NORMA TÉCNICA COLOMBIANA

NTC 1859

2004-05-31

DETERMINACIÓN DE CENIZAS EN CARBÓN Y COQUE

E: STANDARD TEST METHOD FOR ASH OF COAL AND COKE

CORRESPONDENCIA:	esta norma es idéntica (IDT) por traducción a la Norma ASTM D 3174-02, Standard Test Method Ash in the Analysis Sample of Coal and Coke From Coal. Copyright ©ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.
DESCRIPTORES:	carbón, coque, cenizas.

I.C.S.: 73.040.00

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

Prohibida su reproducción

Segunda actualización
Editada 2004-06-15

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 1859 (Segunda actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo del 2004-05-31.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 42 Carbón y Coque.

ACERÍAS PAZ DEL RÍO S.A.
B.T.U LTDA.
COOPERATIVA INTEGRAL DE PRODUCTORES DE CARBÓN – PROCARBÓN
INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERIA, INGEOMINAS.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA (UPTC).SECCIONAL TUNJA.

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

BSI INSPECTORA DE COLOMBIA LTDA.
CEMENTOS BOYACÁ S.A.
CENTRO NACIONAL MINERO – SENA.
MINERCOL LTDA.
MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO.
MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO.
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DE SURVEILLANCE
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

DETERMINACIÓN DE CENIZAS EN CARBÓN Y COQUE

INTRODUCCIÓN

Para los propósitos de esta norma se han realizado los siguientes cambios editoriales.

- Se han incluido en los numerales 1.1, 2.1, 4.1, 7.1, 7.2, 9.1, 10.1.1.1, 10.1.1.2, 10.1.2.1 y 10.1.2.2 algunas NTC idénticas con respecto a los documentos de referencia internacionales respectivos.

1. OBJETO

1.1 Este método presenta la determinación de los residuos inorgánicos, en forma de cenizas, en muestras de análisis de carbón y coque preparadas según los métodos NTC 4898 (ASTM D 2013) o NTC 3266 (ASTM D346). Los resultados obtenidos se pueden aplicar en el análisis próximo del método NTC ASTM D 3172 y en el análisis ultimo del método ASTM D 3176. Para la determinación de los componentes de las cenizas, consulte las normas ASTM D 2795 y ASTM D 3682. Para la definición de cenizas véase la NTC 1969 (ASTM D 121).

1.2 Los valores en unidades del sistema SI se consideran normativos .

1.3 Esta norma no pretende considerar todos los problemas de seguridad, si hay alguno, asociados con su uso. Es responsabilidad de todo usuario de esta norma, establecer los procedimientos apropiados de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes del uso.

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

2.1 NORMAS ASTM

ASTM D 121, Terminology of Coal and Coke. (NTC 1969)

ASTM D 346, Practice for Collection and Preparation of Coke Samples for Laboratory Analysis (NTC 3266).

ASTM D 388, Classification of coals by Rank (NTC 4196).

ASTM D 1756, Test Method for Determination as Carbon Dioxide of Carbonate Carbon in Coal.

ASTM D 1757 Test Method for Sulfate Sulfur in Ash from Coal and Coke.

ASTM D 2013, Method of Preparing Coal Samples for Analysis (NTC 4898).

ASTM D 2795, Test Method for Analysis of Coal and Coke Ash.

ASTM D 3172, Practice for Proximate Analysis of Coal and Coke.

ASTM D 3173, Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke (NTC 3484).

ASTM D 3176, Practice for Ultimate Analysis of Coal and Coke.

ASTM D 3180, Practice for Calculating Coal and Coke Analyses from As-Determined to Different Basis (NTC 2480).

ASTM D 3682, Test Method for Major and Minor Elements in Coal and Coke Ash by the Atomic Absorption Method.

ASTM E 691, Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine The Precision of a Test Methods.

3. RESUMEN DEL MÉTODO DE ENSAYO

3.1 Las cenizas se determinan pesando el residuo que queda después de quemar el carbón o el coque en condiciones estrictamente controladas de peso de la muestra, temperatura, tiempo, atmósfera y especificaciones del equipo.

4. SIGNIFICADO Y USO

4.1 Las cenizas, determinadas por este método, son el residuo que queda después de quemar el carbón. Las cenizas obtenidas tienen una composición diferente de la de los constituyentes inorgánicos presentes en el carbón original. La incineración causa la expulsión de toda el agua, la pérdida de dióxido de carbono de los carbonatos, la conversión de piritas en óxido férrico y otras reacciones químicas. La cantidad de cenizas determinada con este método será diferente de las cenizas producidas en operaciones de horno y otros sistemas de alta temperatura, porque las condiciones de incineración influyen en la química y en la cantidad de las cenizas. En la NTC 4196 (ASTM D 388), capitulo 8, se presentan las referencias para corregir los resultados de las cenizas determinadas por este método de ensayo para una base libre de material mineral.

5. EQUIPOS

5.1 HORNO ELÉCTRICO TIPO MUFLA

Para la determinación de las cenizas del carbón, el horno debe tener una circulación de aire adecuada y estar en capacidad de mantener su temperatura regulada entre 700 °C y 750 °C. El horno debe estar equipado con un indicador de temperatura y medios para controlarla dentro de los límites establecidos. Se deben suministrar medios para mantener el flujo de aire a una tasa de dos a cuatro cambios por minuto (véanse las Figura 1 y Figura 2). Los gases de la

combustión deben ser desalojados del laboratorio. La entrada y salida de aire deben estar localizadas y dispuestas para distribuirlo uniformemente en toda el área del horno sin la posibilidad de arrastrar partículas sólidas provenientes de las cápsulas. La temperatura en toda el área de trabajo del piso del horno se debe mantener dentro de los límites de temperatura especificados.

5.2 CÁPSULAS DE PORCELANA

Cápsulas de porcelana con una profundidad aproximada de 22 mm (7/8 de pulgada) y un diámetro de 44 mm (1 3/4 de pulgada). Pueden ser utilizados recipientes o crisoles de platino de dimensiones similares.

5.3 BALANZA

Con una sensibilidad de 0,1 mg.

5.4 TAPA DE LA CÁPSULA

De porcelana, aluminio, o similares.

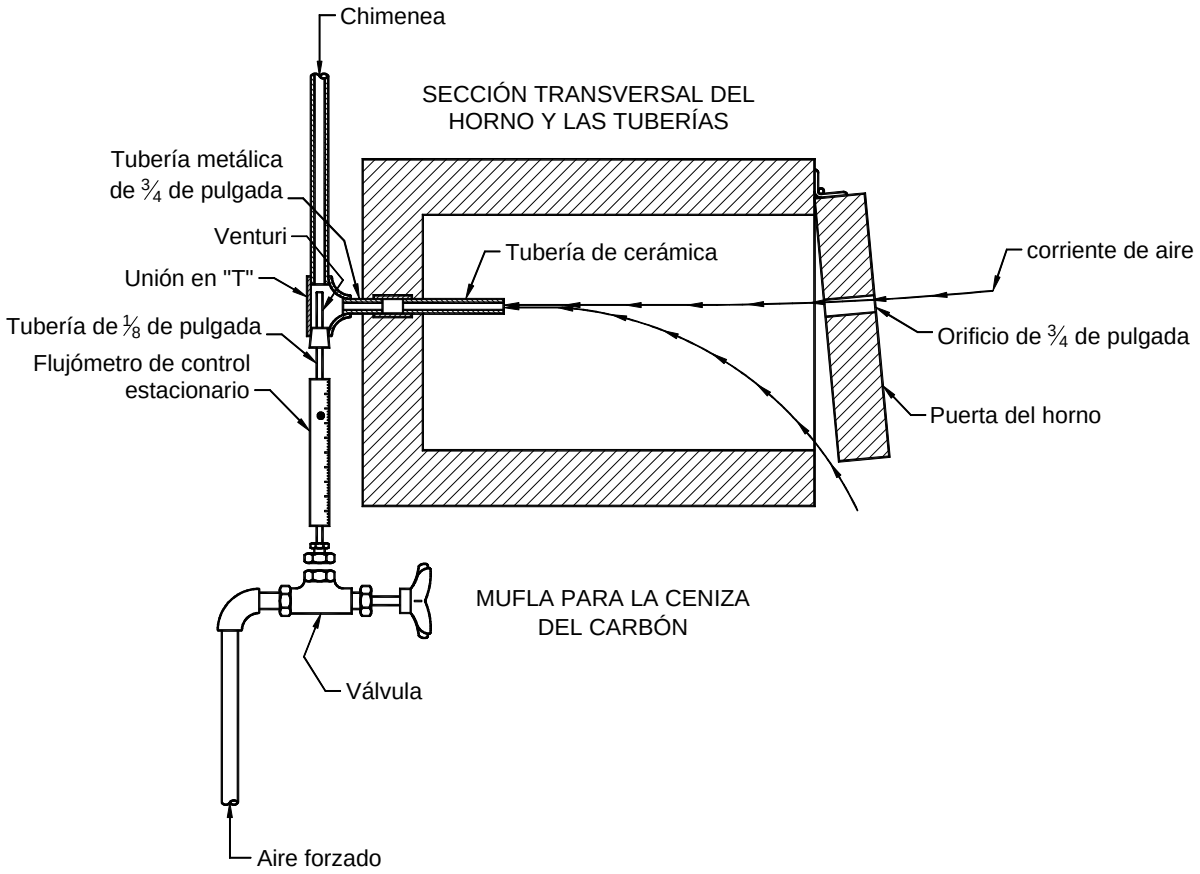


Figura 1. Aspirador de aire

6. CALIBRACIÓN DE LA TEMPERATURA

6.1 Se coloca una cápsula precalentada con 1 g de arena en el centro del área de trabajo del horno y usando un potenciómetro y un termopar, u otro dispositivo adecuado para la medición de la temperatura, se mide la temperatura de la arena en la cápsula. La cápsula y la arena deberían estar en equilibrio de temperatura con el horno. Debería haber al menos entre dos y cuatro cambios de aire por minuto moviéndose en todo el horno (el flujo de aire se puede medir usando un medidor de humedad o un equivalente, calibrado en condiciones normalizadas para el aire, conectado al tubo de cerámica de escape). Se ajusta la temperatura del horno hasta que la lectura del potenciómetro indique 750 °C ± 10 °C y luego se ajusta o se lee la temperatura en el pirómetro indicador. Se usa esta lectura como parámetro apropiado para controlar el horno.

7. PROCEDIMIENTO

7.1 La muestra debe ser el material pulverizado que pase por un tamiz No. 60 (250 μm), de acuerdo con la NTC 4898 (ASTM D 2013) o la NTC 3266 (ASTM D 346).

7.2 Se transfiere aproximadamente 1 g (pesado con aproximación a 0,1 mg de la muestra bien mezclada a una cápsula previamente pesada y se cubre rápidamente. Una forma alternativa es usar el carbón seco procedente de la determinación de humedad en la NTC 3484 (ASTM D 3173). Después de retirar la tapa, se coloca la cápsula que contiene la muestra en un horno frío y se calienta gradualmente a una tasa tal que la temperatura alcance 450 °C a 500 °C en 1 h.

7.3 Se calientan las muestras de carbón de manera que se alcance una temperatura entre 700 °C y 750 °C al finalizar la segunda hora. Las muestras de coque se calientan de manera que se alcance una temperatura de 950 °C al finalizar la segunda hora. Continúe el calentamiento con la temperatura final durante 2 h adicionales (véase la Nota 1). Se retira la cápsula de la mufla, se le coloca la tapa, se deja enfriar bajo condiciones que reduzcan al mínimo la captación de humedad y luego se pesa.

NOTA 1 Aunque el intervalo de incineración descrito es suficiente para que la mayoría de los carbones alcance una condición de quemado completo, algunos coques y carbones no reactivos pueden requerir tiempo adicional. Si se observan partículas de carbón sin quemar o si se sospecha de resultados duplicados, las muestras se deben devolver al horno durante el tiempo suficiente para que alcancen un peso constante (± 0,001 g). Por este medio, el azufre pirítico se oxidará y saldrá expulsado antes de que la calcita se descomponga. Se debe asegurar un amplio suministro de aire a la mufla, "dos a cuatro cambios por minuto", en todo momento para asegurar la oxidación completa del azufre pirítico y eliminar el SO_2 formado. El límite de tiempo de 4 h se puede reducir si la muestra alcanza un peso constante a una temperatura entre 700 °C y 750 °C en menos de 4 h.

NOTA 2 Se pueden encontrar algunas muestras que contienen una gran cantidad de carbonatos (calcita), piritas o ambos. En estos casos, el azufre retenido como sulfato puede ser demasiado alto o no uniforme entre las muestras duplicadas. Si esto ocurre, el azufre sulfato en la ceniza se puede determinar según el método ASTM D 1757 y corregir el valor apropiadamente, caso en el cual es conveniente informar los valores de las cenizas, el inicialmente determinado y el corregido.

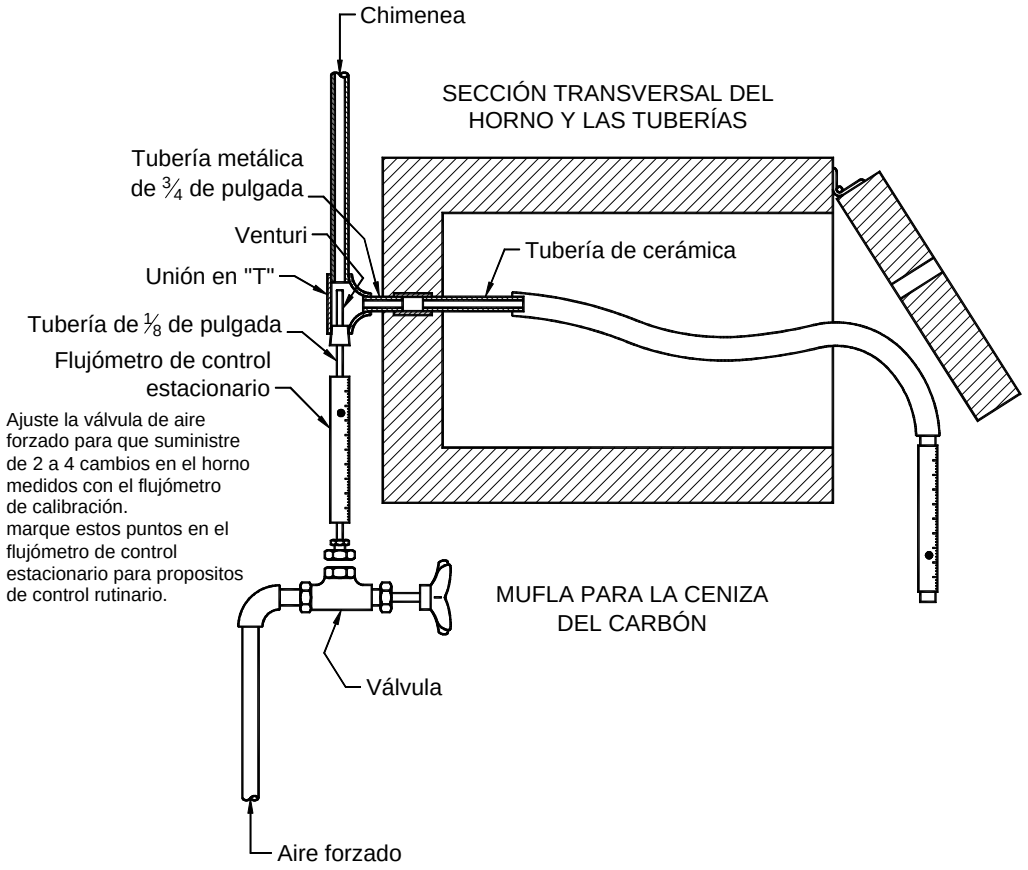


Figura 2. Aspirador de aire

8. CÁLCULOS

8.1 El porcentaje de ceniza en la muestra de análisis se calcula de la siguiente manera:

$$\textit{muestra de análisis de cenizas \%} = [(A - B)/C] \times 100 \qquad (1)$$

en donde

A = peso de la cápsula, la tapa y el residuo de ceniza, en g.

B = peso de la cápsula vacía y la tapa, en g.

C = peso de la muestra de análisis usada, en g.

9. INFORME

9.1 Para informar los análisis en una base diferente a la determinada, véase la NTC 2480 (ASTM D 3180).

10. PRECISIÓN Y DESVIACIÓN

10.1 PRECISIÓN

10.1.1 Muestras de 250 µm (No. 60)

La precisión de este método de ensayo para la determinación de las cenizas en la muestra de análisis de carbón y coque se presenta en la Tabla 1. La precisión caracterizada por la repetibilidad (S_r, r) y la reproducibilidad (S_R, R) se describe en la Tabla A.1.1 del Anexo A1.

10.1.1.1 Límite de repetibilidad (r)

Se puede esperar que el valor por debajo del cual la diferencia absoluta entre dos resultados de ensayos, calculados en base seca (NTC 2480 (ASTM D 3180)) de determinaciones de ensayos consecutivos y separados, realizados con la misma muestra de 250 µm (No. 60) de carbón y coque, en el mismo laboratorio, por el mismo operador, usando el mismo equipo en muestras tomadas aleatoriamente de una sola cantidad de material homogéneo, se presente con una probabilidad de 95 % aproximadamente.

10.1.1.2 Límite de reproducibilidad (R)

Se puede esperar que el valor por debajo del cual la diferencia absoluta entre dos resultados de ensayo, calculados en base seca (NTC 2480 (ASTM D 3180)) realizados en laboratorios diferentes, usando muestras de 250 µm (No. 60) de carbón y coque tomadas aleatoriamente de una sola cantidad de material lo más homogéneo posible, se presente con una probabilidad de 95 % aproximadamente.

Tabla 1.

Rango	Límite de repetibilidad, r	Límite de reproducibilidad, R
2,69 a 16,77 %	0,22	0,32

10.1.2 Muestras de 2,36 mm (No. 8)

La precisión de este método de ensayo para la determinación de las cenizas en la muestra de análisis de carbón y coque se presenta en las Tablas 2 y 3.

10.1.2.1 Límite de repetibilidad (r)

Se puede esperar que el valor por debajo del cual la diferencia absoluta entre dos resultados de ensayo, calculados en base seca (NTC 2480 (ASTM D 3180)) de determinaciones de ensayos consecutivos y separados, realizados con la misma muestra, usando el mismo cuarteador, determinados en una sola muestra de ensayo con dos fracciones de análisis de 2,36 mm (No. 8) de carbón reducido completamente a 250 µm (No. 60) y preparado a partir de la misma muestra bruta de carbón en el mismo laboratorio, por el mismo operador, usando el mismo equipo en muestras tomadas aleatoriamente de una sola cantidad de material homogéneo, se presente con una probabilidad de 95 % aproximadamente.

10.1.2.2 Límite de reproducibilidad (R)

Se puede esperar que el valor por debajo del cual la diferencia absoluta entre dos resultados de ensayo, calculados en base seca (NTC 2480 (ASTM D 3180)) realizados en laboratorios diferentes, usando muestras de 2,36 mm (No. 8) de carbón completamente reducido a 250 µm (No. 60), tomadas aleatoriamente de una sola cantidad de material lo más homogéneo posible, se presente con una probabilidad de 95 % aproximadamente.

10.1.2.3 En 1989, se realizó un estudio interlaboratorios, diseñado según el método E 691 con la participación de ocho laboratorios, que puede ser consultado en la ASTM comité D05-1015.

Tabla 2

Carbón	Rango	Límite de repetibilidad, r
Bituminoso	5,0 a 15,0 %	0,30 %
Sub-bituminoso - lignito	4,5 a 30,0 %	0,33 %

Tabla 3

Carbón	Rango	Límite de reproducibilidad, R
Bituminoso	5,0 a 15,0 %	0,49 %
Sub-bituminoso - lignito	4,5 a 30,0 %	0,47 %

10.2 DESVIACIÓN

Puesto que este es un método de ensayo empírico, no se puede determinar la desviación absoluta.

11. PALABRAS CLAVES

11.1 Cenizas, carbón, coque.

ANEXO
(Normativo)

A.1 ESTADÍSTICA DE LA PRECISIÓN PARA MUESTRAS DE 250 µm (No. 60)

A.1.1 Se ha determinado la precisión de este método, caracterizada por la repetibilidad (S_r, r) y la reproducibilidad (S_R, R), para los materiales listados en la Tabla A.1.1.

A.1.2 Desviación estándar de la repetibilidad (S_r)

Desviación estándar de los resultados del ensayo obtenidos en condiciones de repetibilidad.

A.1.3 Desviación estándar de la reproducibilidad (S_R)

Desviación estándar de los resultados del ensayo obtenidos en condiciones de reproducibilidad.

Tabla A.1.1 Parámetros de repetibilidad (S_r) y reproducibilidad (S_R) usados para el cálculo de la precisión

Material	promedio	S_r	S_R	r	R
91-2 bbv	6,86364	0,049024	0,072788	0,13717	0,20366
91-1 bav A	2,68068	0,047123	0,055633	0,13185	0,15566
91-5 bav A	10,0873	0,065132	0,080675	0,18224	0,22573
89-4 bav C	10,475	0,075743	0,121383	0,21193	0,33963
91-4 bav C	12,515	0,071347	0,082831	0,19963	0,23176
91-1 sub B	16,7593	0,077752	0,1306	0,2169	0,36542
89-7 sub A	8,81705	0,06302	0,10659	0,17633	0,29824
91-6 sub A	11,0723	0,061279	0,083981	0,17146	0,23498
89-6 sub C	13,5182	0,127066	0,194514	0,35553	0,54425
Lig	17,865	0,103367	0,163095	0,28922	0,45634

DOCUMENTO DE REFERENCIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Method for Ash in the Analysis Sample of Coal and Coke from Coal. USA, ASTM, 2002. 4 p. (International Standard ASTM D 3174 - 02).

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA

NTC 1872

2006-05-24

HUMEDAD TOTAL EN CARBÓN

E: STANDARD TEST METHOD FOR TOTAL MOISTURE IN COAL

CORRESPONDENCIA:	esta norma es idéntica (IDT) por traducción a la norma ASTM D3302-02a, Standard Test Method for Total Moisture in Coal Copyright ©ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.
DESCRIPTORES:	carbón - humedad total; humedad total - medición; carbón - métodos de ensayo.

I.C.S.: 73.040.00; 19.020.00

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

Prohibida su reproducción

Segunda actualización
Editada 2006-06-07

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 1872 (Segunda actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo de 2006-05-24.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 42. Carbón y coque.

ACERÍAS PAZ DEL RÍO S.A.
BTU LTDA.
C.I. PROINTERCOAL S.A.
GENSA
INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA, –INGEOMINAS–
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
SGS COLOMBIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA –SEDE BOGOTA–
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA (UPTC).

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

BSI INSPECTORA DE COLOMBIA LTDA.
CEMENTOS BOYACÁ S.A.
SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DE SURVEILLANCE
CENTRO NACIONAL MINERO – SENA.
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
C.I. CARBOCOQUE S.A.
C.I. CORPORACIÓN DE CARBONES DE LA SABANA
C.I. EXPORTADORA INTERAMERICANA COAL
C.I. MILPA LTDA.
CAMARGO Y ASOCIADOS
TERMOELÉCTRICA LAS FLORES
UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO
CEMENTOS BOYACÁ S.A.
CENTRO NACIONAL MINERO – SENA
CONSORCIO METALÚRGICO NACIONAL
FEDERACIÓN NACIONAL DE PRODUCTORES DE CARBÓN, –FENALCARBON–
HOLCIM (COLOMBIA)
KOLBE
MINERCOL LTDA.
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO.
MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA –CENTRO DEL CARBÓN- SEDE MEDELLÍN

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA (UPTC). SECCIONAL SOGAMOSO

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales y otros documentos relacionados.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

HUMEDAD TOTAL EN CARBÓN

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece la medición de la humedad total en el carbón como existe en el sitio, en el momento y bajo las condiciones en que se tomaron las muestras. Es aplicable a carbones como se extraen de la mina, se procesan, se despachan o se usan en actividades comerciales normales. No es aplicable a escurrimientos de carbón con agua, lodos ni productos pulverizados por debajo del tamaño de tamiz de 0,5 mm. Es aplicable a carbones de todos los rangos dentro de las limitaciones establecidas por las características de oxidación y descomposición de carbones de bajo rango. Debido a su naturaleza empírica, se requiere el estricto seguimiento a los principios básicos y procedimientos establecidos para obtener resultados válidos (véase el Anexo A.1) Esta norma está a disposición de productores, vendedores y consumidores como un método de ensayo de humedad total cuando no se acuerdan mutuamente otros procedimientos o modificaciones.

1.2 Puesto que el carbón puede variar desde extremadamente húmedo (saturado con agua) hasta completamente seco, se debe poner especial énfasis en el muestreo, la preparación de la muestra y la determinación de la humedad en sí, para garantizar la confiabilidad total de la medición. Por consiguiente, esta norma incluye la recolección de la muestra bruta, la preparación de la muestra y el método de determinación.

1.3 Si bien se reconoce que este tipo de norma puede resultar difícil de manejar para uso de rutina en operaciones comerciales, ésta puede proporcionar una base común de acuerdo en casos de disputa o arbitramiento. Se hace referencia a la norma completa como el método de arbitraje. En ésta se incorpora el método comercial comenzando con la muestra triturada y cuarteada cuando la muestra bruta no es demasiado húmeda para la trituración y cuarteo. Véanse las normas ASTM D2961 y ASTM D3173 para otros métodos de ensayo de humedad.

