

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
	LABORATORIO DE CARBONES	Versión: 06
		Solicitud: 391

CONTENIDO

1. OBJETIVO.....	2
2. ALCANCE	2
3. GENERALIDADES.....	2
3.1. Reglas básicas del muestreo.....	2
3.2. Importancia del muestreo	2
3.3. Factores que afectan el muestreo	2
3.4. Definiciones relacionadas con el muestreo.....	3
3.5. Número de muestras a tomar.....	4
3.6. Peso mínimo de las muestras a tomar.....	5
4. MUESTREO DE CARBÓN.....	6
4.1.1. Muestra de canal.....	6
4.1.2. Muestreo de producción.....	7
4.1.3. Muestreo de un flujo de carbón (bandas transportadoras)	7
4.1.4. Muestreo en pilas.....	9
4.1.5. Muestreo en volqueta:.....	10
5. MUESTREO DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVADO	11
6. MUESTREO DE POLVO DE CARBÓN.....	13
6.1. Equipo necesario.....	13
6.2. Zonas de muestreo	13
6.3. Indicaciones	13
6.4. Frecuencia de muestreo.....	14
6.5. Métodos de toma y preparación de la muestra	14
6.5.1. Tipo de muestra a tomar.....	14
6.5.2. Recolección de la muestra bruta.....	15
7. EMPAQUE DE LA MUESTRA.....	17
8. BIBLIOGRAFÍA	19

Copia controlada **Copia no controlada**

	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
	LABORATORIO DE CARBONES	Versión: 06
		Solicitud: 391

1. OBJETIVO

Orientar al cliente en la toma y manejo de muestras, con el fin de obtener una cantidad representativa del lote, manto o pila que se quiere caracterizar.

2. ALCANCE

Este instructivo comprende las actividades necesarias para obtener una muestra de carbón representativa, la cual se analizará en el laboratorio.

3. GENERALIDADES

3.1. Reglas básicas del muestreo

El objetivo de recolectar una muestra de carbón es obtener una cantidad parcial representativa de una unidad de muestreo o lote, de tal forma que la distribución de las variables físicas como químicas sean equivalentes y la determinación de la calidad del carbón sea confiable.

3.2. Importancia del muestreo

- El productor de carbón requiere datos físicos y químicos exactos para planear y controlar la exploración, desarrollo, minería, preparación y mercadeo.
- Las plantas industriales y consumidoras necesitan datos similares para determinar cuáles tipos de carbón se adaptan mejor a sus necesidades.
- En los contratos de compraventa, el vendedor y comprador se basan en los análisis de las muestras para determinar el precio básico del producto, los bonos y los castigos.
- Agencias del gobierno requieren estos datos para verificar que se ajustan a normas sobre contaminación ambiental.

3.3. Factores que afectan el muestreo

El carbón es uno de los materiales más difíciles para muestrear debido a aspectos como:

- Composición variable tanto de la materia orgánica como de la materia mineral.
- En los mantos de carbón hay variaciones laterales y verticales relacionadas al ambiente en el cual se formaron los mantos de carbón.

Copia controlada **Copia no controlada**

	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
	LABORATORIO DE CARBONES	Versión: 06
		Solicitud: 391

- En los procedimientos de explotación se rompe el carbón en pedazos desiguales en tamaño y composición.
- La diferencia de tamaños de partículas produce segregación de ellas en las pilas, bandas transportadoras, silos, vagones, volquetas, etc.
- El carbón es susceptible a la oxidación.

Estos factores hacen que tanto el método como el cuidado con el que se realice el muestreo tengan una influencia fundamental en los resultados analíticos (Figura 1).

