Fisil, compacta.																	
	5-10 cm	Muy plástica, finamente laminada.																	
		Ocasionalmente arenosas, semiplásticas, de estructura ondulosa. Presenta bandas de Ac.	80,6	5,93	81	0,43	1062												

**Bloque: Norte**  
**No de Manto: 250**

Aparece en los pozos PC43, 38 Y 31

**No de Manto Pit: 260**

El RQD es un promedio de los datos adquiridos durante la descripción de los pozos corazonados.

	Carbón
	Shale carbonoso
	Roca carbón
	Limolita plástica gris oscuro
	Limolita
	Limolita arenosa
	Arenisca

COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES	RQD %	CALIDAD DEL MODELO				CALIDAD IN SITU				CALIDAD ACOPIO					
				HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU		
		Lm arenosas. Se tornan oscuras y lodosas hacia la base. Friables. Datos del PC-43	71	5,47	81,96	0,78	655,0										
	<10 cm	Plásticas. Laminadas. Chicle.															
	< 5 cm	Ocasional. Finas láminas de MO			8,14	62,19	0,8	3443,0									
	0,8 m	Carbón atrítico compuesto por abundante duren y en menor proporción clareno y vitreno. Se observa alto en azufre en profundidad.	81	13,58	4,49	1,65	11117,3					13,77	2,66	0,73		11324	
	5 cm	Muy plástica. Laminada. Chicle. Carbonosa. Presencia de Roca carbón ocasional.	94	8,67	72,54	0,84	1870,3										
		Lm gris media a oscura que presenta trazas carbonáceas. Semiplástica.															

**Bloque: Norte**  
**No de Manto: 240**

Aparece en los pozos PC43, 42, 3 No se tienen datos de calidad de este manto para el pozo PC-38

**No de Manto Pit: 250**





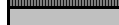


El RQD es un promedio de los datos tomados de la información adquirida de los pozos corazonados.

COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES	RQD %	CALIDAD DEL MODELO				CALIDAD IN SITU				CALIDAD ACOPIO						
				HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU			
		Grises, en ocasiones se toman a solo limolitas. Hacia la base se toman carbonosas, plásticas y finamente laminadas	86,5	9,14	72,19	0,29	1903,3											
	< 5 cm	Carbonosa, finamente laminada.																
	0,6 m		77,25	Calidad PC-31. Presenta Lente arenoso								12,57	1,98	0,53	11663			
		Carbón atrítico bandeado compuesto por vitreño y durenó, con predominio alternado. Presenta pirita laminar y nodular. Se pueden presentar lentes de arena.		14,16	11,48	0,47	10025											
				Calidad Promedio PC 43, 42														
				14,8	4,36	0,53	10938,5											
	< 10 cm	Compacta, físil. No es constante.	99	5,94	85,25	0,24	550,3											
		Poco plásticas. Varían entre lodosas y arenosas.																

**Bloque: Norte**  
**No de Manto: 230**

Aparece en los pozos PC 43, 42, 38 Y 31  
**No de Manto Pit: 240**

El RQD es un promedio de los datos tomados de la información adquirida de los pozos corazonados.








	Carbón
	Shale carbonoso
	Roca carbón
	Limolita plástica gris oscuro
	Limolita
	Limolita arenosa
	Arenisca

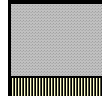




COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES	RQD %	CALIDAD DEL MODELO				CALIDAD IN SITU				CALIDAD ACOPIO			
				HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU
		Grís masiva ondulosa. Lo suprayacen un paquete de SS grises calcáreas de estruc lenticular que también aparecen suprayaciendo ocasionalmente al M230. Varían a Ac, Lm - LmS y SS.	90,5	7,45	83,17	0,45	459,8								
	3 - 10 cm	Carbonosa de espesor variable finamente laminadas.													
	1 m	Carbón atrítico constituido principalmente por durenó y vitrenó. Se observa clareno en menor cantidad. Presenta ocasionalmente intercalaciones lenticulares de limolita gris oscura a marrón que no supera los 6 cm de espesor. Se extrae con el manto.	59 a 100	11,86	9,91	0,8	10617					14,7	2,2	1,26	11371
		Presentan diferencias con el % de azufre. Se recomiendo nuevo muestreo ya que mejora la calidad en prof.		14	2,59	0,59	11449								
	5 - 10 cm	Espesor variable. Ligeramente carbonosa.													
		Lm gris medio que varían lateralmente a facies arenosas. Compacta	98,5	4,72	88,45	0,2	268,75								

**Bloque: Norte**  
**No de Manto: 220**

Aparece en los pozos PC 24, 43, 42, 38 Y 31  
**No de Manto: 230**

El RQD es un promedio de los datos tomados de la información adquirida de los pozos corazonados.





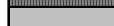


	Carbón
	Shale carbonoso
	Roca carbón
	Limolita plástica gris oscuro
	Limolita
	Limolita arenosa
	Arenisca

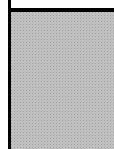

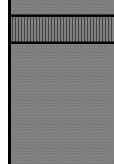
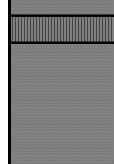

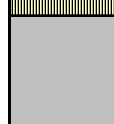
COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES	RQD %	CALIDAD DEL MODELO				CALIDAD IN SITU				CALIDAD ACOPIO				Muestreo de Recepción				
				HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	
		Intercalaciones de Lm, Ac y SS. En ocasiones se puede presentar solo Lm. Hacia el contacto inferior mas plásticas y carbonosas.	85,9	PC-24 , PC-31 y PC-43																
				6,86	73,99	0,61	2037,7													
	< 3 cm	Onduloso. Aparece esporádicamente.		PC-42 y 38																
				6,68	83,05	0,36	152,5													
	1,5 m	Compuesto principalmente por durenó. Presenta bandas de clareo y fuseno muy delgadas. A una distancia entre 10 y 15 cm de la base presenta una intercalación de 10 a 15 cm de Lm gris oscura plástica a lo largo del actual área de explotación muy constante	74,8	PC 24 Alta ceniza. Intercalación																
					11,08	16,90	1,67	9919,0												
				PC 38																
					12,88	2,45	0,78	11664,0					9,85	2,7	1,24	11909	13,27	6,89	1,31	10870
				PC 31, 42 y 43																
				13,08	8,86	1,39	10643,3													
	5 cm	Presencia ocasional de Sh con pirita		PC - 31																
				8,39	66,96	1,13	2984,0													
		SS qz, Ms, calcáreas compactas que varían a Lm grises.	98	PC-24 , PC-42 y PC-43																
				5,6	86,47	0,26	623,7													

**Bloque: Norte**  
**No de Manto: 210**

Aparece en los pozos PC43, 42, 38, 31, 28, 24

El RQD es un promedio de los datos tomados de la información adquirida de los pozos corazonados.

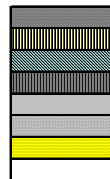

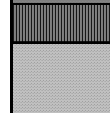
	Carbón
	Shale carbonoso (Sh)
	Roca carbón (RC)
	Limolita plástica gris oscuro
	Limolita (Lm)
	Limolita arenosa (Lmss)
	Arenisca (SS)

COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES	RQD %	CALIDAD DEL MODELO				CALIDAD IN SITU				CALIDAD ACOPIO				
				HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	
		Amplio cambio lateral de Lmss a Ac, Lm masivas, SS/Lm. Presentan bandas de siderita compacta. Ocasionalmente se presentan areniscas en contacto neto con el manto (cuarzo-micáceas y estructuras de canal, carácter erosivo). Carbonosas hacia la base.	> 90% excepto Ac (PC-43)=> 68%	PC-43 y 38												
				8,11	59,63	0,52	3853,0									
				PC 31 y 28												
				7,18	81,91	0,27	478,0									
	30 cm	Carbón atrítico, con presencia principalmente de vitreno y clareno pero tambien es apreciable durenó. Presenta una intercalación hacia la parte media de limolita plástica carbonosa, oscura de 10 cm de espesor. Se presenta en la mayoría de los pozos corazonados dentro del área.	32 a 80%	PC - 24								8.88	1,63	0,82	12390	
				22,15	17,77	0,70	8205									
				PC 28												
				14,05	20,81	0,87	8.826,00									
	10 cm			PC 31, 38, 42 y 43												
				13,1	9,35	0,93	10896,0									
	45 cm	Espesor promedio del manto => 1.15 m		PC 24												
				13,93	1,74	0,63	11.528,00									
	3 cm	Finas laminas de carbón. Espesor variable	> 80 %	8,84	75,3	0,66	1405									
		Son finamente laminadas hacia el techo y presentan trazas carbonosas (fósiles de hojas). Varían lateralmente a facies arcillosas, limo-arenosas. Ocasionalmente se observan diaclasadas.														

**Bloque: Norte**  
**No de Manto: 200**








Aparece en los pozos PC-44, 43, 42, 38, 36, 31, 28, 24.

El RQD es un promedio de los datos tomados de la información adquirida de los pozos corazonados.

COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES	RQD %	CALIDAD DEL MODELO				CALIDAD IN SITU				CALIDAD ACOPIO				Muestreo de Recepción							
				HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU				
		Lm poco plásticas masivas con presencia de huellas de hojas (MO) y bandas de Ac. Hacia la base mas oscuras, plásticas y laminadas. Varían lateralmente a SS grises, Qz-Ms, de matriz lodosa, masivas.	77,4	7,8	74,37	0,86	1623																
	5-6 cm	Muy plásticas, finamente laminadas.																					
	< 4 cm	Ocasional, onduloso con alto contenido de FeS.																					
		La presencia de Lm puede aumentar el contenido de ceniza, y a su vez disminuir el poder calorífico.	68	13,28	8,75	0,52	10699																
	<b>PC- 24, 28, 31 y 36</b>																						
	4 m, Pit	En general es duro, brillante, compacto, limpio, negro. Presenta lentes de Lm gris oscura a negra, compacta de 7 cm x 1,5 m.											10,39					0,8	11571	12,87	5,07	0,8	11226
	4,18 m B.D.																						
	<b>PC-24, 28, 31, 38, 42, 43 y 44</b>																						
	13,46    3,69    0,52    11372,1																						
	< 5 cm	Espesor variable. Carbonosa, oscura ondulosa. En ocasiones se ven trazas carbonosas. Bajas calidades. Masivas, Plásticas a semiplásticas. Varían lateralmente a SS grises, compactas, masivas. Presenta trazas carbonáceas hacia el techo.	86,8	7,48	83	0,41	570,14																

Bloque: Norte  
 No de Manto: 190





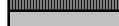


Aparece en los pozos PC 24, 28, 31, 36, 38, 42, 43, 44 y 45.  
 El RQD es un promedio de los datos tomados de la información adquirida de los pozos corazonados.

	Carbón
	Shale carbonoso
	Roca carbón
	Limolita plástica gris oscuro
	Limolita
	Limolita arenosa
	Arenisca





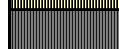
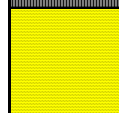
COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES	RQD %	CALIDAD DEL MODELO				CALIDAD IN SITU				CALIDAD ACOPIO				MUESTREO RECEPCIÓN				
				HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	
		Principalmente se caracteriza por Lm gris oscuro, poco compactas ligeramente carbonáceas (mas hacia la base), que hacia el contacto se tornan fisiles. Varía lateralmente a facies arenosas, compactas Oz-Ms, gradacional. Contacto neto. Ocasionalmente se pueden presentar marcas de carga de Lm y/o SS.	88,43	6,82	75,43	0,38	1492,1													
				PC - 42. Alto en ceniza.																
				11,85	13,57	0,35	11192,0													
	1,6 m Pit. 1,94 B.D.	Compuesto principalmente por dureno y por clareno. La presencia de vitreno es esporádica y aparece en mayor cantidad hacia el techo. Se observan bandas laminares de fuseno.	85,5									9,08	4,22	0,63	12001	12,47	5,49		11268	
				PC 24, 28, 31, 36, 38, 43, 44 y 45,																
				13,33	3,26	0,49	11492													
	5 - 15 cm	Espeor variable. Se desprende fácilmente																		
		Lm grises hacia el tope y mas arenosa hacia la parte media y base. Masivas, estratificación ondulosa y friables.	98,8	6,76	78,19	0,64	1010,86													

**Bloque: Norte**  
**No de Manto: 180**

Aparece en los pozos PC - 28, 24, 31, 44, 42, 43  
 El RQD es un promedio de los datos tomados de la información adquirida de los pozos corazonados.

	Carbón
	Shale carbonoso
	Roca carbón
	Limolita plástica gris oscuro
	Limolita
	Limolita arenosa
	Arenisca








Los datos de base y techo son muestras tomadas a 15 cm de los respectivos

COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES	RQD %	CALIDAD DEL MODELO				CALIDAD RECEPCIÓN				CALIDAD ACOPIO				
				HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	
		SS, Qz- Ms de grano fino a medio grises compactas , con estructura en canal . Hacia la base presenta trazas carbonáceas, y se torna más plástica. Intercalaciones de Lm y Lm arenosas. Base son lodosas, fisiles y plásticas.	SS desde 33% Promedio	6,21	78,46	0,33	1137,5									
	8 cm	Fisil pástico, que se viene con el carbón.	81%													
	2.0 m	Hacia la base vitreno y bajo dureno, hacia el medio dureno- vitrenoy lentes de clareno, hacia el tope lentes de clareno, la piritita se encuentra diseminada y en agregados.	65,1	13,8	2,74	0,43	11483	13,64	5,41		11147	10,7	3,19	0,53		11893
	2 cm	Onduloso, lenticular.														
	3 cm	Lm gris oscura que contiene piritita en agregados.														
		SS qz, Ms, gris claro, compactas que se tornan lodosas hacia el techo de grano fino. Presenta trazas carbonáceas(hojas, raíces) hacia el techo. Varían a Lm arenosas masivas y Lm semiplásticas.	98,6	5,41	86,29	0,21	453,67									



Bloque: Norte  
 No de Manto: 160

Aparece en los pozos PC - 21, 24, 31, 36, 38, 42, 44, 45 y 55  
 Son aproximadamente tres datos de calidad por pozo.  
 El RQD es un promedio de los datos tomados de la información adquirida de los pozos corazonados.

	Carbón
	Shale carbonoso
	Roca carbón
	Limolita plástica gris oscuro
	Limolita
	Limolita arenosa
	Arenisca

COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES	RQD %	CALIDAD DEL MODELO				CALIDAD IN SITU				CALIDAD ACOPIO				CALIDAD RECEPCIÓN				
				HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	
		Gris medio masivas , semiplásticas. También se encuentran intercalaciones con SS gris claro, de grano fino a medio qz. Ms. friables.	86,3	7,36	83,42	0,35	328,78													
	< 4 cm	Plástico, onduloso, presenta alto contenido de pirita.		5,50	75,41	0,26	2364,0													
	6.4m PIT 7.53 m B.D	Carbón atrítico mostrando bandeamientos entre dureno y vitreño y clareno - vitreño. Presenta lentes de Lm oscura compacta y bandas lenticulares de fuseno-clareno. Este manto es caracterizado por su fuerte espesor. Presenta pirita diseminada y a manera de agregados.  Presenta en profundidad muy buena continuidad en las propiedades fisicoquímicas.	73	12,18	1,48	0,39	11981					10,7	4,61	0,99	11763		4,04	0,83	11466	
																OPM				
																11,98	4,59	0,77	11501	
																13,24	2,38	0,85	11606	
	5 cm	Alto en pirita, carbonoso y onduloso.																		
		Gris oscura plástica carbonosa masiva. Hacia la parte media se torna arenosa (LmS) y presenta bandas de Ac. Compacta.	84,3	6,11	84,19	0,37	492													

**Bloque: Norte**  
**No de Manto: 150**

Aparece en los pozos PC-45, 44, 36 Y 21  
 El RQD es un promedio de los datos tomados de la información adquirida de los pozos corazonados.

El manto se presenta en los pozos 45 y 44 a una profundidad mayor a 150m  
 y a una profundidad de 106 m en PC-36 y a 68m en el PC-21

13,20 3,3 0,83 11340

	Carbón
	Shale carbonoso
	Roca carbón
	Limolita plástica gris oscuro
	Limolita
	Limolita arenosa
	Arenisca

COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES	RQD %	CALIDAD DEL MODELO				CALIDAD IN SITU				CALIDAD ACOPIO				MUESTREO RECEPCIÓN				
				HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	
	20 cm	Si la cinta 155 esta muy cerca se tienen Lm negras carbonosas a con pirita diseminada(< 50cm). También se observan SS rellenas de material carbonoso, pirita diseminada y nódulos limosos. Hacia la base gris oscuro. Alto contenido de pirita. Ocasionalmente se observan lomillitas plásticas.	> 80%	PC-45 Y 21																
				6,81	82,63	0,53	227,5													
				PC 44 y 36																
				6,97	66,1	0,37	5481													
	1.2 m PIT 1.72 m B.D	Caracterizado por la presencia de durenó y vitreño. Se presentan bandas de fuseno y de clareño. Las proporciones entre vitreño, clareño y durenó son muy variables.	80 - 100%	PC 45 y 44								9,34	4,42	1,34	12040	13,2	3,3	0,83	11340	
				12,31	9,78	1,27	10834													
				PC 36 y 21																
				11,8	1,7	0,41	12090													
	5 cm	Plástica, carbonosa																		
		Gris medio masivas, carbonosas hacia el techo que varían lateralmente a limolitas arenosas y arcillolitas	Ac => 65%	5,39	87,64	0,3	274,5													
			Lm=> 95%																	

Bloque: Norte  
 No de Manto: 140

Aparece en los pozos PC-21, 36, 44 y 45  
 El RQD es un promedio de los datos tomados de la información adquirida de los pozos corazonados.

COLUMNA	ESPESOR	DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIONES	RQD %	CALIDAD DEL MODELO				CALIDAD IN SITU				CALIDAD ACOPIO				MUESTREO RECEPCION				
				HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	HUM	CENIZ	AZUF	BTU	
		Varía entre limolitas y arcillolitas gris media, plásticas. Se tornan mas oscuras y plásticas a la base. La ac puede presentar alto contenido de MO.	> 90%	6,65	76,11	0,56	1067													
				PC 54 - 17.77 m																
				11,81	5,71	1,01	11281													
	1.6 m Pit 1.6 B.D	Carbón atrítico compuesto principalmente por vitreno y por durenó. Presenta clareo hacia el techo y bandas de fuseno poco homogéneas a través del intervalo. Se observa piritita relleno de fracturas subverticales. Ocasionalmente muestra lentes de limolita.	37% a 90%	PC 45 - 177.39								7,72	7,29	3,33	11852	9,46	9,03		11330	
				12,57	4,12	0,45	11490													
	3 cm 5 cm	Sh ocasional. Presenta finas láminas de carbón. Lm gris oscura plástica.	Lm => 75%																	
		Gris clara masiva que hacia el techo se toman arcillosas y laminadas con presencia de piritita diseminada y trazas de carbón. Varían a arcillolitas lateralmente.	Ac/Ca => 90%	11,12	50,37	0,66	5092													

## **Anexo 7. CATÁLOGO CARACTERIZACIÓN MANTOS DE CARBÓN**

### **CATÁLOGO MANTOS DE CARBÓN MINA EL HATILLO, BLOQUE NORTE**

**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA  
David José Duitama Durán  
Julia Elena Coronel Beleño**

**JEFE DE GEOLOGÍA  
Luis Emilio Rojas**

**C.I. CARBONES DEL CARIBE  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA  
La Loma de Calenturas, Cesar  
Julio, 2007**

## INTRODUCCIÓN

Este catálogo es un resumen de la información adquirida durante la fase de campo y comparada con la información obtenida durante la etapa de exploración y para muestreo de recepción post-extracción. Se muestran datos y gráficas de calidad que permiten comparar de una manera sencilla y práctica la información obtenida durante las diferentes etapas de la minería. También se muestra información sobre espesores, distancias a mantos principales y características especiales. Además se caracterizan las litologías que supra- y sub- yacen a los mantos de carbón, teniendo en cuenta los contactos entre ellos, y especificando cuales son de especial cuidado durante el proceso extractivo.

Cada descripción viene separada en tres partes que se consideran de alta importancia y lo son:

1. Descripción del manto
2. Piso y Techo
3. Litologías supra e infrayacentes

En estas se pueden observar diferentes comentarios sobre la densidad de datos que se tienen para cada uno de los mantos de carbón y propuestas sobre como se pueden evaluar los procesos extractivos y el conocimiento actual del yacimiento.

Parte del trabajo fue también el de correlacionar las diferentes nomenclaturas utilizadas para los mantos de carbón, y que se clasificaron en tres tipos que son: Pit, EMCARBON (IFE) y Modelo SURPAC. Durante todo el catálogo la información mostrada va correlacionada con la nomenclatura del modelo SURPAC.

Al final se realizan conclusiones sobre el estado de los mantos de carbón, y se realizan recomendaciones que mejorarían el conocimiento actual del yacimiento a nivel de calidades.

## INFORMACIÓN UTILIZADA

### Base de Datos (Modelo)

Información obtenida a partir de descripción de corazones y muestreo de carbones en los pozos:

PC-21, PC-24, PC-31, PC-36, PC-38, PC-42, PC-43, PC-44, PC-45, PC-54 y PC-55.

Archivos utilizados y corregidos a nomenclatura SURPAC:

[Calidades Modelo.xls](#) (Análisis Próximos)

También se utilizaron las descripciones realizadas a mano durante la exploración.

### Calidad de acopio

Muestreo in situ tomado durante el avance de la minería en el descapote de la zona meteorizada. Estos datos pueden presentar anomalías en los contenidos de ceniza y de azufre, ya que los mantos pudieron haber sido afectados por procesos de meteorización.

[Calidad inicial PIT .xls](#)

### Muestreo Recepción

Calidades obtenidas durante el muestreo discriminado de los mantos de carbón después de ser extraídos y acopiados. Esta información se encuentra con nomenclatura Pit.

[Calidades de Recepción.xls](#)

## INFORMACIÓN ADICIONAL

El archivo descripción de mantos es un resumen de la información del archivo calidades hatillo complementada con la información obtenida en campo y de las jornadas de exploración. En esta se muestra propiedades como RQD, calidades (% Azufre, % Ceniza, % Humedad, Poder Calorífico), tomadas por medio de muestreo de carbón in situ, pozos corazonados y durante la recepción del mismo post-extracción. También muestra una columna (no escala) gráfica del manto de carbón y de las litologías que lo rodean, prestando especial cuidado en los contactos.

[Descripción De Mantos. xls](#)  
[Gráficas de calidades vs Profundidad](#)

Todos los mantos de carbón tienen un hipervínculo que muestran la información mencionada arriba pero de manera discriminada.

También se tiene una columna estratigráfica realizada a partir de núcleos de perforación que permite la visualización de todos los mantos de carbón, la distancia entre ellos y descripciones de los mismos. En esta se muestran los pozos utilizados para este propósito.