1.4 Los valores establecidos en unidades SI deben considerarse como los normativos. Los valores presentados en paréntesis son sólo para propósitos informativos.

1.5 Esta norma no pretende señalar todos los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario establecer las prácticas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias, antes de su uso.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos normativos referenciados son indispensables para la aplicación de este documento normativo. Para referencias fechadas, se aplica únicamente la edición citada. Para referencias no fechadas, se aplica la última edición del documento normativo referenciado (incluida cualquier corrección).

2.1 NORMAS ASTM

ASTM D121, Terminology of Coal and Coke.

ASTM D2013, Practice for Preparing Coal Simples for Analysis.

ASTM D2234, Practice for Collection of a Gross Sample of Coal.

ASTM D2961, Test Method for Single-Stage Total Moisture Less than 15 % in Coal Reduced to 2,36-mm (No. 8 Sieve) Topsize.

ASTM D3173, Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke.

ASTM D5865, Test Method for Gross Calorific Value of Coal and Coke.

2.2 NORMAS NTC

NTC 1872, Método de ensayo para la determinación de humedad total en carbón.

NTC 2128, Carbón y coque. Determinación del poder calorífico bruto de carbón y coque.

NTC 2347, Recolección de una muestra bruta de carbón.

NTC 2713, Minería. Carbón. toma de muestras de carbón en canal en las minas.

NTC 3266, Muestreo y preparación de muestras de coque para análisis de laboratorio.

NTC 3484, Determinación de la humedad en la muestra de análisis de carbón y coque.

NTC 4898, Preparación de muestras de carbón para análisis

3. TERMINOLOGÍA

3.1 DEFINICIONES

Para definiciones adicionales de los términos empleados en esta norma, véase la norma de terminología ASTM D121.

3.2 DEFINICIONES DE TÉRMINOS ESPECÍFICOS DE ESTA NORMA

secado al aire
proceso de secado parcial de una muestra de carbón para llevarla al equilibrio con la atmósfera en el sitio donde tendrá lugar la posterior reducción/cuarteo de la muestra.

3.2.1
pérdida por secado al aire
pérdida de peso, expresada como un porcentaje, resultante de cada operación de secado al aire.

3.2.2
carbones de fácil oxidación
carbones de bajo rango como los subbituminosos o ligníticos.

3.2.3
equilibrio
condición alcanzada en el secado al aire cuando el cambio en el peso de la muestra, bajo condiciones de temperatura y humedad ambiente, es máximo el 0,1 %/h ó el 0,05 %/ ½ h.

3.2.4
humedad residual
humedad remanente en la muestra después del secado al aire.

3.2.5
humedad total
véase la norma de terminología ASTM D121.

4. RESUMEN DEL MÉTODO DE ENSAYO (véase la Figura 1)

4.1 Este método se basa en la pérdida de peso de una muestra de carbón en una atmósfera de aire bajo condiciones estrictamente controladas de temperatura, tiempo y flujo de aire.

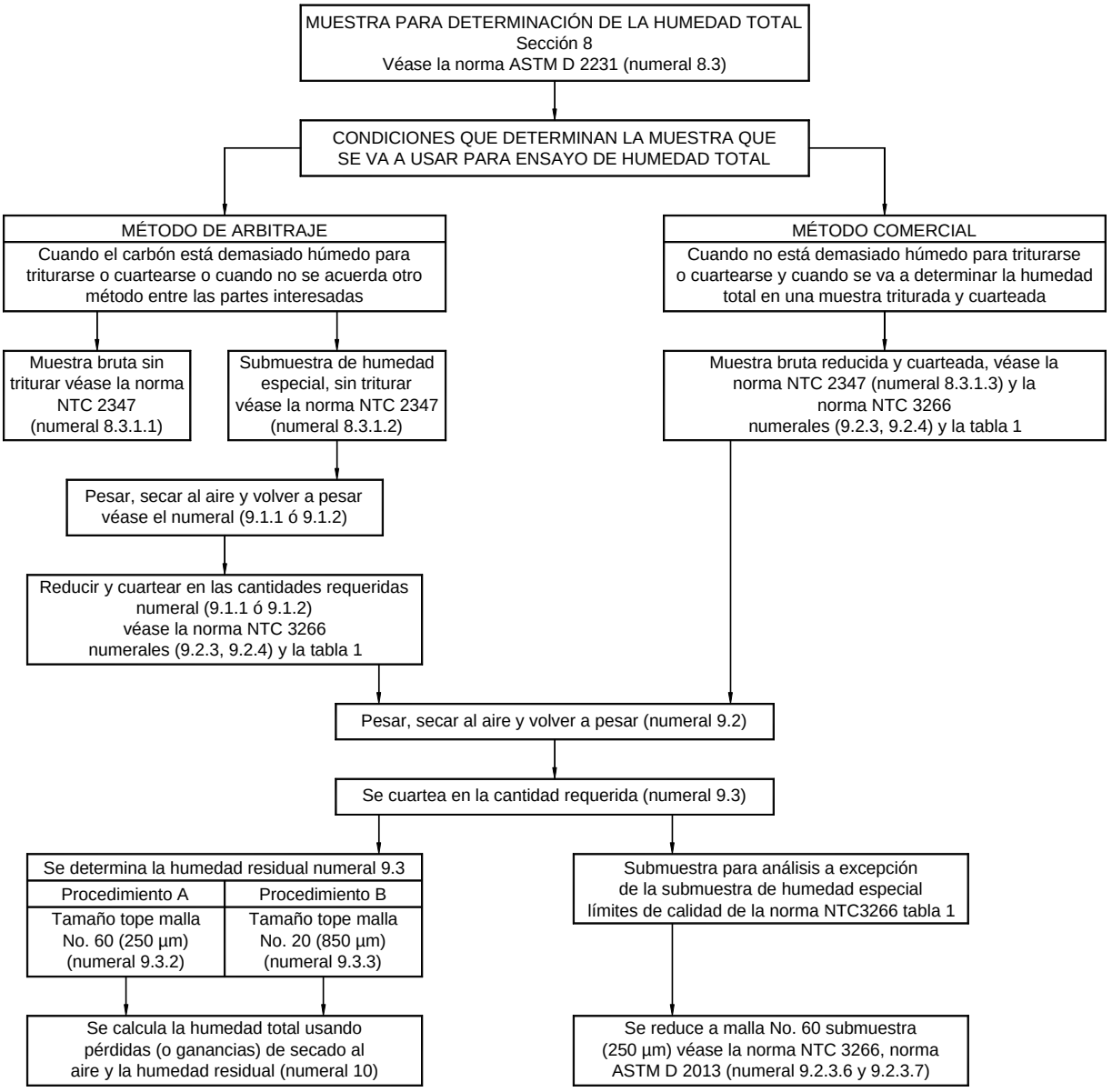


Figura 1. Determinación de la humedad total en muestra bruta, submuestra de humedad especial o en muestra triturada y cuarteada

4.2 MÉTODOS ALTERNATIVOS

4.2.1 *Método de arbitraje*, puede usarse en casos de disputa o arbitramiento. Se seca al aire la muestra bruta de humedad a fin de equilibrarla con la atmósfera en cada etapa de cuarteo y reducción. No es necesario el secado al aire si la muestra ya está en equilibrio con la atmósfera como lo indica el peso estable.

4.2.2 *Método comercial***,** puede usarse en la práctica comercial rutinaria o cuando las partes interesadas acuerdan este método. Se seca al aire la muestra triturada y cuarteada a fin de equilibrarla con la atmósfera en la que se realizarán el cuarteo y la reducción.

4.2.3 La determinación de la humedad residual se realiza en un horno caliente con circulación de aire forzado, bajo condiciones estrictamente definidas.

4.3 Se calcula la humedad total a partir de la pérdida (o ganancia) en el secado al aire y la humedad residual.

5. IMPORTANCIA Y USO

5.1 La recolección y tratamiento de la muestra como se especifica para el método de arbitraje tiene como propósito expreso la determinación de la humedad total en el carbón. La norma está a disposición de los productores, vendedores y consumidores como método de determinación cuando no se acuerdan mutuamente otras técnicas o modificaciones.

5.2 El método comercial, que determina el contenido de humedad total de la muestra triturada y cuarteada, se designa como el método para ensayo de humedad total para práctica comercial rutinaria.

6. EQUIPOS

6.1 PISO DE SECADO

Área de suelo limpia lisa en un sitio libre de contaminación por polvo u otro material y que permita la circulación del aire sin excesivo calor ni corrientes de aire. Las condiciones para un piso de secado al aire deberían ser similares a las establecidas para secado en horno, en la medida como sea posible.

6.2 HORNO DE SECADO AL AIRE

Dispositivo para pasar aire ligeramente caliente sobre la muestra. El horno debería tener capacidad para mantener una temperatura de 10 ºC a 15 ºC (18 ºF a 27 ºF) sobre la temperatura ambiente con una temperatura de horno máxima de 40 ºC (104 ºF) a menos que la temperatura ambiente sea superior a 40 °C (104 ºF), en cuyo caso se debe emplear la temperatura ambiente. En el caso de carbones de fácil oxidación, la temperatura no debería ser mayor a 10 ºC (18 ºF) por encima de la temperatura ambiente. Los cambios en el aire deberían darse a una tasa de uno a cuatro volúmenes por minuto. En la Figura 2 se muestra un horno típico.

6.3 BANDEJAS DE SECADO

6.3.1 Bandejas para muestra bruta, no corrosivas, de peso estable a la temperatura usada, de tamaño suficiente para que la muestra pueda extenderse hasta una profundidad de máximo dos veces el diámetro de las partículas más grandes si tienen más de 13 mm (0,5 pulgadas) o máximo 25 mm (1,0 pulgadas) de profundidad para carbón más pequeño; los lados de la bandeja deben tener una altura aproximada de 50 mm a 75 mm (2 pulgadas a 3 pulgadas).

6.3.2 Bandejas para muestra triturada y cuarteada**,** no corrosivas, de peso estable a la temperatura usada, de un tamaño suficiente de modo que la muestra pueda extenderse a una profundidad de máximo 25 mm (1,0 pulgadas); los lados de estas bandejas deben tener máximo 38 mm (1,5 pulgadas) de altura.

6.4 BÁSCULA (MUESTRA BRUTA)

Báscula de mínimo 45 kg (100 lb) de capacidad y sensible a 23 g (0,05 lb) en 45 kg (100 lb).

6.5 BALANZA (MUESTRA TRITURADA)

Sensible a 0,1 g con capacidad suficiente para pesar la bandeja, la muestra y el contenedor.

6.6 CONTENEDORES DE MUESTRA DE LABORATORIO

Bolsas gruesas herméticas al vapor, selladas adecuadamente, o latas no corrosivas como las que tienen un tapón de fricción o de rosca, hermético al aire, sellado con una empaquetadura de caucho y cinta sensible a la presión para uso en almacenamiento y transporte de la muestra de laboratorio. Se pueden usar recipientes de vidrio, sellados con empaquetaduras de caucho, pero se debe evitar la ruptura durante el transporte.

6.7 HORNO DE SECADO (para humedad residual en muestra de 0 µm x 250 µm (No.60))

En la norma ASTM D3173 se describe este horno y puede ser de la forma ilustrada en la Figura 1 en dicha norma.

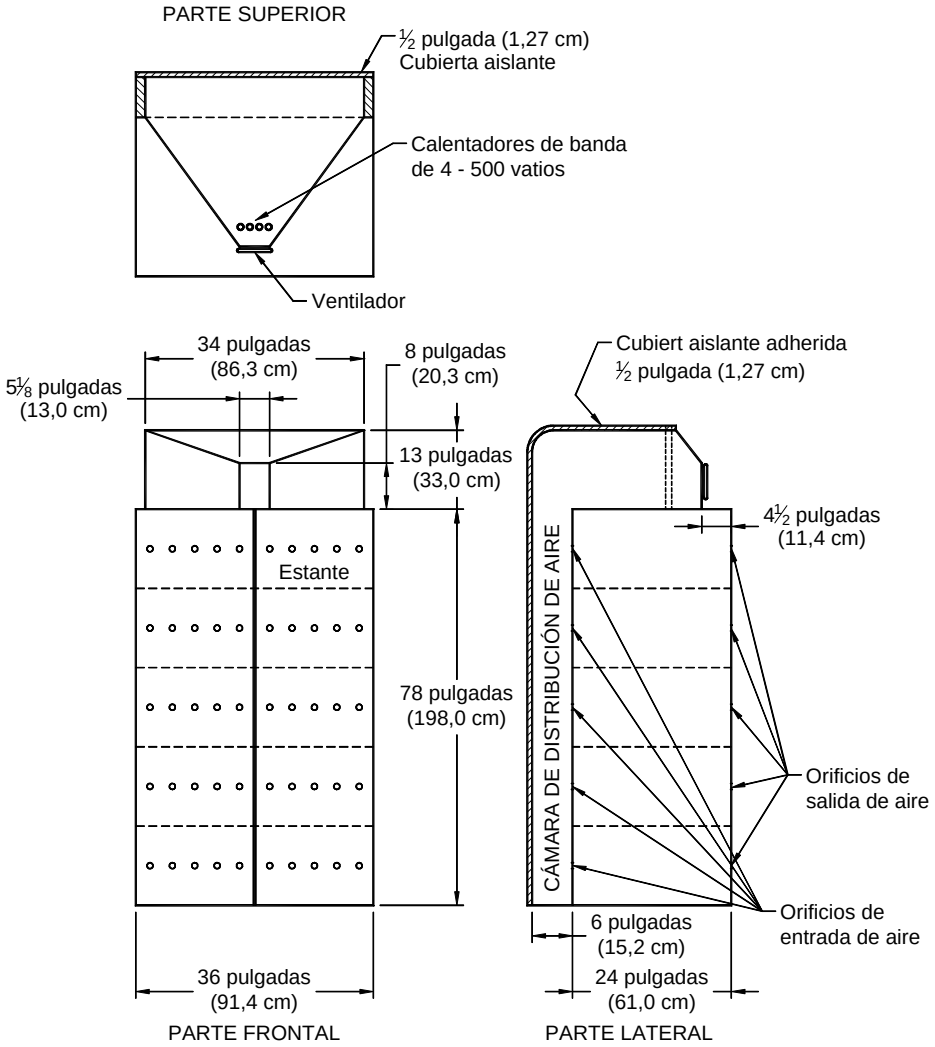


Figura 2. Horno de secado al aire

6.8 BALANZA ANALÍTICA

Con una sensibilidad de 0,1 mg (para muestras de 0 X 250 µm (No.60) de humedad residual).

6.9 CÁPSULAS

Con cubiertas, descritas en la norma ASTM D3173.

7. PRECAUCIONES

7.1 Al recolectar, manipular, reducir y cuartear la muestra bruta de humedad , todas las operaciones deben realizarse rápidamente y en tan pocos pasos como sea posible, puesto que la pérdida de humedad depende de varios factores diferentes al contenido de humedad total, como el tiempo requerido para la trituración, la temperatura y la humedad atmosférica y el tipo de equipo de trituración.

7.2 Antes de prepararla, la muestra bruta de humedad sin triturar debe estar sellada en contenedores apropiados a fin de que esté protegida del cambio de humedad como consecuencia de la exposición al aire ambiente, la lluvia, la nieve, el viento y el sol, o el contacto con materiales absorbentes.

7.3 Si la muestra bruta requiere secado al aire, entonces se debe registrar el peso inicial de la muestra bruta de humedad original y el contenedor, y se debe determinar la pérdida o ganancia de humedad de la muestra y los contenedores antes de reducir la muestra.

7.4 Siempre que ocurra un cambio de humedad en el transcurso de la preparación de una muestra secada al aire, se debería pesar la submuestra y equilibrarse con la nueva atmósfera y la pérdida o ganancia de peso debe usarse en el cálculo de contenido de humedad total.

7.5 Siempre que se almacenen o transporten submuestras y se condense humedad en el contenedor, se debe pesar el contenedor y la submuestra, y equilibrarse a la nueva atmósfera mediante secado al aire, y se debe usar la pérdida o ganancia de peso en el cálculo del contenido de humedad total.

7.6 Puesto que la mayoría de carbones tiene una tendencia a oxidarse al exponerse al aire, el procedimiento de secado al aire no debería prolongarse más allá del tiempo necesario para llevar la muestra al equilibrio con la temperatura y humedad del aire en el sitio en el que se va a realizar la posterior reducción y cuarteo. Los carbones de fácil oxidación no deben secarse al aire a una temperatura que exceda los 10 °C por encima de la temperatura ambiente. En ningún caso, se debe realizar secado al aire a una temperatura superior a 40 °C. El secado al aire de carbones de bajo rango no debería exceder las 18 h debido a la oxidación. En el caso del lignito, debería sopesarse la meta de alcanzar el equilibrio contra la posibilidad de oxidación.

7.7 Se protegen las muestras trituradas, cuarteadas y pulverizadas de los cambios atmosféricos que afecten la humedad de la superficie o, de otro modo, afecten la integridad de la muestra.

7.7.1 Entre los procedimientos útiles para mantener condiciones de temperatura y humedad uniformes, flujo de aire mínimo en el área de determinación de la humedad y preparación de la muestra, se encuentran los siguientes: *(1)* sistema cerrado de control de polvo, recirculando aire filtrado; *(2)* aislar el equipo que produce polvo a fin de minimizar el flujo de aire requerido para removerlo; y (3) succión del aire o uso de aire acondicionado.

7.7.2 Se evita el calentamiento del pulverizador: *(1)* mediante el uso de un pulverizador lo suficientemente grande para procesar la muestra rápidamente y *(2)* dando tiempo al pulverizador para que alcance la temperatura ambiente antes de volverlo a usar.

8. MUESTREO

8.1 Se deben aplicar los principios, términos, organización y recolección como se establece en la NTC 2347 para la recolección de la muestra de humedad total. Se debe prestar especial atención al numeral 8. Los incrementos establecidos en la Tabla 2 de la NTC 2347 para carbón beneficiado mecánicamente, se consideran adecuados en muestreos de propósito general para la determinación de la humedad total.

9. PROCEDIMIENTO

9.1 PÉRDIDA EN LA MUESTRA BRUTA SECADA AL AIRE. MÉTODO DE ARBITRAJE

9.1.1 Procedimiento A, piso de secado

Este procedimiento es especialmente aplicable si la muestra bruta de humedad es una cantidad demasiado grande para despachar en forma razonable o demasiado húmeda para manipular o despachar sin pérdida de humedad.

9.1.1.1 Se pesa y registra el peso de la muestra bruta de humedad. Se extiende la muestra en el piso de secado a una profundidad de máximo dos veces el tamaño superior del carbón. Periódicamente, se mezcla o se agita el carbón, teniendo cuidado de no perder ninguna de las partículas del carbón. Se continúa el secado al aire y se mezcla hasta que la superficie de la muestra se vea seca. Se pesa la muestra entera y se redistribuye sobre el piso para secado adicional. Se continua el secado y agitación, pesando a intervalos de 1h a 2h hasta que la pérdida de peso de la muestra total sea máximo 0,1 %/h (Nota 1). Se registra el peso de la muestra de secado al aire. Se evita el secado excesivo.

NOTA 1 Si la superficie de la muestra se ve seca y el tiempo requerido para la reducción y el cuarteo está bien establecido, se puede detener el secado al aire cuando la pérdida de peso sea inferior a 0,1 % por dos veces el tiempo requerido para procesamiento. *Ejemplo:* Si se espera que la reducción y cuarteo de la muestra requiera 20 min, el procedimiento de secado al aire puede detenerse cuando la tasa de pérdida de humedad sea inferior a 0,1 %/40 min. Si se usa este procedimiento, se requiere un segundo secado al aire para establecer la tasa de 0,1 %/h antes de la preparación final de la muestra del laboratorio.

9.1.1.2 Se procede a la reducción y cuarteo de la muestra de acuerdo con la NTC 3266 numeral 9.2.3 ó 9.2.4, observando las precauciones de la NTC 3266, numeral 7. Se usa equipo cubierto cuando sea posible a fin de minimizar el cambio de humedad.

9.1.2 Procedimiento B, horno de secado al aire

9.1.2.1 Se distribuye la muestra bruta de humedad en el número requerido de bandejas taradas. Se pesa cada bandeja con la muestra cuando se llena con la muestra bruta. Se coloca un horno de secado al aire que se haya ajustado para mantener una temperatura máxima de 10 ºC (18 ºF) por encima de la temperatura ambiente, para carbones de fácil oxidación o máximo 15 ºC (27 ºF) por encima de la temperatura ambiente para otros carbones (la temperatura del horno no debe exceder los 40 ºC). Se puede usar el aire ambiente sin calentamiento. Se mantiene la circulación del aire a través del horno a una tasa de mínimo un intercambio de aire por minuto, pero en ningún caso debería ser tan elevada como para soplar partículas finas de las bandejas. Se agita suavemente la muestra en forma periódica para garantizar el secado uniforme en toda la muestra. Se continúa el secado con agitación

intermitente hasta que las superficies del carbón tengan apariencia seca. Se retira del horno, se pesa y se registra el peso. Se regresan las bandejas con la muestra del horno y se continúa la operación. Se calcula el porcentaje de pérdida de peso. Se repite el proceso de secado y pesado a intervalos de 1 h a 2 h hasta que la pérdida de peso sea inferior a 0,1 %/h (véase la Nota 1). Se deja que la muestra alcance el equilibrio con la temperatura y humedad ambiente antes de registrar el peso final de secado al aire. Se debe evitar el secado excesivo.

9.1.2.2 Se procede a la reducción y cuarteo de la muestra de acuerdo con la NTC 3266, numeral 9.2.3 ó 9.2.4, observando las precauciones de la NTC 3266 numeral 7. Se usa equipo cubierto cuando sea posible para minimizar el cambio de humedad.

9.2 PÉRDIDA DE SECADO AL AIRE EN MUESTRA DE CARBÓN TRITURADA Y CUARTEADA, MÉTODO DE ARBITRAJE Y COMERCIAL

9.2.1 Se procede a la determinación de pérdidas (o ganancias) por secado al aire sin retraso innecesario bajo las siguientes condiciones:

9.2.1.1 Cuando se ha determinado pérdida por secado al aire en la muestra bruta y se ha triturado y cuarteado de acuerdo con los numerales 9.1.1.2 ó 9.1.2.2.

9.2.1.2 Cuando la muestra bruta no está demasiado húmeda para triturarse y se ha triturado y cuarteado hasta el tamaño de tamiz superior de 2,36 mm (No. 8) ó de 4,75 mm (No. 4).

9.2.2 En la NTC 3266, Tabla 1, se especifica el peso mínimo de la muestra triturada y dividida. La muestra debe permanecer en un contenedor hermético al aire con volumen libre mínimo hasta que se inicie el ensayo. En el siguiente método se describe la preparación de muestras de tamaño de tamiz 0 mm x 2,36 mm (No. 8), aunque los tamaños de tamiz de 0 mm x 4,75 mm (No.4) ó 0 µm x 850 µm (No. 20) pueden secarse al aire mediante este método como etapas de la determinación de la humedad total, usando cantidades apropiadas.

9.2.3 Se pesa y registra el peso tarado de la bandeja o bandejas de secado al aire. Se vacía rápidamente la muestra de su contenedor hermético al aire en la bandeja o bandejas taradas y se pesa con el contenedor (véase la Nota 2), registrando con aproximación a 0,1 g. Se extiende la muestra uniformemente hasta una profundidad de máximo 25 mm (1,0 pulgadas), preferiblemente menos para acortar el tiempo de secado. Se coloca tanto la bandeja que contiene la muestra como el contenedor de muestra vacío en el horno de secado al aire que se ha ajustado para mantener la temperatura máximo 10 ºC (18 ºF) por encima de la temperatura ambiente para carbones de fácil oxidación o máximo 15 ºC (27 ºF) por encima de la temperatura ambiente para otros carbones. Se puede usar el aire ambiente sin calentamiento. Los cambios de aire en el horno deben darse a la tasa de uno a cuatro volúmenes por minuto. (Se puede agitar la muestra suavemente en forma periódica para promover un secado uniforme y más rápido), Se continúa el secado hasta que las superficies del carbón tengan apariencia seca. Se retira la bandeja y el contenedor de el horno y se pesan juntos. Se transfiere cuidadosamente el carbón residual del contenedor de muestra seca a la muestra en la bandeja. Se pesa el contenedor vacío y se resta su peso del peso combinado de bandeja, muestra y contenedor registrado antes y después del primer período de secado al aire. Se calcula el porcentaje de pérdida de peso de la muestra. Se regresa la bandeja o bandejas con la muestra a el horno y se continúa el secado. Se pesa a intervalos de 1 h a 2 h hasta que la pérdida de peso desciende a un nivel cercano al objetivo de 0,1 %/h (aproximadamente 0,2 %/h a 0,3 %/h). Se completa el secado al aire a temperatura ambiente, permitiendo que la muestra alcance el equilibrio (0,1 % de pérdida por hora ó 0,05 % de pérdida por media hora) con temperatura y humedad ambiente antes de registrar el peso de secado al aire final (véase la Nota 3). Cuando se alcanza este punto, se registra el peso de secado al aire final. Se calcula el porcentaje de pérdida del secado al aire. Se observan estrictamente las precauciones del numeral 7.

