

# Métodos más eficaces para la lucha contra el polvo en Mina Crispín

## The Most Effective Methods of Dust Control at Crispin Mine

Roberto L. Watson Quesada<sup>1</sup>  
Roberto Blanco Torrens<sup>1</sup>  
Mario Feliú Rosado<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Geología y Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.  
<sup>2</sup> Facultad de Metalurgia y Electromecánica. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.

**RESUMEN:** La adecuada selección de los métodos de lucha contra el polvo es un problema de actualidad en la explotación de la Mina Crispín, cuestión que garantiza la elevación de los volúmenes de producción en condiciones seguras. En este trabajo se ofrecen, con un enfoque de sistema, los resultados de un minucioso estudio de los métodos más eficaces para la lucha contra el polvo en la mina Crispín. Como resultado se obtienen dos variantes de método de explotación que permiten suprimir la salida del polvo: la ventilación con el esquema soplante y, para disminuir la concentración de polvo en la fuente de generación, la rociadura con agua.

**Palabras claves:** Ventilación de minas, explotación de yacimientos, seguridad minera.

**ABSTRACT:** The appropriate selection of methods to fight dust is a real problem on working at Crispin Mine. The effective solution of this problem (dust control) enables the increase of the production volume under safe condition. The results of a careful study of methods to fight dust as well as the research carried out to select the best and most effective way of dust control at Crispin Mine are presented in this paper in the form of a system.

The use of two variants of exploitation methods is the result of this research. These variants enable to avoid the presence of dust using ventilation as a mean of dust control. The injection scheme is used to diminish dust concentration and for the same purpose, in the power source, water is spread.

**Keyword:** Mines ventilation, ore exploration, mining security.

### INTRODUCCIÓN

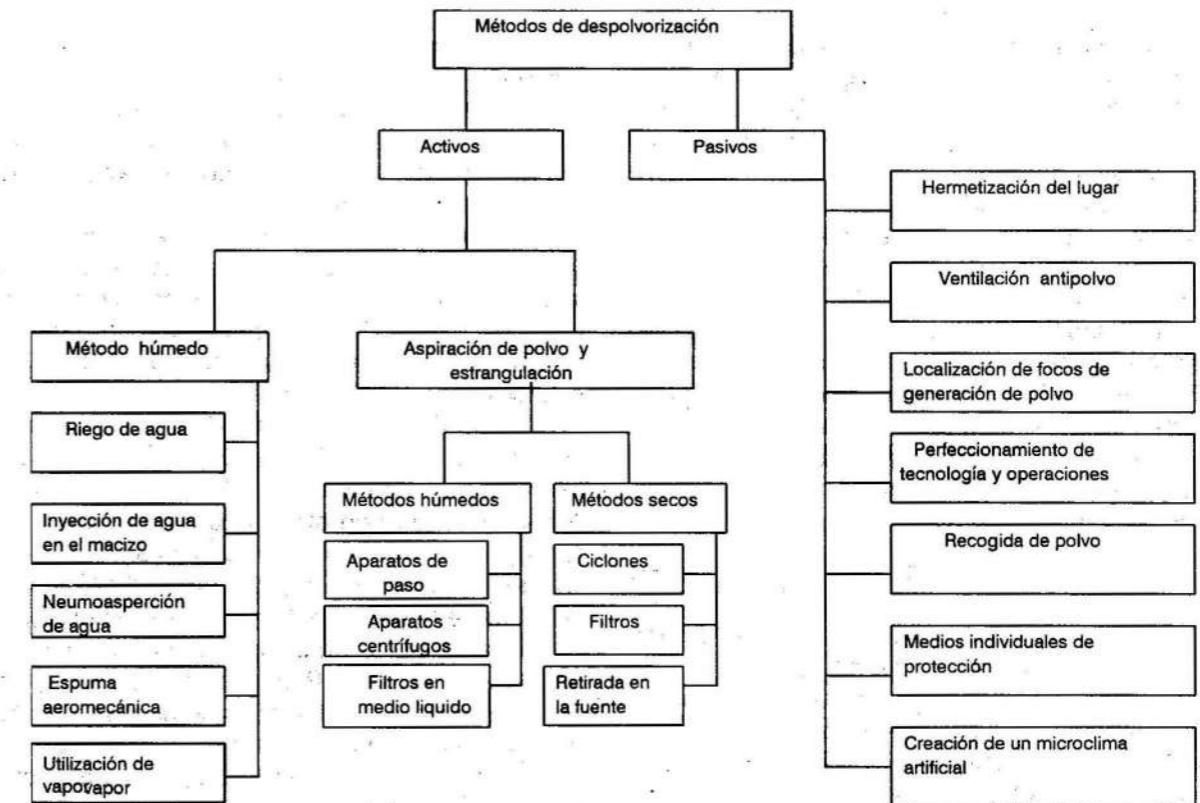
Durante los procesos de explotación de los recursos minerales puede producirse la formación de grandes cantidades de polvo. En la actualidad en muchos países (Rusia, EEUU, Francia, España y otros) existen numerosas instrucciones, recomendaciones y normas para la lucha contra el polvo.