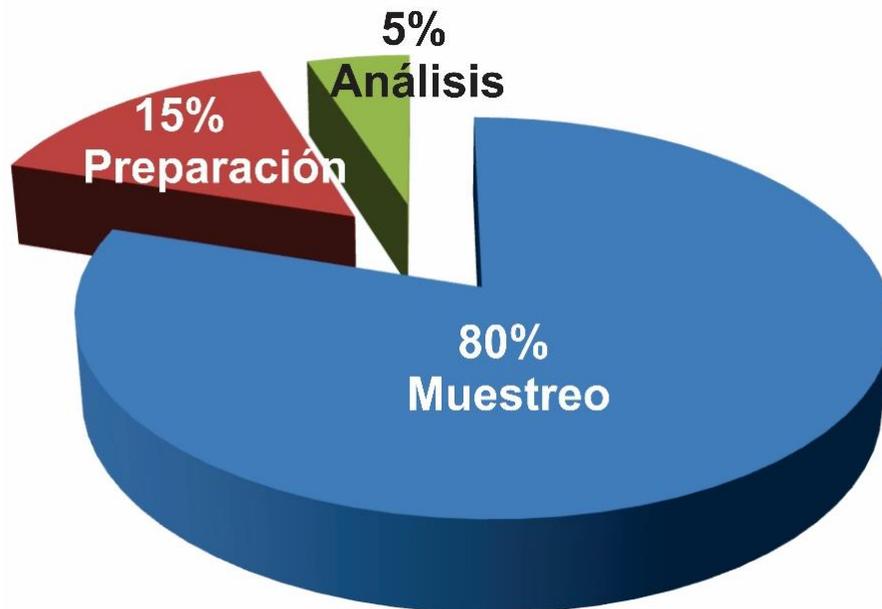


Figura 1. Influencia del muestreo en los resultados analíticos

3.4. Definiciones relacionadas con el muestreo

En el muestreo de carbones hay que diferenciar (Tomado de Ramírez, 1993) (Figura 2):

- **Incrementos:** Porciones de material seleccionadas de varias partes de un lote, que pueden ser analizadas individualmente o combinar y analizar como una unidad.

Copia controlada Copia no controlada

	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
	LABORATORIO DE CARBONES	Versión: 06
		Solicitud: 391

- **Lote.** Cantidad de carbón equivalente a la producción de un manto de carbón o a la compra de carbón de un proveedor y del cual se toman las muestras que van a mezclar para obtener la muestra bruta.
- **Muestra bruta.** Representa el conjunto de muestras que se toman de un lote y las cuales no se han sometido a trituración, molienda, ni cuarteo.
- **Suministro.** Cantidad de carbón equivalente a la producción de varios mantos en una mina durante un día, o a la compra de carbón proveniente de varios proveedores, entre otros.

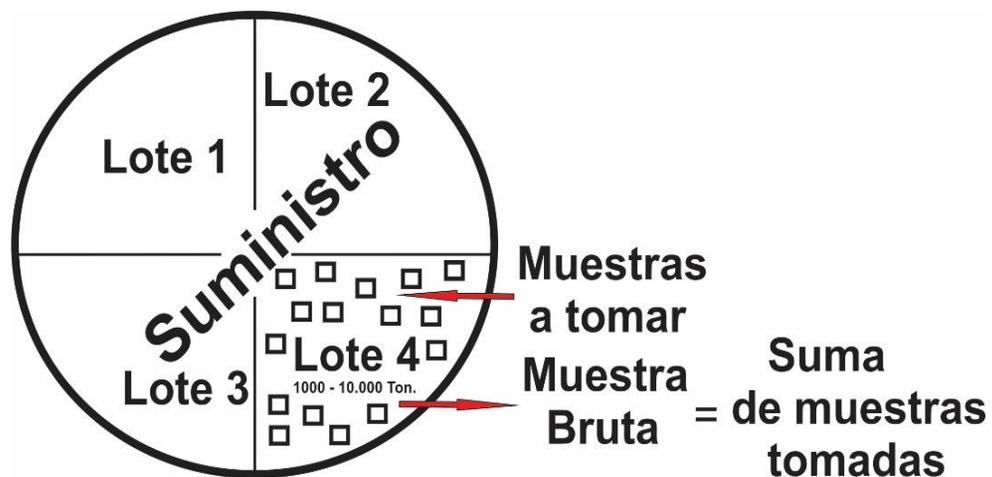


Figura 2. Definiciones relacionadas con el muestreo

3.5. Número de muestras a tomar

El número de muestras a tomar, es una función de la *variabilidad* de los carbones y de las *técnicas* de muestreo.

Debido a que estos parámetros varían mucho cuando se trata de suministros muy grandes se recomiendan el siguiente número de muestras para lotes hasta de 1.000 toneladas (Tablas 1 y 2).

Copia controlada Copia no controlada

	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
	LABORATORIO DE CARBONES	Versión: 06
		Solicitud: 391

Tabla 1. Número de muestras a tomar en lotes hasta de 1.000 toneladas, según normas ISO (Tomada de Ramírez, 1993)

Estado del carbón	Bandas transportadoras	Pilas
Lavado	16	32
Sin lavar	32	64

3.6. Peso mínimo de las muestras a tomar

El peso debe ser lo suficientemente grande para que las partículas de todos los tamaños queden incluidas, así como para que todas las partículas queden representadas en la misma proporción y distribución que el existente en todo el carbón que se está muestreando. El *peso mínimo* de las muestras depende principalmente del *tamaño* de las partículas (Tabla 2).