[Columna Intervalo Productor a partir de núcleos de perforación](#)

## CORRELACIÓN DE NOMENCLATURAS

La siguiente tabla es un cuadro comparativo de las diferentes nomenclaturas con las que se han venido denominando a los mantos de carbón, desde la fase exploratoria hasta la fase de explotación. Se puede observar la nomenclatura con la que se han venido acopiando los mantos de carbón (nomenclatura Pit) y sus respectivos correlacionable en el Informe Final de Exploración y en el modelo Surpac.

Nomenclatura Pit	EMCARBON (IFE)	Modelo SURPAC
300	310	290
285	300	280
280	290	270
275	285	269
270	280	260
260	270	250
250	260	240
240	250	230
230	240	220
220 Sup	Cinta	Cinta
220	218	218
210 Sup	215	215
210	210	210
200	200	200
190	190	190
180	180	180
170 y 165	170	170
160	160	160
150	150	150
140	140	140
130	130	130

**Tabla 1.** Cuadro comparativo de las nomenclaturas de los mantos de carbón en la actual zona de explotación.

## MANTO 290

**Espesor Promedio: 3.18 m**  
**Espesor Medido en Pit: 3.15 m**

Se acopia con calidad verde con un contenido de azufre de 0.83%. Es caracterizado por la presencia de vitreno con bajo clareo hacia el techo y hacia la parte media, y hacia la base vitreno con dureno. Presenta pirita como relleno de grietas y diseminadas. Se encuentra a una gran distancia del manto 280 pasando por secuencias compuestas principalmente por areniscas cuarzo-micáceas .

No se tienen datos de calidad de este manto. La información que se tiene es solo un contenido de azufre.

Los espesores de estéril entre mantos se muestran en la siguiente tabla:

<b>Entre 290 y</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media Geométrica</b>
M280	77,50	82,50	79,47

### **Piso y Techo**

El techo generalmente está compuesto principalmente por shale físil, carbonoso con contenido de pirita que no supera los 3 cm de espesor.

El piso generalmente está compuesto por shale físil, carbonoso, de espesor variable (onduloso) menor a 3 cm de espesor.

### **Litología**

El manto esta suprayacido por limolitas grises claras, semiplásticas, masivas, hacia la base finamente laminada y más oscura.

La litología infrayacente consiste en limolitas grises media masivas a oscuras hacia el techo plástica y finamente laminada.

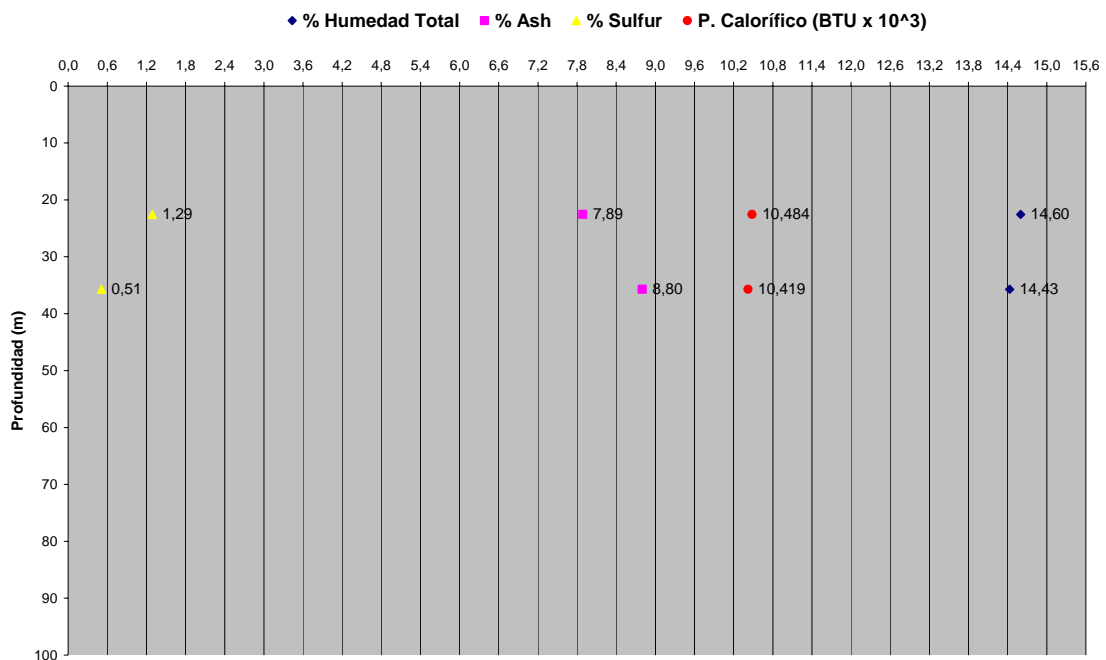
## MANTO 280

**Espesor Promedio: 0.99 m**  
**Espesor Medido en Pit: 0.9 m**

Se acopia con calidad verde presentando un porcentaje de azufre de 0.8%. Se caracteriza por la presencia de vitreno con bajo contenido de clareno hacia el techo y hacia la parte media y base vitreno con durenó. Presenta pirita como relleno de grietas y diseminadas

### Calidad

Para el análisis de las calidades se utilizó la información obtenida a partir de los pozos PC-38 y PC-31.



**Gráfica 1.** Datos de calidad (% Humedad Total, % Cenizas, % Azufre y Poder Calorífico) vs profundidad (m) para el manto 280, Bloque Hatillo Norte.

En la gráfica se observa que no se tiene una suficiente cantidad de datos que permitan establecer una tendencia en la calidad del manto. Los valores obtenidos muestran un alto contenido de ceniza y una disminución en el contenido de azufre en profundidad. El poder calorífico no supera los 10500 BTU/Lb.

La siguiente tabla muestra un promedio de las calidades anteriores y su comparación con la calidad de acopio:

	<b>Calidad Modelo</b>	<b>Calidad Acopio</b>	<b>Calidad in situ 2007</b>
<b>Humedad total</b>	14.43	12.53	
<b>% Cenizas</b>	8.35	2.97	
<b>% S</b>	0.9	0.8	
<b>BTU</b>	10452	11624	

Las calidades son diferentes mostrando bajos contenidos de ceniza y azufre, y alto poder calorífico en la calidad de acopio, contrario a lo que sucede en profundidad. Con el fin de establecer un modelo de calidad para este manto se recomienda realizar muestreos (in situ o de recepción) que permitan encontrar una tendencia del mismo.

Los espesores de estéril entre mantos se muestran en la siguiente tabla:

<b>Entre 280 y</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media Geométrica</b>
M290	77.50	82.50	79.47
M270	24.10	35.65	28.86

### **Piso y Techo**

El techo está compuesto generalmente por shales de estructura lenticular que no superan los 5 cm. La presencia de shale nos muestra calidades de BTU de 542 con bajo contenido de azufre.

El piso está compuesto de shale carbonoso ondulado lenticular, poco continuo, con poderes caloríficos que alcanza los 575 BTU.

### **Litología**

El manto esta suprayacido por limolitas grises semiplásticas de estratificación ondulosa, que hacia la base se tornan carbonosas y finamente laminadas. Las limolitas también se presentan intercaladas con láminas lenticulares de areniscas cuarzo-micácea gris.

La litología infrayacente consiste en limolitas grises plásticas arenosas y presencia de bandas de arcillolita compacta de colores rojizos a amarillentos.

En las litologías infrayacentes y suprayacentes predominan valores de RQD mayores a 90 %. De esta manera la clasificación geotécnica que presenta es muy buena (Tipo I).

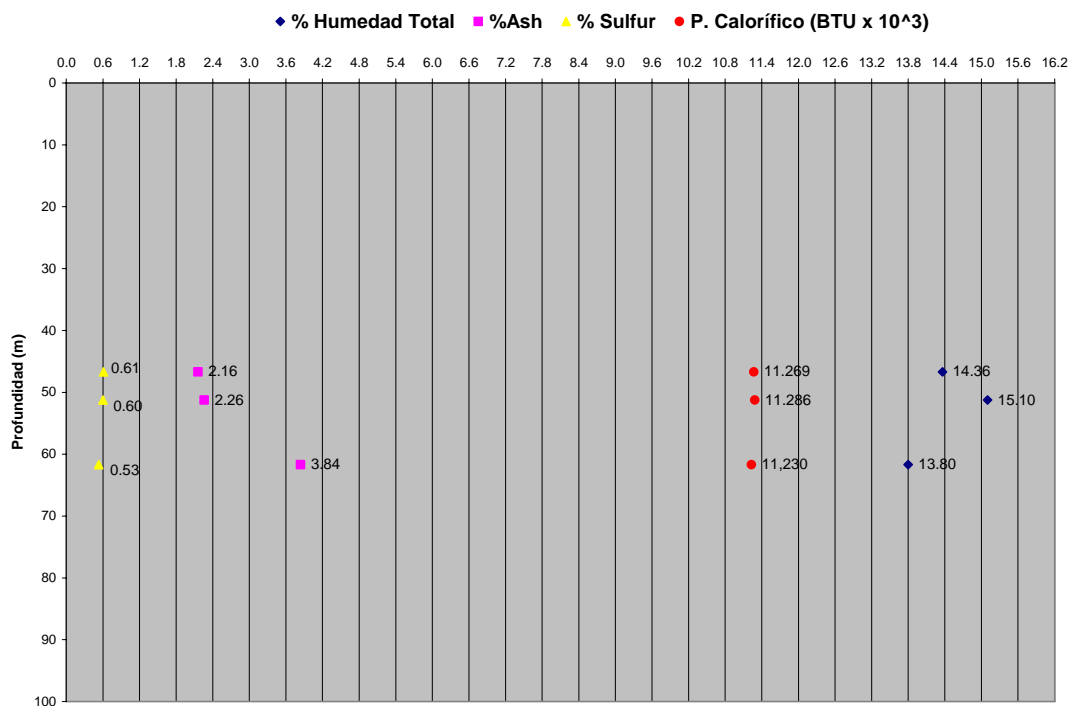
## MANTO 270

**Espesor Promedio: 2.75 m**  
**Espesor medido en Pit: 2.4 m**

Es uno de los mantos más representativos de la actual zona de explotación. Se acopia con calidad azul con un porcentaje de azufre de 0.67 %. Se caracteriza por ser atrítico presentando bandas compuestas principalmente por durenó - clarenó y también es apreciable la presencia de vitrenó en menor cantidad. Presenta pirita laminar y relleno de grietas. Ocasionalmente se observa la presencia hacia la base de la cinta 269, mostrando una intercalación con espesor de 30 cm.

### Calidad

Para el análisis de las calidades se utilizó la información obtenida a partir de los pozos PC-43, PC-38 y PC-31.



**Gráfica 2.** Datos de calidad (% Humedad Total, % Cenizas, % Azufre y Poder Calorífico) vs profundidad (m) para el manto 270, Bloque Hatillo Norte.

En la gráfica podemos apreciar que el manto muestra bajas cantidades de azufre y ceniza y poderes caloríficos mayores a 11200 BTU a profundidades entre los 45m y los 65 m. La humedad total se mantiene mayor a 13%. El contenido de azufre se mantiene por debajo de 0.6%.

La siguiente tabla muestra un promedio de las calidades anteriores y su comparación con la calidad de acopio:

	<b>Calidad Modelo</b>	<b>Calidad Acopio</b>	<b>Calidad in situ 2007 (Julio)</b>
<b>Humedad Total</b>	14.42	13.41	
<b>% Cenizas</b>	2.75	3.75	
<b>% S</b>	0.58	0.67	
<b>BTU</b>	11262	11236	

Los datos en profundidad son consistentes con las calidades del promedio tomados a nivel de explotación por lo que se puede considerar un manto continuo en sus propiedades. Se observa un pequeño incremento en el contenido de azufre y de ceniza muy probablemente debido a que esta muestra fue tomada cerca de superficie.

Se recomienda muestreo in situ y de recepción con el fin de conocer la calidad con la cual se está acopiando este carbón y la variación desde el momento de explotación hasta su posterior acopio y de esta manera determinar la efectividad de la extracción

Los espesores de estéril entre mantos se muestran en la siguiente tabla:

<b>Entre 270 y</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media Geométrica</b>
M280	24.10	35.65	28.86
M260	2.50	12.65	5.44

### **Piso y Techo**

El techo está compuesto principalmente por limolitas plásticas y ocasionalmente shale de estructura lenticular que no superan los 5 cm. La presencia de shale nos muestra calidades de BTU de 5212 con bajo contenido de azufre. El techo en general es muy fisil y se desprende fácilmente del carbón.

El piso está compuesto principalmente por una capa de 3 a 7 cm de roca carbón, muy compacta y fisil, que no representa problemas para la extracción.

## Litología

El manto esta suprayacido por limolitas grises semiplásticas de estratificación ondulosa, que hacia la base se tornan carbonosas y finamente laminadas. Las limolitas también se presentan intercaladas con láminas lenticulares de areniscas cuarzo-micácea gris.

La litología infrayacente consiste en limolitas grises plásticas arenosas y presencia de bandas de arcillolita compacta de colores rojizos a amarillentos.

En las litologías infrayacentes y suprayacentes predominan valores de RQD mayores a 90 %. De esta manera la clasificación geotécnica que presenta es muy buena (Tipo I).

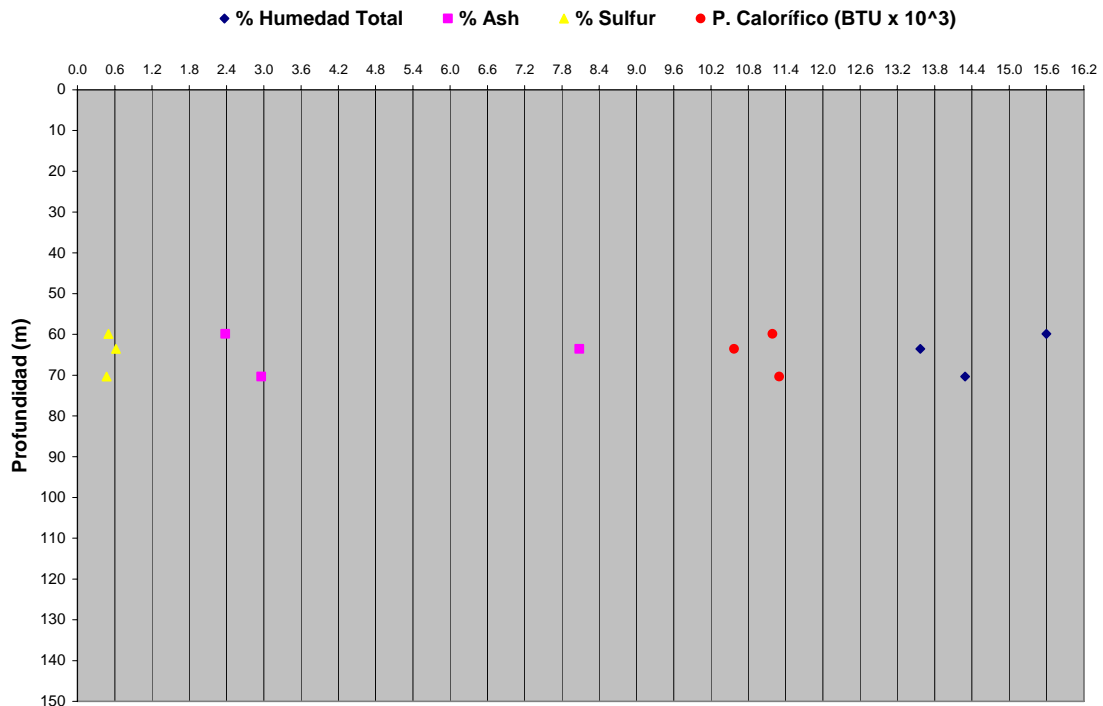
## MANTO 260

**Espesor Promedio: 1.06 m**  
**Espesor Medido en Pit: 0.7 m**

Se acopia con calidad azul con un porcentaje de azufre de 0.63 %. Se caracteriza por ser atrítico constituido principalmente por durenó y hacia la base vitrenó. Presenta pirita laminar y como relleno de grietas.

### Calidad

Para el análisis de las calidades se utilizó la información obtenida a partir de los pozos PC-43, PC-38 y PC-31.



**Gráfica 3.** Datos de calidad (% Humedad Total, % Cenizas, % Azufre y Poder Calorífico) vs Profundidad (m) para el manto 260, Bloque Hatillo Norte.

La gráfica muestra una baja cantidad de datos para el manto en esta zona. Sin embargo, muestra calidades con contenidos de azufre menores a 0.6 % y poder calorífico en promedio mayor 10800 BTU. Se observa que las cenizas se mantienen por debajo del 3%, con excepción del pozo PC-43 la cual es mayor a 7.8%.

La siguiente tabla muestra un promedio de las calidades anteriores y su comparación con la calidad de acopio:

	<b>Calidad Modelo</b>	<b>PC-43 Lente Lm</b>	<b>Calidad Acopio 2006</b>	<b>In situ</b>	<b>Recepción (Julio – 2007)</b>
<b>Hum Total</b>	14.95	13,57	11.89		
<b>% Cenizas</b>	2.67	8.08	2.53		
<b>% S</b>	0.49	0.62	0.63		
<b>BTU</b>	11244	10569	11608		

En general muestra continuidad en los contenidos de azufre, ceniza y poder calorífico.

El aumento en el contenido de cenizas en el pozo PC-43 es producto de la presencia de lentes compactos de limolitas oscuras. Este aumento en el contenido de cenizas va de la mano con una disminución en el poder calorífico. Debido a que estos lentes son de poca continuidad en el manto es necesario realizar un seguimiento in situ a lo largo del rumbo y del buzamiento para recopilar mayor cantidad de datos que nos permitan llegar a una conclusión mas precisa sobre la variación que estos puedan causar al contenido de cenizas.

Los espesores de estéril entre mantos se muestran en la siguiente tabla:

<b>Entre 260 y</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media Geométrica</b>
M270	2.50	12.65	5.44
M250	3.20	23.80	9.33

### **Piso y Techo**

El techo está compuesto principalmente por limolita plástica carbonoso menores a 13 cm de espesor y roca carbón compacta, fisil y presencia de pirita. En general presenta alto contenido de ceniza, bajo contenido de azufre y potencial calorífico que puede alcanzar los 6552 BTU.

El piso está compuesto principalmente por roca carbón fisil compacta y limolita finamente laminada. Muestra bajas calidades con muy bajos contenidos de azufre, altos contenidos de ceniza y poder calorífico que alcanza los 1062 BTU.

## Litología

El manto está suprayacido principalmente por limolita grises arenosas semiplásticas, que varían lateralmente a arcillolitas y limolitas arenosas. En general presenta valores de RQD mayores a 90 % (RMR Tipo I), sin embargo en el pozo PC-43 se presentan arcillolitas con RQD de 25% (RMR Tipo IV).

La litología infrayacente consiste en limolitas gris ocasionalmente arenosas con estructura ondulosa, que presenta nódulos ferruginosos arenosos y lodosos compactos a manera de bandas. Varían a arcillositas. Las litologías mencionadas presentan RQD entre 71% y 92 %, el valor mas bajo representado por arcillolitas masivas y el mas alto por limonitas arenosas clasificando la litología suprayacente con un RMR entre tipo I y II.



	<b>Calidad Modelo</b>	<b>Calidad Acopio</b>	<b>Calidad in situ 2007 (Julio)</b>
<b>Humedad Total</b>	13.58	13.77	
<b>% Cenizas</b>	4.49	2.66	
<b>% S</b>	1.65	0.73	
<b>BTU</b>	11117	11324	

Las calidades obtenidas a partir de muestra in situ son mejores a las obtenidas durante la etapa de exploración, además nos indica que los contenidos de azufre y ceniza son variables, a diferencia del poder calorífico. Para poder obtener una tendencia del comportamiento de las calidades del manto se recomienda nuevos muestreos en la cota actual de explotación debidamente georeferenciados.

Los espesores de estéril entre mantos se muestran en la siguiente tabla:

<b>Entre 250 y</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media Geométrica</b>
M260	3.20	23.80	9.33
M240	10.35	22.45	13.61

### **Piso y Techo**

El techo está compuesto principalmente por limolitas plásticas finamente laminadas de fácil desprendimiento y ocasionalmente shales de estructura lenticular que presenta finas láminas de materia orgánica (MO). El techo muestra calidades con alto contenido de ceniza, bajo contenido de azufre y potenciales caloríficos que pueden alcanzar los 3443 BTU.

El piso está compuesto principalmente por una capa de limonita plástica carbonosa oscura finamente laminada que se queda pegada al respaldo del manto como chicle. Ocasionalmente se observa la presencia de roca carbón. En general muestra bajas calidades con bajos contenidos de azufre, altos contenidos de ceniza y poder calorífico que alcanza los 1870.3 BTU.

### **Litología**

El manto está suprayacido por limolitas grises semiplásticas de estratificación ondulosa con presencia de arenas cuarzo micáceas de granulometría fina a manera de láminas lenticulares, que hacia la base se tornan carbonosas y finamente laminadas. En general presenta valores de RQD mayores a 80 % (RMR Tipo I), pero en el pozo PC-43 se encuentran unas arcillolitas que presentan RQD de 30 % (RMR Tipo IV).

La litología infrayacente consiste en limolitas grises semiplásticas con presencia de fósiles de hojas (trazas carbonosas). Presenta variación lateral a facies arenosas y arcillosas y RQD mayores a 80% con RMR tipo I.

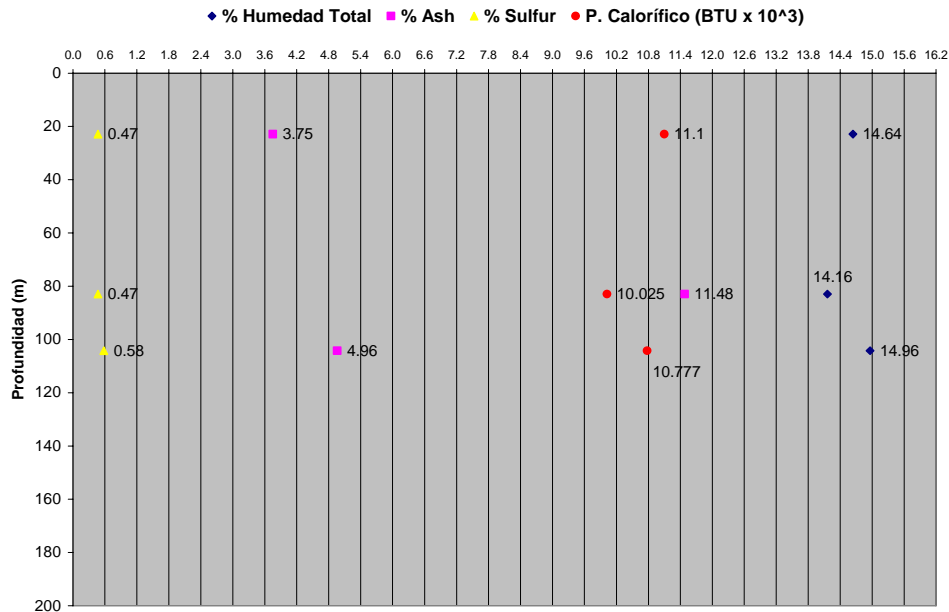
## MANTO 240

**Espesor Promedio: 0.64 m**  
**Espesor Medido en Pit: 0.6 m**

Se acopia con calidad azul con un porcentaje de azufre de 0.67 %. Se caracteriza por ser atrítico bandeado compuesto por vitreño y durenó, con predominio alternado. Presenta pirita laminar y nodular. Se pueden presentar lentes de areniscas.