NOTA 2 Si se va a realizar la determinación de la humedad sin retraso en la cercanía inmediata de la preparación de la muestra, no es necesario que la muestra esté en un contenedor, sino que se puede pesar directamente en una bandeja de secado tarada.

NOTA 3 Esta fase de secado al aire final puede realizarse dejando la muestra el horno, suspendiendo el calor, pero continuando la circulación del aire a temperatura ambiente, o se puede retirar la muestra del horno para la fase de secado a temperatura ambiente. Se reduce el tiempo requerido usando un temporizador del calentador ajustado para suprimir el calor 2 h ó más antes del pesado final de la muestra, permitiendo el funcionamiento del ventilador de circulación. Esto hace que el secado por la noche sea más práctico y confiable. (El tiempo requerido después del secado a temperatura elevada para llevar la tasa de pérdida de peso a 0,1 % a temperatura ambiente puede ser tanto como 1 ½ h a 3 h, tal vez más).

9.3 HUMEDAD RESIDUAL EN MUESTRA PREPARADA

9.3.1 El procedimiento para determinar la humedad residual en la muestra secada al aire depende del tamaño superior al que se tritura o pulveriza la muestra secada al aire. Se usa el Procedimiento A en muestras preparadas para un tamaño de tamiz superior de 250 µm (No. 60), del estándar U.S.A. El Procedimiento B se usa en muestras preparadas para un tamaño de tamiz superior de 850 µm (No. 20), del estándar U.S.A.

9.3.2 Procedimiento A, tamaño de tamiz superior de 250 µm (No. 60), estándar U.S.A

9.3.2.1 Inmediatamente después de obtener el peso final de secado al aire en la muestra de tamaño de tamiz de 2.36 mm (No. 8), se prepara la muestra de tamaño de tamiz de 250 µm (No. 60), de acuerdo con la NTC 3266, numerales 9.2.3.6 y 9.2.3.7, colocando la muestra en un contenedor sellado herméticamente.

9.3.2.2 La muestra de tamaño de tamiz 250 µm (No.60) debe tener un peso mínimo de 50 g.

9.3.2.3 Se determina la humedad residual en la muestra de tamaño de tamiz 250 µm (No. 60) sin retraso prolongado después de su preparación, a fin de evitar cambio de humedad y oxidación no medidos, en especial para carbones de bajo rango y fácil oxidación.

NOTA 4 La oxidación después del muestreo de carbón o lignito de bajo rango susceptible puede conllevar a una reducción del valor calorífico. Se debe evitar la exposición innecesaria de la muestra al aire desde el momento del muestreo o la demora en el análisis.

9.3.2.4 Se mezcla la muestra por completo con mezcladora de rueda, o de otro modo, antes de extraer las porciones.

9.3.2.5 (En la norma ASTM D3173 se encuentra este procedimiento, al igual que una alternativa aceptable). Se calienta un crisol vacío bajo las condiciones en las que se va a secar la muestra, se tapa el crisol, se enfría en un desecador, durante 15 min a 30 min y se pesa. Se saca con una cuchara o espátula aproximadamente 1 g de la muestra y se coloca rápidamente en el crisol, se tapa y se pesa de una vez a ± 0,1 mg. Se coloca el crisol destapado en una horno precalentada (107 ºC ± 3 ºC) a través de la cual pasa una corriente de aire que se ha secado por medio de un desecante adecuado tal como Drierite o perclorato de magnesio u otro procedimiento eficiente de secado al aire. Se cierra el horno de una vez y se calienta durante 1 h. Se abre el horno, se retira y tapa el crisol rápidamente, se enfría en un desecador y se pesa tan pronto se enfríe a temperatura ambiente.

NOTA 5 El contenido de humedad residual en muestras analíticas puede cambiar cuando se exponen las muestras a una atmósfera en la que la humedad relativa difiere de la prevalente durante la preparación de la muestra. De manera consecuente, para ensayos de algunas propiedades (como el valor calorífico, véase la NTC 2128, numeral 12.3) en los que un pequeño error puede tener impacto económico significativo, es recomendable medir la humedad residual al mismo tiempo que se determina la propiedad significativa económicamente.

9.3.3 Procedimiento B, tamaño de tamiz superior de 850 µm (No. 20), estándar U.S.A.

9.3.3.1 Inmediatamente después de obtener el peso final de secado al aire en la muestra de tamaño de tamiz de 2,36 mm (No. 8), se reduce la muestra para que pase el 95 % a través de un tamiz de 850 µm (No. 20), usando equipo de trituración adecuado. Se cuartea, usando un cuarteador pequeño cerrado, hasta no menos de 250 g. Se coloca rápidamente en un contenedor herméticamente sellado (véase la NTC 3266, Figura 2 en relación con el cuarteador pequeño).

9.3.3.2 Se mezcla por completo antes de extraer porciones para la determinación de humedad residual.

9.3.3.3 Se procede como en el numeral 9.3.2.5, excepto que la cantidad pesada en el crisol debe ser de aproximadamente 5 g y el tiempo de secado debe ser de 1 ½ h.

10. CÁLCULO

10.1 Se calcula el porcentaje de humedad total, H_T, como sigue cuando se ha usado una etapa de secado al aire:

$$H_T = [H_R\ (100 - PPSA)/100] + PPSA \quad (1)$$

en donde

H_T = humedad total, % peso;

$PPSA$ = pérdida por secado al aire, % peso; y

H_R = humedad residual, % peso.

10.1.1 Se calcula el porcentaje de pérdida por secado al aire, *PPSA*, de la siguiente manera:

$$PPSA = (P/G) \text{ X } 100 \quad (2)$$

en donde

$PPSA$ = pérdida por secado al aire, % peso; y

P = pérdida de peso por secado al aire, g; y

G = peso de la muestra bruta, g.

10.1.2 Se calcula el porcentaje de humedad residual, H_R, como sigue:

$$H_R = [(G - H)G] \text{ X } 100 \quad (3)$$

en donde

G = peso de muestra usada, g y

H = peso de muestra después de calentamiento, g.

10.2 Se calcula el porcentaje de humedad total, H_T, de la siguiente manera, cuando se han usado dos etapas de secado al aire (en muestra bruta sin triturar y en muestra de laboratorio triturada y cuarteada o en muestras trituradas y cuarteadas a partir de dos etapas de triturado, por ejemplo, hasta los tamaños de tamiz superior de 4,75 mm y 2,36 mm (Nos. 4 y 8)):

$$H_{T'} = [R\,(100 - PPSA')/100] + PPSA' \quad (4)$$

$$H_T = [M'\,(100 - PPSA')/100] + \text{PPSA} \quad (5)$$

en donde

H_T = humedad total

H_T' = humedad en muestra de laboratorio triturada y dividida;

PPSA = pérdida por secado al aire, muestra bruta sin triturar o muestra triturada y dividida en la primera etapa;

PPSA' = pérdida por secado al aire, muestra de laboratorio; y

H_R = humedad residual.

10.2.1 Se calculan las pérdidas de secado al aire *PPSA* y *PPSA',* al igual que la *PPSA* del numeral 10.1.1

10.2.2 Se calcula el porcentaje de humedad residual, H_R, como en el numeral 10.1.2

11. PRECISIÓN Y SESGO

11.1 PRECISIÓN

La precisión de este método de ensayo para la determinación de la humedad total del carbón. Los límites de repetibilidad y reproducibilidad presentados en la Tabla 1 se aplican sólo a carbones sin humedad (en la superficie) libre en la muestra bruta antes de la preparación de las submuestras de tamaño de tamiz No. 8 (2,86 µm). Cuando se secan al aire submuestras duplicadas de tamaño de tamiz No. 8 (2,86 µm), se reducen a tamaño de tamiz No.60 (250 µm) y se determinan sus humedades residuales, se aplican los siguientes límites de repetibilidad y reproducibilidad a los valores de humedad total resultantes.

11.1.1 Límite de repetibilidad (r)

Se puede esperar que el valor por debajo del cual la diferencia absoluta entre dos resultados de ensayo, de determinaciones de ensayos consecutivos y separados, realizados con la misma muestra, en el mismo laboratorio, por el mismo operador, usando el mismo equipo en muestras tomadas aleatoriamente de una sola cantidad de material homogéneo, se presente con una probabilidad de 95 % aproximadamente.

11.1.2 Límite de reproducibilidad (R)

Se puede esperar que el valor por debajo del cual la diferencia absoluta entre dos resultados de ensayo, realizados en laboratorios diferentes, usando muestras tomadas aleatoriamente de una sola cantidad de material lo más homogéneo posible, se presente con una probabilidad de 95 % aproximadamente.

11.2 SESGO

Véase el Apéndice A.1 sobre exactitud de la determinación de la humedad en carbón.

11.2.1 Puesto que no existen materiales de referencia aceptables para determinar el sesgo de este método de ensayo, no se hace ningún planteamiento sobre el sesgo.

12. PALABRAS CLAVE

12.1 secado al aire; pérdida por secado al aire; humedad residual; humedad total, carbón

ANEXO A
(Informativo)

A.1 EXACTITUD DE LA DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD EN EL CARBÓN

A.1.1 La determinación exacta de la humedad en carbón de diferentes rangos ha sido por mucho tiempo tema de análisis e investigación. Como se ha indicado en las investigaciones referenciadas, una de las principales dificultades para asignar mérito absoluto a un procedimiento particular es la multiplicidad de condiciones bajo las cuales existe agua en los carbones y las dificultades relacionadas con lograr una separación marcada y distinción entre estas condiciones.

A.1.2 Como lo afirma Gauger (1), "El agua recuperable del carbón se obtiene de las siguientes fuentes: *(1)* descomposición de moléculas orgánicas (algunas veces llamada agua combinada), *(2)* agua adsorbida en la superficie, *(3)* agua condensada capilarmente, *(4)* agua disuelta y *(5)* agua de hidratación de componentes inorgánicos del carbón".

A.1.3 Brown (2) además se refiere a *(1)* Humedad "libre" o "adherente" (esencialmente adsorbida en la superficie) con las propiedades físicas del agua ordinaria, *(2)* humedad combinada físicamente o "inherente" de presión de vapor disminuida por el diámetro pequeño de los poros de la estructura del carbón en el que se absorbe y (3) agua vinculada químicamente de hidratación o agua "combinada".

A.1.4 Se hace evidente, entonces, que la "humedad total" en principio representa una medida de toda el agua no combinada químicamente.

A.1.5 De manera tradicional, el tratamiento térmico ha provisto la base más comúnmente usada para intentar separar el agua unida por medios no químicos del carbón, y la medición se realiza normalmente por pérdida de peso. La separación "absoluta" de humedad adsorbida sin pérdida de una parte de agua vinculada químicamente es más difícil, si no imposible. La separación es especialmente difícil en carbones más jóvenes geológicamente de bajo rango. Los investigadores (3,4,5) han demostrado que la cantidad de agua extraída es función de la temperatura y el tiempo. El problema se complica además por la susceptibilidad de algunos carbones a la oxidación.

A.1.6 Debido a dichos problemas, los investigadores han propuesto numerosos esquemas para satisfacer sus objetivos particulares en la medición de agua asociada con el carbón. Entre estos se encuentran:

A.1.6.1 Calentamiento en el aire a temperaturas variadas y para intervalos de tiempo variados.

A.1.6.2 Calentamiento en atmósferas inertes (nitrógeno, helio, argón, etc.)

A.1.6.3 Separación del agua mediante destilación con benceno, tolueno, xileno, keroseno, etc.

A.1.6.4 Medición del agua mediante métodos químicos como las titulaciones Karl Fischer.

REFERENCIAS

(1) Gauger, A.W., “Condition of Water in Coals of Various Ranas”, *Transactions of the TAIMA,* Vol 101, 1932, pp 148-164.

(2) Brown, G.M., “The Determination of Moisture in Coals, *Nacional Gas Bulletin,* Australia, Vol 17, 1953, pp. 14-21.

(3) Goodman, J.B., Gomez, M., and Parry, V.F., “Determination of Moisture in Low-Rank Coals”, *Bureau of Mines.* R.I. 4969, 1953, P. 20.

(4) Barghoorn, E.S., and Spackman, W. “Geological and Botanical Study of the Brandon Lignite and its Significance on Coal Petrography, *“Economic Geological,* Vol 45, No. 4, 1950, pp. 344-357.

(5) Hoepner, J.J., Fowkes, W.W., and McMurtie, R., “Removal of Moisture from Lignite in Inert Gas Atmospheres”, *Bureau of Mines,* R.I. 5215, 1956.

DOCUMENTO DE REFERENCIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Method for Total Moisture in Coal. Philadelphia, 2002. 7 p. (ASTM D3302 – 02a).

1

Normas Generales

Muestreo Y Análisis

338.2724
E558n
Ej.1

ECOCARBON
EMPRESA COLOMBIANA DE CARBON LTDA.

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

1

NORMAS GENERALES SOBRE MUESTREO Y ANALISIS DE CARBONES

GERENCIA DE PLANIFICACION DEL CARBON
DIVISION ANALISIS DE RESERVAS
Santafé de Bogotá, D.C., Mayo de 1995



CONTENIDO

Resumen	7
Muestreo de Carbones	7
Tipos de Muestreo en un Proyecto Minero	8
Procedimiento para Toma de Muestras durante la Fase de Exploración y Desarrollo	11
Procedimiento para la Toma de Muestras de Producción	21
Análisis Fisico Químicos y Petrográficos durante la Fase de Exploración y Desarrollo	25
Descripción Macroscópica de Carbones	31
Bibliografía	34
Anexo 1	35
Anexo 2	38
Anexo 3	41

RESUMEN

Se presenta un manual con guías de procedimientos para la recolección de muestras y diagramas de flujo sobre tipos de análisis a realizar.

Los datos de campo son básicos para los estudios de laboratorio y a partir de ellos se obtienen todas las conclusiones.

Los procedimientos de campo para describir y muestrear los depósitos de carbón, así como su posterior preparación para envío al laboratorio deben uniformizarse y los datos deben ser tan completos como sea posible.

Es por ésto que uno de los objetivos principales establecidos en el programa de caracterización de los carbones colombianos, es coordinar esfuerzos y unificar criterios a nivel nacional, en lo referente a los métodos y normas que se deben utilizar durante los programas de caracterización.

Este manual se utilizó de manera experimental durante el programa de caracterización de los carbones de Norte de Santander. Mediante actualizaciones y ampliaciones posteriores, se utilizará en los programas de caracterización de los carbones de todo el país. Se trata de un documento preliminar, por lo tanto cualquier observación al respecto será bien recibida.

Para su elaboración, ECOCARBON ha contado con la colaboración de Ingeominas y Colciencias. Recoge además, la experiencia obtenida por diferentes entidades y empresas, a través de los estudios realizados en las diferentes zonas carboníferas del país.

MUESTREO DE CARBONES

Objetivo

El objetivo de un muestreo de carbones, es obtener una muestra parcial representativa de una unidad de muestreo, de tal manera que la distribución y proporción de sus variables físicas, químicas y petrográficas sean equivalentes a esa unidad de muestreo. Para muchos propósitos la muestra es luego reducida en tamaños de partículas y masa, proceso que se denomina preparación. La muestra final de análisis consiste generalmente de sólo 60 gramos con un tamaño de partícula menor de 0.2 mm (malla 60).

Antes de emprender un programa de muestreo, se debe tener en cuenta y haber definido los siguientes aspectos:

- El material a ser muestreado
- La cantidad a ser muestreada
- Los análisis requeridos
- La precisión requerida
- La logística necesaria durante la operación.

Durante la operación de muestreo de carbones, no debe ahorrarse ningún esfuerzo en cuanto al cuidado y precisión de esta actividad, ya que de ello dependen en alto grado el éxito de las subsiguientes actividades de preparación y análisis de muestras.

Como se sabe el carbón por su variabilidad en su composición, es uno de los materiales más difíciles de muestrear, razón por la cual los países productores y consumidores han desarrollado normas claras y precisas sobre muestreo, preparación y análisis. Es así como asociaciones de países productores y consumidores han desarrollado normas técnicas, para diferentes propósitos. Entre las más conocidas están ISO y ASTM.

Un muestreo adecuado permite evaluar o conocer entre otros los siguientes resultados:

- Caracterizar física, química, petrográfica y tecnológicamente los carbones.
- Conocer la variabilidad de los diferentes parámetros de calidad analizados.
- Planificar las etapas de desarrollo y producción de proyectos mineros.
- Definir usos industriales y tecnológicos del carbón.
- Realizar contratos de compraventa.

- Identificar problemas de tipo ambiental durante la producción, manejo, procesos de beneficio y utilización del carbón.

El anexo 1, presenta un breve resumen sobre la forma de clasificar al carbón por rango, según las normas ASTM, lo que corresponde al uso inicial, de los sistemas de muestreo y análisis que a continuación se explican.

IMPORTANCIA DE LA COMPOSICION DEL CARBON EN EL MUESTREO

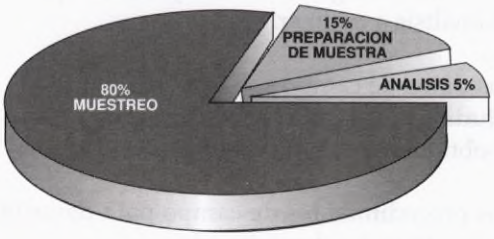
El hecho de ser el carbón una roca, esto es, una asociación de constituyentes microscópicos llamados macerales, hace que la operación de muestreo sea una tarea difícil. Es claro que un muestreo debe responder a una buena planificación, pero en muchos casos, no se utilizan verdaderos especialistas en el conocimiento de las características de los carbones. Aun después de haber definido las normas de muestreo para determinada región geológica, pueden existir problemas al adaptar estas normas específicas a otros yacimientos de carbón.

Por otro lado, los efectos de la carbonificación progresiva sobre las macerales y litotipos, contribuyen también a la variación composicional de los carbones y por lo tanto repercuten ampliamente sobre las normas aplicadas a muestreo.

La heterogeneidad no uniforme de los mantos de carbón hacen que la escogencia de muestras al azar no sean igualmente representativas del manto de carbón y puedan variar considerablemente de una muestra a otra. Es por eso, que el muestreo debe involucrar especificaciones según la clase de carbón a muestrear, el manto y la localización.

Más aun, la variabilidad de los resultados analíticos está basada funadamentalmente en el método y cuidado con que se realice el muestreo (Figura 1).

FIGURA 1
COMPONENTES DE LA VARIANZA DE UN RESULTADO ANALITICO



Finalmente la selección de muestras de carbón para investigación básica y aplicada debe hacerse teniendo en cuenta tanto la variedad composicional como el número de muestras y el número de mantos desde donde se han obtenido las muestras. Aún en aquellos casos especiales en los cuales los mantos y áreas sean para uso industrial, se debe tener en cuenta la variación composicional para determinar el tipo de muestra y la estrategia a seguir durante el muestreo.

TIPOS DE MUESTREO EN UN PROYECTO MINERO

Los tipos de muestreo de carbones se pueden clasificar de acuerdo a las etapas de un proyecto geológico - minero así:

1. Muestreo durante la fase de exploración y desarrollo.
2. Muestreo durante la operación minera del proyecto (producción).
3. Muestreo para propósitos especiales.

MUESTREO DURANTE LA FASE DE EXPLORACION Y DESARROLLO

Durante las fases de exploración y desarrollo de un proyecto minero se pueden tomar diversos tipos de muestras.

Estas muestras pueden representar o bien el estrato continuo de carbón en todo su espesor y sus relaciones litológicas y texturales o por otro lado, representar el espesor uniforme muestreado aunque se mezclen durante su recolección.
A continuación se enumeran los diferentes tipos de muestreo que se pueden considerar: (Ver Figura 2).

Un muestreo de afloramiento es aquel que se toma de un manto de carbón aflorante en la superficie. Usualmente se toma mediante apiques, trincheras y túneles. El carbón a muestrear generalmente ha estado expuesto a las condiciones atmosféricas por un largo período de tiempo. Los efectos de la meteorización se extienden por varios metros, desde la superficie expuesta hacia el interior del manto de carbón. El túnel exploratorio permite que esta muestra de afloramiento se tome lo más fresca posible.

Dependiendo de la precisión que se requiera en los resultados de los análisis, se debe decidir si las muestras de afloramientos se hacen mediante trincheras, apiques y/o túneles exploratorios.

Muestreo de columna

Es una muestra sólida en forma de pilar de aproximadamente 0.30 x 0.30 metros, por el espesor del manto de carbón muestreado, en donde se indica la orientación y se mantienen todos los componentes del manto en su posición original (Figura 2). Las muestras de columna sirven para responder cualquier interrogante acerca de las relaciones texturales o de la posición relativa que puedan surgir en el estudio de una serie de muestras de bloque.

Las muestras de columnas son suficientemente grandes para suministrar el carbón necesario para muestreo detallado de cada capa o unidad litológica y permitir su estudio por distintos métodos con seguridad absoluta de la correlación exacta dentro de la columna.

Muestreo de Canal

Son muestras de volumen de carbón triturado que incluyen el espesor total del manto tomado, de tal manera que cada uno de los estratos constituyentes están representados en igual proporción a su espesor.

La muestra de canal se obtiene mediante un corte uniforme y continuo perpendicular a la estratificación (Figura 2).

En general se recomienda, para programas de caracterización, que las muestras de canal sean tomadas en frentes de minas de producción, asegurándose así que las

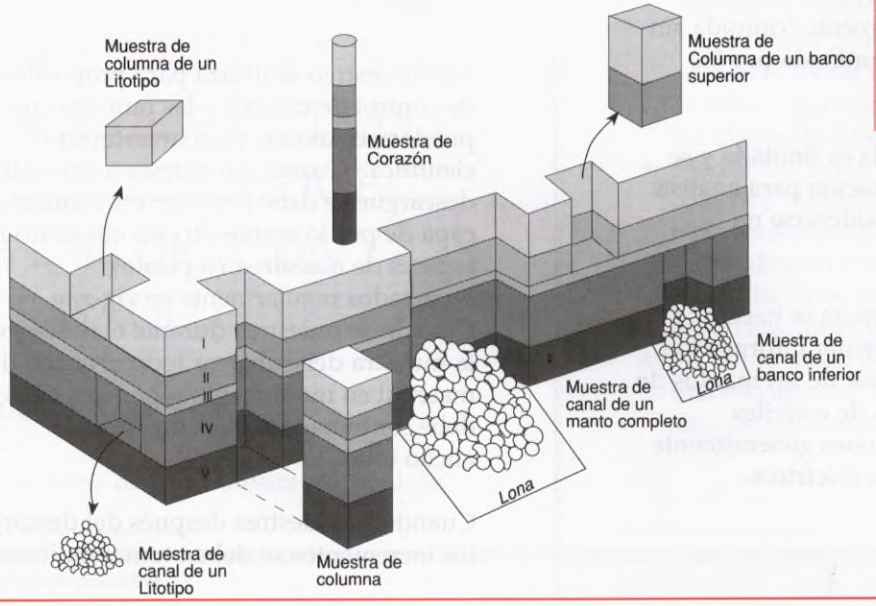


Figura 2
Tipos de Muestras de Carbon

muestras sean frescas. En general las muestras de canal deben ir acompañadas de muestras de los respaldos, techos y pisos de cada manto de carbón.

Adicionalmente deben existir indicaciones precisas sobre el muestreo de las intercalaciones de rocas, según que su espesor sea o no separable.

Muestreo de perforación

En un programa de perforación para un yacimiento carbonífero se pueden tener muestras de núcleos y muestras de ripios de pozos abiertos. En el anexo 2 se presentan algunos formatos útiles para el manejo de la información proveniente de programas de exploración.

Las muestras de núcleo se obtienen mediante perforación con taladro (broca de diamante), con un diámetro de la muestra entre 1 a 3 pulgadas, por el espesor del manto de carbón (Figura 2). Si durante la operación de perforación la muestra recuperada no está fracturada y no ha habido pérdidas durante la operación, la muestra obtenida suministra excelente información sobre el manto de carbón en cuanto a sus componentes, posición original y orientación dando características del manto de carbón en profundidad.

Las muestras de ripio "cuttings" son aquellas que se obtienen de taladros con brocas tricónicas, en donde la muestra obtenida está completamente triturada sin partículas finas, y contaminada por los lodos circulantes.

La información obtenida es limitada y se recomienda su no utilización para análisis fisicoquímicos, por considerarse no representativas.

Las perforaciones tricónicas se hacen principalmente para obtener información de profundidad y espesor de los mantos de carbón y de los estratos de estériles. A este tipo de perforaciones generalmente se le toman los registros eléctricos verticales de pozos.

MUESTREO DURANTE LA OPERACION MINERA

El sistema de muestreo en la fase de producción depende de si el carbón es muestreado:

A. De un flujo móvil en una banda.
B. De un flujo móvil discontinuo (ejemplo: un cargador de canasta).
C. En un punto de descargue de un flujo en movimiento continuo.
D. De una banda parada.

El muestreo puede ser manual o mecánico y puede realizarse en bandas transportadoras, en volquetas o camiones, en vagones, en barcazas, en barcos y en pilas.

A continuación se enumeran en forma general, los principales tipos de muestreo de producción :

Muestreo en bandas transportadoras

Es el sistema de muestreo más confiable, ya sea en banda estacionaria o en movimiento, siendo el primero el más preciso, razón por la cual se utiliza como método de referencia para verificar cualquier otro método. Los incrementos se pueden tomar a mano, con dispositivos especiales, (palas, canastas o separadores) o automáticamente.