El peso mínimo para carbones hasta 150 mm de tamaño tope (el tamaño mayor de las partículas observadas en el carbón a muestrear) está dado por la fórmula empírica:

$$P(\text{kg}) = 0,06 \times D(\text{mm})$$

P = Peso mínimo de las muestras a tomar (siempre debe ser mayor de 0,5 kg).

D = Tamaño tope (el tamaño mayor de las partículas observado en el carbón a muestrear).

Para tamaños mayores de 150 mm el peso mínimo de las muestras a tomar debe ser de 10 kg y las muestras se toman luego de triturar las partículas a tamaños menores de 150 mm.

Tabla 2. Número y peso de las muestras a tomar para propósitos generales (ASTM D-2234)

Tamaño tope (top size)	5/8" (16 mm)	2" (50 mm)	6" (150 mm)
Carbón lavado mecánicamente			
Número mínimo de muestras a tomar	15	15	15
Peso mínimo de cada muestra	1 kg	3 kg	9 kg
Carbón sin lavar (crudo)			
Número mínimo de muestras a tomar	35	35	35
Peso mínimo de cada muestra	1 kg	3 kg	9 kg

Copia controlada Copia no controlada

	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
		Versión: 06
	LABORATORIO DE CARBONES	Solicitud: 391

La Tabla 3 presenta los tamaños de partículas más usados en la industria del carbón.

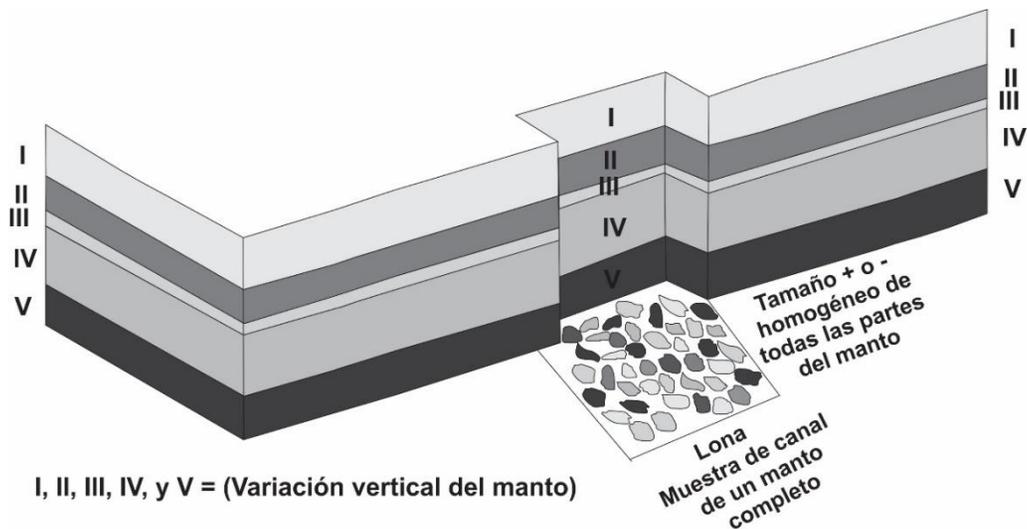
Tabla 3. Tamaños de partículas de carbón más usados

Nombre	Tamaño (Pulgadas)	Peso de la muestra a tomar
Cocina	$>2\frac{1}{2}$	3,8 kg
Granulado grueso	$2\frac{1}{2} - 1\frac{1}{2}$	3,8 - 2,3 kg
Granulado fino	$1\frac{1}{2} - \frac{3}{4}$	2,3 - 1,1 kg
Almendra	$\frac{3}{4} - \frac{1}{3}$	1,1 - 0,5 kg
Carril	$< \frac{3}{4}$	0,5 kg
Ripio	$< \frac{1}{4}$	0,5 kg

4. MUESTREO DE CARBÓN

4.1.1. Muestra de canal

Es una muestra, que se obtiene mediante un corte uniforme y continuo perpendicular a la estratificación (Figura 3). 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 está representado en igual proporción a su espesor. Se recomienda que las muestras de canal se tomen en frentes de explotación, asegurándose así que las muestras sean frescas.



Nota: Por cada 20 a 30 cm de espesor del manto se toman de 2 a 3 kilos de muestra

Figura 3. Muestreo en canal de mantos de carbón (Modificada de Ecocarbón, 1995)

Copia controlada Copia no controlada

	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
	LABORATORIO DE CARBONES	Versión: 06
		Solicitud: 391

4.1.2. Muestreo de producción

Este muestreo se refiere al carbón que ha sido arrancado o extraído por operaciones mineras. Este muestreo puede ser de carbón en reposo (estacionario) o de una corriente de carbón (carbón en movimiento) (Tomado de Ramírez, 1993).