### Calidad

Para el análisis de las calidades se utilizó la información obtenida a partir de los pozos PC-43, PC-38 y PC-31.



**Gráfica 5.** Datos de calidad (% Humedad Total, % Cenizas, % Azufre y Poder Calorífico) vs Profundidad (m) para el manto 240, Bloque Hatillo Norte.

En la gráfica anterior se puede apreciar que el manto 240 muestra contenidos de azufre menores a 0.6 %, de ceniza muy variado alcanzando los 11.48 % y poderes caloríficos menores a 11400 BTU/lb. El valor con mayor cantidad de ceniza muestra el mas bajo poder calorífico y es el correspondiente al PC-31 donde presenta lente de arena. La humedad se mantiene sobre 14 %.

La siguiente tabla muestra un promedio de las calidades anteriores y su comparación con la calidad de acopio:

	<b>Calidad Modelo</b>	<b>PC-31 Lente de Arena</b>	<b>Calidad Acopio 2006</b>	<b>Recepción (Julio – 2007)</b>
<b>Hum Total</b>	14.8	14.16	12.57	12.50
<b>% Cenizas</b>	4.36	11.48	1.98	3.92
<b>% S</b>	0.53	0.47	0.53	0.77
<b>BTU</b>	10939	10025	11663	11429

Se observa una variación en el contenido de ceniza para todos los datos. También es notorio un aumento significativo en el contenido de azufre en recepción en contraste con los valores obtenidos durante la fase exploratoria y el muestreo inicial para acopio.

Debido a esta alta variación en el contenido de cenizas y el valor anómalo de azufre obtenido en recepción se recomienda un nuevo muestreo in situ y en recepción para determinar si la causa del aumento en el contenido de ceniza y de azufre se debe a procesos operativos en la extracción del manto de carbón o solamente tenemos variaciones locales en las calidades del manto.

Los espesores de de estéril entre mantos se muestran en la siguiente tabla:

<b>Entre 240 y</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media Geométrica</b>
M250	10.35	22.45	13.61
M230	4.35	12.70	7.64

### **Piso y Techo**

El techo está compuesto principalmente por limolitas plásticas carbonosa finamente laminadas. Muestra calidades con alto contenido de ceniza, muy bajo contenido de azufre y potenciales caloríficos que pueden alcanzar los 1900 BTU.

El piso está compuesto principalmente por una delgada capa de roca carbón que se presenta de manera ocasional. Muestra bajas calidades con muy bajos contenidos de azufre, altos contenidos de ceniza y poder calorífico que alcanza los 550 BTU.

### **Litología**

El manto esta suprayacido por una variación gradacional de facies limosas, arcillosas, limo-arcillosas y limo-arenosas, que van de semiplásticas a

plásticas. En general presenta valores de RQD mayores a 80 % (RMR Tipo I), pero en el pozo PC-42 se encuentran unas arcillolitas plásticas que presentan RQD de 60 % (RMR Tipo III).

La litología infrayacente consiste en limolitas grises semiplásticas. Presenta variación lateral a facies arcillosas y limo-arenosas y RQD mayores a 95% clasificándolas con un RMR tipo I.

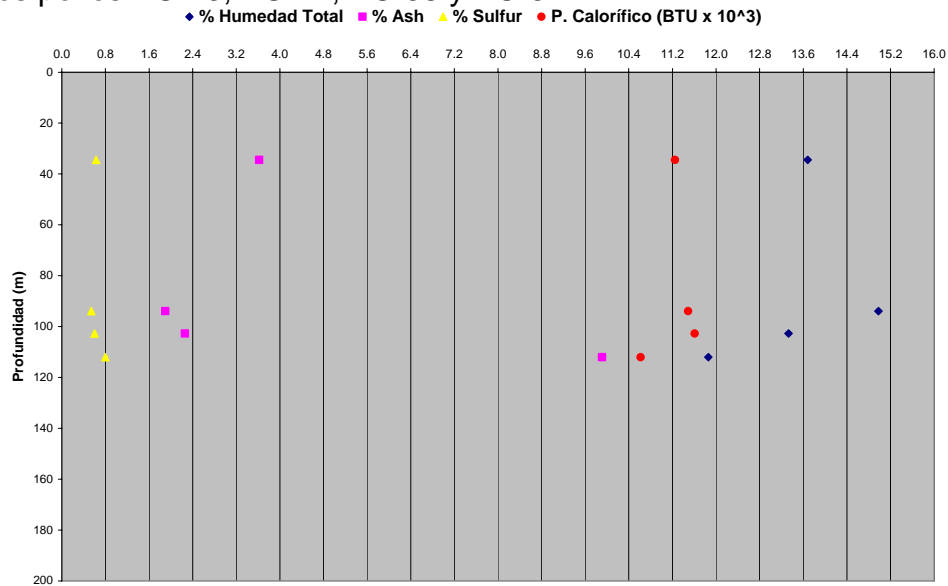
**MANTO 230**

**Espesor Promedio: 0.89 m**  
**Espesor Medido en Pit: 1 m**

Se acopia con calidad amarillo con un porcentaje de azufre de 1.26 %. Se caracteriza por ser atrítico constituido principalmente por durenó y vitrenó. Se observa clareno en menor cantidad. Presenta ocasionalmente intercalaciones lenticulares de limolita gris oscura a marrón que no supera los 6 cm de espesor las cuales se extraen con el manto.

**Calidad**

Para el análisis de las calidades se utilizó la información obtenida a partir de los pozos PC-43, PC-42, PC-38 y PC-31.



**Gráfica 6.** Datos de calidad (% Humedad Total, % Cenizas, % Azufre y Poder Calorífico) vs Profundidad (m) para el manto 230, Bloque Hatillo Norte.

En la gráfica se puede apreciar que la mayor parte de los datos muestran cantidades de azufre menores a 0.8% y un contenido de ceniza variable alcanzando 9.91%. Los pozos que muestran altos contenidos de ceniza también muestran bajo poder calorífico en comparación con los demás. (3.62% Ash => 11250 BTU; 9.91% Ash =>10617).

La siguiente tabla muestra un promedio de las calidades anteriores y su comparación con la calidad de acopio:

	<b>Calidad Modelo</b>	<b>PC-43 Lente Lm</b>	<b>Calidad Acopio 2006</b>	<b>Muestreo Recepción</b>
<b>Hum Total</b>	14	11.86	14.7	13.27
<b>% Cenizas</b>	2.59	9.91	2.2	6.89
<b>% S</b>	0.59	0.8	1.6	1.31
<b>BTU</b>	11449	10617	11371	10870

El aumento en el contenido de ceniza mencionado con anterioridad puede ser ocasionado por la presencia esporádica de lentes compactos de limolitas oscuras. Debido a que estos lentes son ocasionales y se muestran distribuidos en el manto es necesario realizar un seguimiento in situ a lo largo del rumbo y del buzamiento para recopilar mayor cantidad de datos que nos permitan llegar a una conclusión mas precisa sobre la variación del contenido de cenizas en el mismo. El contenido de azufre se observa en mayor cantidad en la calidad de acopio que las calidades del modelo. Esta anomalía puede deberse a que la muestra in situ fue tomada después del descapote del meteorizado en donde los mantos podrían estar afectados por procesos de meteorización.

En el muestreo de recepción se observa que los contenidos de azufre se encuentran dentro del rango obtenido en el modelo, al igual que los contenidos de ceniza y poder calorífico.

Los espesores de los interbourden se muestran en la siguiente tabla:

<b>Entre 230 y</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media Geométrica</b>
M240	4.35	12.70	7.64
M220	2.90	9.23	4.92

### **Piso y Techo**

El techo está compuesto principalmente por limolitas plásticas gris oscura carbonosa, de espesor variable y finamente laminadas. Muestra calidades con alto contenido de ceniza, muy bajo contenido de azufre y potenciales caloríficos que pueden alcanzar los 460 BTU.

El piso está compuesto principalmente por limolitas plásticas gris oscura ligeramente carbonosa. Muestra bajas calidades con muy bajos contenidos

de azufre, altos contenidos de ceniza y poder calorífico que alcanza los 268.8 BTU.

Ambos representan una disminución en las calidades del manto de carbón si se extrae junto con el mismo.

### **Litología**

El manto está suprayacido principalmente por limonita gris masiva ondulosa. Lo suprayacen un paquete de SS grises calcáreas con estructuras de canal que también aparecen suprayaciendo ocasionalmente al M230 de manera erosional. Varía lateralmente a facies limosas, arcillosas, limo-arcillosas y limo-arenosas, que van de semiplásticas a plásticas. En general presenta valores de RQD mayores a 90 % (RMR Tipo I), pero en el pozo PC-43 se encuentran unas arcillolitas que presentan RQD de 68 % (RMR Tipo II).

La litología infrayacente consiste en limolitas gris medio compactas que varían lateralmente a facies arenosas y arcillosas de manera gradacional. Presenta RQD mayores a 95% clasificándolas con un RMR tipo I.

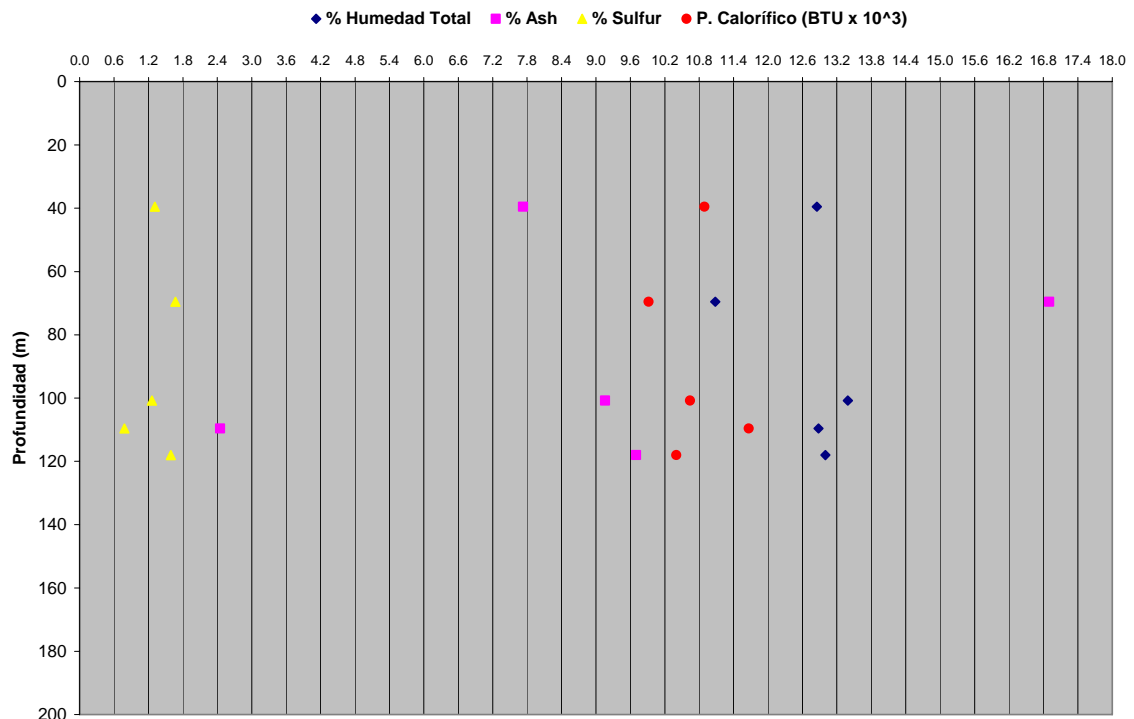
## MANTO 220

**Espesor Promedio: 1.38m**  
**Espesor Medido en Pit: 1.5m**

Se acopia con calidad amarillo con un porcentaje de azufre de 1.24%. Está constituido principalmente por durenó. Presenta bandas de clarenó y fuseno muy delgadas. A una distancia entre 10 y 15 cm de la base presenta una intercalación de 10 a 15 cm de Lm gris plástica a lo largo de la actual área de explotación muy constante. Actualmente se extrae el carbón que suprayace a la intercalación ya que por debajo de la misma solo se tienen máximo 15 cm de espesor que no son extraíbles con buena calidad por procesos operativos.

### Calidad

Para el análisis de las calidades se utilizó la información obtenida a partir de los pozos PC-43, PC-42, PC-38, PC-31 y PC-24



**Gráfica 7.** Datos de calidad (% Humedad Total, % Cenizas, % Azufre y Poder Calorífico) vs Profundidad (m) para el manto 220, Bloque Hatillo Norte.

En la gráfica se puede apreciar que el contenido de azufre a diferentes profundidades se mantiene principalmente dentro del intervalo que va desde 1.2% hasta 1.8%. El contenido de cenizas es ampliamente variable y no tiene una tendencia en profundidad, pero cuando aumenta su contenido disminuye el poder calorífico.

La siguiente tabla muestra un promedio de las calidades anteriores y su comparación con la calidad de acopio:

	PC-38	PC-31, 42 y 43	PC-24 Intercalación	Calidad Acopio 2006	Recepción (Julio –2007)
<b>Hum Total</b>	12.8	13.08	11.08	9.85	
<b>% Cenizas</b>	2.45	8.86	16.90	2.7	
<b>% S</b>	0.88	1.39	1.67	1.24	
<b>BTU</b>	11664	10643	9919.0	11909	

Se observa una amplia variación en el contenido de ceniza para el modelo que va desde 2.45 % hasta 16.9 %. La última es tomada del pozo PC-24 y dicha muestra presenta una intercalación de 12 cm. En general las muestras son altas en azufre (mayores a 1.2%) y varían en poder calorífico.

Es difícil establecer un parámetro por el cual se obtienen calidades relativamente bajas en recepción ya que no se tienen datos de comparación pre y post-operacionales de una misma zona. Puede ser ocasionado por la misma naturaleza del manto, o por procesos operativos.

Con el fin de tener puntos de comparación se recomienda un muestreo pre y post-operacional, que consiste en un muestreo de canal y muestreo de recepción. De esta manera se obtendrían mayores criterios comparativos que permitan tomar decisiones para minado y calidad (mezcla y acopio).

Se recomienda tener mucho cuidado durante la extracción del carbón suprayacente a la intercalación debido a que está es de fácil desprendimiento y afecta los contenidos de ceniza del mismo. Operativamente no es extraíble el carbón que se encuentra subyaciendo la intercalación.

Los espesores de estériles entre mantos se muestran en la siguiente tabla:

Entre 220 y	Mínimo	Máximo	Media Geométrica
M230	2.90	9.23	4.92
M210	7.55	24.20	22.71

### Piso y Techo

El techo está compuesto ocasionalmente por shales carbonosos de espesor variable y de estructura lenticular. Muestra calidades con alto contenido de ceniza, bajo contenido de azufre y potenciales caloríficos que pueden alcanzar los 2038 BTU.

El piso está compuesto principalmente por limolitas plásticas gris oscura con presencia ocasional de shale con pirita. Muestra bajas calidades con muy bajos contenidos de azufre, altos contenidos de ceniza y poder calorífico que alcanza los 2984 BTU.

El shale es una litología de fácil desprendimiento debido a su alta fisilidad, pero que tiene altos contenidos carbonosos.

### **Litología**

El manto esta suprayacido principalmente por intercalaciones de limolitas, arcillolitas y areniscas. Hacia el contacto inferior se tornan más plásticas y carbonosas. Se observan bandas ferruginosas de limolita compacta. En general presenta valores de RQD mayores a 80 % (RMR Tipo I), pero en el pozo PC-31 se encuentran limolitas de 0.2 m de espesor que presentan RQD de 53 % (RMR Tipo III) suprayacidas por litologías que presentan RQD mayores a 90%.

La litología infrayacente consiste en areniscas cuarzo-micáceas de matriz lodosa, grano fino a medio ligeramente calcáreas compactas que varían a limolitas arenosas, limolitas grises masivas y limolitas arcillosas. Hacia el techo se tornan más plásticas y lodosas y se observan trazas carbonosas hacia el techo Presenta RQD mayores a 95% clasificándolas con RMR tipo I.

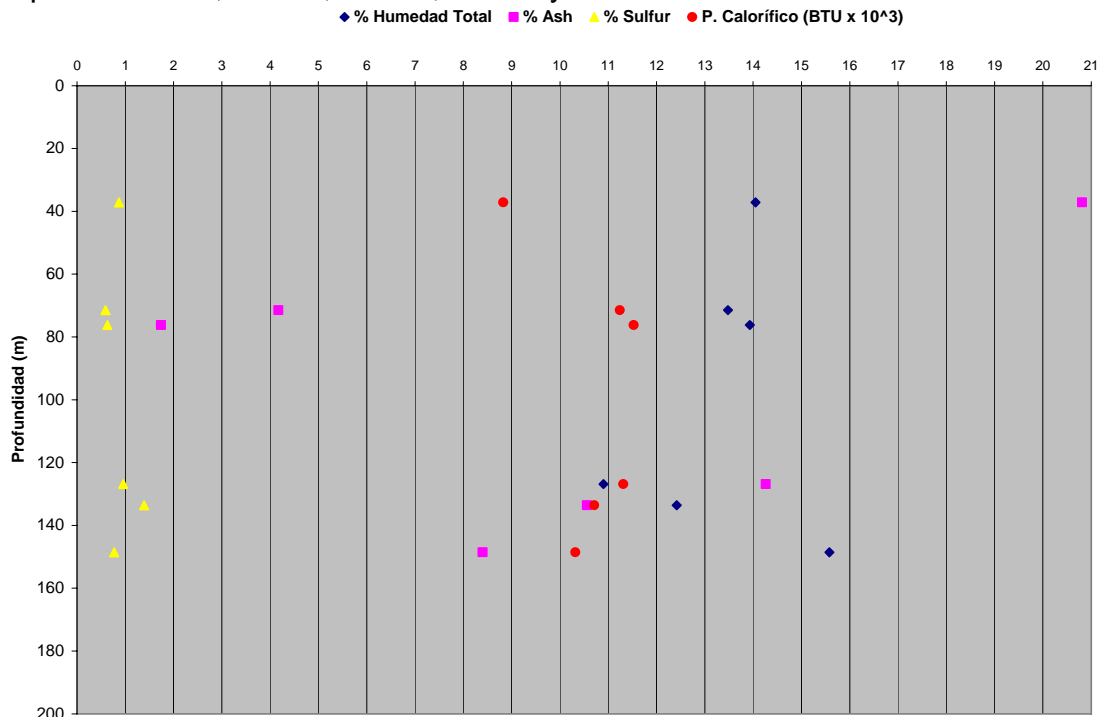
## MANTO 210

**Espesor Promedio: 1.15m**  
**Espesor Medido en Pit: 0.9m**

Se acopia con calidad verde con un porcentaje de azufre de 0.82%. Es atrítico, con presencia principalmente de vitreno y clareno pero también es apreciable durenó. Presenta una intercalación hacia la parte media (aprox. 30cm del techo) de limolita plástica carbonosa, oscura de 10cm de espesor. Esta característica se presenta en la mayoría de los pozos corazonados dentro del área y fue observada en la pared rampa sur de S.M.D.

### Calidad

Para el análisis de las calidades se utilizó la información obtenida a partir de los pozos PC-43, PC-42, PC-38, PC-31 y PC – 24.



**Gráfica 8.** Datos de calidad (% Humedad Total, % Cenizas, % Azufre y Poder Calorífico) vs Profundidad (m) para el manto 210, Bloque Hatillo Norte.

Se puede observar un comportamiento continuo del contenido de azufre en profundidad, manteniéndose principalmente por debajo de 1%. El contenido de cenizas es ampliamente variable y no tiene una tendencia en profundidad, sin embargo se observa que la de menor profundidad es la de mayor contenido. El poder calorífico varía conforme a la variación de ceniza.

La siguiente tabla muestra un promedio de las calidades anteriores y su comparación con la calidad de acopio

	PC-28	PC-31, 38, 42 y 43	PC-24	Calidad Acopio 2006	Muestreo Recepción	In situ (Julio – 2007)
<b>Hum Total</b>	14.05	13.1	13.93	8.88	11.31	
<b>% Cenizas</b>	20.81	9.35	1.74	1.63	6.19	
<b>% S</b>	0.87	0.93	0.63	0.82	0.76	
<b>BTU</b>	8826	10896	11528	12390	11288	

Se observa una amplia variación en el contenido de ceniza en los datos de calidad que va desde 1.6 % hasta 20.81 %. La última es tomada del pozo PC-28 y dicha muestra presenta una intercalación de 10 cm. La calidad de acopio muestra un alto poder calorífico, buen contenido de ceniza contrario a los datos de calidad obtenidos en profundidad. El alto contenido de ceniza en el manto se debe a la intercalación mencionada con anterioridad. El muestreo de recepción muestra buenas calidades con respecto al contenido de azufre y al poder calorífico. El contenido de cenizas es alto y puede ser producto de la intercalación que el manto presenta. Los valores de cantidades de azufre se mantienen para todos los datos por debajo de 1%.

Los espesores de los interburden se muestran en la siguiente tabla:

Entre 210 y	Mínimo	Máximo	Media Geométrica
M220	7.55	24.20	22.71
M200	4.28	38.83	13.35

### Piso y Techo

El manto se encuentra en contacto neto con la litología suprayacente. Esta litología se torna carbonosa y plástica hacia la base. En ocasiones se presentan areniscas cuarzo-micáceas grises de carácter erosivo. El pozo PC-24 muestra calidades de techo muy buenas con bajo contenido de azufre (0.70) y de ceniza (17.77%) y un poder calorífico de 8205 BTU.

El piso está compuesto por shale que contiene finas láminas de carbón y un espesor variable. Muestra bajas calidades con muy bajos contenidos de azufre, altos contenidos de ceniza y poder calorífico que alcanza los 1405 BTU.

## Litología

El manto está suprayacido por un amplio cambio lateral que va desde limolitas arenosas a arcillolitas, limolitas masivas e intercalaciones de areniscas y limolitas. Presentan bandas de siderita compacta arenosa y arcillosa. Ocasionalmente se presentan areniscas en contacto neto con el manto (cuarzo-micáceas y estructuras de canal, carácter erosivo). Carbonosas hacia la base. Hacia el contacto inferior se tornan más plásticas y carbonosas. En general presenta valores de RQD mayores a 80 % (RMR Tipo I), con excepción del pozo PC-43 donde se observan unas arcillositas plano-paralelas que presentan RQD de 68% y un RMR tipo II.

La litología infrayacente consiste principalmente de limolitas grises finamente laminadas hacia el techo y presentan trazas carbonosas (fósiles de hojas). Varían lateralmente a facies arcillosas, limo-arenosas. Ocasionalmente se observan diaclasadas. Hacia el techo se tornan más plásticas y lodosas y se observan trazas carbonosas. Presenta RQD mayores a 81% clasificándolas con un RMR tipo I.