Muestreo de volquetas, camiones o vagones

Este muestreo se utiliza para propósitos de control de calidad y las muestras no pueden ser usadas para investigación científica. Cuando se muestrea antes del descargue se debe remover previamente una capa de por lo menos 30 cms eligiendo los lugares de muestreo en puntos espaciados regularmente en zig-zag. Cuando se muestrea durante el descargue, la muestra debe abarcar todo el ancho del material en movimiento o por lo menos debe ser tomada en tres lugares del ancho total.

Cuando se muestrea después del descargue los incrementos se deben tomar a diferentes

alturas del talud tomado, siguiendo en espiral.

Muestreo de pilas y barcos

Son muestras voluminosas de carbón triturado, que se toman desde una pila de almacenamiento. Puede consistir de carbón de un solo manto o de varios mantos, carbón lavado o carbón crudo. El método de muestreo depende del método de construcción de la pila (ejemplo: una pila construida en capas, debe ser corazonada en varios sitios). La calidad de la pila es importante cuando se requieran muestras frescas.

MUESTREO PARA PROPOSITOS ESPECIALES

Se refiere a muestras que se toman con un objetivo específico, según la cual la metodología y la muestra final obtenida deberá tener ciertas condiciones particulares. Se pueden identificar las siguientes :

1. Muestras de uso industrial
2. Muestras para uso científico
3. Muestras para caracterización petrográfica
4. Muestras para caracterización palinológica
5. Muestras para caracterización química
6. Muestras para caracterización física
7. Muestras para propósitos educativos.

PROCEDIMIENTO PARA TOMA DE MUESTRAS DURANTE LA FASE DE EXPLORACION Y DESARROLLO

MUESTRA DE CANAL

Para la toma de una muestra de canal, se debe seleccionar un frente fresco (en producción) de carbón, en un lugar donde el carbón no se haya expuesto a la atmósfera. Un frente de producción apto para el muestreo de canal, es el interior de una mina en la cual, permanentemente se esté arrancando el carbón.

Los siguientes pasos se deben seguir para la toma de una muestra de canal:

- El sitio a muestrear debe estar perfectamente localizado, en lo posible se hará el respectivo levantamiento topográfico.
- Describir, registrar y levantar una columna local del manto de carbón, con las observaciones geológicas, descripción macroscópica del carbón, posición de las intercalaciones separables y no separables y tipos de respaldos, techo y piso. (Figuras 3, 4 y 5)* .
- Se buscará tomar las muestras en un sitio que por conocimiento anterior permita establecer que no se trata de una zona de adelgazamiento o engrosamiento, así mismo, se debe descartar el muestreo en zonas de fallas y en la vecindad a intrusiones cercanas a las zonas de meteorización.
- La muestra se obtiene por la elaboración de una canal mediante un corte uniforme y continuo.
- Se debe lograr una superficie lo más regular posible.
- Se debe limpiar bien la superficie a muestrear hasta una profundidad de 5 cms como mínimo. En el caso particular y a juicio del geólogo cuando fuere necesario tomar la muestra en un frente de mina inactiva, la profundidad deberá ser mayor de 10 cms.
- Marcar los lados del canal con tiza así como los materiales y cuerpos locales no representativos al carbón y los cuales deben descartarse tales como intercalaciones separables, nódulos o concentraciones de minerales, etc.
- A continuación se procederá a adelantar una escrupulosa limpieza del piso en el sitio de muestreo a fin de evitar

PASA PAGINA 12.

* Además de las figuras, el anexo 3 presenta un breve recuento de las principales zonas carboníferas de Colombia, de utilidad para la codificación respectiva.

FIGURA 3
IDENTIFICACION DE MUESTRAS DE CARBON

HOJA 1

Número Z Z M M M N N N X X X

1.Localización

Departamento _____ Municipio _____ Corregimiento _____

Vereda _____ Zona _____ Sector _____

Formación Geológica _____ Manto _____

Canal ☐ Túnel Exploratorio ☐ Otros _____

Tipo de Registro	Tomado por	Profesión	Entidad	Fecha
☐ Nuevo ☐ Actualizado				
Coordenadas (m)	Norte (Y)	Este (X)	Altitud (m.s.n.m)	Posición de muestreo con respecto a un sitio geográfico
Plancha	Escala	Referencia		

Trabajos Realizados	Tipo	Fecha	Entidad	Referencia	Observaciones
Cartografía Geológica					
Explotación					
Explotación					
Otro					

2. Análisis

Cuarteo o preparación en sitio	Consideraciones sobre condiciones de Observación y Humedad
Si ☐ No ☐	

Laboratorio para Análisis	Cuarteo	A Parcial	A Completo	A Testigo	Otros	Notas

3. Muestras de Canal y Producción

Segmento	Bolsa	Caja	Peso	Observaciones
Carbón				
Intercalación				
Roca Techo				
Roca Piso				
Intercalación				
Otros				

Manto _____ Rumbo _____ Buzamiento _____

Favor llenar descripciones para muestras de canal, hoja 2, anexo 1

Observaciones

4. Control

Laboratorio	Fecha Envío	Remisión No.	Enviado por	Recibido por	Resultados No.	Fecha	Observaciones

Evaluación	Iniciación	Revisión	Aprobación	Observaciones
Fecha				
Nombre				
Firma				

GUIA PARA DILIGENCIAR EL FORMATO DE IDENTIFICACION DE MUESTRAS

(Hace parte de la Figura 3)

NUMERO:

Corresponde a la identificación de la muestra, son 11 dígitos que significan: ZZMMMNNNXXX, donde: ZZ: Departamento, MM: Municipio, NNN: Zona carbonífera y XXX: es un consecutivo de número de muestras tomadas.

1. LOCALIZACION

Departamento: Nombre del departamento en el cual se encuentra la mina o sitio de muestreo.
Municipio: Nombre del municipio de acuerdo con la división política del país y cuya jurisdicción cubre el área de la mina o sitio de muestreo.
Corregimiento: Nombre del corregimiento o división política de cuarto orden.
Vereda: Nombre de la vereda, donde se encuentra la mina o sitio de muestreo.
Zona: Nombre de la zona carbonífera a la que pertenece la mina o sitio de muestreo.
Sector: Según la división de la zona carbonífera.
Formación Geológica: A la cual pertenecen los mantos de carbón muestreados y estimar su posición dentro de la formación.
Manto: Indicar el manto de carbón muestreado.
Afloramiento: Llenar la casilla si la muestra es de afloramiento.
Trinchera: Llenar la casilla si la muestra es de trinchera.
Apiques: Llenar la casilla si la muestra es de apiques.
Túnel Exploratorio: Llenar la casilla si la muestra es de túnel exploratorio.
Canal: Llenar la casilla si la muestra es de canal.
Tipo de registro: Permite adicionar, corregir o comparar la información consignada.
Tomada por: Nombre(s) de la(s) personas que toma(n) la muestra.
Profesión: De la(s) persona(s) que toma(n) la muestra.
Entidad: A la(s) cual(es) pertenece(n) la(s) personas(s) que toma(n) la muestra.
Fecha: Día, mes y año en el cual es tomada la muestra.
Norte (Y): Coordenada Norte del sitio de muestreo según el levantamiento topográfico correspondiente.
Este (X): Coordenada Este del sitio de muestreo según el levantamiento topográfico correspondiente.
Altitud: Del sitio de muestreo, según el levantamiento topográfico correspondiente.
Posición del sitio de muestreo: Referida a un sitio o accidente geográfico importante, cercano al sitio de muestreo, por ejemplo: un río, una población, etc.
Plancha: Nombre de la plancha donde se puede ubicar el sitio de muestreo, según convenciones del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
Escala: Escala de la plancha donde fue ubicado el sitio de muestreo.
Referencia: Fuente o sitio donde se puede encontrar la plancha en cuestión.
Tipo (*): De los trabajos realizados en el sitio de muestreo, por ejemplo: Si hay cartografía geológica, escala, labores de exploración que se han realizado: perforaciones (triconadas y/o corazonas), apiques, trinchera, etc. Otro tipo de trabajo realizado.
Fechas (*): Correspondientes a los trabajos realizados descritos anteriormente.
Entidad (*): Que realizó los trabajos en referencia.
Observaciones (*): Comentarios que se pueden hacer sobre los trabajos.

2. ANALISIS

Cuarteo: En el sitio de muestreo: indicar si se cuarteo, se molió o se hizo otra operación con la muestra en el sitio de la toma.
Consideraciones sobre condiciones de observación y humedad: Especificar si las condiciones de observación son buenas, regulares o malas, donde se toma la muestra. Decir si se toma la muestra húmeda o no, si se hace el cuarteo al sol, etc.
Laboratorios para Análisis (**): Según la operación que vaya a realizar cada uno de ellos: Preparación y cuarteo de muestras, Análisis parciales, Análisis completos, Análisis de testigos, Otros análisis, Análisis tecnológicos, etc.
Notas y observaciones: Sobre los análisis que se llevarán a cabo.

3. CANAL

(Sólo para muestras tomadas sobre el manto de carbón).
Bolsas: Número de la bolsa donde se envían los segmentos de carbón, rocas, intercalación u otro, adecuadamente identificados.
Caja: Número de la caja donde se envían los segmentos de carbón, rocas, intercalaciones u otro.
Peso: Peso aproximado en kilogramos de cada uno de los segmentos, recordar que se requiere una cantidad mínima de cada una de las muestras para análisis.
Observaciones: Y comentarios referentes a cada uno de los segmentos.
Rumbos: Anotar el rumbo del manto.
Buzamientos: Anotar el buzamiento del manto.
Columna estratigráfica: Hacer el dibujo de la columna estratigráfica de la muestra tomada, incluyendo los respaldos de roca, intercalaciones, segmentos de carbón distinto y cualquier otro fenómeno que encuentre. El dibujo debe ser a una escala adecuada y no olvidar anotar abajo esta escala.
Llenar la columna de espesor para cada uno de los segmentos dibujados anotando la descripción correspondiente que debe incluir litología (tipo de roca, color, grano, dureza, estratificación, otras estructuras, etc.) y cualquier otra información que considere conveniente y que pueda ser importante durante la explotación.

4. CONTROL

Laboratorio(**): Nombre de los laboratorios en los cuales se harán los análisis y operaciones correspondientes.
Fecha envío (**): Fecha en la cual se envían la(s) muestra(s) a cada uno de los laboratorios.
Remisión No.(**): Número de la remisión o relación de las muestras de carbón.
Enviado por (**): Nombre de la persona que envía las muestras al laboratorio.
Recibido por (**): Nombre de la persona del laboratorio que recibe la(s) muestra(s).
Resultado No.(***): Referencia(s) y oficio(s) en el cual reporta el laboratorio los resultados de análisis.
Fechas (**): Fecha correspondiente a la entrega de resultados de análisis.
Observaciones (**): Sobre los análisis y manejo de muestras a los laboratorios.
Iniciación: Fecha, nombre y firma de quien toma la muestra.
Revisión (**): Fecha, nombre y firma de quien revisó la toma de la muestra y autoriza su envío al laboratorio.
Aprobación (**): Fecha, nombre y firma de quien, posterior a los envíos a los laboratorios y recolección de los resultados de análisis, evalúa la etapa de muestreo y análisis correspondiente.
Observaciones: Y comentarios sobre los envíos, controles y manejo de muestras.

(*) Para llenar estos items, será necesario contar con el levantamiento topográfico del punto de muestreo o las referencias que de el personal técnico de la mina.
(**) Estos items se llenarán normalmente, en el sitio de muestreo.
(***) Los resultados serán remitidos por el laboratorio en el formulario del informe de análisis (Figura 28).

Figura 4
Muestras de Canal - Columna Estratigrafica

HOJA 2

Litología	Espesor (mt.)	Descripciones
Escala		Observaciones
Realizada por		

Figura 5
DESCRIPCION MACROSCOPICA DE NUCLEOS DE CARBONES

HOJA 3

Proyecto _____ **Pozo** _____ **Manto** _____

Segmento	Intervalo (mts)	% Recuperación	Buzamiento	Descripción
TOTALES				
Techo				
Piso				

Decsrito por _____ **Fecha** _____

VIENE DE LA PAGINA 7.

cualquier posibilidad de contaminación con carbón anteriormente arrancado.

- Extender sobre el piso previamente, 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.

- Una vez cumplidos los pasos anteriores, se procederá a cortar un canal en el carbón perpendicular al techo y hasta la base del manto. Este canal tendrá un ancho de l5 cms por 8 cms de profundidad.

- Se toma la muestra, picando de arriba hacia abajo, evitando la pérdida de finos, cuidando de no profundizar más en un sitio que en otro y hasta obtener una muestra aproximada de 5 Kgs por cada 30 cms de espesor del manto.

- Se muestrearán mantos de carbón con espesores mayores o iguales a 0.6 metros, si no existe otra indicación.

- En presencia de intercalaciones, se procederá de la siguientes forma:

  • Para mantos con intercalaciones menores de 10 cms de espesor, se deberán muestrear conjuntamente con el carbón. Para mantos con estériles mayores de 10 cms y menor a 60 cms se deberán muestrear separadamente del carbón. Para estériles mayores de 60 cms se analizarán como respaldos, pues se debe considerar como dos mantos diferentes.

  • En caso que la intercalación no sea característica y persistente, no se deberá tomar la muestra en este sitio. Nódulos y concresiones mineralizadas con espesores mayores a 1 cm y ancho mayor a 5 cms, deben separarse y excluirse de la muestra.

  • Para la toma de intercalación separable, se aprovechará el canal elaborado en el carbón, especificando al empacar, que la muestra es intercalación separable.

- Empacar la muestra en bolsas plásticas dobles y cuidadosamente marcadas las que se introducirán en sacos de polietileno. Se incluirá una tarjeta con la identificación de la muestra, como lo ilustra la figura 6. La muestra se trasladará al laboratorio directamente. En caso de existir condiciones y equipos para el cuarteo en el campo, se realizará la operación de preparación y cuarteo en este sitio. El peso final de la muestra para análisis de laboratorio está entre 10 y 30 Kgs. Igualmente debe conservarse en el campo una muestra testigo del mismo peso (Figura 6).

Fecha de Muestreo ☐☐☐☐☐☐ Día Mes Año

Proyecto _____

Identificación Muestra ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ Bolsa No. _____

* Z Z M M M N N N X X X

Tipo de Muestreo: Canal ☐ Producción ☐ Otro ☐

☐ Manto carbón ☐ Intercalación ☐ Roca Piso

☐ Segmento carbón ☐ Roca Techo

Tomada por _____

Manto _____ Mina _____

Municipio _____ Vereda _____

Tipo de Análisis: _____

_____

Observaciones: _____

_____

* Z = Departamento M = Municipio N = Zona carbonífera X = Consecutivo

FIGURA 6
FICHA DE IDENTIFICACION MATERIAL RECOLECTADO FASE DE MUESTREO

- La muestra bruta debe tener como mínimo un peso de 20 Kgs, a partir de la cual se obtendrán las dos muestras arriba mencionadas (muestra para el laboratorio y muestra testigo).

- Recolectar los respaldos de techo y piso en los sitios seleccionados previamente, acorde con el plan de muestreo. Aproximadamente se tomarán 10 cms de techo y 10 cms de piso para cálculos de dilución. Al igual que en el carbón se deberán tener las mismas precauciones en la recolección, empaque e identificación.

PREPARACION Y CUARTEO PARA MUESTRAS DE CANAL Y DE AFLORAMIENTO

- La muestra bruta de carbón recolectada en el campo, se debe reducir de tamaño para ser enviada al laboratorio, donde se practicarán los análisis requeridos. Una muestra testigo deberá conservarse en el campo(Figuras 7 y 8).

- El esquema de la figura 7 indica cómo debe efectuarse esta preparación. La muestra bruta de mínimo 20 kgs debe ser triturada con pisón hasta un tamaño menor a 1/2 pulgada. Este trabajo debe hacerse bajo condiciones tales que las pérdidas de humedad sean mínimas.

FIGURA 7
SECUENCIA ESQUEMATICA DE MUESTREO

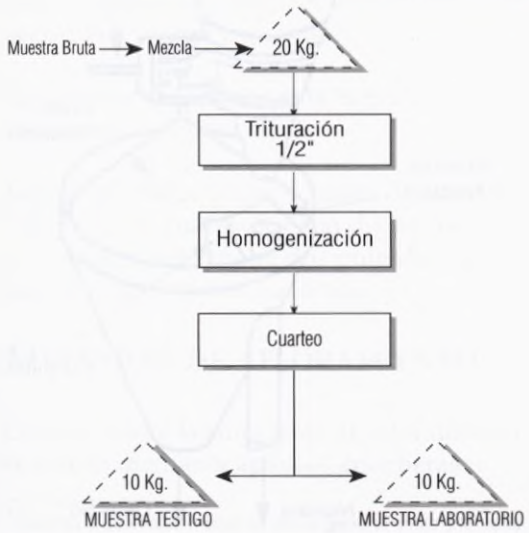


FIGURA 8
SECUENCIA ESQUEMATICA DE MUESTREO

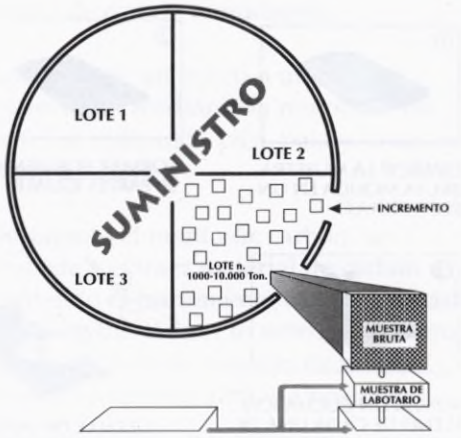


FIGURA 9
CUARTETO MEDIANTE CONO

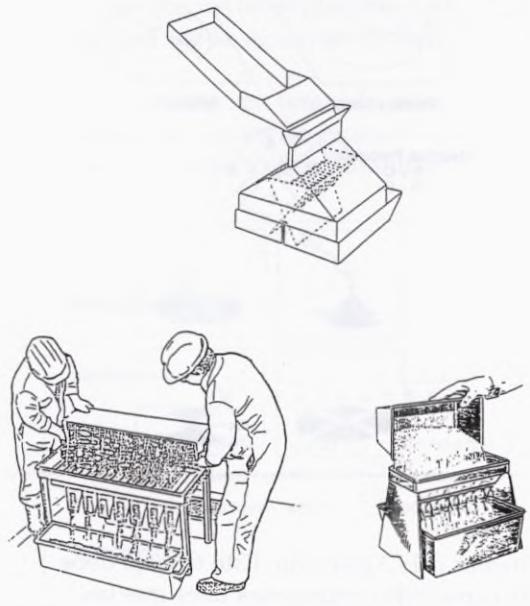


- Apilar, mezclar completamente y cuartear la muestra utilizando el método el cono (Figura 9 y 10) o cuarteador mecánico (Figuras 11, 12 y 13). Reducir su tamaño rechazando cuartos opuestos.

Figura 10
Cuarteo para Muestras Grandes



Figura 11
Division con Cuarteador



- Repetir el proceso de mezclar y cuartear hasta obtener 2 muestras entre 10 y 30 kgs cada una. Una de ellas se enviará debidamente empacada e identificada, al laboratorio y la otra se guardará como muestra testigo.

Figura 12
Divisor Rotatorio de Muestras

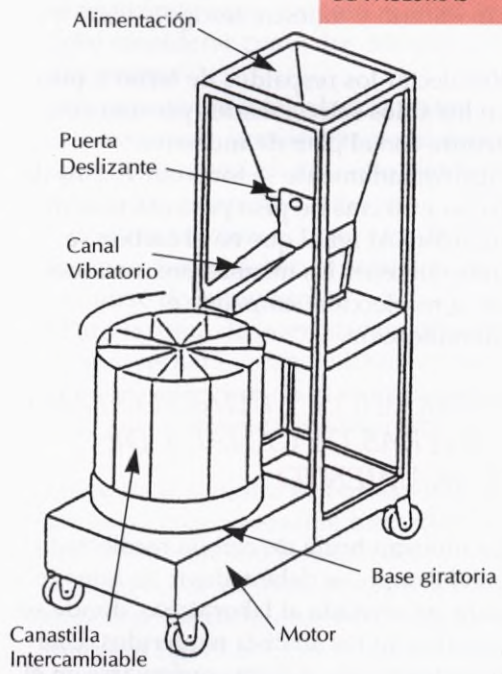
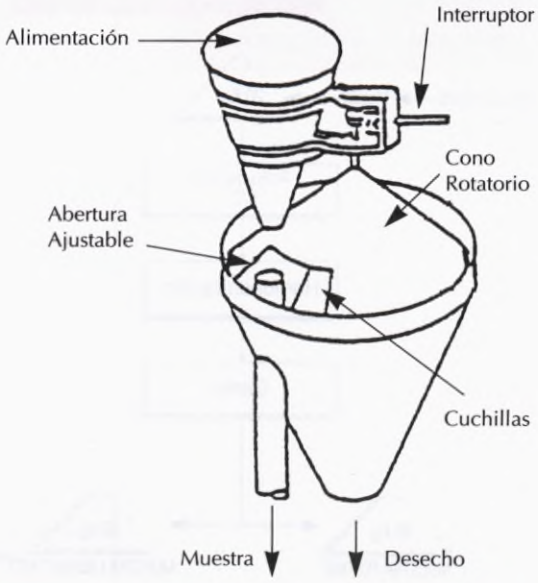


Figura 13
Cono Rotatorio



EQUIPOS Y MATERIALES PARA EL MUESTREO DE CANAL Y DE AFLORAMIENTO

Las herramientas normales como son, el martillo geológico, brújula, lupa, navaja, altímetro y libreta no necesitan mención especial, porque generalmente el geólogo los lleva consigo a todas las labores del campo, haya o no información previa adecuada sobre los mantos expuestos. No todo el equipo aquí mencionado será necesario para cada ocasión.

Equipo de Excavación: Pica de minería, azadón liviano, martillo corriente, martillo picador neumático (en lo posible), pala, lima, cinceles de varios tamaños y maceta.

Equipo de limpieza: Brocha o cepillo de mano de diferentes tamaños y escobas.

Materiales de marcación y rótulos: Lápices, marcadores, cinta pegante transparente de 10 cms de ancho, tarjetas o fichas de identificación, según anexo y tiza.

Materiales para empaque: Bolsas plásticas calibre grueso (0.15 cms) y de tamaño 1.0 x 0.50 metros, sacos de polipropileno, lona, cuerina o material plástico resistente para recolectar la muestra, cabuya o pita y recipientes.

Equipos de iluminación y seguridad: Lámparas de iluminación con batería, casco de seguridad, cinturón ancho de cuero, linterna de mano, botas de seguridad, overol y guantes.

Equipos de medición: Cinta métrica, decámetro y regla o escala.

Equipo de Preparación: Lámina de acero de 3.0 x 3.0 mts, cuarteador con divisiones cuyas aberturas tengan dos pulgadas de lado y pala de punta cuadrada.

MUESTRAS DE AFLORAMIENTO

Generalmente las muestras de afloramiento se toman mediante apiques, trincheras o túneles*. Prácticamente se aplican los mismos procedimientos establecidos para la toma de muestras de canal.

- Seleccionar la zona de afloramientos del manto de carbón a muestrear.
- Apertura de un hueco o un corte transversal mediante la remoción de material utilizando pica, pala y/o equipo mecánico.
- Destapado el manto de carbón, se procede a extraer material de carbón siguiendo el buzamiento del manto hasta una longitud de por lo menos 1.0 metro que permita la recolección de una muestra lo menos alterada posible.
- Tomar a pico y pala una muestra representativa del manto de carbón aflorante, cubriendo todo su espesor.
- Al igual que la muestra de canal proceder a preparar la muestra siguiendo el mismo procedimiento allí descrito.

MUESTRAS DE COLUMNA

Las muestras de carbón de columna o pilar son costosas por lo dispendioso de su recolección y transporte. El objetivo es enviar al laboratorio un bloque monolítico de carbón que representa un manto completo. Los procedimientos para la toma de esta muestra se puede resumir en :

- Selección del frente apropiado de carbón para la toma de la muestra monolítica.
- Mediante un dispositivo cortador y perpendicular a la estratificación, cortar todo el espesor del manto de carbón, considerando una columna de 0.30 x 0.30 mts.
- Indicar la orientación de la muestra, de tal manera que todos los componentes del manto de carbón queden en su posición original.
- Al empacar la muestra para su

* Debido a que estas muestras por lo general están alteradas, se recomienda practicar únicamente análisis próximo poder calorífico y azufre. Cuando la muestra de afloramiento se toma mediante túnel, es posible realizar análisis más completos.

transporte, debe tenerse sumo cuidado, evitando el fracturamiento de ella.

- La muestra monolítica, como un todo es estudiada y analizada en el laboratorio.

MUESTRAS DE NUCLEOS DE CARBON

Las instrucciones y recomendaciones a seguir en un programa de muestreo de núcleos son :

- Los geólogos de campo serán responsables de las medidas y descripción de los núcleos.
  La descripción del núcleo, el muestreo, el manipuleo y empaque deberá hacerse tan rápido como sea posible minimizando así las pérdidas por humedad.

- Se muestrearán los núcleos del carbón con recuperación del 80% o más. En casos especiales a criterio del geólogo, se podrán muestrear núcleos con recuperación menor.