4.1.3. Muestreo de un flujo de carbón (bandas transportadoras)

Este, se considera el método más confiable y satisfactorio. En este tipo se tienen las siguientes consideraciones (Tomado de Ramírez, 1993):

- Las muestras se pueden tomar con dispositivos especiales (pala, separadores o automáticamente o a mano, Figura 4).

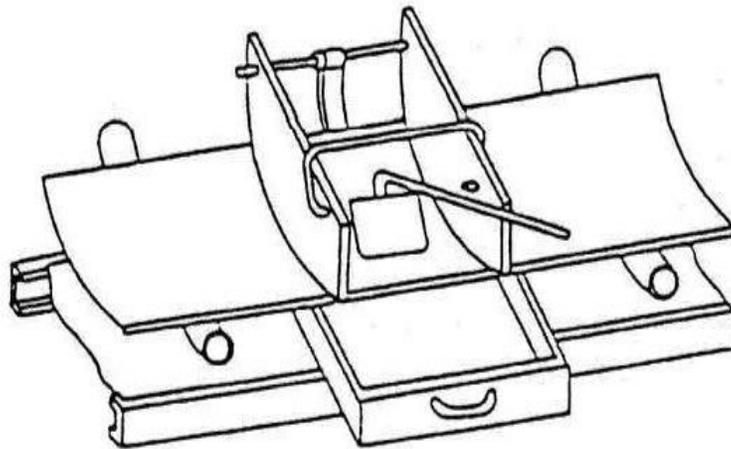


Figura 4. Bastidor para muestreo en banda parada
(Tomada de Ecocarbón, 1995)

- Se debe evitar la toma de muestras al comienzo y al final del flujo. Y se debe tener en cuenta los errores comunes presentados en la (Figura 5).
- En el muestreo manual, las muestras de un flujo de carbón se pueden tomar con una pala o un cucharón, que se desplaza a través de todo el ancho del flujo a una velocidad constante (Figuras 6 y 7).

Copia controlada **Copia no controlada**

	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
	LABORATORIO DE CARBONES	Versión: 06 Solicitud: 391

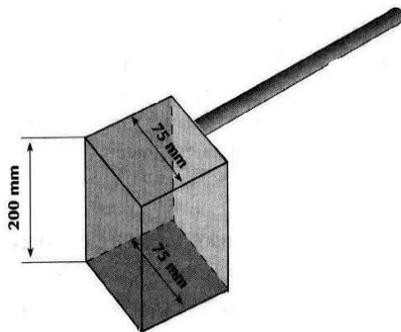


Figura 6. Cucharón para muestrear partículas de hasta de 25 mm (Tomado de Ecocarbón, 1995).

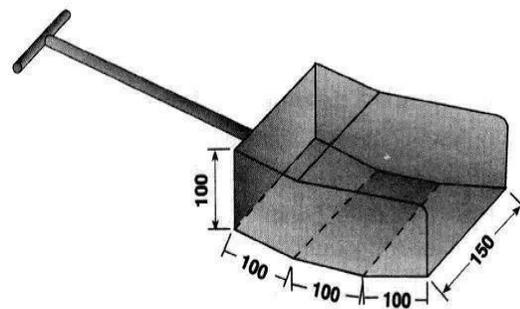


Figura 7. Pala de mano para muestrear carbón de hasta de 50mm (Tomado de Ecocarbón, 1995).

El muestreo de bandas se puede realizar de dos maneras:

- Tomando muestras a intervalos iguales de tiempo en donde el peso de los incrementos es proporcional a la densidad de flujo o

Copia controlada Copia no controlada

	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
	LABORATORIO DE CARBONES	Versión: 06
		Solicitud: 391

- Tomando muestras de igual peso.

Hay que tener presente que el ancho de la sección a muestrear debe ser 2,5 veces el tamaño máximo del carbón y que se debe evitar tomar la muestra al comienzo o al final del flujo de carbón.

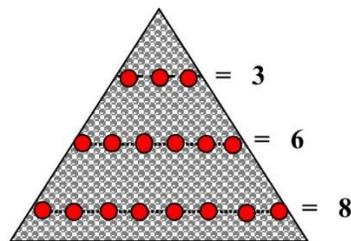
Factores críticos del muestreo de carbón en reposo:

- Hay segregación de los tamaños de partículas.
- Existe una mayor susceptibilidad a la oxidación en la superficie que en el interior de la masa.
- La humedad tiende a ser mayor hacia el interior de la masa.