La siguiente tabla muestra un promedio de las calidades anteriores y su comparación con la calidad de acopio

	<b>Calidad Modelo PC-24 PC-28 PC-31 PC-36</b>	<b>Calidad Modelo PC-24, PC-28, PC-31, PC-42, PC-43, PC-44</b>	<b>Calidad Acopio 2006</b>	<b>Muestreo en Recepción</b>
<b>Humedad Total</b>	13.28	13.46	10.39	12.87
<b>% Cenizas</b>	8.75	3.69	5.73	5.07
<b>% S</b>	0.52	0.52	0.8	0.8
<b>BTU</b>	10699	11372	11571	11226

La amplia variación en el contenido de ceniza puede ser ocasionada por la aparición esporádica de lentes de limolita gris oscura. A pesar de esto se observa cierta continuidad en el contenido de azufre en el manto.

El contenido de ceniza en recepción puede ser producto de la misma naturaleza del manto o por procesos operacionales. Es difícil elegir una de las dos opciones cuando no se tiene información pre y post-minado.

Los espesores de los interburden se muestran en la siguiente tabla:

<b>Entre 200 y</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media Geométrica</b>
M210	3.95	30.08	5.93
M190	7.40	16.95	9.55

### **Piso y Techo**

El techo está compuesto principalmente por limolitas muy plásticas gris oscuro, finamente laminadas y que no superan los 5 cm; shale carbonoso ocasionalmente ondulado, con alto contenido de FeS, con espesor menor a 4 cm, la presencia de shale nos muestra calidades de BTU de 1623, con alto contenido de azufre. El techo en general es muy fisil y se desprende fácilmente del carbón.

El piso está compuesto principalmente por una capa de limolita gris oscura plástica, carbonosa de espesor variable menor a 5 cm. Que presenta un valor en ceniza alto y azufre bajo, y un valor en el BTU que no supera 570.

## Litología

El manto está suprayacido por limolitas grises poco plásticas masivas con presencia de huellas de hojas (materia orgánica) y bandas ferruginosas. Hacia la base se presentan más plásticas oscuras y laminadas, que varían lateralmente a areniscas grises, Qz-Ms, de matriz lodosa, masivas. Predominan valores de RQD de 77,4 % (RMR Tipo II).

La litología infrayacente consiste en limolitas arenosas Masivas. Plásticas a semiplásticas. Varían lateralmente a areniscas grises, compactas, masivas. Presenta trazas carbonáceas hacia el techo, y RQD mayores a 86.8 % (RMR Tipo I).

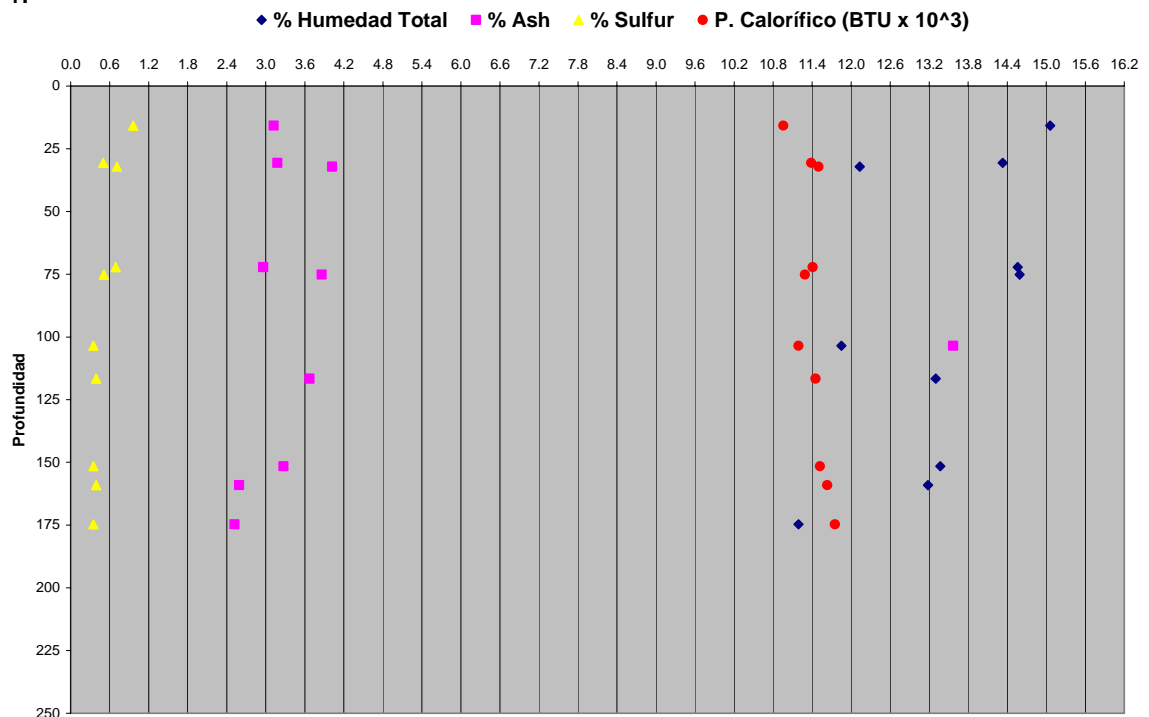
## MANTO 190

**Espesor Promedio: 1.94 m**  
**Espesor Medido en Pit: 1.6 m**

Se acopia con calidad azul con un porcentaje de azufre de 0.67 %. Esta compuesto principalmente por durenó y por clarenó. La presencia de vitrenó es esporádica y aparece en mayor cantidad hacia el techo. Son comunes las bandas laminares de fuseno. El manto 190 es de fácil distinción en el pit ya que se encuentra cerca al manto 180 y el manto 200. Se observa una tendencia a disminuir el interburden con respecto al manto 180 hacia la parte sur del Pit de O.P.M. (Pozos PC-44 y PC-45) donde se observa un espesor de 30 cm a 69 m de profundidades.

### Calidad

Para el análisis de las calidades se utilizó la información obtenida a partir de los pozos PC-24, PC-28, PC-31, PC-36 PC-38, PC-42, PC-43, PC-45, PC-44.



**Gráfica 10.** Datos de calidad (% Humedad Total, % Cenizas, % Azufre y Poder Calorífico) vs Profundidad (m) para el manto 190, Bloque Hatillo Norte.

En la gráfica se puede observar que el manto presenta buena continuidad en profundidad. Las calidades más bajas en contenido de azufre se presentan

cerca de la superficie 15m a 25m. Se observa una disminución en el contenido de cenizas y de azufre en profundidad. El contenido de azufre se mantiene por debajo de 0.6% y el poder calorífico entre 10800 a 12000 BTU/lb.

La siguiente tabla muestra un promedio de las calidades anteriores y su comparación con la calidad de acopio:

	<b>Calidad Modelo</b>	<b>PC-42</b>	<b>Calidad Acopio 2006</b>	<b>Calidad Recepción Julio 2007</b>
<b>Hum Total</b>	13,33	11.85	9.08	12.47
<b>% Cenizas</b>	3.26	13.87	4.22	5.49
<b>% S</b>	0.49	0.35	0.63	
<b>BTU</b>	11492	11192	12001	11268

La calidad de acopio obtenida es concordante con las calidades del modelo en profundidad dato que demuestra la continuidad del manto. La calidad de recepción muestra contenidos de ceniza mayores a los del modelo y acopio y muy probablemente se debe a procesos operativos.

En el PC-42 los valores de ceniza aumentan significativamente, y se observa una disminución en el contenido azufre. Las descripciones realizadas al manto no muestran ningún lente de material estéril en el carbón, por lo que podríamos considerar este dato como una anomalía local poco constante.

Los espesores de los interburden se muestran en la siguiente tabla:

<b>Entre 190 y</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media Geométrica</b>
M200	7.40	16.95	9.55
M180	0.40	0.80	4.03

### **Piso y Techo**

El techo esta compuesto por limolitas grises que conforman la litología adyacente y que se encuentran en contacto neto con el manto, ocasionalmente se pueden presentar marcas de carga de limolitas y/o areniscas compuesto principalmente por limolitas plásticas carbonosa finamente laminadas. Muestra calidades con alto contenido de ceniza, muy bajo contenido de azufre y potenciales caloríficos que pueden alcanzar los 1492 BTU.

El piso está compuesto principalmente por limolita plástica, que se desprende fácilmente.

Muestra bajas calidades con altos contenidos de azufre, altos contenidos de ceniza y poder calorífico que alcanza los 1010 BTU.

### **Litología**

El manto esta suprayacido por limolitas gris oscuro, poco compactas, que se tornan carbonáceas hacia la base y hacia el contacto se tornan fisiles, también se observan en la base bandas ferruginosas y bloques nodulares de arenisca calcárea muy compactas en la misma dirección de la estratificación; las limolitas varía lateralmente a facies arenosas, cuarzo micáceas y compactas. En general presenta valores de RQD mayores a 80 % (RMR Tipo I).

La litología infrayacente consiste limolitas grises hacia el tope y mas arenosa hacia la parte media y base. Masivas, estratificación ondulosa y friables con RQD mayores a 98% clasificándolas con un RMR tipo I.

## MANTO 180

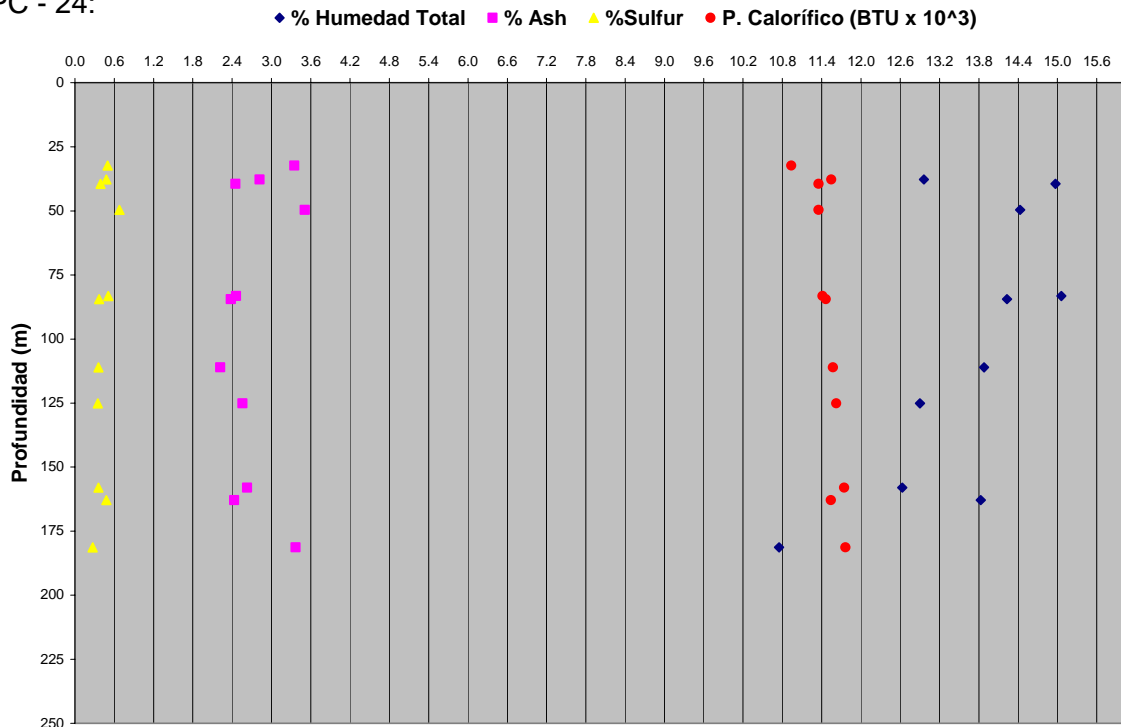
**Espesor Promedio: 2.30m**  
**Espesor Medido en Pit: 2.0m**

Se acopia con calidad azul con un porcentaje de azufre de 0.53%. Está compuesto principalmente por durenó y por clarenó. La presencia de vitrenó es esporádica y aparece en mayor cantidad hacia el techo. Se observan bandas laminares de fuseno en bajas cantidades. Ocasionalmente presenta hacia el techo marcas de carga a manera de lentes producidas por sobrecarga litológica durante el proceso de compactación o por procesos erosivos singenéticos a la formación del carbón. Dichas marcas aparecen de manera superficial y se recomienda ser retirada durante la limpieza del techo, ya que representa un aumento significativo en el contenido de ceniza por ser arenas cuarzosas y/o limolitas grises. También se observan lentes de limolita compacta de 4 cm de espesor por 20 cm de largo hacia la parte media.

El manto 180 es de fácil distinción en la secuencia ya que siempre se encuentra junto con el M190 y el M200 mostrando amplia continuidad durante todo el intervalo productor. En el pozo PC-45 se observa casi unido con el manto 190.

### **Calidad**

Para el análisis de las calidades se utilizó la información obtenida a partir de los pozos PC-55, PC-45, PC-44, PC-43, PC-42, PC-38, PC-36, PC-31, PC-28 y PC - 24:



**Gráfica 11.** Datos de calidad (% Humedad Total, % Cenizas, % Azufre y Poder Calorífico) vs Profundidad (m) para el manto 180, Bloque Hatillo Norte.

Se tiene una cantidad de datos que abarcan profundidades desde los 25m hasta los 180m, intervalo en el que se puede observar una muy buena continuidad en las calidades del manto. Los valores de ceniza oscilan entre 2.4% y 3.6%, el contenido de azufre menor a 0.6% y el poder calorífico se mantiene alrededor y por encima de 11.400 BTU/lb

La siguiente tabla muestra un promedio de las calidades anteriores y su comparación con la calidad de acopio:

	Calidad del Modelo			Calidad Acopio 2006	Muestreo Recepción
	Max	Min	Prom		
<b>Hum Total</b>	16.13	10.75	13.8	10.7	
<b>% Cenizas</b>	3.51	2.22	2.74	3.19	
<b>% S</b>	0.68	0.27	0.43	0.53	
<b>BTU</b>	11763	10937	11482.6	11893	

La calidad de acopio conserva las características propias del manto, mostrando contenidos de ceniza, azufre y poder calorífico dentro del rango obtenido en el modelo.

Al parecer la presencia de lentes de limolitas, observado en la pared rampa sur de S.M.D no es un parámetro que afecte la calidad del manto, o puede ser que esta aparición sea local.

Los espesores de los interbourden se muestran en la siguiente tabla:

Entre 180 y	Mínimo	Máximo	Media Geométrica
M190	7.40	16.95	9.55
M170	0.40	8.80	4.03

## Piso y Techo

El techo es muy variable. Ocasionalmente se observa la presencia de shales carbonosos físciles, de espesor variable. Este es de fácil remoción por su fisilidad. También se observa en contacto neto con la litología suprayacente, presentándose localmente marcas de erosión (o sobrecarga) en el tope del manto a manera de lentes mezclados con el carbón. Se recomienda la extracción de esta estructura junto con la limpieza del techo. Muestra bajos

contenidos de azufre, altos contenidos de ceniza y poder calorífico que alcanza los 1138 BTU

El piso está compuesto por limolitas plásticas gris oscuro con contenido de pirita y ocasionalmente shale de espesor variable. Muestra bajas calidades con muy bajos contenidos de azufre, altos contenidos de ceniza y poder calorífico que alcanza los 454 BTU. En general se presenta como un buen respaldo que no presenta problemas en la extracción.

### **Litología**

El manto está suprayacido por areniscas cuarzo-micáceas de grano fino a medio grises compactas, de matriz lodosa con estructura en canal que varían lateralmente a areniscas lodosas, limolitas arenosas, limolitas masivas y arcillolitas. Hacia la base presenta trazas carbonáceas, y se torna más plástica. En general las litologías mencionadas presentan RQD mayores a 90% valor que nos indica un RMR tipo I con excepción de unas areniscas en el pozo PC-43 con RQD 33% (RMR Tipo IV) y limolitas del PC-28 con RQD 59% (RMR Tipo III)

La litología infrayacente consiste principalmente de areniscas cuarzo-micáceas de color gris claro, de grano fino y compactas que se tornan lodosas hacia el techo. Presenta trazas carbonáceas hacia el techo. Varían lateralmente a limolitas arenosas masivas y limolitas semiplásticas. Dichas litologías presentan RQD mayores a 81% clasificándolas con un RMR tipo I.

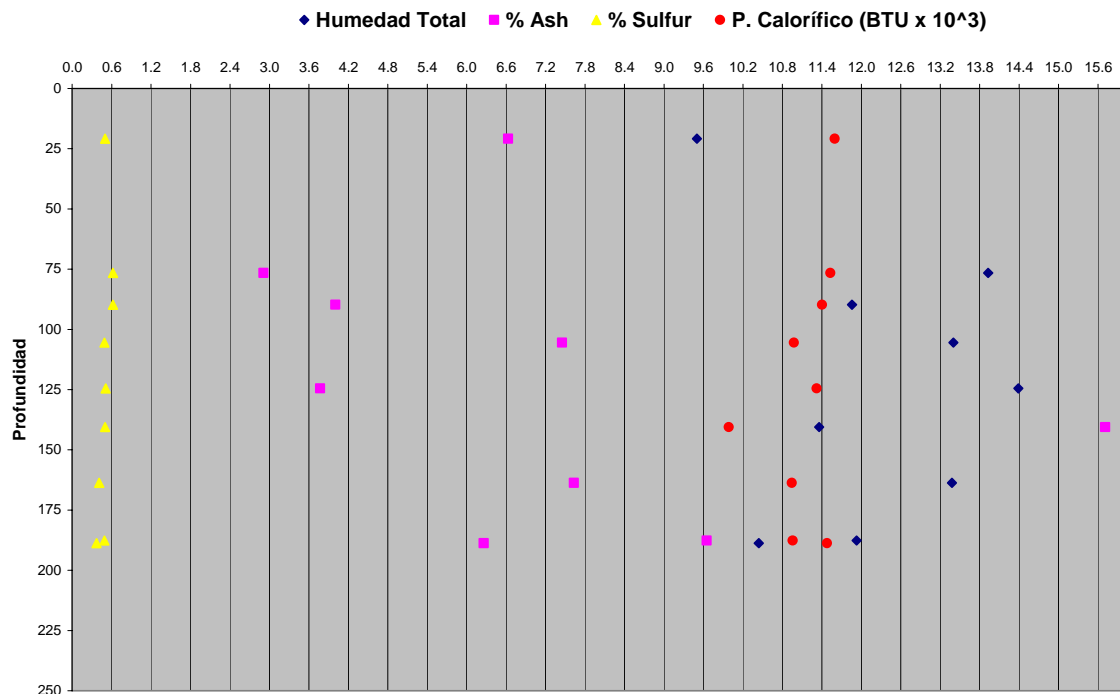
## MANTO 170

**Espesor Promedio: 2.1 m**  
**Espesor medido en Pit: 2.1 m**

Se acopia con calidad verde con un porcentaje de azufre de 0.82 %. Se caracteriza por ser semibrillante a opaco, compuesto principalmente por durenos con lentes pequeños de clareno hacia la base y el medio, y ocasionalmente láminas polvorientas de fuseno, presenta pirita en forma laminar. Se observan lentes de limolita compacta de color gris oscura, fracturada, masiva, con presencia de finas grietas rellena de material silíceo. Hacia la pared norte de S.M.D. aparece con el nombre de 165.

### Calidad

Para el análisis de las calidades se utilizó la información obtenida a partir de los pozos PC-21, PC-24, PC-31, PC-36, PC-42, PC-44, PC-45 y PC-55



**Gráfica 12.** Datos de calidad (% Humedad Total, % Cenizas, % Azufre y Poder Calorífico) vs Profundidad (m) para el manto 170, Bloque Hatillo Norte.

La información adquirida abarca un amplio rango de profundidades en las cuales se observa una continuidad en la calidad del azufre, conservándose por debajo de 0.6 % incluso por encima de la actual cota de explotación, a diferencia del contenido de ceniza que no muestra una tendencia. El potencial calorífico oscila entre los 10800 BTU y 11400 BTU principalmente,

pero se observan valores anómalos menores y mayores. La humedad presenta alta variación.

La siguiente tabla muestra un promedio de las calidades anteriores y su comparación con la calidad de acopio:

	<b>Calidad Modelo</b>	<b>Calidad Acopio 2006</b>	<b>Muestreo Recepción Julio 2007</b>
<b>Humedad Total</b>	23.24	9.21	13.49
<b>% Cenizas</b>	7.11	3.89	7.33
<b>% S</b>	0.5	0.82	0.97
<b>BTU</b>	11132	12019	11182

Al parecer el alto contenido de cenizas en recepción puede deberse a la misma naturaleza del manto, hipótesis difícil de comprobar cuando no se tienen datos iniciales del manto in situ pre-extracción. El contenido de azufre en el modelo se mantiene por debajo de 0.6 % a diferentes profundidades, por lo que los valores obtenidos en acopio y recepción están por fuera de este rango y se hace pertinente realizar un seguimiento al manto.

Los espesores de los interburden se muestran en la siguiente tabla:

<b>Entre 170 y</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media Geométrica</b>
M180	18.90	64.90	30.13
M160	7.85	28.90	14.13

### **Piso y Techo**

El techo está compuesto principalmente por limolitas gris oscura plástica, con espesor menor a 5 cm; ocasionalmente, se encuentra roca carbón con espesor entre 5-6 cm. Presenta valores medios en cenizas, altos en azufre y 1035 BTU.

El piso está compuesto principalmente por una capa de 5 a 10 cm de limolita plástica gris oscura, ocasionalmente se observa con shale carbonoso plástico ondulado, que no representa problemas para la extracción.

### **Litología**

El manto esta suprayacido por lentes de limolitas, arcillolitas fracturados y rellenos de material blancuzco, limolitas compactas oscuras, hacia el techo areniscas gris claro.

La litología infrayacente está conformada por limolitas arenosas que se tornan lodosas y plásticas hacia el techo

En las litologías infrayacentes y suprayacentes predominan valores de RQD mayores a 85 %. De esta manera la clasificación geotécnica que presenta es muy buena (Tipo I).