- Todos los núcleos muestreados consistirán del total del diámetro del corazón.

- Dependiendo del programa de exploración o desarrollo se determinarán los espesores a muestrear, así:

Para proyectos de minería subterránea:

- Se recomienda muestrear espesores de carbón mayores a 60 cms, sin embargo, esta cifra será revisada en cada proyecto. Las longitudes muestreadas no excederán los 3 metros en forma continua.

  Los carbones que contienen intercalaciones (estériles) deberán ser analizados así :

- Cuando las intercalaciones son menores de 10 cms, podrán ser analizadas con el carbón.

- Cuando las intercalaciones son mayores de 10 cms, pero menores de 60 cms, se podrán analizar separadamente.

- En caso de que el estéril tenga un espesor mayor al 30% del espesor de carbón acumulado, se tomará como separación de dos mantos y no como intercalación; dicha cifra no excederá de 60 cms.

- Cuando las intercalaciones son mayores de 60 cms y el espesor de los segmentos de carbón son también mayores a 60 cms., se considerará cada segmento como un manto individual, tomando los 15 cms, de techo y piso de cada manto de carbón.

- Aproximadamente 15 cms de techo y base de cada manto de carbón deberán ser también muestreados para futuras mezclas con el correspondiente manto de carbón.

Para proyectos de minería a cielo abierto: (Figura 14.)

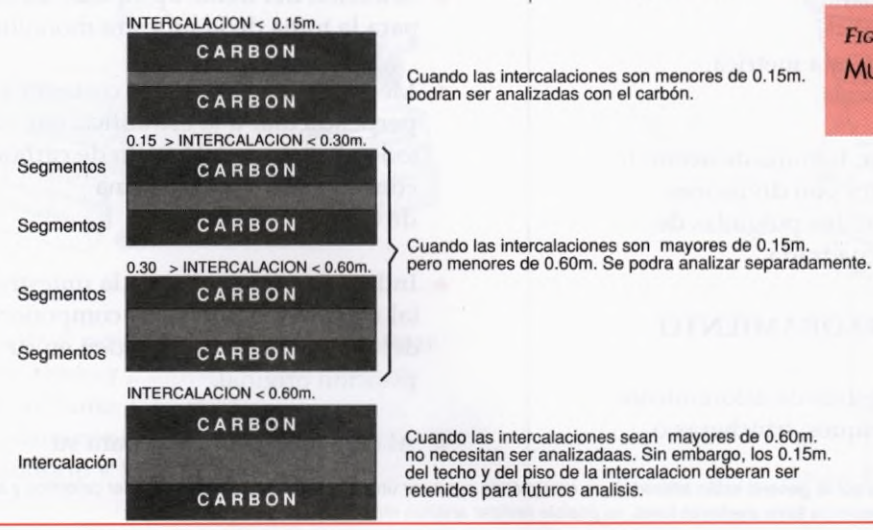


FIGURA 14
MUESTREO PARA ANALISIS

- Se muestrearán espesores de carbón mayores de 0.70 mts, sin embargo, dependiendo de cada caso se podrá modificar esta cifra. Las longitudes muestreadas no excederán los 3 mts.

  Los carbones que contienen intercalaciones (estériles) deberán ser analizadas así:

- Cuando las intercalaciones son menores de 15 cms podrán ser analizadas con el carbón.

- Cuando las intercalaciones son mayores de 15 cms, pero menores de 60 cms se podrán analizar separadamente.

- Cuando las intercalaciones son mayores de 60 cms y los segmentos de carbón son mayores a 0.70 mts cada segmento se considerará como un manto individual, tomando los 15 cms, de techo y del piso de cada manto resultante.

- Aproximadamente 15 cms de techo y base de cada manto de carbón deberán ser también muestreados para futuras mezclas, con el correspondiente manto de carbón.

- La cantidad de muestra de roca de techo o piso, o intercalaciones a diluir se hará de acuerdo a cada caso, dependiendo del tipo y forma de explotación.

- Todas las muestras, pero en especial la de los segmentos de carbón, deberán ser empacadas y selladas con sus correspondientes etiquetas en plástico y el tiempo entre colección de la muestra y el envío al laboratorio deberá ser el mínimo posible.

PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE PRODUCCION

A continuación se hace un resumen sobre las normas de muestreo ISO Y ASTM, algunas consideraciones prácticas que se deben tener en cuenta cuando se muestrea carbón de producción, o sea, carbón que ya ha sido arrancado o extraido del manto por operaciones mineras.

Para cualquier información adicional, se deben consultar las normas ISO 1975 - 1988 (E) o ASTM D-2234.

Antes de tomar la muestra debe decidirse acerca del tamaño requerido para los diferentes ensayos.

Las muestras deben ser representativas de la mayor cantidad de carbón producido y con un mínimo de 12 incrementos cada una. Se debe incluir más de una muestra, sobre todo al considerar que se deben analizar aparte varias características del carbón o del sistema de explotación, por ejemplo, cuando hay varios métodos de minería, minería selectiva, mantos anómalos, carbón meteorizado en algún porcentaje, etc.

El número de incrementos para muestrear carbón hasta 1.000 toneladas se presenta en la Tabla No. 1.

TABLA No. 1.

Número de Incremento para Suministros de hasta 1000 Toneladas según Normas ISO

ESTADO DEL CARBON	CARBON LAVADO	CARBON SIN LAVAR
Bandas transportadoras y similares	16	32
Vagones, volquetas y barcazas	24	48
Barcos y pilas	32	64

Cabe anotar que por lo general, durante el programa de caracterización, se muestrea carbón sin lavar. En general, no se recomienda muestrear barcos ni pilas.

Cuando se muestrea en un sistema de transporte continuo (vagones, volquetas, etc.) se recomienda tomar por lo menos tres incrementos por cada unidad de transporte.

Para suministro de más de 1000 toneladas y menores de 10.000, se debe multiplicar el

número de incrementos por el factor:

$$N2 = N1\sqrt{\text{Suministro (Toneladas)} / 1.000}$$

Donde: N1 es el número de incrementos específicos en la tabla 1 y N2 es el número de incrementos requeridos.

Por ejemplo, para muestrear 4.000 toneladas de carbón sin lavar, en una banda transportadora, el número mínimo de incrementos será de 64.

Otro procedimiento para suministros de más de 1.000 toneladas, es dividir en sub-lotes el suministro, para luego tomar incrementos que conformen una muestra por cada sub-lote.

En el caso de pilas mayores de 10.000 toneladas, se deberá dividir la pila en sub-lotes menores a 10.000 toneladas y utilizar el proceso descrito.

El tamaño mínimo de los incrementos, o sea el peso mínimo de cada incremento, se obtiene de las expresiones:

P = 0.60 D Cuando D < 150 mm y
P = 10 Kgs Cuando D > 150 mm

Donde P es el peso mínimo de cada incremento en kilogramos; P debe ser siempre mayor de 0.5 Kgs y D es el tamaño tope del carbón en milímetros (95% del material tiene un tamaño igual o menor). Por ejemplo para carbón de 2" (50.8 mm) el peso mínimo de los incrementos deber ser 3.05 kgs. Para tamaños de partículas mayores de 150 mm se recomienda tomar incrementos de peso mayor o igual a 10 kgs. (Figura 15).

Cuando se muestrean líneas continuas de producción, como bandas transportadoras o cuando se muestrea con dispositivos como cucharas, tubos o palas, el tamaño de éstos debe ser por lo menos 2.5 veces mayor que el tamaño tope del carbón. (Figuras 15 y 16).

Figura 15
Errores Comunes en la Toma de Incrementos

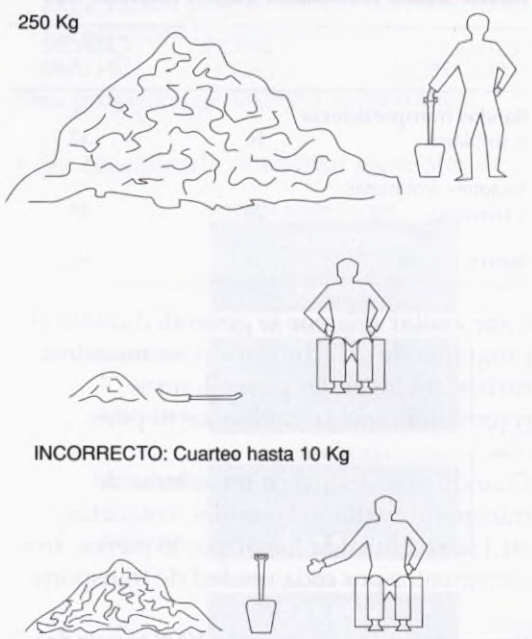


Figura 16
Pala de Mano. Carbon Hasta 50 mm.

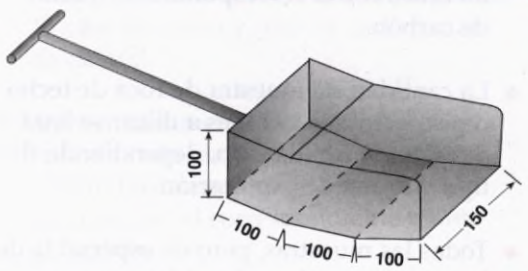
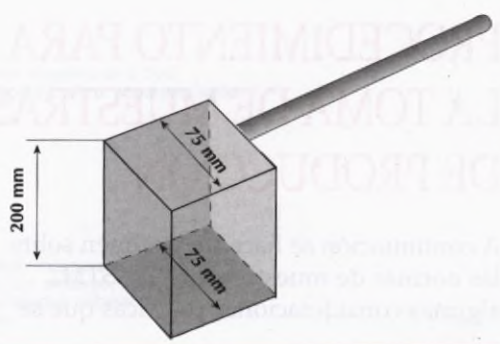


Figura 17
Cucharon para Fino Hasta de 25 mm.

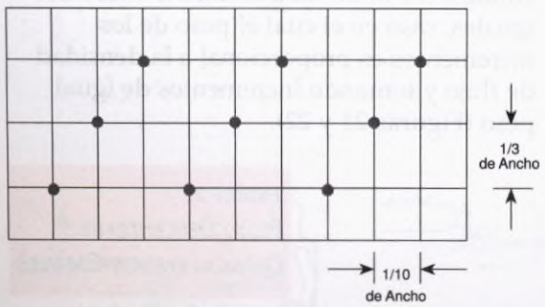


El principal error en el muestreo consiste en tomar incrementos en lugares no representativos, por ejemplo, tomarlos de un solo lado del vagón, volqueta, pala, etc., no alcanzar toda la profundidad en las pilas, o usar dispositivos de muestreo que no tengan capacidad para colectar carbones de gran tamaño.

Muestreo de volquetas, camiones o vagones

Cuando se muestrea antes del descargue, se debe remover previamente una capa de por lo menos 30 cms y se elegirán los lugares de muestreo en puntos espaciados regularmente en zig-zag (ver Figura 18), con una pala u otro instrumento en cada sitio elegido. Cuando se encuentren trozos grandes, se deben tomar pequeñas porciones de cada trozo. Se evitará que los incrementos sean tomados muy superficialmente o de un solo lado de la volqueta o vagón.

Figura 18
Localizacion de los Puntos de Muestreo en Volqueta o Vagon.



Cuando se muestrea durante el descargue, la muestra debe abarcar todo el ancho del material en movimiento o por lo menos debe ser tomada en tres lugares del ancho total; se debe efectuar el muestreo durante todo el descargue.

Cuando se muestrea después del descargue, se deben tomar los incrementos a diferentes alturas del talud formado, retirando previamente una capa delgada correspondiente al último carbón descargado.

Si no es posible muestrear con instrumentos el fondo del vagón o volqueta, se debe hacer un hueco en el carbón, que permita colectar con una pala un incremento desde el fondo hasta la parte superior del hueco, evitando que trozos de carbón se deslicen por la pared del hueco y se incorporen a la muestra.

En este programa los métodos descritos no deben utilizarse cuando existan capas de carbón de distinta fuente.

Muestreo de barcos y pilas

Los métodos descritos a continuación deberán emplearse sólo cuando no haya posibilidad de muestrear líneas continuas o durante el cargue o descargue del carbón.

Se debe tener en cuenta que en todos los casos, cada incremento tomado representa sólo una pequeña zona correspondiente al área y profundidad de donde se toma. Para llegar al fondo de las pilas, es necesario abrir con palas, de tal manera que las paredes formadas tengan un ángulo menor que el ángulo natural de reposo; en estos casos se deben tomar incrementos desde el fondo del hueco hasta el tope.

Por lo general los puntos de muestreo estarán uniformemente espaciados sobre la superficie del carbón expuesto, o a medida que se ha cargado o descargado la bodega del barco o la pila.

Si la pila es muy grande o de forma normal, se recomienda diseñar un plan de muestreo sobre un plano que incluya las profundidades a las cuales llegarán los huecos y la división de muestras por sub-lotes, cuarteos, etc., teniendo especial cuidado al muestrear la capa superficial que tiene una calidad distinta al resto del carbón, debido a la exposición al viento, segregación de tamaños, contenidos de humedad, etc.

Si se depositan distintos tipos de carbón, o si se deposita un mismo carbón en bodegas

o áreas diferentes, se debe muestrear cada carbón y cada sitio separadamente.

Cuando se muestrean pilas y barcos, se deben tener en cuenta las siguientes características del carbón almacenado o en reposo:

- Hay segregación de los tamaños de las partículas concentrándose las más finas en el fondo.
- Originalmente cuando se descarga el carbón, los terrones gruesos van concentrándose al fondo, pero cuando llueve o sopla el viento, los finos tienden a acomodarse dentro de los gruesos situados en el fondo.
- La superficie del carbón es más propensa a la oxidación.
- La humedad tiende a incrementarse en el interior de la masa de carbón.

Muestreo en bandas transportadoras

Es el sistema de muestreo más confiable, ya sea en banda estacionaria (detenida para la toma de muestras - Figura 19) o en movimiento (Figura 20); más aun, el método en la banda estacionaria, que es el más preciso, puesto que evita todo tipo de error sistemático, se utiliza para chequear otros métodos.

Figura 19
Bastidor para Muestreo en Banda Parada

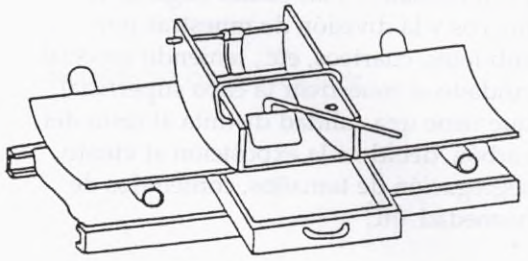
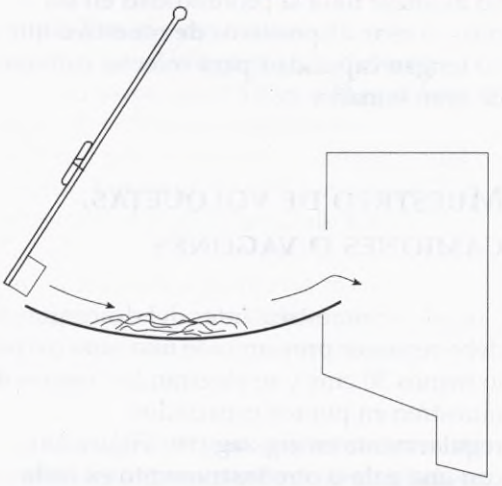


Figura 20
Banda Movil - Brazo de Arrastre



Para evitar errores sistemáticos, el lapso entre la toma de incrementos sucesivos, no debe coincidir con ninguna periodicidad natural en la cantidad o calidad del carbón a muestrear, también se debe evitar tomar muestras al comienzo o al final del flujo. Los incrementos se pueden tomar a mano, con dispositivos especiales (palas, canastas, separadores) o automáticamente.

Existen dos sistemas de muestreo en bandas: tomando incrementos a intervalos iguales, caso en el cual el peso de los incrementos es proporcional a la densidad de flujo y tomando incrementos de igual peso (Figuras 21 y 22).

Figura 21
Flujo Descendente - Division en dos Canales

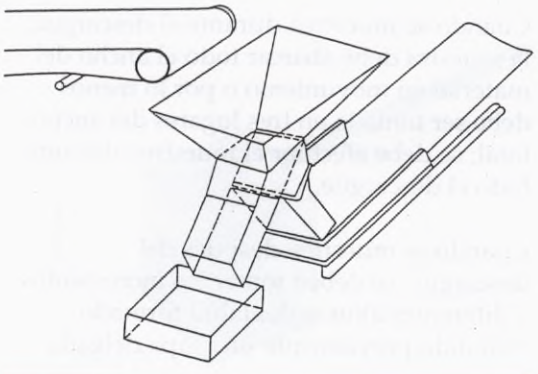
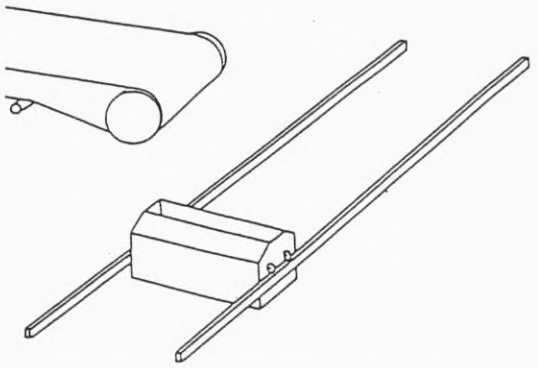


Figura 22
Flujo Descendente - Vasija Ranurada



Se utiliza el muestreo basado en el tiempo, con el dispositivo muestreador a velocidad constante, cuando las características del lote a muestrear son regulares y uniformes.

Se utiliza el muestreo basado en el peso, o muestreo auto proporcional en el cual, la relación de pesos entre el incremento y la masa total siempre es constante (velocidad variable del dispositivo muestreador, según la rata de flujo de carbón en la banda), cuando las características del lote son variables (Figura 23).

ANALISIS FISICO QUIMICOS Y PETROGRAFICOS DURANTE LA FASE DE EXPLORACION Y DESARROLLO

Analisis basicos

A cada una de las muestras de carbón y algunos techos, pisos e intercalaciones correspondientes, se les practicarán los análisis básicos para determinar la tendencia primaria de utilización. (Figuras 24, 25, 26 y 27).

Así mismo, los resultados de los análisis, para su posterior manejo, deberán almacenarse ordenadamente, tal como lo muestra la figura 28.

MUESTRAS DE CARBON

Se les practicará: Preparación, Humedad total, Humedad residual, Humedad de

Figura 23
Errores Comunes en el Muestreo de Bandas Transportadoras

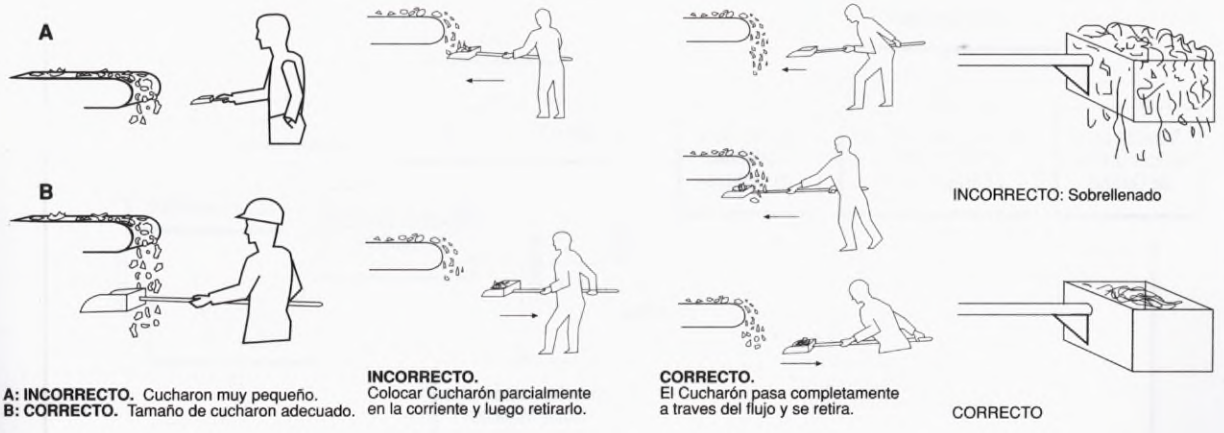


Figura 24
Diagrama para Preparacion de Muestras

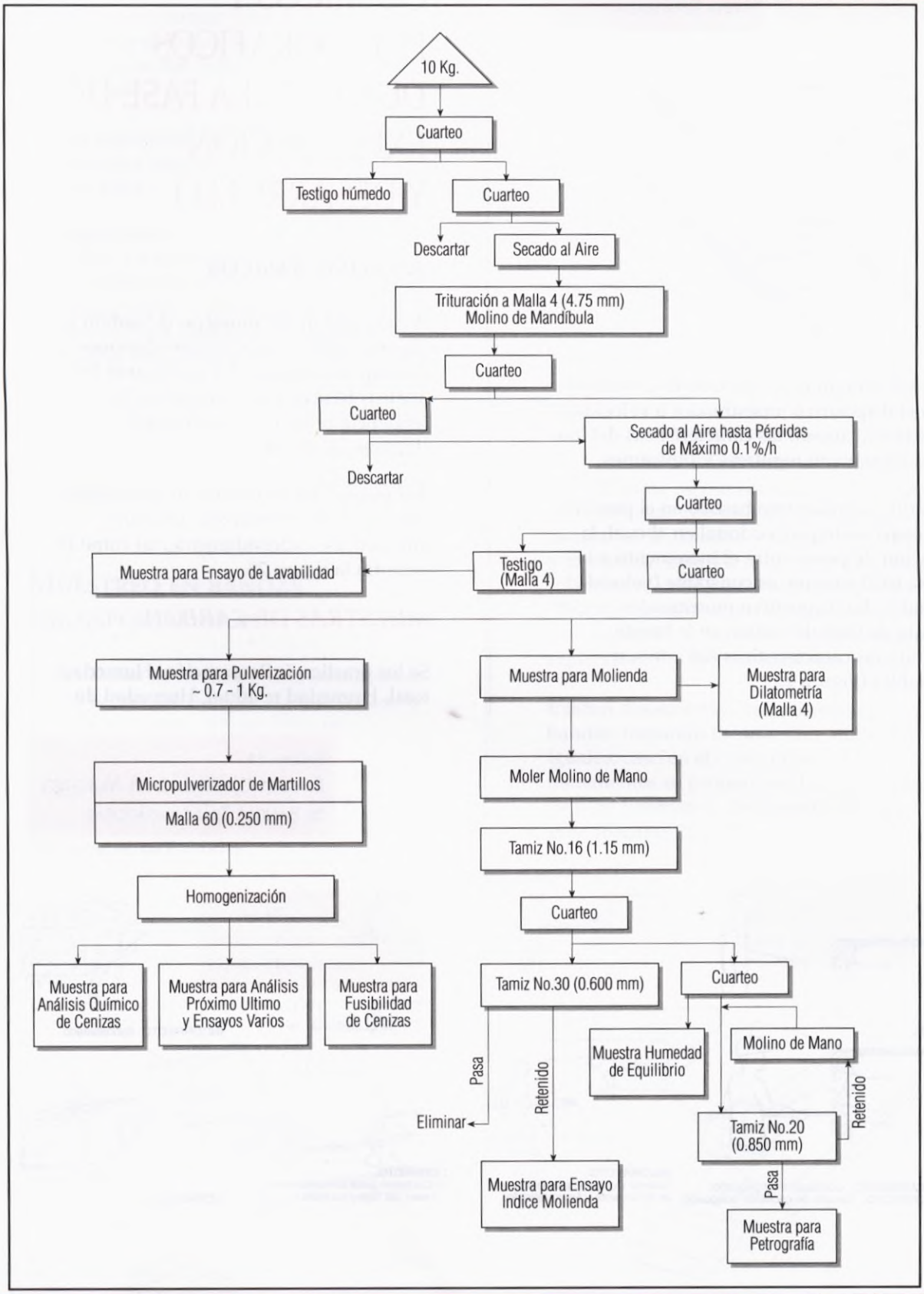


FIGURA 25

ANALISIS FISICOS, QUIMICOS, GRANULOMETRIA Y LAVABILIDAD PARA MUESTRAS DE CANAL

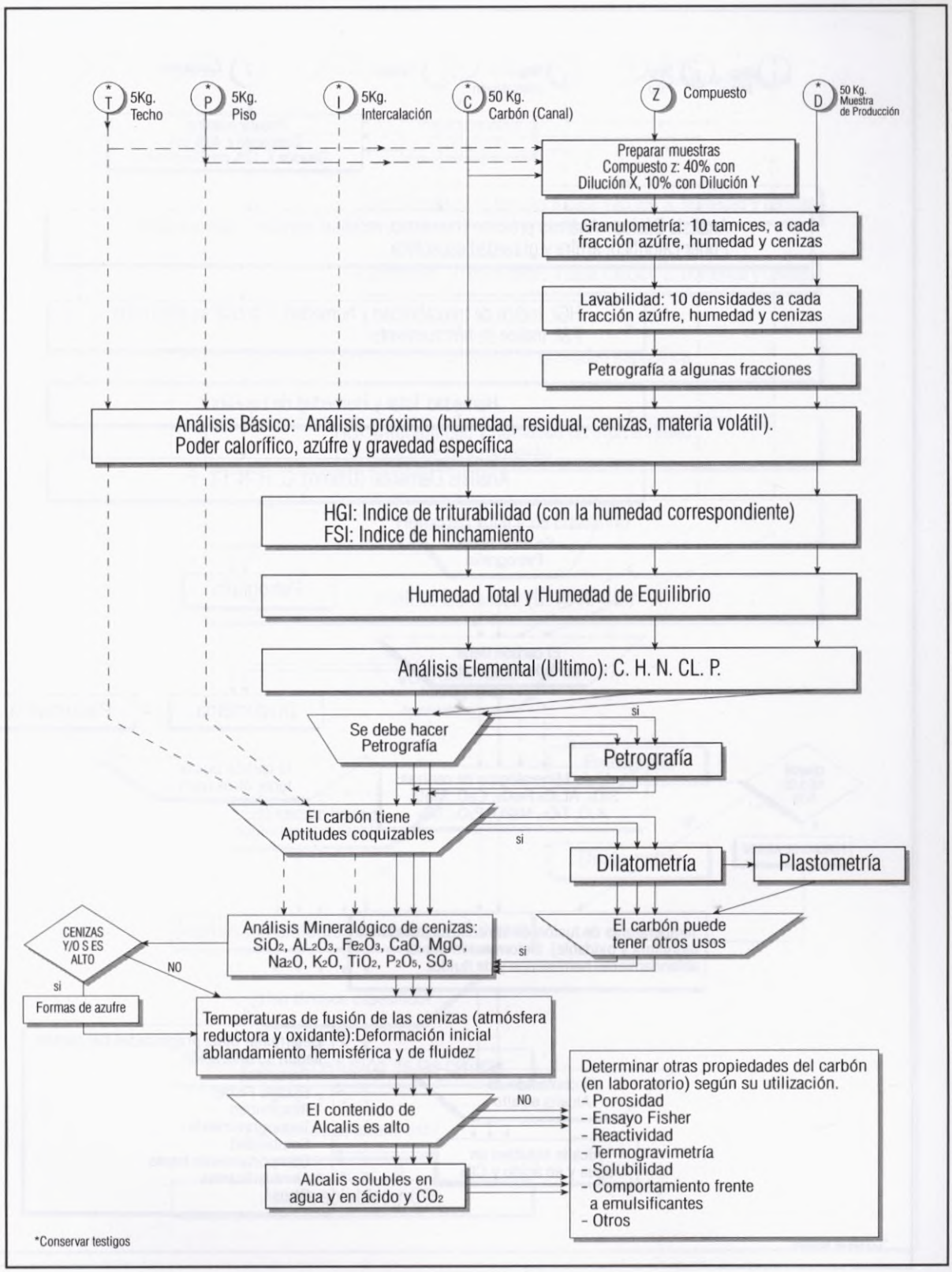


Figura 26

Analisis Fisicos, Quimicos de Laboratorio para Nucleos Provenientes de Programas de Exploracion y Desarrollo