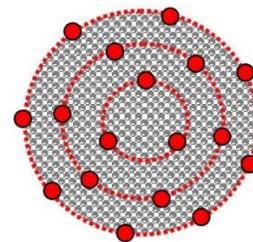
4.1.4. Muestreo en pilas

Cuando se muestrea en una pila se debe tener en cuenta:

- Con una pala tomar las muestras de diferentes alturas del talud formado.
- Efectuar el muestreo alrededor de toda la pila.
- Tomar mínimo 17 muestras por pila de carbón según la Figura 8.
- Tomar una vez se haya formado la pila para evitar oxidación y segregación del carbón.



Vista Frontal



Vista Superior

Figura 8. Distribución de los puntos de muestreo en una pila

Copia controlada Copia no controlada

	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
	LABORATORIO DE CARBONES	Versión: 06
		Solicitud: 391

4.1.5. Muestreo en volqueta:

Este método de muestreo solo se utiliza para propósitos de control de calidad y las muestras no se pueden usar para fines de investigación científica.

Factores críticos del muestreo de carbón en reposo:

- Hay segregación de los tamaños de partículas.
- Existe una mayor susceptibilidad a la oxidación en la superficie que en el interior de la masa.
- La humedad tiende a ser mayor hacia el interior de la masa.

El muestreo se puede realizar antes, durante o después del descargue del carbón

Para muestreo sobre el platón antes del descargue *se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones.*

- Apariencia: Se recomienda una inspección visual del lote de carbón a muestrear con el fin de determinar el tamaño de partícula promedio.
- Puntos de muestreo: Superponer una cuadrícula imaginaria sobre el material y tomar muestras en las intersecciones (Figura 9).
- Cavar una serie de agujeros preferiblemente con barrena, o pico y pala debajo de la superficie del material después de haber eliminado una capa de carbón de por lo menos 30 cm.
- Cantidad de muestra: El número y peso de incrementos a tomar depende del tamaño máximo de los granos.

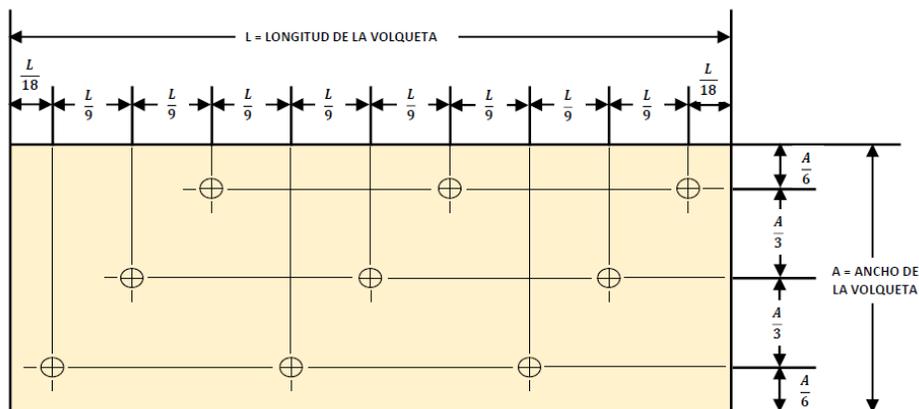


Figura 9. Muestreo sobre el platón antes del descargue

Copia controlada Copia no controlada

	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
	LABORATORIO DE CARBONES	Versión: 06
		Solicitud: 391

Para el muestreo durante el descargue: *Tener en cuenta las siguientes consideraciones sobre los incrementos.*

- Deben abarcar todo el ancho del material en movimiento o por lo menos de tres lugares diferentes del ancho total.
- El orificio de entrada del carbón en el recipiente de muestreo debe ser por lo menos tres veces más grande que el grano más grande de la muestra.
- El muestreo se debe efectuar durante todo el descargue.
- El número y peso de los incrementos depende del tamaño máximo de los granos.

Muestreo inmediatamente después del descargue. Cuando se muestrea después del descargue, se deben:

- Tomar los incrementos a diferentes alturas del talud formado, siguiendo en espiral.
- El peso de los incrementos en todos los casos depende del tamaño máximo de las partículas del carbón.

5. MUESTREO DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVADO

Muestra intermedia: Muestra puntual obtenida de la mitad del contenido del tanque.

Muestra inferior: Muestra puntual de la mitad del tercio inferior del contenido del tanque.

Muestra superior: Muestra puntual de la mitad del tercio superior del contenido del tanque.