## MANTO 160

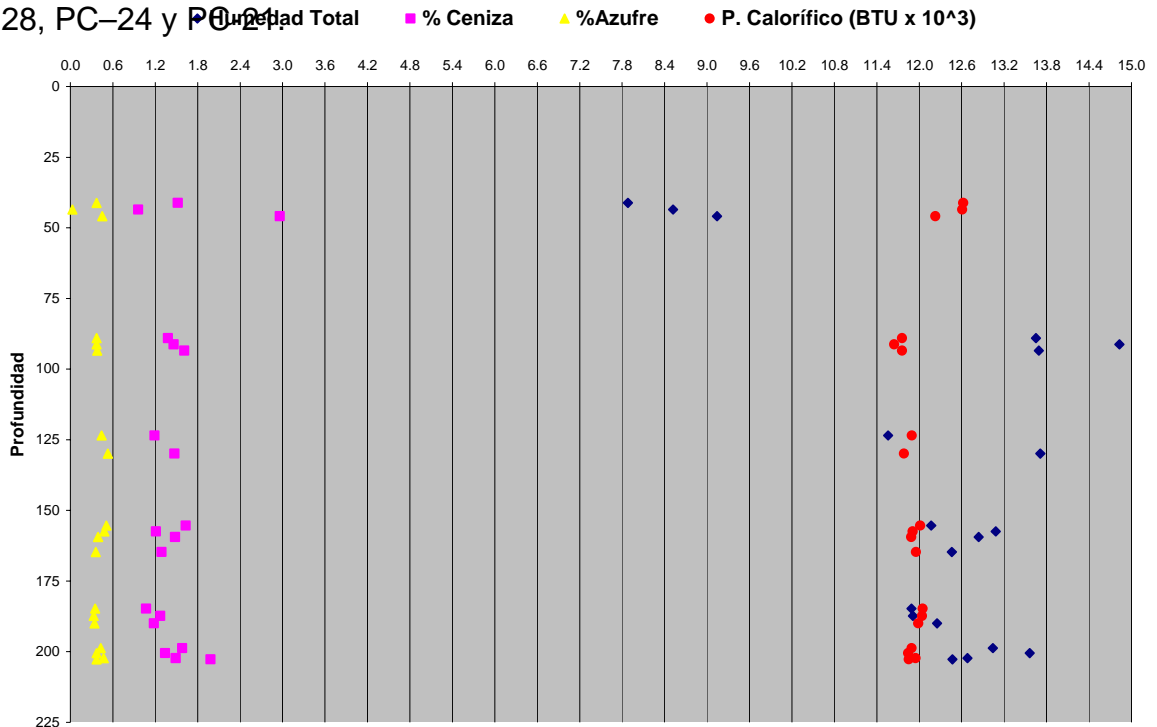
**Espesor Promedio: 7.06 m**  
**Espesor Medido en Pit: 6.5 m**

Se acopia con calidad verde con un porcentaje de azufre de 0.99%. Carbón atrítico mostrando bandeamientos entre durenos y vitrenos y clarenos - vitrenos. Presenta lentes de limolita oscura compacta ocasionales y bandas lenticulares de fuseno-clareno. Este manto es caracterizado por su fuerte espesor. Presenta pirita diseminada y a manera de agregados.

Se considera el manto más representativo en el área porque es el de mayor espesor y presenta muy buenas calidades en el modelo.

### Calidad

Para el análisis de las calidades se utilizó la información obtenida a partir de los pozos PC-55, PC-45, PC-44, PC-43, PC-42, PC-38, PC-36, PC-31, PC-28, PC-24 y PC-21.



**Gráfica 13.** Datos de calidad (% Humedad Total, % Cenizas, % Azufre y Poder Calorífico) vs Profundidad (m) para el manto 160, Bloque Hatillo Norte.

La gráfica muestra una buena densidad de datos obtenidos en un rango de profundidad entre 25 m y 200 m, mostrando una continuidad de las propiedades. Las calidades obtenidas para azufre se mantienen por debajo

de 0.6%, para ceniza dentro de un rango de 1.2% a 1.8% y poder calorífico mayor a 11.400 BTU, alcanzando un valor máximo de 12.621 BTU. La humedad total se mantiene por encima de 11.4 %.

La siguiente tabla muestra un promedio de las calidades anteriores y su comparación con la calidad de acopio y recepción:

	Calidad del Modelo			Calidad Acopio 2006	Calidad Recepción (Julio 2007)	In situ (Julio – 2007)
	Max	Min	Prom			
<b>Hum Total</b>	14.83	7.88	12.18	10.7	13.24	
<b>% Cenizas</b>	2.96	0.96	1.48	4.61	3.21	
<b>% S</b>	0.53	0.03	0.39	0.99	0.84	
<b>BTU</b>	12621	11645	11982	11763	11536	

Los contenidos de azufre y de ceniza para la calidad de acopio se encuentran por fuera de los rangos encontrados durante la fase exploratoria, muy diferente al poder calorífico que se ha mantenido por encima de los 11500 BTU.

Se propone la realización de muestreo in situ y al mismo tiempo de recepción con el fin de conocer si los procesos de extracción están afectando las calidades o si se están encontrando cambios laterales de las calidades con la profundidad (propiedades propias del carbón).

Los espesores de los interburden se muestran en la siguiente tabla:

Entre 160 y	Mínimo	Máximo	Media Geométrica
M170	7.85	28.90	14.13
M150	3.20	36.40	9.83

### Piso y Techo

El techo está compuesto por shales carbonosos plástico, ondulado (espesor variable), con presencia de alto contenido de pirita. Muestra bajos contenidos de azufre, altos contenidos de ceniza y poder calorífico que alcanza 2364 BTU

El piso está compuesto por shales carbonosos plástico, ondulado de espesor variable, con presencia de alto contenido de pirita. Muestra bajos contenidos de azufre, altos contenidos de ceniza y poder calorífico que alcanza 492 BTU

## Litología

El manto está suprayacido por una variación lateral de facies que va desde arcillolitas a limolitas masivas, limolitas arenosas y areniscas. En general las litologías mencionadas presentan RQD mayores a 90% valor que nos indica un RMR tipo I con excepción de unas limolitas en el pozo PC-45 con RQD 67% (RMR Tipo II) y limolitas intercaladas con areniscas del PC-31 con RQD 56% (RMR Tipo III)

La litología infrayacente consiste principalmente de limolitas gris oscura plástica carbonosa masiva. Hacia la parte media se torna arenosa (LmS) y presenta bandas de ferruginosas compactas. Varían lateralmente a limolitas arenosas masivas y limolitas semiplásticas. Generalmente presentan RQD mayores a 81% clasificándolas con un RMR tipo I. El pozo PC-45 de limolitas arenosas con RQD de 46 % clasificándola con RMR tipo III y el pozo PC-31 presenta unas areniscas limosas con RQD de 64 % clasificándola con RMR tipo II.

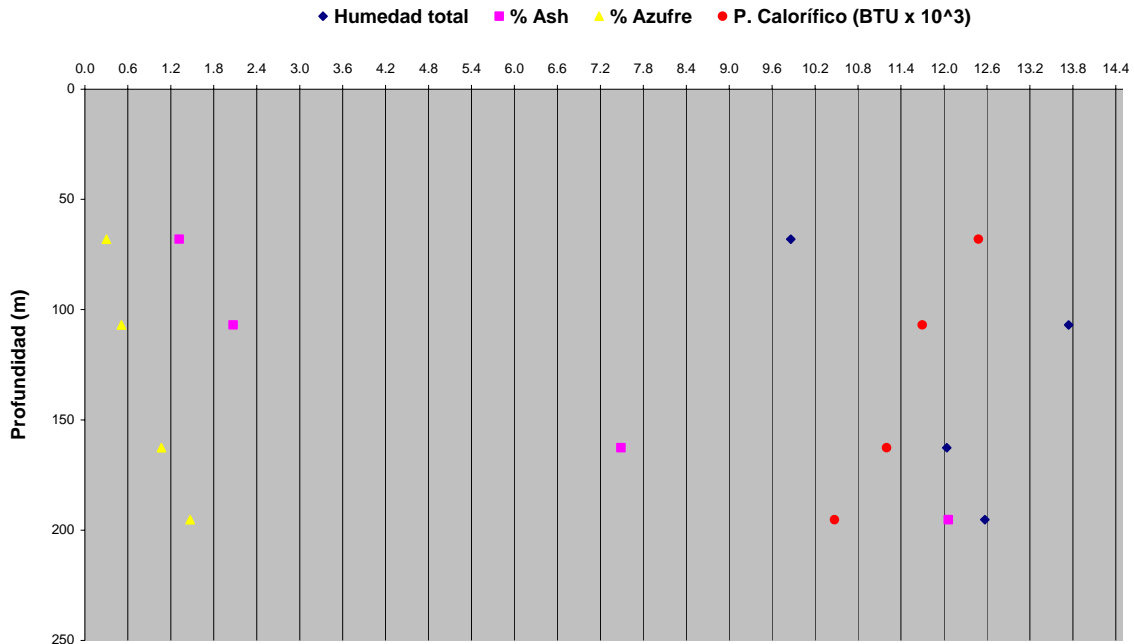
## MANTO 150

**Espesor Promedio: 1.72 m**  
**Espesor Medido en Pit: 1.2 m**

Se acopia con calidad amarillo con un porcentaje de azufre de 1.34 %. Este manto se caracteriza por la presencia de durenó y vitrenó. Se observan bandas de fuseno y clarenó. Las proporciones entre vitrenó, clarenó y durenó son muy variables. Se extrae junto con las cintas 153, 154 y 155.

### Calidad

Para el análisis de las calidades se utilizó la información obtenida a partir de los pozos (PC-21, PC-36, PC-44, PC-45).



**Gráfica 14.** Datos de calidad (% Humedad Total, % Cenizas, % Azufre y Poder Calorífico) vs Profundidad (m) para el manto 150, Bloque Hatillo Norte.

En esta gráfica se puede apreciar que la calidad del manto disminuye conforme aumenta la profundidad. Los contenidos de ceniza y de azufre aumentan y el poder calorífico disminuye.

La siguiente tabla muestra un promedio de las calidades anteriores y su comparación con la calidad de acopio:

	<b>Calidad Modelo PC-45, 44</b>	<b>Calidad Modelo PC-21, 36</b>	<b>Calidad inicial 2006</b>	<b>Recepción (Julio – 2007)</b>
<b>Hum Total</b>	12.31	11,8	9.34	13.2
<b>% Ash</b>	9.775	1.7	4.42	3.3
<b>% S</b>	1,27	0.41	1.34	0.83
<b>BTU</b>	10834	12090	12040	11340

Los datos en profundidad no son consistentes con las calidades iniciales, el PC 45 presenta lentes limosos, que se ve reflejado en el contenido de cenizas con un valor de 7.49%.

Se observa que las calidades del modelo, acopio y de recepción son diferentes, información que indica una alta variación en las propiedades del manto y llevaría a la necesidad de realizar un seguimiento al manto con el fin de establecer calidades de acopio del mismo.

Los espesores de los interburden se muestran en la siguiente tabla:

<b>Entre 280 y</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media Geométrica</b>
M290	77.50	82.50	79.47
M270	24.10	35.65	28.86

### **Piso y Techo**

El techo está compuesto principalmente por limolitas plásticas y ocasionalmente shales de estructura lenticular que no superan los 5 cm. La presencia de shale nos muestra calidades de BTU de 5212 con bajo contenido de azufre. El techo en general es muy fisil y se desprende fácilmente del carbón.

El piso está compuesto principalmente por una capa de 3 a 7 cm de roca carbón, muy compacta y fisil, que no representa problemas para la extracción.

## Litología

El manto esta suprayacido por limolitas grises semiplásticas de estratificación ondulosa, que hacia la base se tornan carbonosas y finamente laminadas. Las limolitas también se presentan intercaladas con láminas lenticulares de areniscas cuarzo-micácea gris.

La litología infrayacente consiste en limolitas grises plásticas arenosas y presencia de bandas de arcillolita compacta de colores rojizos a amarillentos.

En las litologías infrayacentes y suprayacentes predominan valores de RQD mayores a 90 %. De esta manera la clasificación geotécnica que presenta es muy buena (Tipo I).

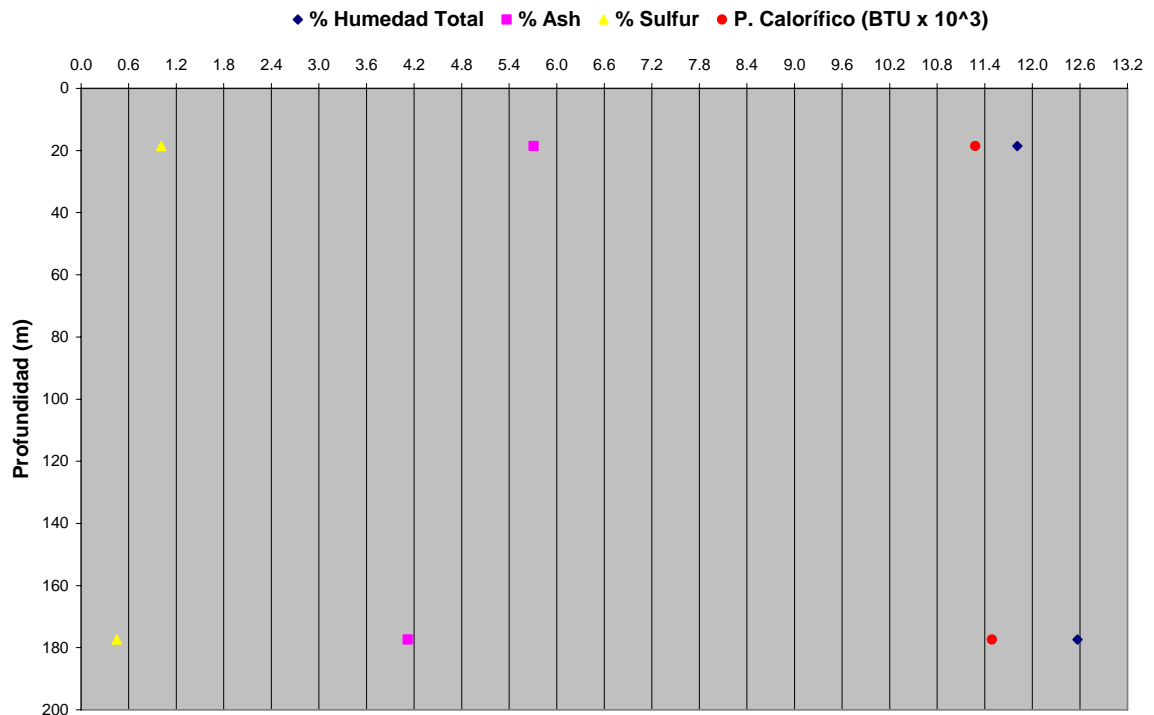
## MANTO 140

**Espesor Promedio: 1.6 m**  
**Espesor Medido en Pit: 1.6 m**

Se acopia con calidad rojo con un porcentaje de azufre de 3.33 %. Carbón atrítico compuesto principalmente por vitreno y por durenó. Presenta clareo hacia el techo y bandas de fuseno en todo el intervalo. Se observa pirita rellenado fracturas subverticales. Ocasionalmente muestra lentes de limolita.

### Calidad

Para el análisis de las calidades se utilizó la información obtenida a partir de los pozos PC-54 y PC-45.



**Gráfica 14.** Datos de calidad (% Humedad Total, % Cenizas, % Azufre y Poder Calorífico) vs Profundidad (m) para el manto 140, Bloque Hatillo Norte.

Se observa una muy baja densidad de datos que permitan establecer una tendencia de las calidades en profundidad. Una tendencia generalizada que se puede deducir a partir del gráfico es la disminución del contenido de azufre y de ceniza en profundidad, asociado a un aumento en el poder calorífico.

La siguiente tabla muestra un promedio de las calidades anteriores y su comparación con la calidad de acopio:

	Calidad del Modelo	Calidad Acopio 2006	Calidad Recepción	In situ (Julio –2007)
<b>Hum Total</b>	12.19	7.72	9.46	
<b>% Cenizas</b>	4.92	7.29	9.03	
<b>% S</b>	0.73	3.33	?????	
<b>BTU</b>	11386	11852	11330	

El manto 140 presenta un contenido de azufre medio según el modelo geológico pero se está acopiando con calidades que fueron tomadas después del descapote del meteorizado cerca de la superficie. Dichas calidades pudieron haber sido alterada por procesos de meteorización, que de una u otra forma alterarían la calidad del carbón. Por otro lado el manto presenta mayores concentraciones de fuseno que en los otros mantos, lo que afectaría directamente el contenido de ceniza.

La baja cantidad de datos de calidad no nos permite establecer una calidad tipo para este manto por lo que es recomendable realizar un seguimiento geoquímica al mismo ya que tiene un espesor considerable.

Los espesores de los interbourden se muestran en la siguiente tabla:

Entre 140 y	Mínimo	Máximo	Media Geométrica
M150	9.50	27.30	14.83
M130	3.63	27.80	7.94

### Piso y Techo

El techo está compuesto por shales carbonosos plástico, ondulado (espesor variable), con presencia de alto contenido de pirita. Muestra bajos contenidos de azufre, altos contenidos de ceniza y poder calorífico que alcanza 2364 BTU

El piso está compuesto por shales carbonosos plástico, ondulado de espesor variable, con presencia de alto contenido de pirita. Muestra bajos contenidos de azufre, altos contenidos de ceniza y poder calorífico que alcanza 492 BTU

## Litología

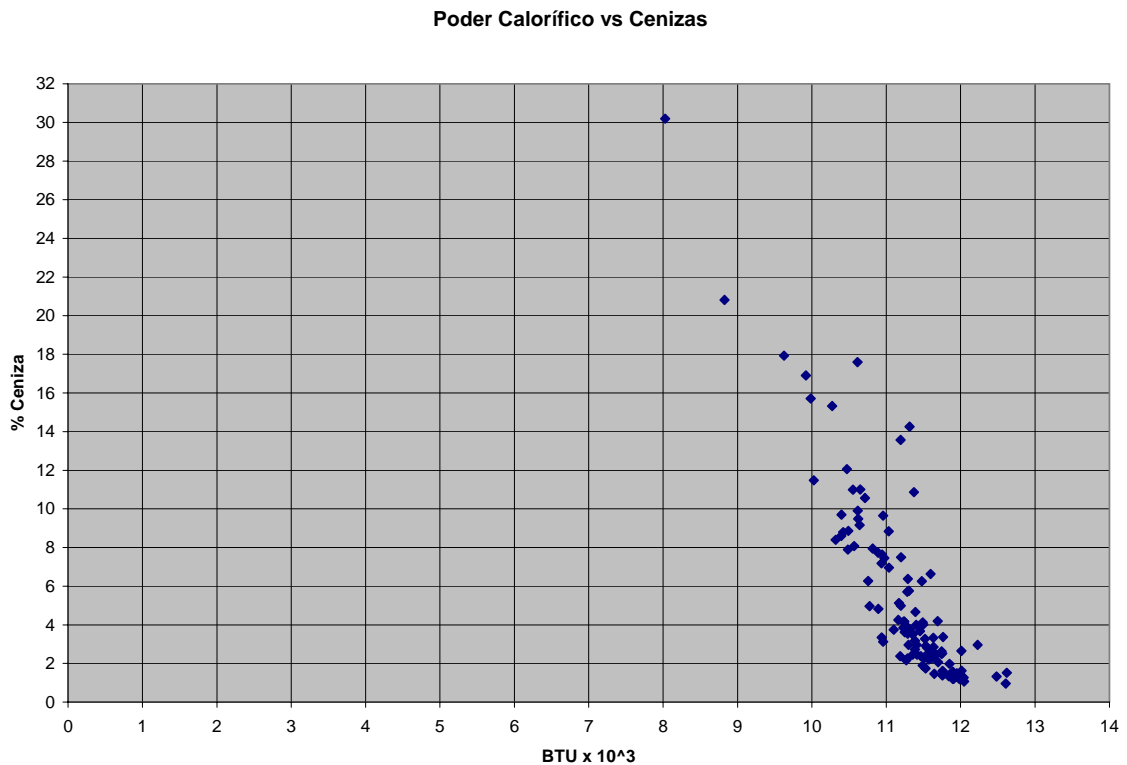
El manto está suprayacido por una variación lateral de facies que va desde arcillolitas a limolitas masivas, limolitas arenosas y areniscas. En general las litologías mencionadas presentan RQD mayores a 90% valor que nos indica un RMR tipo I con excepción de unas limolitas en el pozo PC-45 con RQD 67% (RMR Tipo II) y limolitas intercaladas con areniscas del PC-31 con RQD 56% (RMR Tipo III)

La litología infrayacente consiste principalmente de limolitas gris oscura plástica carbonosa masiva. Hacia la parte media se torna arenosa (LmS) y presenta bandas de ferruginosas compactas. Varían lateralmente a limolitas arenosas masivas y limolitas semiplásticas. Generalmente presentan RQD mayores a 81% clasificándolas con un RMR tipo I. El pozo PC-45 de limolitas arenosas con RQD de 46 % clasificándola con RMR tipo III y el pozo PC-31 presenta unas areniscas limosas con RQD de 64 % clasificándola con RMR tipo II.

## Manto 130

Se acopia con calidad verde con un contenido de azufre de 0.93%. Está compuesto principalmente por clareno y vitreno, pero se observan abundantes bandas de fuseno. Ocasionalmente se encuentra muy cerca de la cinta 135 (pit OPM), dando la apariencia de ser el mismo manto con una intercalación.

A continuación se muestra una gráfica del poder calorífico versus el contenido de cenizas. En ella se puede apreciar que en la medida que se aumenta el contenido de cenizas se observa una disminución en el poder calorífico y por lo tanto una disminución en la calidad del carbón. Estos son datos de todos los pozos corazonados ubicados en el Bloque Hatillo Norte.



**Gráfica 15.** Poder calorífico vs % de ceniza. Obsérvese la tendencia a aumentar el poder calorífico a medida que se disminuye el contenido de ceniza. Contiene todos los datos de calidad obtenidos para el Bloque Hatillo Norte.

## CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN DE MANTOS

- Los mantos 130 y 150 presentan cintas de carbón que lo suprayacen y en ocasiones alcanzan interbourden tan pequeños (30 cm de espesor) que durante la explotación se toman como parte del manto y el interbourden entre ellos como un parting (intercalación). Lo mismo sucede con los mantos 270 y 250 pero subyaciendo los mismos.
- El manto 140 muestra contenidos de azufre menores a 1% en la calidad del modelo, dato que lo ubicaría como verde, pero se acopia como rojo debido a que en la calidad inicial presentó 3.33 %. Se observa relativamente alto en cenizas probablemente debido a su contenido de fuseno.
- El manto 150 varía ampliamente en los contenidos de azufre y ceniza en profundidad. Además, los datos de calidad de recepción son poco consistentes con las calidades del modelo, lo que indica un manto poco continuo en sus propiedades.
- El manto 170 muestra alta variación de cenizas pero tiene una tendencia a cantidades de azufre menores a 0.6%. En los datos de recepción y acopio se tienen valores por fuera de este rango. La alta variación de las cenizas puede ser producto de lentes de limolita negra que aparecen con frecuencia en las descripciones realizadas en campo.
- Los mantos 160, 180 y 190 son los que presentan mejor y mayor continuidad en las calidades del modelo al igual que en las calidades de acopio, ubicándose dentro del rango de bajos en azufre y ceniza y alto en poder calorífico.
- El manto 160 a pesar de mostrar cantidades de azufre a diferentes profundidades menores a 0.6 %, ha presentado en los muestreos de recepción valores mayores a 0.8%. Se recomienda muestreos en las cotas inferiores a 10 m para comparar calidad in situ con calidad modelo en profundidad.
- El manto 200 muestra variaciones sin ninguna tendencia en el contenido de cenizas en profundidad. A pesar de esto muestra poder calorífico en la mayoría de los casos superior a 10800 BTU, menos

para las muestras que contienen cantidades de cenizas mayores a 8.4 % donde el poder calorífico está por debajo de 10800.