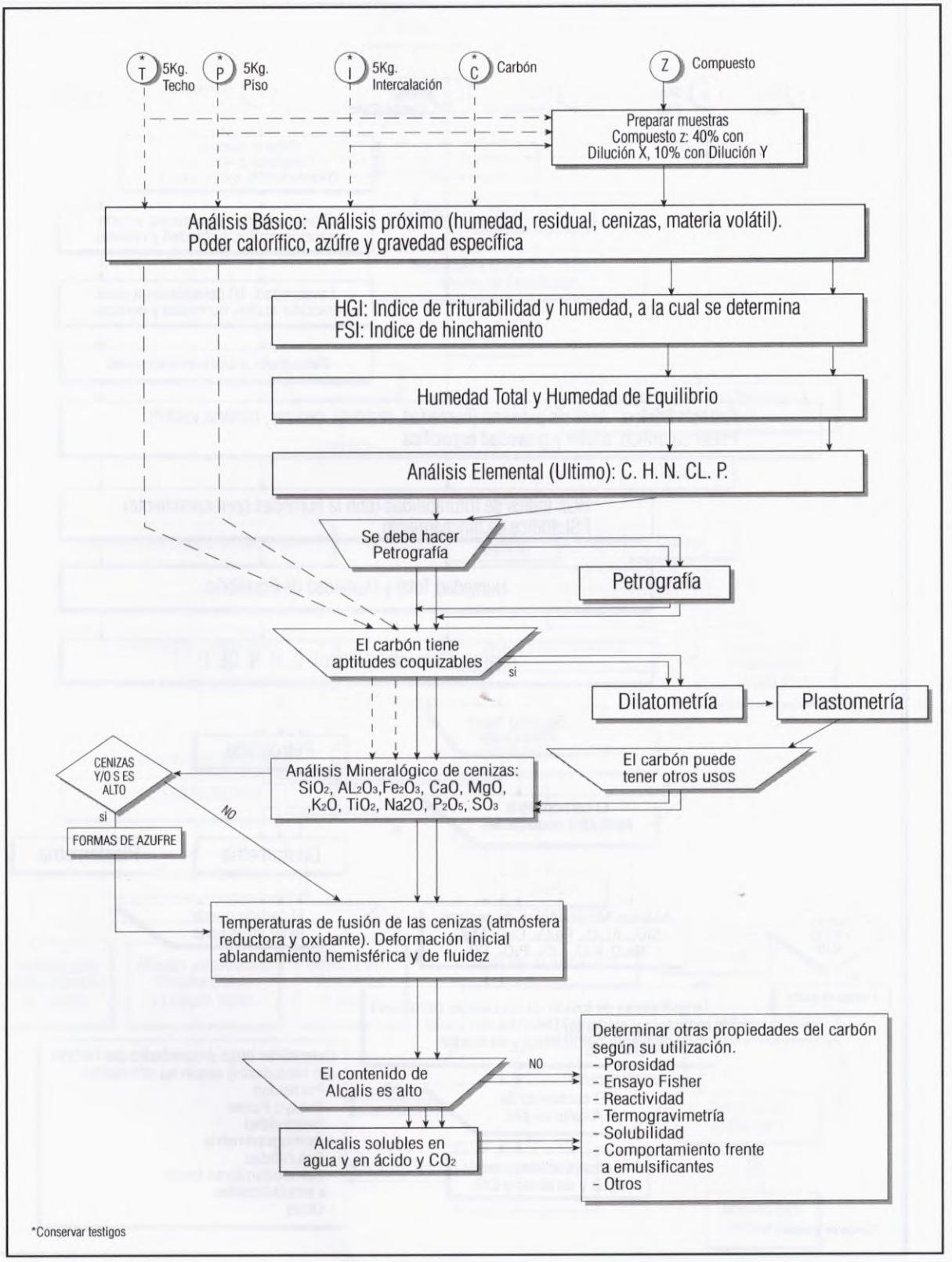


Figura 27
Analisis Fisico - Quimicos
Granulometria Lavabilidad

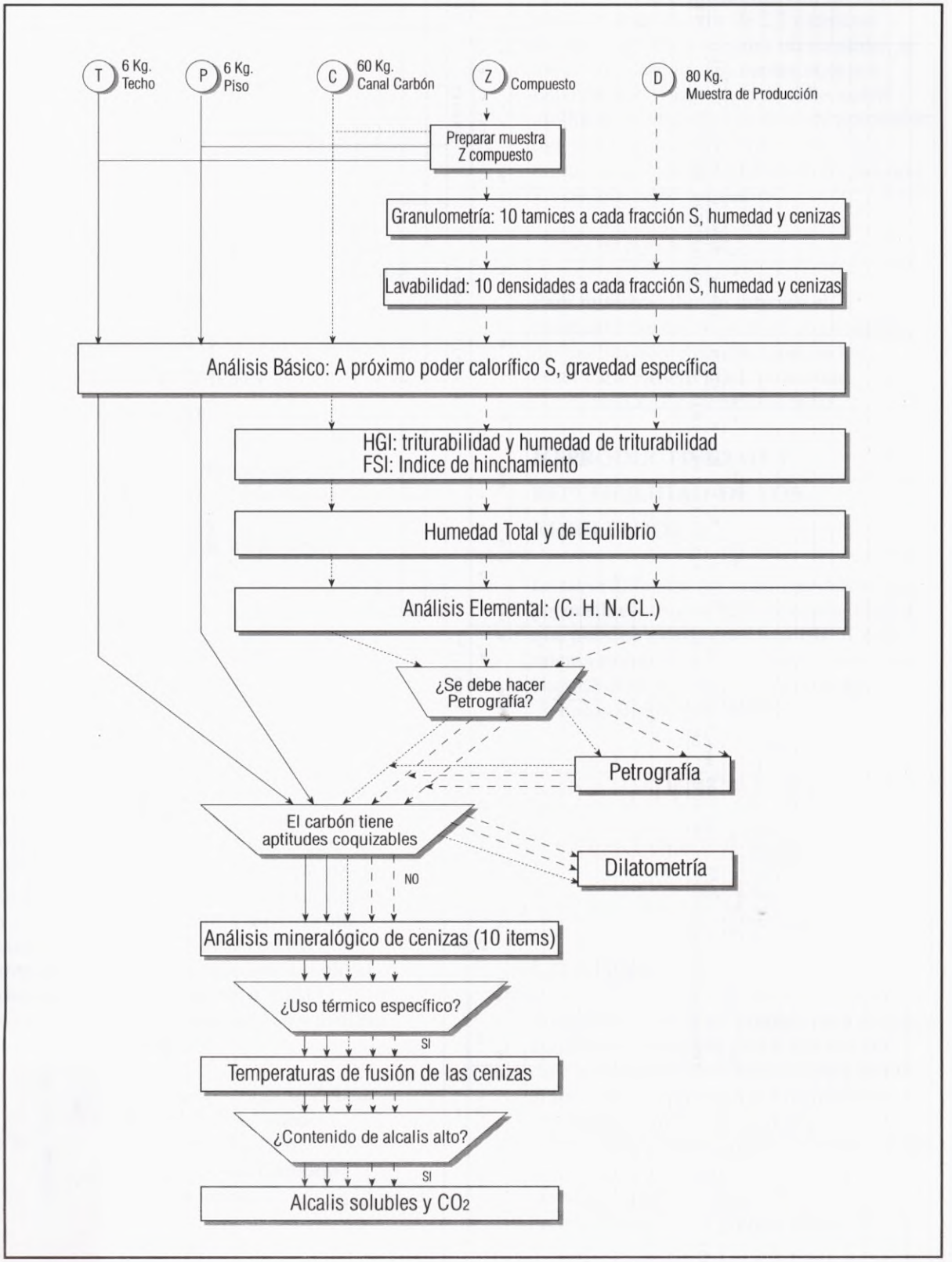


FIGURA 28
REGISTRO ANALISIS QUIMICO

YACIMIENTO: _____
MANTO: 1 3
ANEXO: _____ Hoja No. _____

COMO SE RECIBE

No. 4	POZO 5 9	LINEA 10 15	SEGMENTO 16 20	INTERCAL. 21 24	HUMEDAD 25 28	CENIZA 29 32	VOLATILES 33 36	AZUFRE 37 41	BTU 42 46	COLOR/GRM 47 51	H.HGI 52 55

	POZO	AZUFRE		ANALISIS ELEMENTAL				ANALISIS MINERALOGICO DE CENIZAS (%)									
No. 4	5 9	PIRITA 10 14	SULFATO 15 19	C 20 23	H 24 27	N 28 31	CL 32 36	SI 02 37 40	AL_2O_3 41 44	Fe_2O_3 45 48	Na_2O 49 52	K_2O 53 56	$Ca O$ 57 60	$Mg O$ 61 64	$Ti O_2$ 65 68	P_2O_5 69 72	SO_3 73 76	

No.	POZO	ATMOSFERA REDUCTORA				ATMOSFERA OXIDANTE				GRIN. DABILYT	IND. HINCHAM.	HUMEDAD EQUILIBRIO	SOLUBILIDAD EN AGUA		SOLUBENACID		G	I. AGCO
4	5 9	INICIAL	H = W	H = W /2	FLUID	INICIAL	H = W	H = W /2	FLUID .				Na 2O	K 2 O	Na 2O			
		10 13	14 18	19 23	24 28	29 33	34 38	39 43	44 48	49 51	52 54	55 58	59 63	64 68	69 73		74 77	

equilibrio, Materia volátil, Cenizas, Carbono fijo (por diferencia), Poder calorífico, Azufre total, Gravedad específica verdadera, Indice de molienda - HGI (y humedad a la que se determine), Carbono, Hidrógeno, Nitrógeno, Oxigeno (por diferencia), Formas de azufre e Indice de hinchamiento (FSI)

MUESTRAS DE RESPALDOS E INTERCALACIONES

Se les practicará: Preparación, Humedad residual, Materia volátil, Carbono fijo (por diferencia), Cenizas, Poder calorífico, Azufre total y Gravedad específica verdadera*.

ENSAYOS ESPECIFICOS Y TECNOLOGICOS

Luego de conocer las tendencias de utilización del carbón con base en los anteriores análisis y con los testigos existentes se practicarán los ensayos específicos y tecnológicos.

CARBONES TERMICOS Y MEZCLAS CARBON-AGUA (SLURRIES)

A las muestras de carbones térmicos se les practicarán los siguientes ensayos: Análisis mineralógico de cenizas: SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO, K_2O, Na_2O, TiO_2, P_2O_5, SO_3 y pérdidas por calcinación, temperatura de fusión de cenizas, en atmósfera reductora y en atmósfera oxidante, Cloro, Alcalis solubles en agua y en ácido (si los porcentajes de sodio y potasio son altos), determinación de elementos traza, reactividad hacia la combustión y análisis termogravimétrico.

Para las mezclas carbón - agua se deben calcular y evaluar relaciones entre paramétros tales como: Relación Carbono/Oxígeno, relación Carbono Fijo/Materia Volátil y otros.

CARBONES COQUIZABLES

A las muestras de carbones con características coquizables, con un índice de hinchamiento mayor de 2.5 y cenizas menores al 10% (carbones no lavados), se les practicarán los siguientes ensayos: Dilatometría, plastometría, reflectancia media de la vitrinita, análisis de macerales, determinación de fósforo en cenizas y ensayos de lavabilidad flotado/hundido a 1.3 de gravedad específica.

OTROS PROCESOS

Para muestras donde interese el comportamiento del carbón en procesos de gasificación y licuefacción, se les practicará: Reactividad, porosidad, permeabilidad y elementos traza.

REPRODUCTIVIDAD Y REPETIBILIDAD DE LOS RESULTADOS

La tabla 2, ilustra las máximas diferencias permisibles, con un 95% de confiabilidad, que pueden existir en el análisis de una misma muestra en dos ensayos sucesivos (repetibilidad), o en dos laboratorios distintos (Reproductividad).

DESCRIPCION MACROSCOPICA DE CARBONES

LITOTIPOS

En término litotipo se emplea para designar las diferentes bandas de los mantos de carbón identificables macroscópicamente. Estos litotipos presentan características diferentes según la naturaleza, las condiciones de depositación y la extensión de la alteración bioquímica durante la carbonificación de los diferentes componentes de las plantas originales, lo

* Para carbones térmicos, a los respaldos de techo y piso se les debe practicar análisis mineralógico de cenizas.

TABLA No. 2.

Límites de Precisión según Normas ASTM

NORMA	ANALISIS	RANGO	REPETIBILIDAD	REPRODUCTIVIDAD
D 2961	HUMEDAD TOTAL		0.3%	0.5%
D 3173	HUMEDAD RESIDUAL	< 5%	0.2%	0.3%
		> 5%	0.3%	0.5%
D 1412	HUMEDAD DE EQUILIBRIO	< 5%	0.3%	0.5%
		5 - 15%	0.5%	1.0%
		> 15%	1.0%	1.5%
D 3174	CENIZAS	Sin carbonatos	0.2%	0.3%
		Con Carbonatos	0.3%	0.5%
		> 12%	0.5%	1.0%
D 3175	MATERIA VOLATIL	Bituminoso	0.5%	1.0%
		Sub-bituminoso	0.7%	1.4%
		Lignito	1.0%	2.0%
D 3176	AZUFRE	< 2%	0.05%	0.1%
		> 2%	0.1%	0.2%
D 3176	CARBONO		0.3%	
D 3176	HIDROGENO		0.07%	
D 3176	NITROGENO		0.05%	
D 2015	PODER CALORIFICO		50 BTU/lb	100 BTU/lb
D 2492	AZUFRE COMO SULFATO		0.02%	0.04%
D 2492	AZUFRE PIRITICO	< 2%	0.05%	0.3%
		> 2%	0.1%	0.4%
D 2361	CLORO		0.03%	0.06%
D 409	MOLTURABILIDAD (HGI)		2 puntos	3 puntos
D 1857	FUSION DE LAS CENIZAS		50°F	100-150°F
D 3682	ELEMENTOS DE LAS CENIZAS			
	SiO_2		2.0%	4.0%
	Al_2O_3		1.0%	1.0%
	Fe_2O_3		1.0%	2.0%
	TiO_2		0.2%	0.4%
	P_2O_5		0.2%	0.4%
	CaO	< 2%	0.25%	0.5%
	CaO	> 2%	1.0%	1.0%
	MgO	< 2%	0.2%	0.2%
	MgO	> 2%	0.2%	0.6%
	Na_2O	< 5%	0.1%	0.2%
	Na_2O	> 5%	0.5%	0.7%
	K_2O		0.1%	0.2%
	SO_3	< 1%	0.1%	0.2%
	SO_3	1-5%	0.2%	0.4%
	SO_3	5-10%	0.4%	0.8%
	SO_3	10-20%	0.5%	1.0%
D 1812	PLASTOMETRIA GIESELER		5°C	
			10 ddpm	
D 2798	REFLECTANCIA		0.02%	

cual determina el tipo de carbón.
Según que los carbones sean húmicos, sapropélicos, etc., así mismo se componen de litotipos diferentes. La descripción de los litotipos en un manto de carbón es importante ya que:

- Los litotipos permiten identificar y correlacionar un manto, puesto que las bandas en el carbón generalmente tienen una extensión lateral bastante considerable por delgadas que éstas sean.
- Los litotipos están relacionados con los ambientes de sedimentación del carbón.
- Las características macroscópicas de los carbones están relacionadas con la producción de finos.

La tabla 3. muestra las características de los litotipos de los carbones húmicos y sapropélicos, así como sus propiedades más importantes.

TABLA No. 3

Tipos y Litotipos de los Carbones Bituminosos

TIPOS DE CARBON	LITOTIPO	CARACTERISTICAS RECONOCIBLES MACROSCOPICAMENTE
CARBON HUMICO	VITRENO	Brillante, negro, quebrado, frecuentemente fisurado, rompe en forma de pequeños cubos, fractura concoidea.
	CLARENO	Semibrillante, negro y muy finamente estratificado.
	DURENO	Mate, negro o gris, duro, superficie rugosa, apariencia grasosa.
	FUSENO	Mate (lustre sedoso), negro, fibroso, blanco, quebradizo y friable.
SAPROPELICO	CARBON CANNEL	(Ampelita) lustre mate (o ligero graso), negro, homogéneo sin estratificación, muy duro, de fractura concoidea, trazo negro.
	CARBON BOGHEAD (TORBANITAS)	Como el cannel, pero de apariencia algo parda, trazo café.

LITOTIPOS DE LOS CARBONES HUMICOS

Los carbones húmicos presentan bandeamientos que usualmente se conocen como: vitreno (bandas brillantes), Clareno (bandas semibrillantes), Dureno (bandas opacas) y Fuseno (de apariencia de carbón vegetal).

Las intercalaciones de los diferentes litotipos en el manto produce los llamados "Carbones Bandeados".

Vitreno (carbón brillante): Es negro, brillo vítreo, frecuentemente se presenta muy diaclasado (cleats), rompe en forma de pequeños cubos, fractura concoidea característica. En la descripción macroscópica de mantos, el vitreno corresponde a capas de carbón muy brillantes de espesor de más de 10 mm. Las bandas de menor espesor se incluyen dentro del clareno. Bajo el microscopio el vitreno está constituido por los micro-litotipos, vitrita y clarita.

Las propiedades del vitreno varían con el grado de carbonificación y se observa que dentro del rango de los carbones coquizables, estas se relacionan con el contenido de vitreno. El vitreno es el maceral más uniforme en pureza, puesto que contiene el mínimo contenido de materia mineral.

Clareno: Este litotipo comprende las bandas muy finas que constituyen los carbones: su espesor individual es inferior a los 10 mm. Tiene un brillo que varía entre el vitreno y el dureno. El clareno es el constituyente más abundante en los carbones húmicos. Está formado por bandas alternas de vitreno, dureno y en ocasiones de fuseno. Visto al microscopio el clareno consta de los siguientes microlitotipos : vitrita, clarita, durita, trimacerita y fusita.

Dureno (Carbón opaco): Varía de negro a gris, siempre mate, de apariencia grasosa, duro y consecuentemente se rompe en grandes bloques. Las superficies de su fractura son ásperas o rugosas. Sólo las bandas de espesor de más de 10 mm, se consideran como dureno y bandas más delgadas se consideran como clareno. Las bandas de dureno son menos frecuentes que las de vitreno y clareno, pero en ocasiones pueden confundirse con arcillolitas finalmente laminadas. Visto al microscopio el dureno está constituido por los microlitotipos: durita, trimacerita y algunas veces clarita rica en exinita.

Fuseno: De apariencia muy similar al carbón vegetal, lustre sedoso, negro, frecuentemente fibroso y usualmente poco consolidado y friable. En la mayoría de los

casos el fuseno se presenta en el manto en forma de lentes con algunos centímetros de grueso y algunos centímetros de largo, es el componente "sucio" y el único constituyente del carbón que tizna los dedos.

El fuseno no es coquizable y generalmente presenta contenidos de poder calorífico y carbono fijo relativamente altos.

Carbones Sapropélicos: Los carbones sapropélicos difieren macroscópicamente de los carbones húmicos por la falta de estratificación, textura homogénea y la gran resistencia. Los carbones sapropélicos de bajo rango se distinguen químicamente por un alto contenido de hidrógeno y una relativa alta proporción de materia volátil, gas y alquitrán. Estos carbones se dividen en: Carbones Cannel y Boghead o Torbanitas, con transiciones entre ambos.

Carbones Cannel: Son negros y mates, algunas veces con un lustre grasoso. Producen trazo negro. Son muy homogéneos, compactos y se rompen en fractura concoídea.

Microscópicamente se pueden reconocer que los carbones cannel no presentan ninguna o muy poca alginita (restos de algas), en contraste con los Boghead. Por otra parte son muy ricos en esporas. Una característica muy importante de los cannel es su casi uniforme tamaño de las partículas constituyentes.

Carbones Boghead: Son muy similares a los carbones cannel, cuales a veces pueden distinguirse por su color algo pardo y el trazo café. Su maceral característico es la alginita.

BIBLIOGRAFIA

ASTM, 1987. Gaseosus Fuels: Coal and Coke; Atmospheric Analysis. Annual Book of ASTM STANDARDS. Philadelphia, U.S.

CARBOCOL. "Guías para Muestreo en Capas de Carbón y Análisis Químicos y Tecnológicos".
Documentos para Discusión.

CIASCHI, R. 1979. "Parámetros de la calidad del Carbón y del Coque en la Industria Siderúrgica".
Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.

ELLIOT, M., 1981. Chemistry of Coal Utilization NAS-NRC. Committe 1981on Chemistry of Coal. 2nd. Suplementary vol. Willey Interscience. US.

GUARIN, G. 1983. Primer Seminario Nacional sobre Control de Calidad de Carbones. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas. Centro del Carbón, Ademinas - Medellín.

ISO, 1975. Hard Sampling. International Standard 150-1988-1975 (E) Switzerland.

LEXIQUE INTERNATIONAL DE PETROGRAFIE DES CHARBONS. Centro Nationale de la Recherche Scientifique, 15 Quai Anatole France. Paris (7e), 1963.

LOWRY, H. 1976. Chemistry of Coal Utilization NAS-NRS. Council Committe. Vol. 1. John Willey & Sons. U.S.

RAMIREZ, P. 1984. "Carbones, Muestras, Preparación y micro-petrografía. Notas de Laboratorio". Universidad Nacional de Colombia. Centro Nacional del Carbón - Medellín.

ROSAS, H. 1980. Creación del Banco de Información sobre Depósitos Minerales - BIDEM para procesamiento de datos por Computador INGEOMINAS. Circular No. 1, Bogotá.

SCHOPT, J.M. 1960. Field Description and Sampling of Coal Beds. U.S. Geological Survey. Bull III - B.U.S.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY, 1962. Guidelines for Sample Collecting and Analitical Methods Used in the U.S. Geological Survey for Determining Chemical Composition of Coal. U.S.

ANEXO 1.

RANGO DEL CARBON

La carbonificación es el proceso de desarrollo y evolución gradual por el cual las substancias vegetales de la turba fueron transformadas, en ausencia parcial de aire y bajo influencia de temperatura y presión, a través del tiempo geológico, en lignito y, subsecuentemente, en carbón. El término "rango" designa el estado alcanzado por un carbón en el curso de la carbonificación y se usa para clasificarlo según la tabla siguiente:

Esta clasificación no incluye unos pocos carbones especialmente variedades no bandeadas, los cuales tienen propiedades químicas y físicas no usuales que caen dentro de límites de carbono fijo o poder calorífico de los rangos bituminoso alto en volátiles y sub-bituminoso.