- Puntos de muestreo: Es recomendable tomar una mezcla de muestras de la zona superior, media e inferior del tanque. En los casos de tanques que no posean los puntos de muestreo recomendados, una opción es hacer un muestreo desde la parte superior que incluya toda la longitud del tanque por medio de un dispositivo de muestreo adecuado.
- Cantidad de muestra: Para un tanque de sección transversal uniforme, como un tanque cilíndrico vertical, la mezcla consta de partes iguales de las tres muestras laterales, ya sea muestreo lateral o superior.

Copia controlada **Copia no controlada**

	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
	LABORATORIO DE CARBONES	Versión: 06
		Solicitud: 391

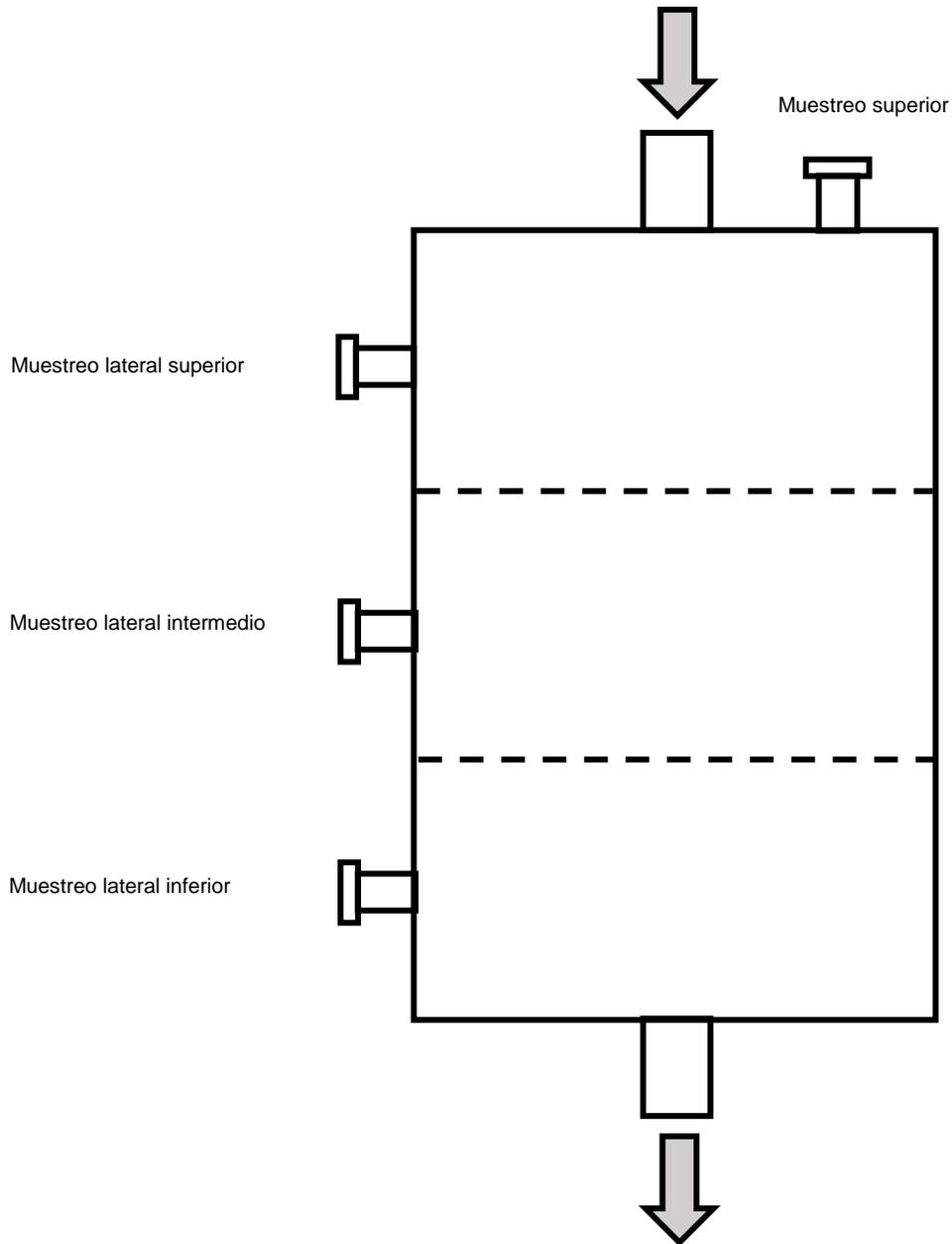


Figura 10. Puntos de muestreo en filtros de carbón activado

Copia controlada Copia no controlada

	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
	LABORATORIO DE CARBONES	Versión: 06
		Solicitud: 391

6. MUESTREO DE POLVO DE CARBÓN

En relación con la prevención de explosiones, el polvo de las minas de carbón se define como todo material que pasa por un tamiz No. 20. Es difícil hacer una separación adecuada con este tamiz dentro de la mina, particularmente si el polvo está húmedo, y se ha notado que es mejor hacer una primera separación en un tamiz No. 10 en la mina y una separación final en el sitio de análisis.