- El manto 200 presenta valores de azufre que se mantienen en promedio por debajo de 0.6%. Los valores encontrados en el muestreo de recepción y de acopio son del orden 0.8%. Este cambio puede ser ocasionado por la naturaleza misma del manto.
- Los mantos en el intervalo 210-280 no tienen la suficiente cantidad de datos que permitan establecer la continuidad en profundidad de los mismos, sin embargo mantos como el 260 y 270 muestran concordancia con las calidades obtenidas en acopio.
- Los mantos 210 y 220 presentan intercalación que son de especial cuidado ya que esta puede contaminarlos durante la extracción y aumentar el contenido de ceniza.
- El manto 290 no cuenta con suficientes datos de calidad que confirmen si el acopio del mismo se está realizando de la manera adecuada.
- La falta de muestreo de calidad in situ durante el avance a nivel de cotas de la explotación no nos permite estudiar el comportamiento de los mantos de carbón para el conocimiento del impacto de la zona meteorizada en la calidad de los carbones.
- A pesar del avance de la mina los mantos de carbón encontrados no han mostrado contenidos de azufre inferiores a 0.6% en ninguna de las zonas actualmente muestreadas.
- Para conocer que tan efectivo es el proceso de minado en la mina el Hatillo se recomienda la realización de muestreos pre- (in situ después del descapote y limpieza) y post- (muestreo en recepción del mismo manto) extracción de carbón. Además ayudaría a entender el modelo geoquímico de los mantos determinando así la existencia o no de una continuidad lateral de las calidades.
- La realización de un seguimiento a las calidades de los mantos permite modelar geoquímicamente el yacimiento, información que sería de amplia utilidad para el acopio y mezclado del carbón, además que se aprovecharían al máximo las calidades presentes en el área de explotación para la venta del mismo.

## ANEXOS

## GLOSARIO

**Base:** Litología presente entre la litología infrayacente y el manto de carbón. Es de especial interés porque puede ocasionar problemas operacionales para una extracción limpia del carbón.

**Calidad de Acopio:** Calidad obtenida in situ después del descapote de la zona meteorizada por medio de análisis próximos rápidos, y en la que se tiene información sobre humedad, ceniza, azufre y poder calorífico. El acopio depende directamente del contenido de azufre; clasificandose en cuatro tipos que son: azul (%S < 0.8), verde (%S entre 0.8 y 1), amarillo (%S entre 1 y 1.6) y rojo (%S > 1.6 %).

**Espesor Promedio:** Es la media aritmética de todos los espesores que presentó el manto durante la etapa de exploración.

**Espesor Pit:** Es el promedio de los espesores medido en campo en el pit de explotación.

**Litología infrayacente:** Tipo de roca ubicado estratigráficamente por debajo del manto de carbón.

**Litología Suprayacente:** Tipo de roca ubicado estratigráficamente por encima del manto de carbón.

**Muestreo Recepción:** Se realiza con el fin de conocer la calidad con la cual se está acopiando un manto de carbón. Se toman varias muestras brutas en los doble troques de cargue a lo largo del rumbo, las cuales se trituran, se mezclan y se cuarteán para formar un split.

**Techo:** Litología presente entre la litología suprayacente y el manto de carbón. Es de especial interés porque una mala limpieza de la misma acarrea cambios en la calidad de los carbones.

<b>RMR (Rock Mass Rating):</b>	<b>Designación</b>	<b>Clasificación geotécnica</b>
• Tipo I	<b>RQD</b> 81-100	Muy Buena
• Tipo II	61-80	Buena
• Tipo III	41-60	Normal
• Tipo IV	21-40	Malo
• Tipo V	< 20	Muy Malo

**RQD: (Rock Quality Designation):** Información adquirida en los núcleos de perforación que corresponde a la suma de los fragmentos mayores a 10 cm dividida entre la distancia total de una pesca de núcleo y multiplicada por 100. Los valores obtenidos son porcentuales.

**Anexo 8. PROCEDIMIENTOS PARA MUESTREO Y DESCRIPCIÓN DE MANTOS**

**PROCEDIMIENTOS PARA MUESTREO Y DESCRIPCIÓN DE MANTOS  
DE CARBÓN**

**REALIZÓ:**

**DAVID JOSÉ DUITAMA DURÁN  
JULIA ELENA CORONEL BELEÑO  
Practicantes**

**LUIS EMILIO ROJAS CASTAÑEDA  
Jefe de Geología**

**MINA EL HATILLO  
LA LOMA DE CALENTURAS  
C.I. CARBONES DEL CARIBE  
Agosto 2007**

## INTRODUCCIÓN

El presente manual fue elaborado con el fin de resumir de una manera concisa la metodología a llevar para el muestreo de carbones en la mina El Hatillo. En este se hace énfasis a la manera como se deben describir los mantos antes de muestrearlos y como esta información deberá ser consignada en formatos diseñados para este fin.

También se idearon códigos que permiten una rápida ubicación del manto dentro de la mina, teniendo en cuenta que la misma actualmente está siendo explotada por diferentes operadoras mineras que son Masering (S.M.D.) y O.P.M, su cercanía a las paredes laterales y la cota a la cual se toma la muestra.

Se propone la utilización de fotografías para la identificación de problemas que puedan afectar el proceso de minado, y de esta forma llevar un control sobre la frecuencia de los mismos y las soluciones más óptimas que mejoren este procedimiento.

También dentro del formato se propone una evaluación a la limpieza del manto pre-extracción y realizar estimativos de tonelajes in situ, con el fin de evaluar el proceso de minado, estimando pérdidas y contaminación de carbón.

## DESCRIPCIÓN Y MUESTREO DE MANTOS DE CARBÓN

- **Descripción**

La descripción de los mantos en el frente de explotación se debe realizar en la costilla del mismo.

Toda la información obtenida debe ser consignada en:

[Formato Muestreo y descripción mantos.xls](#)

Primero se procede a evaluar el estado de la limpieza del manto: cabeza, pata y berma. Se calificaran como Bueno (B), Regular (R) y Malo (M).

La información a consignar será la siguiente:

- Ubicación: coordenadas planas Gauss Bogotá referencia Observatorio
- Descripción del manto
- Intercalaciones
- Piso y techo del manto
- Litología supra e infrayacente
- Anomalías (Fallas, Volcamientos, pliegues, marcas de cargas, estructuras, meteorización, lentes)
- Datos Estructurales: Rumbo y Buzamiento

Con los datos obtenidos se debe realizar una estimación del tonelaje in situ, el cual será comparado con los viajes de carbón copiados al final de la extracción.

En caso de tomar muestra in situ, o encontrar alguna anomalía el sitio debe ser debidamente georeferenciado. Se considera ampliamente necesaria la toma de fotografía en zonas problemas. Si se realiza toma de fotografía, esta deberá estar debidamente georeferenciada, llevar una descripción detallada y estar debidamente marcada con la siguiente nomenclatura:

Ubicación (N,C,S) Operadora Minera (OPM,SMD) – No Manto – Cota – f (consecutivo de fotos).

Ejemplo: Se toman tres fotos de una anomalía del Manto 180, hacia la parte central de SMD y en la cota 5. Las fotos quedarán marcadas de la siguiente manera:

CSMD-180-5-f1

CSMD-180-5-f2  
CSMD-180-5-f3

La descripción del manto se realizará a escala macroscópica, según los litotipos presentes y la manera como estos se encuentran distribuidos en el manto. En lo posible dibujar una columna del manto con pisos, techos y litologías adyacentes.

- **Clasificación de litotipos**

**Vítreno:** negro, brillante, apariencia vítrea, limpio al tacto, quebradizo, cruzado por finas grietas, capas delgadas de fractura cúbica y capas gruesas con fractura concoidea. Se presenta en bandas de 3 a 5mm.

**Fuseno:** Como pastillas, lentes o capas delgadas. De color negro, sucio al tacto, no presenta mayores fracturas, friable, blando, mate, apariencia polvorienta, apariencia de carbón vegetal

**Clareno:** Brillante pero menor al de el vitreno (semibrillante), Finamente estratificado, con bandas <3mm

**Dureno:** Negro o gris, superficie rugosa, apariencia grasosa, duro, mate, pocas grietas o fisuras, fractura granular, se rompe en grandes trozos.

- **MUESTREO DE CANAL (IN SITU)**

El objetivo de un muestreo de carbones, es obtener una muestra parcial representativa de una unidad de muestreo, de tal manera que la distribución de sus variables físicas, químicas y petrográficas sean equivalentes a esa unidad de muestreo.

Las muestras de canal son volúmenes de carbón triturado que incluyen el espesor total del manto tomado, de tal manera que cada uno de los estratos constituyentes está representados en igual proporción a su espesor.

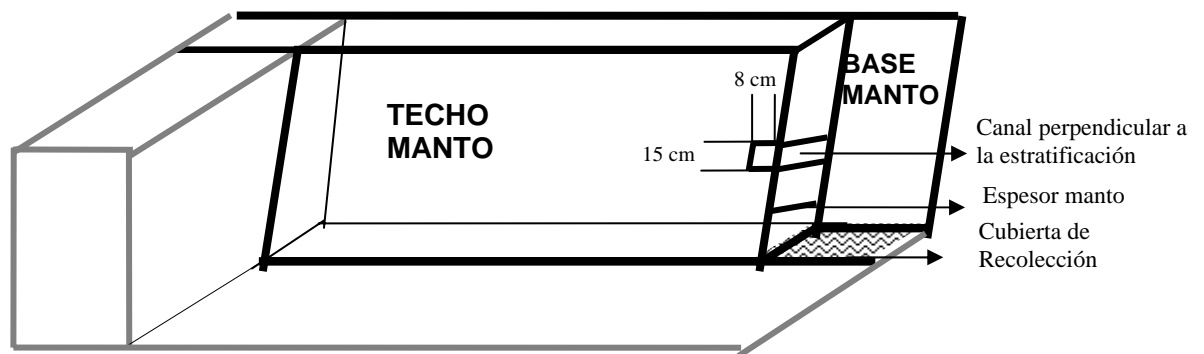
Se recomienda que las muestras de canal sean acompañadas por muestras de respaldos, techos y pisos de cada manto de carbón según criterio del geólogo.

En el caso de presentarse una intercalación, se debe tener en cuenta si la misma está siendo extraída junta o por aparte del manto. En el primer caso la intercalación se muestrea junto con el manto y para el segundo se muestrea por separado para análisis de contaminación por dilución.

En el caso que la muestra sea tomada en una zona de adelgazamiento, engrosamiento, falla o cualquier anomalía se debe realizar una observación en la planilla de muestreo que contenga una descripción de dicha eventualidad.

La muestra se obtiene por medio de un canal continuo y uniforme. Para llegar a esto se debe seguir los siguientes pasos:

1. Limpiar bien la superficie a muestrear hasta una profundidad de 5 cm como mínimo.
2. Marcar los lados del canal con tiza así como los materiales y cuerpos locales no representativos al carbón, los cuales deben destacarse tales como intercalaciones separables, nódulos o concentraciones de minerales, etc.
3. Realizar una escrupulosa limpieza del piso en el sitio de muestreo a fin de evitar cualquier posibilidad de contaminación con carbón anteriormente arrancado.
4. Extender sobre el piso un hule o lona de tamaño y calibre apropiado, sobre el cual, caerá la muestra que se tome en el sitio, buscando con ello aislarla de la humedad o impurezas provenientes del piso.
5. Cortar un canal en el carbón perpendicular al techo y hasta la base del manto. Este canal tendrá un ancho de 15 cm por 8 cm de profundidad.



**Fig 2** Muestra de canal continuo para mantos de carbón.

6. Se toma la muestra, de arriba hacia abajo, evitando la pérdida de finos, cuidando de no profundizar más en un sitio que en otro; se obtiene una muestra aproximada de 5 kg por cada 30 cm de espesor del manto.
7. La muestra obtenida se empaca en bolsas plásticas de polietileno doblemente marcadas con la nomenclatura indicada anteriormente. Se incluirá una tarjeta con la identificación de la muestra, las que se introducirán en sacos de polietileno, y deberán ser trasladadas al laboratorio directamente.

La nomenclatura a utilizar será la siguiente:

Ubicación (N,C,S) Operadora Minera (OPM,SMD) – No Manto – Cota

Por ejemplo, si se va a muestrear el manto 200 cerca de la pared norte de OPM en la cota 18, la muestra se marcará así:

## NOPM-200-18

8. Para el muestreo de piso y techo inmediato, e intercalación se debe tener en cuenta si los mismos se extraen junto con el carbón o en realidad no representan ningún problema durante la operación. El muestreo se deja a criterio de la persona encargada. Al igual que el carbón se marcan con igual nomenclatura pero agregando al final la letra T para Techo, P para piso o I para intercalación separadas por un guión (Ej. NOPM-200-18-T). Se toman aproximadamente 10 cm hacia el techo y 10 cm de piso. Se deben guardar con iguales condiciones que el carbón.
9. La muestra será entregada al encargado de control de calidad de manera inmediata para que este proceda con el proceso de triturado, cuarteo y posterior envío de la misma para sus respectivos análisis. Deben quedar dos splits, uno de testigo y otro para análisis, ambos de igual proporción.
10. Se muestrearán principalmente los siguientes mantos de carbón de la zona:  
  
130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280 y 290.

Prestando especial cuidado en los mantos 130, 150 y 250, que presentan cintas cercanas que se pueden confundir como parte del manto con intercalaciones; y 220 y 210 porque presentan intercalación.

**Toda la información obtenida tanto en campo, como en los análisis será manejada por geología quien llevará una base de datos.**

Toda anomalía deberá estar acompañada de un registro fotográfico. Las fotografías deben ser debidamente marcadas, almacenadas y debidamente organizadas en una base de datos diseñada por la persona encargada.

## Anexo 9. FORMATO MUESTRO Y DESCRIPCIÓN DE MANTOS.XLS

 FORMATO DESCRIPCIÓN Y MUESTREO DE MANTOS DE CARBÓN  
 MINA EL HATILLO

Practicantes de Geología, Agosto 2007


 C. I. CARBONES DEL CARIBE S.A.

Muestra No \_\_\_\_\_

Realizó \_\_\_\_\_

No Manto \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

 Coordenadas
 

N	E	Cota

Espesor _____	Rumbo _____	Buz _____
Descripción del Manto _____ _____		
Intercalación _____		
Piso _____		
Techo _____		
Roca suprayacente _____		
Roca Subyacente _____		
Anomalías:		
Zona de Falla	Si	No
Lluvia	_____	_____
Marcas Presión	_____	_____
Volcamiento	_____	_____
<b>Otras</b>	_____	_____
Cual: _____		

Se muestrea:		Junto con el manto:	
	Si	No	
Intercalación	_____	_____	_____
Piso	_____	_____	_____
Techo	_____	_____	_____
Criterio _____			
Fotografía			
	Si	No	Código _____
Descripción _____			
<b>Frente de Explotación</b>		<b>Columna sin escala</b>	
	B	R	M
Limpieza manto	_____	_____	_____
	Si	No	
Levantamiento topográfico	_____	_____	
Long Cuelga	_____		
Long Manto	_____		
Ton Estimadas	_____		

Anexo 10. FOTO REEMPLAZAMIENTO DE CARBÓN. FOTO TOMADA A POZO CORAZONADO F07-404C, MINA BIJAO. PUERTO LIBERTADOR. 24/08/2007.



## Anexo 11. CALIDADES NOMENCLATURA CORREGIDA

bloque	Pozo	muestra	CODIGO ANALISIS	Manto	Humd Sup %	Humd Res %	Humd Tot %	Cenizas %	Azufre %	P Cal, Btu/lb	P Cal, Btu/lb x 10 <sup>^3</sup>
Norte	45	CARBON	193,64	NO IDEM	3,32	722,00	10,30	11,48	3,12	10.872,00	10,872
Norte	45	CARBON	205,93	NO IDEM	3,82	7,65	11,18	6,43	0,67	11.500,00	11,5
Norte	31	CARBON	22,55	280	3,65	11,36	14,60	7,89	1,29	10.484,00	10,484
Norte	38	CARBON	35,72	280	5,24	9,70	14,43	8,80	0,51	10.419,00	10,419
Norte	31	CARBON	51,25	270	2,94	12,53	15,10	2,26	0,60	11.286,00	11,286
Norte	38	CARBON	61,69	270	4,98	9,28	13,80	3,84	0,53	11.230,00	11,23
Norte	43	CARBON	46,71	270	4,95	9,90	14,36	2,16	0,61	11.269,00	11,269
Centro	53	CARBON	86,82	270	4,36	9,30	13,25	2,45	0,46	11.186,00	11,186
Centro	65	CARBON	86,41	270	5,79	11,12	16,27	2,76	0,54	10.958,00	10,958
Norte	31	CARBON	59,89	260	3,53	12,51	15,60	2,38	0,50	11.188,00	11,188
Norte	38	CARBON	70,37	260	4,73	10,03	14,29	2,96	0,47	11.299,00	11,299
Norte	43	CARBON	63,54	260	4,28	9,71	13,57	8,08	0,62	10.569,00	10,569
Centro	53	CARBON	94,3	260	4,66	9,54	13,76	8,12	0,73	10.595,00	10,595
Centro	65	CARBON	100,27	260	2,78	10,63	13,11	4,98	0,90	11.033,00	11,033
Norte	31	CARBON	69,46	250	4,19	11,52	15,23	4,82	1,66	10.893,00	10,893
Norte	38	CARBON	82,31	250	4,31	9,16	13,08	5,13	1,72	11.170,00	11,17
Norte	43	CARBON	80,46	250	3,63	9,14	12,44	3,54	1,57	11.289,00	11,289
Centro	53	CARBON	114,04	250	4,86	8,27	12,73	14,63	2,30	10.492,00	10,492
Centro	60	CARBON	22,16	250	5,62	10,81	15,82	6,40	3,03	10.394,00	10,394
Centro	65	CARBON	112,605	250	5,04	9,55	14,11	5,96	2,82	10.670,00	10,67
Norte	38	CARBON	83,07	249	4,34	8,53	12,50	4,66	2,19	11.392,00	11,392
Norte	43	CARBON	85,35	249	4,64	8,86	13,09	8,60	2,64	10.394,00	10,394
Norte	31	CARBON	82,91	240	3,73	10,83	14,16	11,48	0,47	10.025,00	10,025
Norte	42	CARBON	22,86	240	6,68	8,53	14,64	3,75	0,47	11.100,00	11,1
Norte	43	CARBON	104,24	240	5,18	10,31	14,96	4,96	0,58	10.777,00	10,777
Centro	53	CARBON	136,17	240	8,66	9,56	17,39	3,97	0,55	10.500,00	10,5
Centro	60	CARBON	67,24	240	3,80	12,25	15,58	6,84	0,67	10.335,00	10,335
Norte	31	CARBON	93,95	230	4,04	11,40	14,98	1,90	0,54	11.489,00	11,489
Norte	38	CARBON	102,7	230	4,48	9,27	13,33	2,26	0,60	11.608,00	11,608
Norte	42	CARBON	34,44	230	5,15	8,99	13,68	3,62	0,63	11.250,00	11,25
Norte	43	CARBON	112,06	230	3,33	8,82	11,86	9,91	0,80	10.617,00	10,617
Centro	53	CARBON	142,22	230	4,10	12,23	15,83	4,76	0,77	10.680,00	10,68
Centro	60	CARBON	83,51	230	3,34	11,17	14,14	3,78	0,95	11.162,00	11,162
Norte	31	CARBON	100,8	220	4,43	9,38	13,39	9,16	1,26	10.640,00	10,64
Norte	38	CARBON	109,61	220	5,50	7,81	12,88	2,45	0,78	11.664,00	11,664
Norte	42	CARBON	39,51	220	4,67	8,58	12,85	7,73	1,31	10.891,00	10,891
Norte	43	CARBON	118,01	220	5,13	8,30	13,00	9,70	1,59	10.399,00	10,399
Centro	53	CARBON	150,15	220	1,67	10,12	11,62	6,97	1,43	11.004,00	11,004
Centro	60	CARBON	94,46	220	4,16	10,08	13,82	4,16	1,07	11.201,00	11,201
Norte	24	CARBON	69,59	218	4,57	6,82	11,08	16,90	1,67	9.919,00	9,919
Norte	42	CARBON	67,97	218	4,50	4,58	8,87	30,19	8,50	8.026,00	8,026

44,19;46,71;49,23

87,84;85,80

85,14;87,68

111,84;113,37

93,57;95,35

Norte	43	CARBON	144,88	218	3,81	7,34	10,87	8,84	0,86	11.033,00	11,033
Centro	48	CARBON	49,9	218	3,25	9,84	12,77	4,89	0,73	11.636,00	11,636
Centro	53	CARBON	178,98	218	2,88	8,70	11,33	3,36	0,79	11.569,00	11,569
Norte	24	CARBON	76,2	210	3,53	10,78	13,93	1,74	0,63	11.528,00	11,528
Norte	28	CARBON	37,17	210	5,43	9,12	14,05	20,81	0,87	8.826,00	8,826
Norte	31	CARBON	126,88	210	3,55	7,62	10,90	14,26	0,96	11.312,00	11,312
Norte	38	CARBON	133,58	210	6,68	6,15	12,42	10,56	1,39	10.713,00	10,713
Norte	42	CARBON	70,48	210	3,56	9,16	12,39	6,96	0,79	11.035,00	11,035
Norte	42	CARBON	71,45	210	3,69	10,17	13,48	4,17	0,59	11.239,00	11,239
Norte	43	CARBON	148,56	210	9,19	7,04	15,58	8,40	0,77	10.319,00	10,319
Centro	48	CARBON	55,32	210	3,92	10,09	13,61	8,24	0,75	11.475,00	11,475
Norte	31	CARBON	136,46	201	4,39	9,06	13,05	10,86	0,63	11.371,00	11,371
Norte	36	CARBON	9,14	201	5,75	9,70	14,89	6,27	0,93	10.755,00	10,755
Norte	24	CARBON	100,15	200	5,36	8,94	13,82	4,16	0,82	11.232,00	11,232
Norte	24	CARBON	102,15	200	4,89	8,30	12,78	7,95	0,87	10.819,00	10,819
Norte	28	CARBON	59,76	200	4,40	9,60	13,58	7,18	0,37	10.936,00	10,936
Norte	28	CARBON	61,88	200	4,93	9,27	13,74	4,99	0,44	11.195,00	11,195
Norte	28	CARBON	64	200	4,09	9,99	13,67	2,22	0,49	11.573,00	11,573
Norte	31	CARBON	137,68	200	4,27	10,66	14,47	2,72	0,50	11.385,00	11,385
Norte	31	CARBON	139,7	200	288,00	9,85	12,45	10,99	0,32	10.552,00	10,552
Norte	36	CARBON	11,88	200	5,85	8,99	14,31	8,86	0,50	10.489,00	10,489
Norte	38	CARBON	147,17	200	4,65	7,40	11,71	5,76	0,45	11.306,00	11,306
Norte	42	CARBON	91,13	200	3,52	10,30	13,46	2,28	0,47	11.510,00	11,510
Norte	42	CARBON	93,26	200	3,94	10,84	14,35	4,25	0,47	11.161,00	11,161
Norte	43	CARBON	164,985	200	3,73	8,04	11,47	3,33	0,40	11.633,00	11,633
Centro	48	CARBON	64	200	2,69	9,92	12,34	3,29	0,50	11.414,00	11,414
Centro	53	CARBON	198,81	200	2,51	10,70	12,94	5,85	0,65	10.882,00	10,882
Centro	60	CARBON	174,05	200	2,04	11,04	12,85	8,79	0,37	10.538,00	10,538
Norte	24	CARBON	116,66	190	5,10	8,64	13,30	3,67	0,39	11.453,00	11,453
Norte	28	CARBON	75,15	190	6,45	8,70	14,59	3,86	0,51	11.291,00	11,291
Norte	31	CARBON	151,51	190	4,69	9,11	13,37	3,27	0,35	11.520,00	11,520
Norte	36	CARBON	30,57	190	5,77	9,08	14,33	3,18	0,50	11.386,00	11,386
Norte	38	CARBON	159,05	190	4,72	8,88	13,18	2,59	0,39	11.632,00	11,632
Norte	42	CARBON	103,51	190	3,26	8,88	11,85	13,57	0,35	11.192,00	11,192
Norte	43	CARBON	174,72	190	2,47	8,94	11,19	2,52	0,35	11.752,00	11,752
Norte	44	CARBON	72,19	190	4,78	10,27	14,56	2,96	0,69	11.407,00	11,407
Norte	45	CARBON	32,125	190	3,44	9,00	12,13	4,02	0,71	11.499,00	11,499
Centro	48	CARBON	79,33	190	4,32	10,44	14,31	3,24	0,41	11.215,00	11,215
Centro	53	CARBON	208,07	190	2,62	11,12	13,45	2,79	0,31	11.291,00	11,291
Norte	55	CARBON	15,77	190	6,93	8,73	15,06	3,12	0,96	10.958,00	10,958
Sur	2106	TECHO	27,26	180-190	10,52	3,84	13,96	63,84	0,40	2.170,00	2,17
Sur	2106	CARBON	30,41	180-190	4,33	11,20	15,05	4,47	0,54	10.843,00	10,843
Sur	2106	PISO	35,41	180-190	7,84	1,53	9,25	82,26	1,00	354,00	0,354