El rango del carbón se calcula utilizando las siguientes instrucciones tomadas de las especificaciones estándar para la clasificación del carbón por rango (ASTM D-388-77), en las cuales el carbono fijo y el poder calorífico se deben calcular en base libre de materia mineral y en base seca, de acuerdo a las fórmulas de Parr (1 y 2), o las siguientes fórmulas aproximadas (3 y 4). Cálculos en base libre de materia mineral:

Fórmulas de Parr:

1) $CFS_{lmm} = (CF - 0{,}15S) / [100 - (H + 1{,}08CZ + 0{,}55S)] \times 100$

2) $BTU_{hlmm} = (BTU - 50S) / [100 - (1{,}08CZ + 0{,}55S)] \times 100$

Fórmulas de Aproximación:

3) $CFS_{lmm} = CF / [100 - (H + 1{,}1CZ + 0{,}1S] \times 100$

4) $BTU_{hlmm} = BTU / [100 - (1{,}1CZ + 0{,}1S)] \times 100$

TABLA No.1

CLASE	GRUPO	CARBONO FIJO % Slmm[4]		PODER CALORIFICO Calorías/gramo Hlmm[5]		CARACTER AGLOMERANTE
		>	<	>	<	
I. ANTRACITA	1 Meta-Antracita	98				
	2- Antracita	92	98			NO
	3- Semi-Antracita[6]	86	92			
II. BITUMINOSO	1- Bituminoso Bajo Volátil	78	86			
	2- Bituminoso Medio Volátil	69	78			
	3- Bituminoso Alto Volátil A		69	7780[7]		COMUNMENTE AGLOMERANTE[8]
	4- Bituminoso Alto Volátil B			7220	7780	
	5- Bituminoso Alto Volátil C			6380	7220	
				5830	6380	AGLOMERANTE
III. SUB-BITUMINOSO	1- Sub-Bituminoso A			5830	6380	
	2- Sub-Bituminoso B			5280	5830	NO
	3- Sub-Bituminoso C			4610	5280	AGLOMERANTE
IV. LIGNITO	1- Lignito A			3500	4610	NO
	2- Lignito B				3500	AGLOMERANTE

[4] ***Slmm:*** Base seca libre de materia mineral.
[5] ***Hlmm:*** Base shúmeda libre de materia mineral. Se refiere a la húmedad que contiene el carbón como inherente natural, pero no incluye el agua visible sobre la superficie del carbón.
[6] Si aglomera, se clasifica como bituminoso bajo en volátiles.
[7] Carbones con carbono fijo > 69% se clasifican en esta categoria sin tener en cuenta el poder calorifico.
[8] Puede hacer variedades no aglomerantes en estos grupos de la clase de los bituminosos.

donde:

mm = Materia mineral
BTU = Unidades térmicas inglesas por libra (poder calorífico).
CF = Porcentaje de carbono fijo
H = Porcentaje de humedad
Cz = Porcentaje de cenizas
S = Porcentaje de azufre
Slmm = Base seca, libre de materia mineral.
hlmm = Base húmeda, libre de materia mineral.

Las cantidades anteriores son todas con base en la humedad inherente. Esta base se refiere al contenido natural de humedad del carbón o humedad de la capa, pero no incluye el agua adherida a la superficie del carbón.

Las siguientes expresiones, son útiles para convertir de una base a otra de análisis o presentación de resultados de laboratorio.

Las expresiones son factores de conversion.

TABLA No.2

DADO	ENCONTRAR			
	COMO SE DETERMINA (ad)	COMO SE RECIBE (ar)	SECO(d)	SECO LIBRE DE CENIZAS (daf)
COMO SE DETERMINA (ad)		$\frac{100\text{-Har}}{100\text{-Had}}$	$\frac{100}{100\text{-Had}}$	$\frac{100}{100\text{-Had-CZad}}$
COMO SE RECIBE (ar)	$\frac{100\text{-Had}}{100\text{-Har}}$		$\frac{100}{100\text{-Har}}$	$\frac{100}{100\text{-Har-CZar}}$
SECO (d)	$\frac{100\text{-Had}}{100}$	$\frac{100\text{-Har}}{100}$		$\frac{100}{100\text{-CZd}}$
SECO LIBRE DE CENIZAS (daf)	$\frac{100\text{-Had-CZad}}{100}$	$\frac{100\text{-Har-CZar}}{100}$	$\frac{100\text{-CZd}}{100}$	

Donde: Had (%) es la Humedad como se determina (análisis), Har (%) es Humedad como se recibe (Total), Czad (%) es el contenido de Ceniza como se determina, Czar (%) es la Ceniza total y CZd (%) es el contenido de ceniza en base seca.

TABLA No.3

Procedimientos para convertir valores en base como se determina a otras bases, del análisis último

PARAMETROS	COMO SE DETERMINA (ad)	SECO(d)	COMO SE RECIBE (ar)	
			Har y Oar incluyendo H y O en agua (Mar)	Har y Oar sin Incluir H y O como (Mar)
CENIZA CARBONO NITROGENO AZUFRE	Sin correción	$Pb = Pad \times \left(\frac{100}{100\text{-Mad}}\right)$	$Par = Pad \times \left(\frac{100\text{-Mar}}{100\text{-Mad}}\right)$	$Pb = Pad \times \left(\frac{100}{100\text{-Mad}}\right)$
HIDROGENO	Sin correción	$Hd = \left(\text{Had-0.1119Mad}\right) \times \left(\frac{100}{100\text{-Mad}}\right)$	$Har = \left[\left(\text{Had- 0.1119Mad}\right) \times \left(\frac{100\text{ -Mar}}{100\text{ -Mad}}\right)\right] + 0.1119\ Mar$	$Har = \left(\text{Had-0.1119Mad}\right) \times \left(\frac{100\text{-Mar}}{100\text{-Mad}}\right)$

PARAMETROS	COMO SE DETERMINA (ad)	SECO(d)	COMO SE RECIBE (ar)	
			Har y Oar incluyendo H y O en agua (Mar)	Har y Oar sin Incluir H y O como (Mar)
OXIGENO	$Od = 100 - CZ_{ad} - C_{ad} - H_{ad} - N_{ad} - S_{ad}$	$Oad = \left(Oad - 0.8881Mad\right) \times \left(\frac{100}{100-Mad}\right)$	$Oar = \left[\left(Oad - 0.8881Mad\right) \times \left(\frac{100-Mar}{100-Mad}\right)\right] + 0.881\ Mar$	$Oar = \left(Oad - 0.8881Mad\right) \times \left(\frac{100-Mar}{100-Mad}\right)$

Notas:

CZ =Ceniza en %
M = Humedad %
P = Símbolo Intercambiable, CENIZA, CARBONO, NITROGENO, AZUFRE
H = Hidrógeno %
O = Oxígeno %
ad = Como se determina
ar = Como se recibe
d = Base seca

Fórmulas para el Cálculo de la Dilución:

A. Análisis próximo o último

$$Xdil = \frac{Xcp\ [A \times (E - P) \times GE\ carbón] + Xr \times [A \times D \times GE\ roca]}{A \times (E - P) \times GE\ carbón + A \times D \times GE\ roca}$$

B. Análisis Mineralógico de Cenizas

$$Zdil = \frac{Zcp \times [A(E - P)\ GE\ carbón] \times Czcp + Zr\ [A \times D \times GEr\ ]\ Czr}{A \times (E - P) \times GE\ carbón \times Czcp + A \times D \times GE\ roca \times Cz\ roca}$$

donde:

Xdil = BTU/Lb o Cz del carbón con dilución o cualquier otro parámetro del análisis próximo o último.
Zdil = Na_2O o cualquier otro elemento de las cenizas del carbón con dilución.
Xr = BTU/Lb o cenizas de la roca.
Xcp = BTU/Lb o Cz del carbón puro.
Czcp = Contenido de cenizas del carbón puro.
Zcp = Idem a Zdil pero para el carbón puro
Czr = Contenido de cenizas de la roca.
Zr = Idem a Zdil pero para la roca.
E = Espesor del manto, mt.
P = Pérdida, mt.
D = Dilución, mt.
A = Area del manto (que se cancela).
GE = Gravedad específica verdadera.

ANEXO 2.

FORMATOS PARA LOS PROGRAMAS DE PERFORACION

FIGURA.. 1
INFORME DE PERFORACION

HOJA _____ DE _____

Tarjeta	IDENTIFICACION POZO		COORDENADAS		COTA (m)	FECHAS						Terminación	Taladro	DIMENSIONES				REGISTRO			TRICONO (m)	NIVEL DEL AGUA (m)	GEOLOGO	Zona Carbonífera	ACCION
	LINEA	POZO	NORTE	ESTE		Iniciación			Terminación					Diámetros		PROFUNDIDAD (m)	Diámetro mayor alcanzado cms	DENSIDAD	Resistividad	GAMMA					
						Año	Mes	Día	Año	Mes	Día			Boca (cms)	Principal (cms)										
1	2	8	13	22	31	37			43			49	50	51	53	55	61	63		66	72	76	78	80	
A																									

RESUMEN DE CARBONES

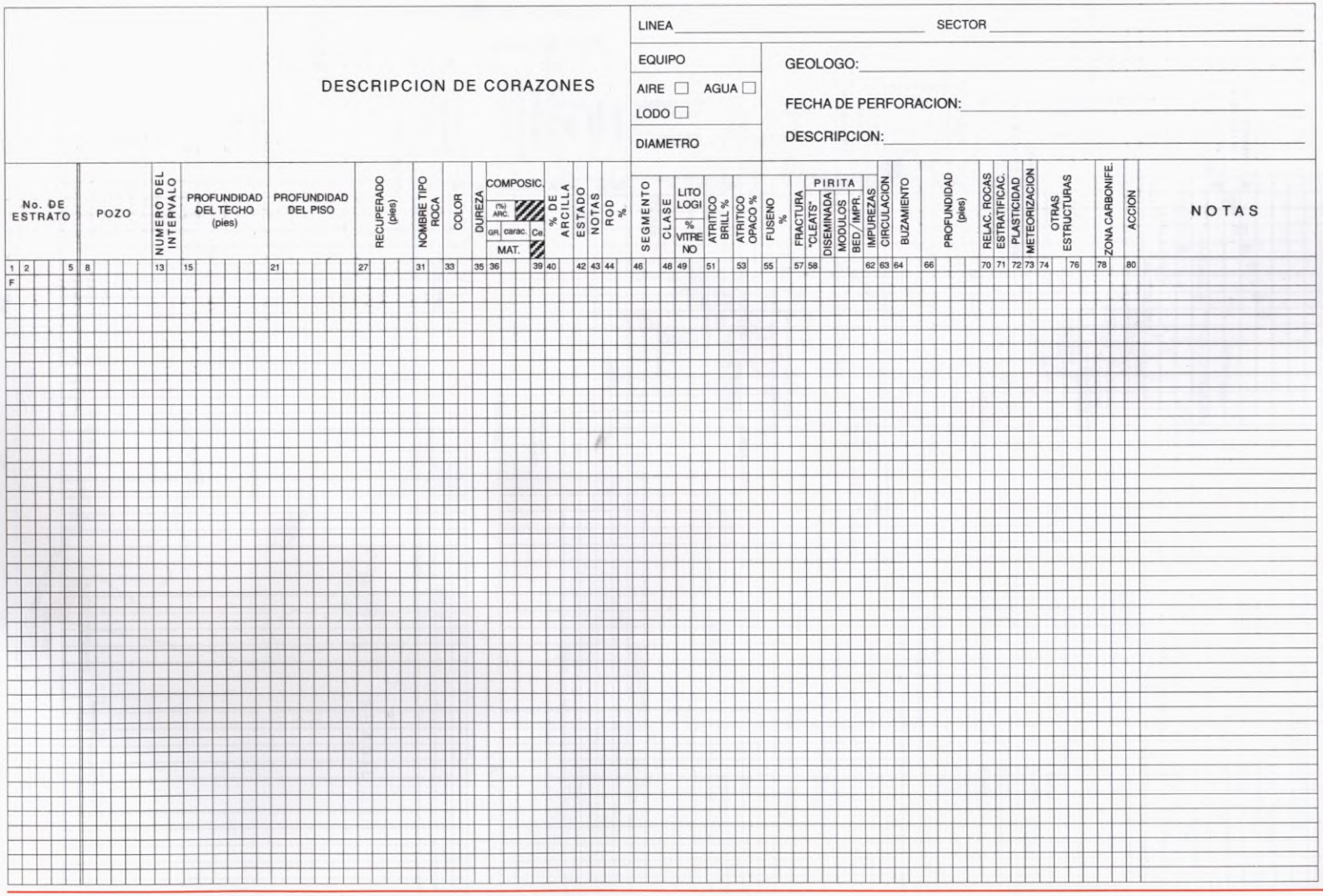
DUPLICAR EN TARJETA 8

1
9

No. Descripción	PROFUNDIDAD TECHO (m)	NOTA	PROFUNDIDAD PISO (m)	NOTA	ESTERILES (m)	CARBON NETO (m)	FUENTE	MANTO	UNION MANTOS	SECUENCIA	OBSERVACIONES
13	15	21	22	28	29	33	37	38	41	43 44	
Ø 1											
Ø 2											
Ø 3											
Ø 4											
Ø 5											
Ø 6											
Ø 7											
Ø 8											
Ø 9											
Ø 10											
Ø 11											
Ø 12											
Ø 13											
Ø 14											
Ø 15											
Ø 16											
Ø 17											
Ø 18											
Ø 19											
Ø 20											

DUPLICAR
78 80

Figura. 2
DESCRIPCION DE CORAZONES


DESCRIPCION DE CORAZONES

LINEA _____ SECTOR _____

EQUIPO

AIRE ☐ AGUA ☐

LODO ☐

DIAMETRO

GEOLOGO: _____

FECHA DE PERFORACION: _____

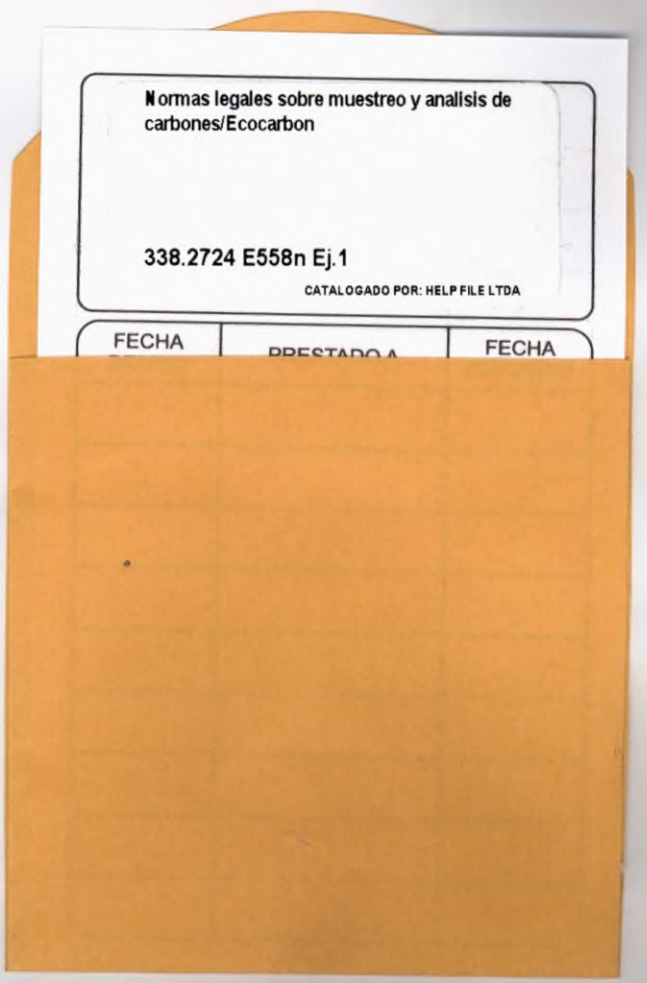
DESCRIPCION: _____

No. DE ESTRATO	POZO	NUMERO DEL INTERVALO	PROFUNDIDAD DEL TECHO (pies)	PROFUNDIDAD DEL PISO	RECUPERADO (pies)	NOMBRE TIPO ROCA	COLOR	DUREZA	COMPOSIC. (%) ARC. / GR. / carac. / Ce / MAT.	% DE ARCILLA	ESTADO	NOTAS	ROD %	SEGMENTO	CLASE	LITO LOGI % VITRE NO	ATRITICO BRILL %	ATRITICO OPACO %	FUSENO %	FRACTURA	PIRITA "CLEATS"	PIRITA DISEMINADA	PIRITA MODULOS BED./IMPR.	IMPUREZAS	CIRCULACION	BUZAMIENTO	PROFUNDIDAD (pies)	RELAC. ROCAS ESTRATIFICAC.	PLASTICIDAD	METEORIZACION	OTRAS ESTRUCTURAS	ZONA CARBONIFE.	ACCION	NOTAS
1 2 5	8	13	15	21	27	31	33	35	36 39	40	42	43	44	46	48	49	51	53	55	57	58			62	63	64	66	70	71	72	73	74	76	78	80	
F																																			

ZONAS CARBONIFERAS DE COLOMBIA-CODIFICACION

(Ver figura 29)

000	CERREJON
001	ZONA NORTE
002	CERREJON SARAHITA
003	EL DESCANSO
004	OREGANAL
005	PATILLA
006	CERREJON SUR
007	CESARITO
010	LA JAGUA
011	CERRO LARGO
012	SINCLINAL LA JAGUA
020	LA LOMA
021	EL BOQUERON
022	EL DESCANSO
023	CALENTURITA
024	LA AURORA
025	EL HATILLO
026	GUAIMARAL
030	SAN JACINTO
040	CIENAGA DE ORO
050	URABA
051	CAREPA
052	AHUYAMA
060	ALTO SAN JORGE
061	SAN JORGE
062	SAN PEDRO NORTE
063	SAN PEDRO SUR
064	URE
070	TARAZA - RIO MAN
080	PURI - CACERI
090	AMAGA-ANGELOPOLIS SOPETRAN
091	AMAGA
092	ANGELOPOLIS
100	VENECIA - TITIRIBI
101	VENECIA - BOLOMBOLO
102	VENECIA - PALMICHAL
103	TITIRIBI NORTE
104	TITIRIBI SUR
110	ANDES JARDIN
120	RIO SUCIO-QUINCHIA
130	ARANZAZU - SAN TAGUEDA
131	ARANZAZU
132	SANTAGUEDA
140	CATATUMBO
141	SARDINATA
150	ZULIA - LA DON JUANA
151	ZULIA - LA DON JUANA NORTE
152	ZULIA - LA DON JUANA SUR
160	PAMPLONA
161	PAMPLONA - PAMPLONITA
162	MUTISCUA
170	ANTICLINAL DE CUCUTA
180	TASAJERO
190	HERRAN - TOLEDO
200	PARAMO DE ALMORZADERO
201	CHITAGA
210	MIRANDA - MOLAGAVITA
220	SAN VICENTE - LEBRIJA
221	SAN LUIS OCCIDENTAL
222	SAN LUIS ORIENTAL
223	LA LOMA
230	LANDAZURI
240	EL COCUY
250	BOAVITA
260	JERICO - PAZ DE RIO-TOPAGA
261	JERICO
262	SOCOTA-SOCHA-TASCO
263	CORRALES-TOPAGA-MONGUA
270	SOGAMOSO
280	TUNJA-PAIPA-DUITAMA
290	CHECUA-LENGUAZAQUE-SAMACA
291	CHECUA-FLANCO OCCIDENTAL
292	CHECUA-FLANCO-ORIENTAL
300	SUESCA-ALBARRACIN
301	SUESCA
302	TIBITA
310	SUEVA-UMBITA-LAGUNA DE TOTA
320	BALSA-SUESCA-CHOCONTA
330	RIO FRIO
340	PUBENZA-DINDAL
350	SUBACHOQUE-LA PRADERA
360	FUSAGASUGA- EL SALTO
370	GUANTIQUIA
380	TERRITORIO VASQUEZ
390	VALLE DEL CAUCA
400	POPAYAN- MERCADERES
401	EL HOYO - MOSQUERA
410	TADO
420	SAN JUAN DE ARAMA
430	MURRUCUCU
440	LETICIA-PUERTO NARIÑO



ECOCARBON
EMPRESA COLOMBIANA DE CARBON LTDA.

PUBLICACION DEPARTAMENTO
DE COMUNICACIONES.

DISEÑO Y DIAGRAMACION:
ENLACE PERIODISMO INSTITUCIONAL

IMPRESION:
GRAFIVISION EDITORES

SANTAFE DE BOGOTA D.C.
COLOMBIA



CARRERA 7 NO. 31-10
TELEFONO: 287 3100
FAX: 287 7173
SANTAFE DE BOGOTA D.C.
COLOMBIA

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA

NTC 2713

2005-08-24

TOMA DE MUESTRAS DE CARBÓN EN CANAL EN MINA

E: COLLECTION OF CHANNEL SAMPLES OF COAL IN THE MINE

CORRESPONDENCIA:	esta norma es una adopción idéntica (IDT) por traducción a la norma ASTM D 4596-99 (reaprobada 04), Standard Practice for Collection of Channel Samples of Coal in a Mine. ©ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States
DESCRIPTORES:	canal, carbón, mina, toma de muestras, muestreo.

I.C.S.: 73.040.00

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

Prohibida su reproducción

Primera actualización
Editada 2005-09-05

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 2713 (Primera actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo del 2005-08-24.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 42 Carbón y coque.

ACERÍAS PAZ DEL RÍO S.A.
BTU LTDA.
C.I. PROINTERCOAL S.A.
COLCARBÓN S.A.C.I.
INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA -INGEOMINAS-
KOLBE LTDA.
MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL
UNIVERSIDAD NACIONAL

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

BSI INSPECTORATE DE COLOMBIA.
BTU LTDA
C.I. CARBOCOQUE S.A
C.I. EXPORTADORA INTERAMERICAN COAL
C.I. MILPA LTDA.
CAMARGO Y ASOCIADOS.
CEMENTOS BOYACÁ S.A.
CENTRO NACIONAL MINERO – SENA COLCARBÓN
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DE SURVEILLANCE
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA (UPTC).SECCIONAL TUNJA.
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA (UPTC).SECCIONAL SOGAMOSO

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales y otros documentos relacionados.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

TOMA DE MUESTRAS DE CARBÓN EN CANAL EN MINA

0. INTRODUCCIÓN

Para los propósitos de esta norma se han hecho los siguientes cambios editoriales:

- Se ha incluido en los numerales 2.1, 4.1, 6.1.1, 6.2.2 y 7.3 algunas NTC idénticas con respecto a los documentos de referencia internacionales respectivos. Además se ha incluido el Anexo A, con carácter informativo y referencias al mismo en los numerales 5.7 y 7.7.

1. OBJETO

1.1 Esta práctica describe los procedimientos para la toma de una muestra proveniente de un canal que se extiende desde el techo hasta el piso de la veta o manto de carbón en una mina.

1.2 Esta norma no pretende considerar todos los problemas de seguridad, si los hay, asociados con su uso. Es responsabilidad de todo usuario de esta norma establecer los procedimientos apropiados de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes del uso. Para información específica de precaución, véase la Nota 2.

1.3 Los valores en unidades SI se consideran normativos. Los valores en paréntesis sólo tienen propósito informativo.

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

2.1 NORMAS ASTM

D121, Terminology of Coal and Coke (NTC 1969).

D388, Classification of Coal by Rank (NTC 4196).

D2234 / D2234M, Practice for Collection of a Gross Sample of Coal (NTC 2347).

D2796, Terminology Relating to Megascopic Description of Coal and Coal Seams and Microscopical Description and Analysis of Coal.

D4371, Test Method for Determining the Washability Characteristics of Coal (NTC 2967).

3. RESUMEN DE LA PRÁCTICA

3.1 En los sitios seleccionados de la mina, se limpia la superficie de la veta o manto para retirar el carbón meteorizado y cualquier material alterado y se empareja luego la superficie. De la veta o manto de carbón se corta un canal con sección transversal horizontal uniforme y de éste se toma la muestra para análisis.

4. IMPORTANCIA Y USO

4.1 Una muestra de canal recolectada apropiadamente que incluya todo el intervalo de la veta o manto de carbón, proporciona una muestra que es una sección transversal representativa de toda la veta o manto en el punto de recolección de la muestra. Las muestras de canal se toman para: ensayos necesarios para la evaluación de la calidad del carbón, caracterización para evaluaciones comerciales, planeación de las operaciones de minería para mantener la calidad del carbón, determinación del rango de acuerdo con la clasificación de la norma ASTM D388 (NTC 4196) y para los estudios de recursos geológicos.

NOTA 1 Debido al potencial de variación lateral, es posible que una muestra no represente la calidad de la veta o manto de carbón en otro punto de muestreo. La confiabilidad de los datos generados a partir de las muestras de canal depende de la cantidad y separación de los puntos de muestreo y de la variación de las características del carbón en un área determinada.

NOTA 2 El muestreo del producto de explotación minera para los propósitos de esta norma no es satisfactorio debido a la contaminación del producto con material externo a la veta o manto, la explotación selectiva de partes de una veta o manto, la incapacidad para obtener muestras de uno o más lugares específicos en la mina u otra incompatibilidad de la práctica minera para propósitos de muestreo. Así mismo, las muestras de canal no se deberían usar para la evaluación de la calidad de embarques comerciales del producto de la mina, cuyo muestreo se debe realizar según la norma ASTM D2234 (NTC 2347).