6.1. Equipo necesario

- Tamiz No. 10
- Tamiz No. 20
- Bandeja metálica
- Lona de 1 m²
- Recipientes para muestras, 150 g (bolsas sellables o frascos de boca ancha con tapa rosca)
- Recogedor, (pala de mano de 15 cm de ancho)
- Brocha de 1 a 3 pulgadas
- Marcador indeleble
- Cinta de enmascarar
- Tapa boca para el polvo
- Pintura para marcar el sitio de muestreo

6.2. Zonas de muestreo

Las zonas de muestreo se deben establecer en las entradas principales en puntos separados por 150 m a 300 m en zonas donde la acumulación de polvo de carbón fresco parezca ser más rápida. En zonas donde la carrilera es ondulada, las muestras se deben tomar en la parte más baja del declive. El derrame y la dispersión de polvo se facilitan por el golpeteo de las vagonetas sobre las uniones, bifurcaciones y saltacarriles, así, buenos puntos de muestreo son desde 3 m a 6 m desde estos puntos.

6.3. Indicaciones

- La recolección del polvo se hará sobre una bandeja de metal (Figura 10).
- Como normalmente en el piso se acumulan espesores mayores de polvo, se tomarán hasta una profundidad de máximo 2,5 cm.

Copia controlada **Copia no controlada**

	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
	LABORATORIO DE CARBONES	Versión: 06
		Solicitud: 391

- Dentro de la zona de muestreo se deben incluir los capices, palancas, rodillos, cajas de fusibles y superficie de maquinaria que queden dentro de los límites establecidos por las marcas de pinturas. Ya que estos lugares pueden originar una fuente de ignición o acumular polvo de carbón con granulometría muy fina (pasante malla 100).
- Cuando sea inseguro tomar muestras del techo debido a la altura de este, se tomarán de las paredes hasta donde se pueda hacer de una manera segura.
- En las zonas donde las vías sean muy estrechas y además se tengan bandas transportadoras en movimiento, es necesario tomar las muestras cuando no haya ningún riesgo.
- En el caso que las muestras del techo y las paredes, tengan poco contenido (menos de 100 gramos cada una); estas se pueden juntar en un solo recipiente para realizar los análisis próximos y granulométricos. De lo contrario se procede a recolectar las muestras por separados y analizar individualmente.
- Las muestras del piso se pueden analizar por separado
- La medición de metano se hará en el lugar de recolección de la muestra de polvo utilizando un detector manual de metano correctamente calibrado.

6.4. Frecuencia de muestreo

Cuando se produzca o se esparza una gran cantidad de polvo de carbón, será necesario muestrear por lo menos una vez al mes en las galerías, en las entradas de las galerías, en los puntos de descargue de transportadores y en los puntos de la carrilera donde se note una acumulación rápida.

6.5. Métodos de toma y preparación de la muestra

6.5.1. Tipo de muestra a tomar

Debido a las diferencias en cantidad, finura y composición, las muestras se deben tomar en pares en cualquier lugar, una del piso y otra del techo y pared. De lo contrario, no se puede obtener una imagen real de las condiciones del polvo. El polvo de carbón en el techo y la pared es más peligroso, desde el punto de vista de explosión, que el del piso, porque es más fino; y esta finura, junto con su ubicación, hace que sea mucho más fácil de dispersar como una nube en el aire.

Copia controlada **Copia no controlada**

	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
	LABORATORIO DE CARBONES	Versión: 06
		Solicitud: 391

6.5.2. Recolección de la muestra bruta

- En el piso, se recoge todo el polvo en una franja de 15 cm de ancho (el ancho del recogedor) de una pared a otra hasta una profundidad de aproximadamente 1 pulgada, siempre que se encuentre material suelto a esa profundidad. El material suelto del piso suele ser grueso y una parte considerable se rechaza por la malla 20; sin embargo, una sola franja a través del piso de una columna a otra generalmente producirá una muestra de polvo más grande que la deseada en el laboratorio.