145,57;147,17;148,77

164,00;165,97

197,81;199,81

172,21;174,05;175,89

69,89;72,19;74,49

30,78;33,47

27,41;29,41;31,41;33,41

Sur	2107	TECHO	43,25	180-190	9,32	2,41	11,51	71,44	0,26	1.677,00	1,677	
Sur	2107	CARBON	45,4	180-190	6,11	1,26	16,68	4,36	0,35	10.649,00	10,649	43,40;45,40;47,40
Sur	2107	PISO	49,5	180-190	6,76	1,44	8,10	84,98	0,94	478,00	0,478	
Sur	2108	CARBON	30,9	180-190	6,10	10,64	16,09	3,11	0,41	1818,00	1,818	
Sur	2108	PISO	30,9	180-190	8,76	1,38	10,02	82,30	0,31	393,00	0,393	
Sur	2108	TECHO	30,9	180-190	6,90	2,71	9,42	69,31	0,46	2177,00	2,177	
Sur	2109	TECHO	51,9	180-190	4,80	2,62	7,29	77,70	0,47	1.539,00	1,539	
Sur	2109	CARBON	51,9	180-190	3,33	11,39	14,34	2,91	0,50	11.167,00	11,167	
Sur	2109	PISO	51,9	180-190	4,80	2,62	7,29	77,70	0,57	1.252,00	1,252	
Sur	2111	CARBON	124,5	180-190	3,55	10,93	14,09	4,01	0,37	11.046,00	11,046	
Sur	2111	PISO	124,5	180-190	1,54	0,60	2,13	94,01	0,46	0,00	0	
Sur	2111	TECHO	124,5	180-190	6,48	2,32	8,65	83,67	0,35	150,00	0,15	
Norte	24	CARBON	125,14	180	3,96	9,31	12,90	2,56	0,35	11.623,00	11,623	
Norte	28	CARBON	83,25	180	6,05	9,59	15,06	2,46	0,51	11.413,00	11,413	
Norte	28	CARBON	84,44	180	5,94	8,81	14,23	2,38	0,37	11.463,00	11,463	
Norte	31	CARBON	157,98	180	3,35	9,60	12,63	2,63	0,36	11.743,00	11,743	
Norte	36	CARBON	39,48	180	5,20	10,31	14,97	2,45	0,39	11.354,00	11,354	
Norte	38	CARBON	162,87	180	5,84	8,49	13,83	2,43	0,48	11.540,00	11,54	
Norte	42	CARBON	111,09	180	3,19	11,04	13,88	2,22	0,36	11.571,00	11,571	
Norte	43	CARBON	181,3	180	2,64	8,33	10,75	3,37	0,27	11.763,00	11,763	
Norte	45	CARBON	37,78	180	4,21	9,13	12,96	2,82	0,48	11.548,00	11,548	36,46;39,10
Centro	48	CARBON	84,73	180	7,04	9,16	15,56	3,90	0,41	10.965,00	10,965	
Centro	53	CARBON	215,56	180	3,18	10,54	13,38	5,46	0,46	10.931,00	10,931	
Norte	55	CARBON	32,29	180	8,77	8,07	16,13	3,35	0,50	10.937,00	10,937	31,45;33,13
Sur	2108	CARBON	91,15	175	5,27	10,55	15,26	9,63	1,63	9950,00	9,95	
Sur	2108	PISO	91,15	175	2,90	1,98	4,82	85,51	0,31	436,00	0,436	
Sur	2108	TECHO	91,15	175	5,80	5,17	10,67	43,85	0,54	5770,00	5,77	
Norte	21	CARBON	20,8	170	3,17	6,54	9,50	6,63	0,50	11.596,00	11,596	
Norte	24	CARBON	163,67	170	6,81	7,05	13,38	7,63	0,41	10.943,00	10,943	
Norte	31	CARBON	187,63	170	4,28	7,99	11,93	9,65	0,49	10.957,00	10,957	
Norte	36	CARBON	76,5	170	4,68	9,70	13,93	2,91	0,62	11.530,00	11,53	
Norte	38	CARBON	188,76	170	4,83	5,89	10,44	6,26	0,37	11.478,00	11,478	
Norte	42	CARBON	140,54	170	4,24	7,44	11,36	15,71	0,50	9.984,00	9,984	
Norte	44	CARBON	129,505	170	5,49	9,42	14,39	3,77	0,51	11.320,00	11,32	128,62;130,39
Norte	45	CARBON	105,51	170	5,67	8,19	13,40	7,45	0,49	10.975,00	10,975	
Centro	48	CARBON	118,98	170	4,74	8,98	13,29	7,78	0,43	10.794,00	10,794	
Norte	55	CARBON	89,715	170	5,32	6,91	11,86	4,00	0,62	11.404,00	11,404	88,79;90,64
Norte	21	CARBON	41,14	160	1,76	6,23	7,88	1,52	0,37	12.621,00	12,621	
Norte	21	CARBON	43,52	160	2,55	6,13	8,52	0,96	0,03	12.607,00	12,607	
Norte	21	CARBON	45,9	160	3,45	5,89	9,14	2,96	0,45	12.227,00	12,227	
Norte	24	CARBON	184,7	160	4,39	7,84	11,89	1,07	0,35	12.047,00	12,047	
Norte	24	CARBON	187,34	160	4,60	7,66	11,91	1,27	0,33	12.040,00	12,04	
Norte	24	CARBON	189,98	160	5,54	7,10	12,25	1,18	0,34	11.986,00	11,986	

Norte	31	CARBON	198,72	160	5,11	8,36	13,04	1,58	0,43	11.892,00	11,892
Norte	31	CARBON	200,47	160	4,80	9,20	13,56	1,34	0,37	11.841,00	11,841
Norte	31	CARBON	202,22	160	4,73	8,34	12,68	1,49	0,47	11.948,00	11,948
Norte	36	CARBON	89	160	4,60	9,49	13,65	1,38	0,37	11.756,00	11,756
Norte	36	CARBON	91,23	160	6,43	8,98	14,83	1,46	0,37	11.645,00	11,645
Norte	36	CARBON	93,46	160	5,17	8,98	13,69	1,61	0,38	11.758,00	11,758
Norte	38	CARBON	202,71	160	5,50	7,38	12,47	1,98	0,37	11.850,00	11,85
Norte	42	CARBON	155,34	160	3,63	8,86	12,17	1,63	0,51	12.012,00	12,012
Norte	42	CARBON	157,38	160	4,21	9,26	13,08	1,21	0,48	11.906,00	11,906
Norte	42	CARBON	159,43	160	3,65	9,54	12,84	1,48	0,39	11.887,00	11,887
Norte	44	CARBON	164,68	160	3,96	8,85	12,46	1,29	0,36	11.954,00	11,954
Norte	45	CARBON	129,84	160	5,58	8,61	13,71	1,47	0,53	11.784,00	11,784
Centro	48	CARBON	141,54	160	6,14	8,33	13,96	1,65	0,28	11.572,00	11,572
Centro	49	CARBON	67,62	160	5,34	7,37	12,32	1,48	0,42	11.755,00	11,755
Norte	55	CARBON	123,4525	160	4,66	7,24	11,56	1,19	0,44	11.894,00	11,894
Norte	21	CARBON	53,75	155	1,42	4,75	6,10	17,59	0,68	10.612,00	10,612
Norte	24	CARBON	195,37	155	4,84	7,00	11,50	4,19	0,71	11.692,00	11,692
Norte	44	CARBON	177,24	155	2,95	7,53	10,26	15,32	0,75	10.271,00	10,271
Norte	45	CARBON	143,28	155	6,04	6,11	11,78	17,93	0,71	9.624,00	9,624
Centro	48	CARBON	155,14	155	6,00	6,96	12,54	7,32	0,74	10.964,00	10,964
Centro	49	CARBON	85,02	155	4,17	6,35	10,26	5,47	0,77	11.698,00	11,698
Norte	44	CARBON	179,2	154	3,28	8,47	11,47	11,00	0,74	10.650,00	10,65
Norte	45	CARBON	145,59	154	6,90	7,21	13,61	9,49	0,67	10.623,00	10,623
Norte	44	CARBON	180,52	153	4,59	7,84	12,07	6,37	0,55	11.291,00	11,291
Sur	2106	TECHO	124,95	151	3,08	5,96	8,86	40,93	0,77	6.588,00	6,588
Sur	2106	CARBON	125,1	151	2,51	10,07	12,33	19,24	0,64	9.130,00	9,13
Sur	2106	PISO	126,81	151	5,16	2,25	7,29	83,09	0,55	421,00	0,421
Norte	21	CARBON	67,99	150	3,74	6,36	9,86	1,32	0,30	12.482,00	12,482
Norte	36	CARBON	106,9	150	4,77	9,42	13,74	2,07	0,51	11.697,00	11,697
Norte	44	CARBON	195,28	150	6,65	7,33	12,57	12,06	1,47	10.470,00	10,47
Norte	45	CARBON	162,65	150	4,87	7,54	12,04	7,49	1,07	11.198,00	11,198
Centro	48	CARBON	157,97	150	9,05	6,98	15,40	8,57	0,87	10.398,00	10,398
Centro	49	CARBON	91,095	150	5,45	7,69	12,72	4,60	0,74	11.227,00	11,227
Norte	45	CARBON	177,39	140	4,71	8,25	12,57	4,12	0,45	11.490,00	11,49
Centro	49	CARBON	111,93	140	5,19	7,41	12,22	5,00	0,57	11.265,00	11,265
Norte	54	CARBON	18,5625	140	2,77	9,30	11,81	5,71	1,01	11.281,00	11,281
Norte	54	CARBON	41,45	130	3,22	9,70	12,61	2,50	0,42	11.740,00	11,74
Norte	54	CARBON	74,06	120	1,38	8,94	10,20	2,65	1,38	12.010,00	12,01
Norte	45	TECHO	193,49		8,18	2,03	10,04	76,54	0,80	199,00	0,199
Norte	45	PISO	195,32		6,54	1,77	8,19	82,93	0,33	177,00	0,177
Norte	45	PISO	201,24		4,32	1,17	5,44	87,00	0,10	201,00	0,201
Norte	45	TECHO	205,78		8,18	2,03	10,04	76,54	0,80	136,00	0,136
Norte	31	TECHO	22,4	280	10,96	2,50	13,19	76,54	0,92	542,00	0,542

Norte	31	PISO	23,46	280	8,94	2,35	11,08	77,36	0,38	952,00	0,952
Norte	38	PISO	36,63	280	6,06	2,05	7,99	82,38	0,26	199,00	0,199
Sur	2110	CARBON	34,35	270	3,21	13,05	15,84	3,85	0,56	10.539,00	10,539
Sur	2110	PISO	34,35	270	6,52	2,52	8,88	80,53	0,68	346,00	0,346
Norte	31	TECHO	51,1	270	5,72	2,18	7,78	82,97	0,58	724,00	0,724
Norte	31	PISO	53,58	270	6,08	1,64	7,62	81,10	0,12	538,00	0,538
Norte	38	TECHO	61,54	270	5,86	1,93	7,68	83,36	0,37	312,00	0,312
Norte	38	PISO	63,59	270	5,00	1,29	6,23	84,74	0,25	116,00	0,116
Norte	43	TECHO	44,04	270	6,60	4,67	10,96	45,18	0,73	5.212,00	5,212
Norte	43	PISO	51,76	270	8,56	2,42	10,77	78,85	0,10	662,00	0,662
Centro	53	TECHO	85,65	270	6,40	4,02	10,16	69,72	1,50	1.602,00	1,602
Centro	53	PISO	89,89	270	6,20	1,83	7,92	80,58	0,35	662,00	0,662
Centro	65	TECHO	84,99	270	8,00	2,13	9,96	79,59	0,68	491,00	0,491
Centro	65	PISO	90,22	270	6,12	4,88	10,70	50,18	0,57	4.985,00	4,985
Norte	31	TECHO	59,74	260	4,02	6,53	10,29	35,70	0,64	7.024,00	7,024
Norte	31	PISO	60,5	260	4,92	2,29	7,10	77,58	0,24	1.516,00	1,516
Norte	38	TECHO	70,22	260	5,10	5,07	9,91	42,99	0,34	6.080,00	6,080
Norte	38	PISO	71,13	260	2,24	1,13	3,34	88,15	0,23	113,00	0,113
Norte	43	TECHO	63,39	260	8,80	1,95	10,58	79,41	0,26	655,00	0,655
Norte	43	PISO	65,83	260	4,26	3,22	7,34	77,27	0,82	1.558,00	1,558
Centro	53	TECHO	94,15	260	4,54	4,08	8,43	61,08	0,68	3.108,00	3,108
Centro	53	PISO	94,99	260	8,80	3,82	12,28	70,77	0,89	1.204,00	1,204
Centro	65	TECHO	100,12	260	4,08	5,91	9,75	38,87	0,51	6.583,00	6,583
Centro	65	PISO	101,8	260	7,72	3,84	11,26	59,91	1,61	2.604,00	2,604
Sur	2111	CARBON	52	250	4,15	10,30	14,02	9,03	1,45	10.118,00	10,118
Sur	2111	PISO	52	250	5,60	2,42	7,68	75,44	0,95	1.419,00	1,419
Sur	2111	TECHO	52	250	4,26	1,08	5,29	88,64	0,50	150,00	0,150
Norte	31	TECHO	69,34	250	5,60	3,98	9,36	54,68	0,90	4.493,00	4,493
Norte	31	PISO	90,28	250	4,58	1,68	6,18	82,65	0,40	598,00	0,598
Norte	38	TECHO	82,16	250	4,36	2,68	6,92	69,70	0,85	2.393,00	2,393
Norte	38	PISO	82,79	250	3,72	3,46	7,05	65,23	1,45	2.772,00	2,772
Norte	43	TECHO	80,31	250	3,70	1,84	5,47	81,96	0,78	655,00	0,655
Norte	43	PISO	81,99	250	6,40	4,16	10,29	64,27	0,90	2.449,00	2,449
Centro	53	TECHO	113,89	250	3,42	3,06	6,38	66,57	1,18	2.756,00	2,756
Centro	53	PISO	116,66	250	5,86	2,40	8,12	79,65	0,95	1.169,00	1,169
Centro	65	TECHO	111,69	250	1,92	1,93	3,81	85,89	0,69	795,00	0,795
Centro	65	PISO	114,9	250	4,06	1,72	5,71	85,43	0,76	352,00	0,352
Norte	38	PISO	83,43	249	4,08	2,07	6,07	81,93	0,19	111,00	0,111
Norte	43	TECHO	85,2	249	5,42	3,34	8,58	71,59	0,90	1.817,00	1,817
Norte	43	PISO	86,68	249	7,60	4,92	12,15	49,09	1,27	4.460,00	4,460
Sur	2110	CARBON	103,3	240	4,15	12,82	16,44	8,29	0,86	9.810,00	9,810
Sur	2110	PISO	103,3	240	6,82	1,74	8,44	82,88	0,40	412,00	0,412
Sur	2110	TECHO	103,3	240	6,49	3,49	9,75	71,42	1,24	1.800,00	1,800

Norte	31	TECHO	82,76	240	6,90	2,83	9,53	78,41	0,32	1.042,00	1,042
Norte	31	PISO	83,42	240	2,58	1,03	3,58	88,13	0,18	390,00	0,39
Norte	42	TECHO	22,71	240	6,80	3,96	10,49	60,68	0,38	3.126,00	3,126
Norte	42	PISO	23,46	240	6,68	1,30	7,89	86,50	0,19	672,00	0,672
Norte	43	TECHO	104,09	240	4,92	2,61	7,40	77,48	0,19	1.542,00	1,542
Norte	43	PISO	104,93	240	4,78	1,65	6,35	86,61	0,14	381,00	0,381
Centro	53	TECHO	136,02	240	3,40	3,62	6,90	74,10	0,78	1.804,00	1,804
Centro	53	PISO	136,77	240	9,86	1,91	11,58	78,42	0,20	1.260,00	1,26
Sur	2110	CARBON	119,75	230	3,10	11,19	13,94	9,48	1,08	10.243,00	10,243
Sur	2110	PISO	119,75	230	6,34	2,16	8,36	82,72	0,32	401,00	0,401
Sur	2110	TECHO	119,75	230	0,90	0,84	1,73	90,98	0,31	213,00	0,213
Sur	2111	CARBON	66,3	230	4,69	10,54	14,74	7,17	0,78	10.658,00	10,658
Sur	2111	PISO	66,3	230	4,08	0,35	4,42	90,67	0,35	0,00	0
Sur	2111	TECHO	66,3	230	5,82	4,35	9,92	54,24	0,60	4.258,00	4,258
Norte	31	TECHO	93,8	230	6,86	1,49	8,25	83,35	0,72	620,00	0,62
Norte	31	PISO	94,88	230	4,02	0,84	4,83	89,13	0,22	194,00	0,194
Norte	38	TECHO	102,55	230	3,62	1,74	5,30	85,73	0,45	115,00	0,115
Norte	38	PISO	103,57	230	1,60	0,52	2,11	90,65	0,15	104,00	0,104
Norte	42	TECHO	34,29	230	6,54	1,28	7,74	83,35	0,20	162,00	0,162
Norte	42	PISO	35,54	230	7,18	1,88	8,93	84,48	0,29	164,00	0,164
Norte	43	TECHO	111,91	230	6,00	2,65	8,49	80,23	0,44	942,00	0,942
Norte	43	PISO	113,2	230	1,86	1,18	3,02	89,54	0,14	613,00	0,613
Centro	53	TECHO	142,07	230	1,92	2,57	4,44	74,11	0,80	2.270,00	2,27
Centro	53	PISO	143,12	230	3,16	1,49	4,60	85,60	0,23	811,00	0,811
Norte	31	TECHO	100,65	220	3,08	2,42	5,43	70,43	0,52	2.930,00	2,93
Norte	31	PISO	102,15	220	5,42	3,14	8,39	66,96	1,13	2.984,00	2,984
Norte	38	TECHO	109,46	220	2,76	0,92	3,65	87,59	0,30	115,00	0,115
Norte	38	PISO	110,76	220	3,26	1,33	4,55	86,51	0,25	97,00	0,097
Norte	42	TECHO	39,36	220	8,38	1,45	9,71	78,50	0,41	190,00	0,19
Norte	42	PISO	41,71	220	5,56	1,41	6,89	83,38	0,31	832,00	0,832
Norte	43	TECHO	117,86	220	2,76	2,16	4,86	79,25	0,55	1.656,00	1,656
Norte	43	PISO	119,79	220	1,86	1,43	3,26	88,64	0,16	689,00	0,689
Centro	53	TECHO	150	220	8,20	1,96	10,00	78,56	1,46	815,00	0,815
Centro	53	PISO	152,15	220	3,98	1,98	5,88	85,27	0,54	473,00	0,473
Centro	60	TECHO	93,42	220	4,26	4,25	8,33	57,20	1,67	4.203,00	4,203
Centro	60	PISO	97,13	220	4,52	1,47	5,92	87,10	0,42	283,00	0,283
Norte	24	TECHO	64,41	218	7,78	2,72	10,29	72,29	0,77	1.527,00	1,527
Norte	24	PISO	70,49	218	5,38	1,36	6,66	87,40	0,32	350,00	0,35
Norte	42	TECHO	67,82	218	2,66	1,28	3,91	87,80	0,27	478,00	0,478
Norte	42	PISO	68,58	218	2,70	2,11	4,75	81,01	0,58	1.133,00	1,133
Norte	43	TECHO	144,73	218	2,58	2,60	5,11	73,52	1,05	2.192,00	2,192
Norte	43	PISO	145,6	218	1,98	1,65	3,60	78,28	0,36	1.631,00	1,631