5. EQUIPO

5.1 Cinta de medición de acero, con longitud no inferior a 3 m (8 pies).

5.2 Pica de minería o herramienta similar, con lima para afilar. Se pueden emplear otros elementos como la sierra de cadena operada neumáticamente con dientes de carburo de tungsteno.

5.3 Cepillo o escoba, para retirar las partículas sueltas sobre la superficie del carbón.

5.4 Tiza

5.5 Recipientes con tapa para las muestras, si la muestra se va a usar para determinar la humedad inherente, el recipiente no debe permitir una pérdida de peso de la muestra superior a 0,05 %, entre el momento de sellado del recipiente con la muestra y el momento de apertura para la preparación de la misma para el análisis. Se ha comprobado que los recipientes herméticos de acero provistos de bolsas de polietileno son satisfactorios para este propósito. Para otros propósitos se pueden utilizar bolsas confeccionadas con tela fuerte y provistas con bolsas de polietileno.

5.6 Tela impermeable, lona con revestimiento plástico para trabajo pesado de aproximadamente 3 m por 3 m (10 pies por 10 pies). Si el propósito del muestreo incluye la determinación de la humedad inherente, la lona debe tener baja solubilidad y permeabilidad en agua, tal como el polietileno o la tela encerada.

5.7 Etiquetas y marcadores, para la identificación de la muestra y el rotulado (véase el Anexo A).

5.8 Pala

5.9 Cuaderno y bolígrafo u otro medio para mantener registros.

6. PLANEACIÓN DEL MUESTREO

6.1 PLAN DE MUESTREO PARA LA CLASIFICACIÓN DE ACUERDO CON EL RANGO

6.1.1 Para la información sobre el número de muestras requeridas y su ubicación , véase el numeral 7 de la norma ASTM D388 (NTC 4196).

6.1.2 El canal debe tener una profundidad mínima de 8 cm (3 pulgadas), un ancho de 10 cm (4 pulgadas) y debe suministrar al menos 3 kg (6 lb) de carbón por cada pie de espesor de la veta o manto.

6.1.3 De la muestra se deben excluir todas las rocas del piso y del techo, las intercalaciones de materia mineral con espesor superior a 1 cm (3/8 de pulgada) y todas las concreciones y los cristales mineralizados (como las esferas de azufre) con espesor superior a 1,25 cm (1/2 pulgada) y 5 cm (2 pulgadas) de ancho.

6.2 MUESTREO PARA OTROS PROPÓSITOS

Las variaciones en el propósito del muestreo y en las condiciones encontradas en campo impiden el establecimiento de procedimientos rígidos que cubran cada situación de muestreo. En cada caso se formula un plan teniendo en cuenta la operación de la mina, el propósito del muestreo y las características conocidas de la veta o manto de carbón. Estas características incluyen variaciones verticales o laterales en la calidad del carbón, presencia de intercalaciones o concreciones minerales persistentes dentro de la veta o manto y la intensidad de la oxidación o meteorización del carbón. Estas consideraciones se deben tener en cuenta para planear la selección del sitio de muestreo y saber si se deben describir los litotipos, intercalaciones y capas por encima y por debajo de la veta o manto. También se establece un método de preparación de la superficie del carbón y determinación del tamaño de la muestra.

6.2.1 Se deben identificar los sitios representativos y adecuados para el muestreo.

6.2.2 Un canal de profundidad mínima de 8 cm (3 pulgadas), dentro de la superficie de la veta o manto, y 10 cm (4 pulgadas) de ancho produce una muestra suficiente para la mayoría de los propósitos. El canal se puede ampliar para minimizar el efecto de la variación del tamaño del mismo cuando una característica de interés del carbón, como el contenido de ceniza, varia significativamente de una capa a otra en la veta o manto o cuando el carbón se quiebra irregularmente. De igual modo, se puede ampliar la sección transversal del canal para obtener una muestra suficiente para los ensayos que requieren cantidades grandes. El tamaño del canal para la cantidad de carbón requerida se puede estimar a partir de la densidad del carbón - aproximadamente 1,3 g / cm^3 (0,05 libra / $pulgada^3$). Para información sobre la determinación

de las características de lavabilidad, véase la norma ASTM D4371 (NTC 2967) y el informe *Wizzard.*

6.2.3 La práctica con relación a la meteorización del carbón depende de varios factores. Algunas características del carbón, como el contenido total de azufre, no cambian apreciablemente con la meteorización, si el carbón no está lixiviado. Las formas de azufre, la capacidad de conservar la humedad, el contenido de oxígeno de los carbones bituminosos altos en volátiles Tipo C y carbones de bajo rango, así como las propiedades reológicas de los carbones coquizables cambian con la meteorización. Puede ser necesario tomar muestras a diferentes profundidades y determinar dichas propiedades para establecer la profundidad a la cual se puede obtener carbón no meteorizado.

7. PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO

7.1 En cada sitio de muestreo se inspecciona la condición de la superficie del carbón y de la roca sobre él (si está expuesta).

NOTA 3 **Advertencia:** Se debe estar alerta debido al peligro que ocasionan las rocas que caen del techo de minas subterráneas o de los muros de las minas de superficie. Retire todos los bloques sueltos como medida de seguridad y para evitar que material extraño contamine después la muestra.

7.2 Con una pica de minería, se retira el carbón meteorizado del área de la superficie de la cual se va a tomar la muestra, hasta la profundidad requerida en el plan de muestreo, mínimo 3 cm (aproximadamente 1 pulgada). Se nivela hasta que se presente una superficie recta, normal a la veta o manto y libre de materiales extraños.

7.3 Se describen y registran las observaciones sobre el carácter de las capas en la veta o manto de carbón (véase la norma ASTM D121 (NTC 1969) o D2796) hasta la extensión requerida en el plan de muestreo.

7.4 Se marcan los lados del canal con tiza y se marcan todas las intercalaciones minerales u otras partes de la veta o manto que se deban desechar.

7.5 Se limpia y pule el piso adyacente al área de la muestra y se tiende la tela impermeable sobre el piso con uno de sus bordes en la superficie del carbón.

7.6 Con la pica de minería (u otra herramienta) se corta un canal desde el techo hasta el piso o al contrario, de la veta o manto de carbón. Si se utiliza una sierra en los lados del canal, se debe tener cuidado de que los finos generadas por la sierra no se conviertan en parte de la muestra. Se debe asegurar que todo el material del canal que va a ser muestreado, según el plan de muestreo, caiga sobre la tela impermeable y que ningún material mineral contamine la muestra de carbón. Se corta el canal hasta un ancho y profundidad uniformes con una sección transversal rectangular, para asegurar que de cualquier parte de la veta o manto de carbón se obtengan volúmenes representativos de material.

7.7 Tan rápido como sea posible, si se va a determinar la humedad inherente, se transfiere el material de la tela impermeable a un recipiente de muestra, el cual se sella y luego se rotula (Véase el Anexo A). Si se observa humedad superficial en el carbón o si hay alguna razón para cuestionar la exactitud del contenido de humedad inherente determinado a partir de la muestra, la descripción de la muestra debe incluir la advertencia: "Contenido de humedad cuestionable".

8. PALABRAS CLAVE

8.1 Canal, carbón, mina, rango, toma de muestra, muestreo.

ANEXO A
(Informativo)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MATERIAL RECOLECTADO EN FASE DE MUESTREO

Fecha de Muestreo	**AA**	**MM**	**DD**

Proyecto:_____

Identificación de la muestra: _____ Bolsa No:_____

Tipo de Muestreo Canal: ☐ Producción: ☐ Otro: ☐

Manto: _____ Mina: _____

Municipio: _____ Vereda: _____

Tipo de análisis: _____

_____

DOCUMENTO DE REFERENCIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Practice for Collection of Channel Samples of Coal in a Mine. USA, ASTM, 2004. 3 p. (International Standard ASTM D4596 - 99 (Reapproved 2004).

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA

NTC 2018

2004-07-28

ANÁLISIS DE MATERIA VOLÁTIL EN MUESTRAS DE CARBÓN Y COQUE

ICONTEC

E: ANÁLISIS OF VOLATILE MATTER IN COAL AND COKE SAMPLES

CORRESPONDENCIA:	esta norma es idéntica (IDT) a la norma ASTM D 3175-02, Standard Test Method for Volatile Matter in the Analysis Sample of Coal Coke.
	Copyright ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA.
DESCRIPTORES:	carbón; coque; contenido de materia volátil.

I.C.S.: 75.160.10

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

Prohibida su reproducción

Segunda actualización
Editada 2004-08-10

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 2018 (Segunda actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo del 2004-07-28.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 42 Carbón y coque.

ACERÍAS PAZ DEL RÍO S.A.
COOPERATIVA INTEGRAL DE PRODUCTORES DE CARBÓN –PROCARBÓN–
INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA –INGEOMINAS–
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA (UPTC) SECCIONAL SOGAMOSO
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA (UPTC) SECCIONAL TUNJA

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

B.T.U. LTDA.
BSI INSPECTORA DE COLOMBIA LTDA.
C.I. EXPORTADORA INTERAMERICANA COAL
CEMENTOS BOYACÁ S.A.
CENTRO NACIONAL MINERO –SENA–
MINERCOL LTDA.
MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DE SURVEILLANCE
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

ANÁLISIS DE MATERIA VOLÁTIL EN MUESTRAS DE CARBÓN Y COQUE

INTRODUCCIÓN

Para los propósitos de esta norma se han hecho los siguientes cambios editoriales:

- Se ha incluido en los numerales 2.1, 4.1, 7.1, 7.3.2, algunas NTC idénticas con respecto a los documentos de referencia internacionales.

1. OBJETO

1.1 Este método determina el porcentaje de productos gaseosos, excluyendo el vapor de humedad, en la muestra de análisis, que se libera bajo condiciones específicas de ensayo.

1.2 Este método de ensayo para la determinación de la materia volátil es empírico; debido a su naturaleza empírica se exige el cumplimiento estricto de los principios básicos y de los procedimientos permisibles para obtener resultados válidos.

1.3 Esta norma no tiene el propósito de tratar todos los asuntos de seguridad, si hay alguno, asociados con su uso. Es responsabilidad de todo el que use esta norma, consultar y establecer procedimientos apropiados de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes del uso.

1.4 Los valores en unidades del sistema SI se consideran como normativos.

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

2.1 NORMAS ASTM

ASTM D 346, Practice for Collection and Preparation of Coke Samples for Laboratory Analysis. (NTC 3266)

ASTM D 2013, Method of Preparing Coal Samples for Analysis. (NTC 4898)

ASTM D 3173, Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke. (NTC 3484)

3. TERMINOLOGÍA

3.1 DEFINICIONES

3.1.1
combustibles que chispean
dentro del contexto de esta norma, en la determinación de la materia volátil, son los combustibles que no producen como residuo una torta consistente sino que generan productos gaseosos con velocidad suficiente para expulsar mecánicamente partículas sólidas fuera del crisol, cuando se calienta a una intensidad estándar. Estos carbones incluyen normalmente los carbones no aglutinantes de bajo rango y lignitos pero también se pueden incluir antracitas, semiantracitas, bituminosos, carbonizados y coques que pierden partículas sólidas, como se describió anteriormente. Se definen como combustibles que chispean, porque las partículas que escapan a las temperaturas más altas se vuelven incandescentes y producen chispas.

4. RESUMEN DEL MÉTODO DE ENSAYO

4.1 La materia volátil se determina estableciendo la pérdida de peso que se produce al calentar el carbón o el coque bajo condiciones controladas estrictamente. La pérdida de peso medida, restando la humedad residual, según lo determina la norma ASTM 3173 (NTC 3484), establece el contenido de materia volátil. Se describen dos procedimientos de acuerdo con las diferencias en el comportamiento de la muestra.

4.2 En este método de ensayo empírico, el uso de crisoles de platino se debe considerar como el método estándar de referencia para la materia volátil. Los crisoles de platino se deben usar en la determinación de la materia volátil del coque y para determinar la materia volátil para la clasificación de los carbones por rango. Las determinaciones de la materia volátil por parte de algunos laboratorios usando crisoles alternos de aleación de cromo-níquel, con las mismas dimensiones físicas que se especifican en el numeral 6.1, no han sido diferentes de aquellas obtenidas usando crisoles de platino. Un laboratorio que utilice crisoles de cromo-níquel debe determinar primero si existe una desviación relativa entre el uso de crisoles de platino y de cromo-níquel en los carbones sometidos a ensayo. Cuando exista una desviación relativa, la materia volátil obtenida usando crisoles de cromo-níquel se debe corregir con un factor determinado a través de la comparación de los resultados de materia volátil, provenientes de ambos tipos de crisoles, de los carbones sometidos a ensayo o del análisis de muestras con un análisis próximo conocido.

5. IMPORTANCIA Y USO

5.1 La materia volátil, cuando se determina como se describe aquí, se puede usar para establecer el rango de los carbones, para indicar la producción de coque en el proceso de carbonización, para establecer las bases de compra y venta o para determinar las características de quemado.

6. EQUIPO

6.1 CRISOL DE PLATINO

Con tapa de ajuste hermético, para el carbón. La capacidad del crisol no debe ser menor de 10 ml ni mayor de 20 ml, su diámetro mínimo debe ser de 25 mm y máximo de 35 mm y su altura mínima debe ser 30 mm y la máxima 35 mm.

6.2 CRISOL DE PLATINO

Con tapa de ajuste hermético, para el coque. La capacidad del crisol debe ser de 10 ml, con una tapa en forma de cápsula, con lados flexibles y delgados que ajusten en el crisol. También se puede usar el método de crisol doble, en el cual la muestra se coloca en el crisol de platino de 10 ml y luego se cubre con otro crisol de un tamaño que permita el ajuste con los lados del crisol externo y cuyo fondo quede entre 8,5 mm y 12,7 mm por encima de la base del crisol externo.

6.3 MATERIALES ALTERNOS PARA EL CRISOL

Crisol de cromo-níquel con tapa de ajuste hermético. La capacidad mínima debe ser de 10 ml y la máxima de 20 ml, su diámetro mínimo debe ser de 25 mm y máximo de 35 mm y su altura mínima debe ser 30 mm y la máxima 35 mm. Los crisoles de cromo-níquel se deben calentar durante 4 h a una temperatura de 500 °C para asegurarse de que estén totalmente oxidados entes del uso.

6.4 HORNO DE TUBO VERTICAL PARA CARBÓN Y COQUE

Puede tener la forma que se ilustra en la Figura 1. Se debe regular para que mantenga una temperatura de 950 °C ± 20 °C en el crisol, medida con un termopar colocado en el horno.

6.5 BALANZA

Con una sensibilidad de 0,1 mg.

7. PROCEDIMIENTO

7.1 La muestra se debe pulverizar para que pase por un tamiz No. 60 (250 µm) según la norma ASTM D 2013 (NTC 4898) o la ASTM D 346 (NTC 3266).

7.2 PROCEDIMIENTO PARA CARBONES Y COQUES QUE NO PRODUCEN CHISPAS

Se pesa 1 g de la muestra en un crisol tarado, se coloca la tapa de modo que ajuste lo suficiente para que las muestras de los carbones provenientes de los carbones bituminosos, sub-bituminosos y lignitos no se quemen por debajo, colóquelo sobre soportes de alambre de platino o nicromo e introdúzcalo directamente en la cámara del horno, la cual se debe mantener a una temperatura de 950 °C ± 20 °C y bájelo inmediatamente a la zona de 950 °C.

Es muy importante la regulación de la temperatura dentro de los límites prescritos. Después de que haya disminuido el desprendimiento más rápido de material volátil, como se aprecia por la desaparición de la llama luminosa, o en el caso del coque, después de 2 min o 3 min, inspeccione el crisol (véase la Nota 1) para verificar que la tapa aún esté sellada apropiadamente. Si es necesario, se ajusta nuevamente la tapa para evitar la entrada de aire al crisol. Esto se debe hacer lo más rápido posible levantando el crisol hasta la parte superior de la cámara del horno, se coloca nuevamente la tapa hasta sellar perfectamente el crisol y luego se baja inmediatamente hasta la zona de 950 °C.

Después de calentar durante 7 min exactos, se saca el crisol del horno y se deja enfriar sin retirar la tapa. Es conveniente dejar enfriar el coque en un desecador y pesarlo en cuanto esté frío. La pérdida porcentual de peso menos el porcentaje de la humedad residual es igual a la materia volátil. En algunos carbones bituminosos fuertemente aglomerantes de bajos y medios volátiles, el botón de coque se puede quebrar con violencia explosiva debido a la liberación de materia volátil dentro del mismo. Comúnmente, esto se denomina chispeo. Éste puede hacer saltar la tapa del crisol y producir pérdidas mecánicas del material coquizado. Cuando se

observa dicho chispeo, la determinación se debe rechazar y se debe repetir el ensayo hasta que no se produzca chispeo.

NOTA 1 La inspección del crisol se facilita usando un espejo que se sostiene por encima del horno.

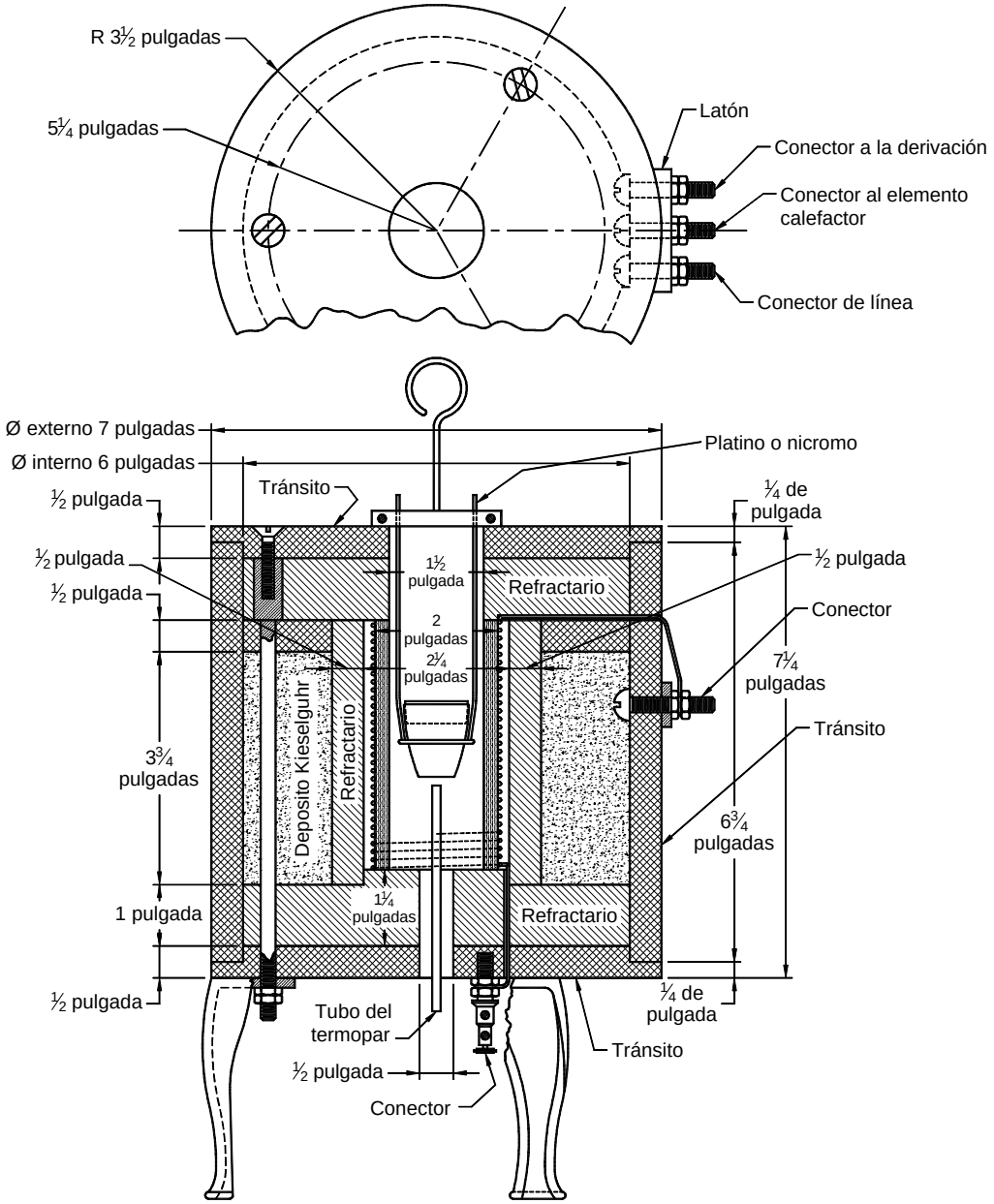


Figura 1. Horno eléctrico para la determinación de la materia volátil.

7.3 PROCEDIMIENTO MODIFICADO PARA TODOS LOS COMBUSTIBLES QUE CHISPEAN

7.3.1 Cuando se determina la materia volátil, los combustibles que no se aglomeran o lo hacen en forma débil, se deben observar para verificar que no producen chispas durante el periodo de calentamiento (véase la Nota 2); igualmente, al final del ensayo, se debe inspeccionar la tapa del crisol para determinar los depósitos de ceniza; la presencia de tales depósitos se debe considerar como evidencia de producción de chispas.

7.3.2 Cuando se determina la materia volátil, según los métodos descritos en el numeral 7.1, todos los combustibles que chispean se deben tratar de la siguiente manera: la muestra se debe someter a un calentamiento gradual preliminar de manera que se alcance una temperatura de 600 °C ± 50 °C en 6 min (véase la Nota 2). Después de este calentamiento preliminar, la muestra se debe calentar a 950 °C ± 20 °C durante 6 min exactamente. Si se observan chispas, la determinación se debe rechazar y el ensayo se debe repetir hasta que no se presenten chispas durante el calentamiento preliminar o durante el periodo de 6 min a 950 °C. Se retira el crisol del horno, se deja enfriar a temperatura ambiente sobre un bloque metálico de enfriamiento y luego se pesa. Para asegurar la uniformidad de los resultados, se mantiene constante el periodo de enfriamiento y no se prolonga más allá de 15 min. La pérdida porcentual de peso menos el porcentaje de humedad, según la norma ASTM D 3173 (NTC 3484), es la materia volátil. Todos los análisis realizados mediante este método se deben señalar en el informe para indicar que se usó el procedimiento modificado.

NOTA 2 Si se usa un horno tubular Tipo Fieldner (véase la Figura 1) para la determinación de la materia volátil, el calentamiento preliminar gradual se puede lograr moviendo el crisol a posiciones predeterminadas en la zona superior más fría del horno. Debido a las variaciones en las características de calentamiento del horno, el operador debe predeterminar, mediante el termopar, las posiciones apropiadas para cumplir la velocidad de calentamiento preliminar que se especifica en el numeral 7.3.2. Se puede usar un dispositivo mecánico para bajar el crisol dentro del horno con el fin de facilitar la operación de descenso.

8. CÁLCULOS

8.1 El porcentaje de la pérdida de peso se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Pérdida de peso, \%} = [(A - B) / A] \times 100$$

en donde

A = peso de la muestra usada, en g.

B = peso de la muestra después del calentamiento, en g.

8.2 El porcentaje de materia volátil se calcula de la siguiente manera:

$$\textit{Materia volátil en análisis de la muestra, \%} = C - D$$

en donde

C = pérdida de peso, en %.

D = humedad, en %.

9. PRECISIÓN Y DESVIACIÓN

9.1 La precisión de este método para la determinación de la materia volátil se ilustra en la Tabla 1. Los límites de repetibilidad y reproducibilidad para este método fueron determinados usando únicamente crisoles de platino. No se han determinado los límites de repetibilidad y reproducibilidad para crisoles de cromo-níquel.

9.1.1 Límite de repetibilidad (r)

Se puede esperar que el valor por debajo del cual la diferencia absoluta entre dos resultados de ensayo de determinaciones consecutivas y separadas, realizados con la misma muestra, en el mismo laboratorio, por el mismo operador, usando el mismo equipo en muestras tomadas aleatoriamente de una sola calidad de material homogéneo, se presente con una probabilidad de 95 % aproximadamente.

9.1.2 Límite de reproducibilidad (R)

Se puede esperar que el valor por debajo del cual la diferencia absoluta entre dos resultados de ensayo realizados en laboratorios diferentes, usando muestras tomadas aleatoriamente de una sola cantidad de material lo más homogéneo posible, se presente con una probabilidad de 95 % aproximadamente.

9.2 DESVIACIÓN

Debido a que este es un método de ensayo empírico cuando se utilizan crisoles de platino, no se puede determinar la desviación absoluta. La desviación entre el uso de crisoles de platino y crisoles de cromo-níquel se debe determinar en el laboratorio con el carbón sometido a ensayo.

Tabla 1. Rango de concentraciones y límites para la repetibilidad y la reproducibilidad de la materia volátil en carbón

Rango, %	Límite de repetibilidad, r	Límite de reproducibilidad, R
Coque a alta temperatura	0,2	0,4
Antracita	0,3	0,6
Semiantracita, bituminoso, coque de baja temperatura y carbonizados	0,5	1,0
Sub-bituminosos	0,7	1,4
Lignito y turba	1,0	2,0

DOCUMENTO DE REFERENCIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Method for Volatile Matter in the Analysis Sample of Coal and Coke. USA, ASTM, 2002. 3 p. (International Standard ASTM D 3175-02).