Figura 11. Tamizado de muestra en malla # 20

- Cuando se recogen polvos de piso, techo y pared, se debe tener cuidado para evitar que las corrientes de aire esparzan el polvo, es así como el recogedor y la brocha se deben proteger tanto como sea posible mientras se usan.
- Para recoger polvo en pared, sujete el recogedor contra la pared y cepille todo el material suelto desde arriba, empiece por el techo y siga hacia abajo hasta el suelo, manteniendo el recogedor y la brocha juntos.

Copia controlada ■ **Copia no controlada** □

	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
	LABORATORIO DE CARBONES	Versión: 06
		Solicitud: 391



Figura 12. Cepillado de paredes

- Recoger el material en una franja de 15 cm de ancho de cada lado; luego recoger una franja de 15 cm de ancho a través del techo que los une, sosteniendo el recogedor cerca del techo mientras se hace esto.
- En todos los casos anteriores, el material muestreado se clasifica utilizando el tamiz malla 20 sobre una bandeja metálica.

Copia controlada **Copia no controlada**

	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
	LABORATORIO DE CARBONES	Versión: 06
		Solicitud: 391

7. EMPAQUE DE LA MUESTRA

Para todos los casos tome las muestras, mézclela y si tiene manera de hacerlo, triture a $\frac{1}{4}$ pulgada y cuartee hasta obtener una muestra homogénea entre 3 y 21 kilos dependiendo del tamaño original de la muestra y empaque en una bolsa plástica gruesa y ciérrela lo más hermético posible. Si no tiene posibilidades de triturar a $\frac{1}{4}$ pulgada, simplemente mezcle todas las muestras que tomo del lote de carbón y envíela al laboratorio.

En el caso de carbón activado, no es necesario someter la muestra a secado previo, pero si es importante usar un empaque adecuado, que evite perdidas de material o que se derrame líquido.

En el caso de polvo de carbón:

- La muestra recolectada de una o más franjas de 15 cm se mezcla sobre la lona y se reduce de tamaño mediante el método de cuarteo.
- Se repite el proceso las veces que sean necesarias hasta obtener el peso deseado.
- El mínimo que se debe enviar para el análisis es la cantidad que se puede poner en un recipiente de 150 g marcado apropiadamente.
- Las muestras se empaquetan en frascos de boca ancha con tapa rosca o en bolsas plásticas que sellen bien y se llenan hasta la mitad para evitar que se rieguen. Se deben marcar con:
 1. El nombre de la mina,
 2. La ubicación del sitio de muestreo,
 3. El contenido de gas en el punto donde se toma la muestra,
 4. La fecha en que se toma la muestra.

Use siempre implementos limpios e Identifique la muestra con un rotulo de tal modo que no se pueda confundir ni deteriorar, Figura 13.

Copia controlada **Copia no controlada**

	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
	LABORATORIO DE CARBONES	Versión: 06
		Solicitud: 391



Figura 13. Ejemplo de cómo empacar las muestras

Copia controlada Copia no controlada

	INSTRUCTIVO PARA TOMA Y MANEJO DE MUESTRAS	Código: IAS-001
	LABORATORIO DE CARBONES	Versión: 06
		Solicitud: 391

8. BIBLIOGRAFÍA

- **BLANDON Y REY.** Petrografía de carbones. Universidad nacional. Facultad de Minas. Medellín
- **BLANDON Y REY.** Muestreo y preparación de carbones. Facultad de Minas. Medellín
- **ECOCARBÓN,** Normas generales sobre muestreo y análisis de carbones. Cuadernillo No. 1. Gerencia de planificación de carbón, división análisis de reservas. Santafé de Bogotá D.C, 1995
- **Methods of Sampling and Analyzing Coal -Mine Dusts for Incombustible Content.** United States Department of the Interior. Bureau of Mines. Information Circular 7113.
- **Protocol Coal Dust Explosibility Meter Calibration and Use.**
- **General coal mine Inspection procedures and inspection tracking system.** U. S. Department of Labor Mine Safety and Health Administration Coal Mine Safety and Health. 2008. On line <http://www.msha.gov/readroom/handbook/PH08-V-1GeneralCoalInspectionHandbook.pdf>.
- **RAMÍREZ, P.** Carbones: Muestreo, preparación macro y micropetrografía. Universidad Nacional de Colombia. Seccional Medellín, Facultad de Minas. Medellín, 1984
- **RAMÍREZ, P.** Muestreo y preparación de carbones para análisis general. Universidad Nacional de Colombia. Seccional Medellín, Facultad de Minas. Medellín, 1993

Copia controlada **Copia no controlada**