Centro	48	TECHO	49,75	218	2,94	4,09	6,91	44,09	0,72	6.367,00	6,367
Centro	48	PISO	50,9	218	2,84	1,54	4,34	85,63	0,15	459,00	0,459
Centro	53	PISO	179,52	218	2,44	1,56	3,96	74,99	0,20	1.282,00	1,282
Norte	24	TECHO	76,42	210	12,50	11,03	22,15	17,77	0,70	8.205,00	8,205
Norte	24	PISO	76,72	210	8,20	2,11	10,14	80,58	0,24	611,00	0,611
Norte	28	TECHO	37,02	210	9,08	1,58	10,52	77,80	0,36	309,00	0,309
Norte	28	PISO	38,69	210	13,96	1,50	15,25	75,29	0,23	256,00	0,256
Norte	31	TECHO	126,73	210	2,80	1,06	3,83	86,02	0,17	648,00	0,648
Norte	31	PISO	128,01	210	2,98	2,19	5,10	74,32	0,41	2.656,00	2,656
Norte	38	TECHO	133,43	210	3,04	3,63	6,56	50,87	0,58	5.556,00	5,556
Norte	38	PISO	135,63	210	3,30	1,61	4,86	81,70	0,37	1.084,00	1,084
Norte	42	TECHO	70,33	210	3,88	2,01	5,81	83,68	0,30	852,00	0,852
Norte	42	PISO	71,07	210	2,74	1,08	3,79	82,75	0,18	3,00	0,003
Norte	42	TECHO	71,3	210	4,22	3,95	8,00	54,72	0,46	7.511,00	7,511
Norte	42	PISO	72,06	210	8,68	2,98	11,40	64,59	0,50	2.359,00	2,359
Norte	43	TECHO	148,41	210	6,98	2,87	9,65	68,38	0,45	2.150,00	2,15
Norte	43	PISO	149,09	210	3,38	3,02	6,30	75,34	2,19	1.463,00	1,463
Centro	48	TECHO	55,17	210	5,58	2,67	8,10	74,47	0,59	1.438,00	1,438
Centro	48	PISO	55,98	210	4,58	3,28	7,71	74,40	0,06	835,00	0,835
Norte	31	TECHO	136,31	201	3,68	1,67	5,29	73,92	0,21	2.726,00	2,726
Norte	31	PISO	137,08	201	4,60	2,88	7,35	72,15	0,49	2.344,00	2,344
Sur	2107	PISO	27,12	200	7,64	1,29	8,83	82,71	0,42	369,00	0,369
Sur	2107	TECHO	21,95	200	6,12	5,33	11,12	66,98	1,38	5.456,00	5,456
Sur	2107	CARBON	23,355	200	4,40	10,85	4,77	9,23	0,44	10.188,00	10,188
Sur	2109	CARBON	29,3	200	4,42	11,00	14,93	3,34	0,53	10.957,00	10,957
Sur	2109	PISO	29,3	200	6,68	3,87	10,29	70,09	0,66	1.809,00	1,809
Sur	2109	TECHO	29,3	200	6,68	3,87	10,29	70,09	0,27	150,00	0,15
Sur	2111	CARBON	109,9	200	2,68	11,62	13,99	4,15	0,50	10.945,00	10,945
Sur	2111	PISO	109,9	200	7,84	1,93	9,62	80,52	0,61	0,00	0
Sur	2111	TECHO	109,9	200	5,08	4,35	9,21	60,74	1,29	3.274,00	3,274
Norte	24	TECHO	100	200	8,58	2,48	10,85	74,47	1,36	1.286,00	1,286
Norte	24	PISO	105,16	200	7,06	1,40	8,36	82,80	0,34	621,00	0,621
Norte	28	TECHO	59,61	200	8,02	2,07	9,92	71,59	0,97	783,00	0,783
Norte	28	PISO	66,07	200	9,60	1,39	10,36	81,65	0,56	229,00	0,229
Norte	31	TECHO	137,53	200	4,64	3,42	7,90	63,61	0,61	3.474,00	3,474
Norte	31	PISO	141,73	200	3,42	1,06	4,44	87,94	0,13	690,00	0,69
Norte	36	PISO	14,62	200	9,92	1,12	10,93	83,02	0,15	160,00	0,16
Norte	38	TECHO	145,42	200	2,50	0,50	2,99	90,08	0,15	120,00	0,12
Norte	38	PISO	150,47	200	1,68	0,89	2,56	91,25	0,35	215,00	0,215
Norte	42	TECHO	90,98	200	4,50	2,91	7,28	67,52	1,60	2.510,00	2,51
Norte	42	PISO	95,4	200	6,50	2,44	8,78	73,26	1,06	1.578,00	1,578
Norte	43	TECHO	163,85	200	2,28	2,17	4,40	83,25	0,79	1.433,00	1,433
Norte	43	PISO	167,94	200	3,72	1,78	5,43	86,41	0,18	548,00	0,548

22,10;24,61

Centro	48	TECHO	63,85	200	1,78	1,41	3,16	87,14	0,21	125,00	0,125
Centro	48	PISO	69,49	200	5,10	1,66	6,68	85,53	0,34	150,00	0,15
Centro	60	TECHO	172,06	200	2,56	5,20	7,63	35,78	2,13	7.264,00	7,264
Centro	60	PISO	177,14	200	2,30	0,88	3,16	67,77	0,10	6.558,00	6,558
Norte	24	TECHO	116,5	190	3,28	2,01	5,22	79,37	0,44	1.418,00	1,418
Norte	24	PISO	118,46	190	6,18	1,58	7,66	85,45	0,19	191,00	0,191
Norte	28	TECHO	75	190	4,42	1,72	6,06	77,21	0,36	836,00	0,836
Norte	28	PISO	77,11	190	3,82	1,51	5,27	89,32	0,16	231,00	0,231
Norte	31	TECHO	151,36	190	2,60	2,31	4,85	75,98	0,29	1.836,00	1,836
Norte	31	PISO	153	190	3,68	1,75	5,37	87,96	0,13	460,00	0,46
Norte	36	TECHO	30,42	190	6,56	2,61	9,00	67,86	0,30	2.394,00	2,394
Norte	36	PISO	32,4	190	11,70	2,61	14,00	80,46	0,24	369,00	0,369
Norte	38	TECHO	158,9	190	2,64	1,34	3,94	83,07	0,28	1.092,00	1,092
Norte	38	PISO	160,62	190	2,92	1,42	4,30	87,36	0,40	121,00	0,121
Norte	42	TECHO	103,36	190	2,50	1,59	4,05	80,60	0,32	1.417,00	1,417
Norte	42	PISO	105,39	190	3,84	1,83	5,60	87,70	0,30	178,00	0,178
Norte	43	TECHO	174,57	190	2,80	2,00	4,04	69,33	0,33	2.288,00	2,288
Norte	43	PISO	176,37	190	1,52	1,04	2,54	90,13	0,11	338,00	0,338
Norte	44	TECHO	69,74	190	10,44	3,50	13,57	66,30	0,81	2.033,00	2,033
Norte	44	PISO	76,8	190	10,76	2,06	12,60	71,29	0,83	1.601,00	1,601
Norte	45	TECHO	30,63	190	8,94	1,86	10,63	79,14	0,26	115,00	0,115
Norte	45	PISO	36,16	190	0,92	0,87	1,78	83,77	0,40	1.282,00	1,282
Centro	48	TECHO	79,18	190	3,96	2,35	6,22	74,35	0,53	1.786,00	1,786
Centro	48	PISO	81,68	190	5,48	1,97	7,34	82,18	0,16	155,00	0,155
Norte	55	TECHO	15,62	190	10,16	1,99	11,95	69,73	1,15	1.643,00	1,643
Norte	55	PISO	18,74	190	9,32	1,77	10,93	81,93	0,18	234,00	0,234
Norte	24	TECHO	124,99	180	2,10	1,25	3,32	86,33	0,24	1.234,00	1,234
Norte	24	PISO	127,83	180	1,96	1,35	3,28	83,78	0,14	1.669,00	1,669
Norte	28	TECHO	83,1	180	6,22	2,49	8,56	53,38	0,36	2.421,00	2,421
Norte	28	PISO	85,64	180	3,94	1,45	5,33	89,57	0,22	190,00	0,19
Norte	31	TECHO	157,83	180	2,52	0,83	3,33	83,71	0,06	964,00	0,964
Norte	31	PISO	159,97	180	2,42	1,43	3,82	89,01	0,14	524,00	0,524
Norte	36	TECHO	39,33	180	6,86	1,19	7,97	85,61	0,29	212,00	0,212
Norte	36	PISO	41,85	180	5,00	1,62	6,54	84,65	0,25	616,00	0,616
Norte	38	TECHO	162,77	180	2,68	0,76	3,42	86,86	0,25	118,00	0,118
Norte	38	PISO	164,89	180	2,88	1,54	4,38	87,82	0,18	116,00	0,116
Norte	42	TECHO	110,94	180	3,08	1,73	4,76	77,69	0,59	1.548,00	1,548
Norte	42	PISO	113,38	180	2,50	1,79	4,25	88,50	0,22	220,00	0,22
Norte	43	TECHO	181,15	180	1,66	1,27	2,91	89,04	0,19	658,00	0,658
Norte	43	PISO	183,4	180	0,72	0,99	1,70	90,66	0,18	944,00	0,944
Norte	44	TECHO	48,18	180	8,74	2,73	11,23	70,05	0,57	1.755,00	1,755
Norte	44	CARBON	49,58	180	5,20	9,74	14,43	3,51	0,68	11.354,00	11,354

48,33;50,83

Norte	44	PISO	53,34	180	10,48	2,21	12,46	77,66	0,24	110,00	0,11
Norte	45	TECHO	36,31	180	1,02	1,06	2,07	80,37	0,33	1.941,00	1,941
Norte	45	PISO	42,97	180	3,72	0,86	4,55	87,10	0,11	133,00	0,133
Centro	48	TECHO	84,58	180	3,32	1,59	4,86	83,42	0,17	160,00	0,16
Centro	48	PISO	87,6	180	2,46	1,42	3,85	84,06	0,05	170,00	0,17
Centro	53	PISO	218,16	180	1,26	0,82	2,07	91,37	0,31	322,00	0,322
Norte	55	TECHO	31,3	180	13,80	2,05	15,57	71,57	0,45	524,00	0,524
Norte	55	PISO	36,01	180	6,60	1,22	7,74	84,10	0,43	14,74	0,01474
Norte	21	TECHO	20,65	170	7,28	1,97	9,11	73,97	0,82	702,00	0,702
Norte	21	PISO	23,84	170	15,58	2,95	18,07	66,71	0,40	341,00	0,341
Sur	2106	TECHO	65,85	170	4,88	4,21	8,88	57,55	0,92	3.010,00	3,01
Sur	2106	CARBON	66	170	5,96	10,32	15,66	5,14	0,66	10.758,00	10,758
Sur	2106	PISO	68,3	170	5,16	1,42	6,51	86,37	0,80	512,00	0,512
Sur	2107	CARBON	77,9	170	5,02	9,60	14,14	3,80	0,45	11.151,00	11,151
Sur	2107	PISO	80,1	170	3,86	1,92	5,71	83,68	0,36	297,00	0,297
Sur	2108	CARBON	86,5	170	7,56	8,80	15,69	2,34	0,45	11053,00	11,053
Sur	2108	PISO	86,5	170	4,36	4,27	8,44	59,20	0,63	1230,00	1,23
Sur	2108	TECHO	86,5	170	5,88	3,67	9,33	61,66	1,55	3168,00	3,168
Sur	2109	CARBON	89,51	170	4,74	10,44	14,69	6,53	0,63	11.227,00	11,227
Sur	2109	PISO	89,51	170	2,86	3,15	5,92	82,31	0,38	147,00	0,147
Sur	2109	TECHO	89,51	170	2,86	3,15	5,92	82,31	1,14	984,00	0,984
Sur	2111	CARBON	146	170	4,10	10,10	13,79	3,90	0,45	11.002,00	11,002
Sur	2111	TECHO	146	170	6,28	2,67	8,78	76,19	0,96	1.154,00	1,154
Norte	24	TECHO	163,52	170	4,10	2,39	6,39	75,67	0,47	1.463,00	1,463
Norte	24	PISO	165,68	170	4,94	3,89	8,64	47,11	0,84	5.644,00	5,644
Norte	31	TECHO	187,48	170	2,34	1,42	3,73	85,88	0,15	946,00	0,946
Norte	31	PISO	189,28	170	3,96	2,84	6,69	58,75	0,25	4.494,00	4,494
Norte	36	TECHO	76,35	170	5,16	2,39	7,43	70,35	0,46	2.464,00	2,464
Norte	36	PISO	79,25	170	4,70	2,20	6,80	82,20	0,49	916,00	0,916
Norte	38	TECHO	188,61	170	2,06	1,02	3,60	88,33	0,26	118,00	0,118
Norte	38	PISO	189,61	170	3,46	0,83	4,26	86,32	0,15	137,00	0,137
Norte	42	TECHO	140,39	170	2,06	1,77	3,79	85,24	0,36	979,00	0,979
Norte	42	PISO	142,76	170	3,96	2,43	6,29	86,69	0,18	386,00	0,386
Norte	44	TECHO	128,47	170	6,98	2,77	9,56	74,64	1,71	1.241,00	1,241
Norte	44	PISO	132,16	170	6,72	2,83	9,36	72,38	0,25	1.372,00	1,372
Norte	45	TECHO	105,36	170	6,34	1,76	7,99	79,14	0,38	109,00	0,109
Norte	45	PISO	108,38	170	5,36	1,10	6,40	83,26	0,21	210,00	0,21
Centro	48	TECHO	118,83	170	4,10	1,70	5,73	84,79	0,20	144,00	0,144
Centro	48	PISO	121,42	170	4,92	2,07	6,89	81,59	0,16	223,00	0,223
Norte	55	TECHO	88,64	170	3,64	2,49	6,04	78,72	1,80	1.293,00	1,293
Norte	55	PISO	92,5	170	5,96	4,44	10,14	76,83	0,71	1.025,00	1,025
Norte	21	TECHO	40,99	160	3,44	1,55	4,94	85,33	0,53	314,00	0,314
Norte	21	PISO	48,3	160	4,92	1,77	6,60	82,25	0,61	426,00	0,426

Sur	2106	TECHO	106,05	160	9,48	0,41	9,85	84,64	0,51	400,00	0,4
Sur	2106	CARBON	109,38	160	4,84	9,85	14,21	1,64	0,44	11.450,00	11,45 106,20;108,32;110,44;112,56
Sur	2106	PISO	114,7	160	6,40	1,89	8,17	80,49	0,58	851,00	0,851
Sur	2107	TECHO	107,24	160	3,44	1,20	4,60	85,85	0,51	307,00	0,307
Sur	2107	CARBON	109,67	160	4,60	9,94	14,08	2,03	0,35	11.397,00	11,397 107,39;109,67;111,95
Sur	2107	PISO	114,25	160	5,10	1,80	6,81	84,66	0,33	398,00	0,398
Sur	2108	TECHO	119,15	160	5,84	1,28	7,05	82,79	0,46	198,00	0,198
Sur	2108	CARBON	119,3	160	2,44	11,39	13,55	2,29	0,33	11375,00	11,375
Sur	2108	PISO	119,3	160	7,86	7,41	14,69	37,79	0,71	6141,00	6,141
Sur	2109	CARBON	129,5	160	2,44	10,51	12,69	2,22	0,46	11.806,00	11,806
Sur	2109	TECHO	129,5	160	1,76	1,65	3,38	83,39	0,46	874,00	0,874
Norte	24	TECHO	184,55	160	1,72	0,99	2,69	89,20	0,17	538,00	0,538
Norte	24	PISO	192,64	160	4,24	1,09	5,28	86,80	0,28	450,00	0,45
Norte	31	TECHO	198,57	160	3,42	2,15	5,50	75,41	0,26	2.364,00	2,364
Norte	31	PISO	203,99	160	3,00	0,77	3,75	87,58	0,24	816,00	0,816
Norte	36	TECHO	88,85	160	6,20	1,42	7,53	85,39	0,34	280,00	0,28
Norte	36	PISO	95,7	160	3,06	1,18	4,20	88,88	0,22	357,00	0,357
Norte	38	TECHO	200,09	160	2,58	1,09	3,64	87,50	0,28	115,00	0,115
Norte	38	TECHO	35,57	160	10,92	3,19	13,76	73,90	0,67	260,00	0,26
Norte	42	TECHO	155,19	160	2,38	1,27	3,62	89,31	0,18	528,00	0,528
Norte	42	PISO	161,48	160	1,80	1,56	3,33	87,01	0,18	973,00	0,973
Norte	44	TECHO	162,45	160	7,66	1,31	8,87	82,99	0,27	122,00	0,122
Norte	44	PISO	172,8	160	7,86	1,65	9,38	79,77	0,44	130,00	0,13
Norte	45	TECHO	129,69	160	7,42	1,27	8,60	82,29	0,51	116,00	0,116
Norte	45	PISO	138,88	160	6,82	1,35	8,08	80,64	0,58	150,00	0,15
Centro	48	TECHO	141,39	160	2,84	1,24	4,04	87,98	0,15	628,00	0,628
Centro	48	PISO	149,35	160	5,66	1,69	7,25	82,77	0,09	133,00	0,133
Centro	49	TECHO	67,47	160	4,72	2,14	6,76	77,08	0,76	1.412,00	1,412
Centro	49	PISO	79,43	160	8,32	1,76	9,93	76,11	1,07	1.226,00	1,226
Norte	55	TECHO	119,08	160	11,10	1,68	12,59	74,83	0,22	686,00	0,686
Norte	55	PISO	130,5	160	5,40	3,03	8,27	80,58	0,42	634,00	0,634
Norte	21	TECHO	53,6	155	2,24	2,43	4,62	66,67	0,51	314,00	0,314
Norte	21	PISO	54,25	155	8,94	2,51	11,23	78,19	0,26	245,00	0,245
Sur	2108	CARBON	139,5	155	3,91	10,62	14,11	9,42	1,35	10324,00	10,324
Sur	2108	PISO	139,5	155	2,94	1,94	4,82	88,00	0,36	285,00	0,285
Sur	2108	TECHO	139,5	155	3,56	3,58	7,01	57,04	0,46	4253,00	4,253
Norte	24	TECHO	195,22	155	2,94	3,23	6,08	61,15	0,38	3.937,00	3,937
Norte	24	PISO	195,99	155	4,52	1,38	5,84	84,20	0,21	957,00	0,957
Norte	44	TECHO	177,09	155	3,34	4,15	7,35	46,02	0,34	6.155,00	6,155
Norte	44	PISO	177,8	155	5,42	3,57	8,80	64,06	0,31	2.555,00	2,555
Norte	45	TECHO	143,13	155	3,36	3,27	6,52	46,55	0,37	6.083,00	6,083
Norte	45	PISO	144,17	155	5,60	2,27	7,74	78,14	0,80	319,00	0,319
Centro	48	TECHO	154,99	155	3,62	3,67	7,16	52,98	0,28	4.886,00	4,886

Centro	48	PISO	155,75	155	5,26	2,41	7,54	81,65	0,10	197,00	0,197
Centro	49	TECHO	84,87	155	4,26	4,29	8,37	35,50	0,71	7.531,00	7,531
Centro	49	PISO	86,2	155	4,72	1,97	6,60	81,59	0,61	982,00	0,982
Norte	44	TECHO	179,05	154	4,18	1,89	5,99	78,20	0,50	1.425,00	1,425
Norte	44	PISO	180,07	154	4,40	3,49	7,74	47,10	0,98	5.653,00	5,653
Norte	45	TECHO	145,44	154	3,46	1,31	4,72	82,00	0,38	317,00	0,317
Norte	45	PISO	147,92	154	8,08	1,26	9,24	82,37	0,57	177,00	0,177
Norte	44	TECHO	180,37	153	3,78	3,36	7,01	49,08	1,20	1.045,00	1,045
Norte	44	PISO	181,82	153	4,60	1,47	6,00	83,62	0,22	162,00	0,162
Norte	21	TECHO	67,84	150	2,68	0,52	3,19	88,25	0,39	345,00	0,345
Norte	21	PISO	69,18	150	7,28	1,46	8,63	86,05	0,38	122,00	0,122
Sur	2106	TECHO	122,65	150	3,52	6,43	9,72	34,82	0,53	7.307,00	7,307
Sur	2106	CARBON	122,8	150	4,97	9,63	14,12	3,63	0,55	11.141,00	11,141
Sur	2106	PISO	124,8	150	4,04	6,74	10,51	39,92	0,41	6.426,00	6,426
Sur	2107	TECHO	122,95	150	3,16	4,41	7,43	57,67	0,38	4.071,00	4,071
Sur	2107	CARBON	124,05	150	6,46	9,49	15,34	10,73	0,66	10.015,00	10,015
Sur	2107	PISO	126,9	150	3,50	2,40	5,82	81,25	0,45	297,00	0,297
Sur	2108	CARBON	141,75	150	7,64	9,00	15,95	5,30	0,64	10592,00	10,592
Sur	2108	PISO	141,75	150	6,54	2,75	9,11	80,78	0,38	299,00	0,299
Sur	2108	TECHO	141,75	150	2,68	1,35	3,99	87,45	0,31	265,00	0,265
Norte	36	TECHO	106,75	150	3,02	3,98	6,88	52,91	0,32	5.203,00	5,203
Norte	36	PISO	108,51	150	2,00	2,41	4,36	87,99	0,25	691,00	0,691
Norte	44	TECHO	195,13	150	5,16	1,99	7,05	79,29	0,41	5.759,00	5,759
Norte	44	PISO	196,96	150	4,64	1,04	5,63	88,10	0,33	130,00	0,13
Norte	45	TECHO	162,5	150	8,56	2,03	10,42	77,00	0,67	110,00	0,11
Norte	45	PISO	164,61	150	1,78	1,19	2,95	88,41	0,23	155,00	0,155
Centro	48	TECHO	157,82	150	5,92	0,99	6,85	85,70	0,54	133,00	0,133
Centro	48	PISO	160,11	150	7,04	2,17	9,06	78,60	0,19	228,00	0,228
Centro	49	TECHO	90,12	150	4,48	1,62	6,03	80,03	0,87	1.142,00	1,142
Centro	49	PISO	93,57	150	4,02	1,80	5,75	86,41	0,74	177,00	0,177
Sur	2106	TECHO	150,85	140	5,50	0,24	5,73	90,31	0,41	150,00	0,15
Sur	2106	CARBON	151	140	1,73	9,09	10,66	10,76	4,71	10.691,00	10,691
Sur	2106	PISO	151,9	140	4,22	1,52	5,68	82,53	0,52	415,00	0,415
Sur	2107	TECHO	136,85	140	2,66	3,17	5,75	73,20	1,11	1.189,00	1,189
Sur	2107	CARBON	137	140	3,76	9,71	13,10	8,90	0,83	10.582,00	10,582
Sur	2107	PISO	138,6	140	2,33	1,33	3,63	89,09	0,32	159,00	0,159
Norte	45	TECHO	177,24	140	3,86	0,65	4,48	84,91	0,30	188,00	0,188
Norte	45	PISO	178,6	140	5,80	3,24	8,85	54,60	0,84	4.220,00	4,22
Centro	49	TECHO	111,78	140	6,58	2,53	8,94	72,13	0,86	1.742,00	1,742
Centro	49	PISO	113,23	140	6,92	1,83	8,62	80,94	0,31	160,00	0,16
Norte	54	TECHO	17,62	140	5,10	3,92	8,82	67,31	0,82	1.945,00	1,945
Norte	54	PISO	20,94	140	10,03	3,73	13,39	46,13	0,48	5.964,00	5,964

Sur	2107	TECHO	148,95	135	3,30	2,02	5,25	85,67	0,82	221,00	0,221
Sur	2107	CARBON	149,1	135	3,97	10,36	13,92	8,21	1,41	10.588,00	10,588
Sur	2107	PISO	151	135	3,70	3,19	6,77	77,00	0,33	699,00	0,699
Norte	54	TECHO	41,3	130	4,58	3,16	7,60	65,98	1,55	2.548,00	2,548
Norte	54	PISO	43,89	130	6,78	2,59	9,19	70,94	0,61	1.834,00	1,834
Norte	54	TECHO	73,91	120	5,06	3,23	8,13	66,94	2,28	2.081,00	2,081
Norte	54	PISO	75,28	120	2,54	3,91	6,35	38,30	3,71	177,00	0,177
Norte	54	TECHO	75,53	119	2,40	3,22	5,54	54,85	1,83	4.955,00	4,955
Norte	54	CARBON	75,68	119	4,80	8,78	13,16	2,85	1,14	11.636,00	11,636
Norte	54	PISO	77,11	119	4,56	1,92	6,39	84,09	0,20	584,00	0,584