En el cuadro sinóptico de la página se ofrece la clasificación de los métodos de lucha contra el polvo utilizada en la industria minera.

Los métodos de lucha contra el polvo se dividen en *activos* y *pasivos*. Los activos se caracterizan por el empleo de diferentes equipos que producen campos físicos que al actuar sobre los aerosoles de polvo provocan la precipitación de las partículas, en tanto que los métodos pasivos se fundamentan en el comportamiento de los aerosoles de polvo, sin que sobre ellos actúe ningún agente despolvorizante, a partir de evitar la propagación de los aerosoles fuera de los límites de la fuente de generación.

Los métodos activos a su vez se subdividen en métodos húmedos y en los métodos que se basan en la aspiración del polvo, en dependencia de la vía que se emplee para la despolvorización.

El método húmedo se basa principalmente en la propiedad de humectabilidad de las rocas y minerales, tiene en cuenta además sus propiedades de higroscopicidad y



porosidad. Se emplea en la modalidad de riego con agua, inyección de agua al macizo, pneumoasperción de agua, extracción por espumas aeromecánicas y la utilización de vapor. Las diferentes modalidades del método húmedo tienen numerosas variantes en dependencia del tipo de mineral, de la tecnología empleada, del lugar donde se realiza la supresión del polvo.

El método de aspiración tiene su fundamento en la dinámica de los aerosoles de polvo, y en las propiedades que caracterizan al polvo objeto de estudio. Se emplea principalmente para minerales poco humectables, de cualquier densidad y granulometría y poco higroscópicos.

En general se puede decir que los métodos de lucha contra el polvo más utilizados en la minería (Frolov 1988, Ischuk, 1987) son:

- La ventilación despolvorizante.
- La rociadura con agua.
- La inyección con agua al macizo.
- El empleo de espumas aeromecánicas.
- El empleo del vapor.
- El uso de medios individuales de protección.

### DESARROLLO

Para el análisis de los métodos y medios de lucha contra el polvo de asfaltita en las condiciones de la Mina Crispín se empleó el método de exclusión, por lo que se analizaron todos los métodos factibles de empleo señalados por la práctica internacional.

Es importante señalar que en nuestro país, en la minería subterránea, no hay tradición del empleo de métodos de lucha contra el polvo excepto el uso de la perforación húmeda, lo cual es debido a que en nuestras condiciones generalmente no se requiere del empleo de otros métodos.

El método de inyección de agua al macizo no es posible aplicarlo en los yacimientos de asfaltita: dada su baja porosidad, a que es un mineral compacto e impermeable y posee un coeficiente de reblandecimiento de 0,60, lo que provocaría su debilitamiento al inyectar agua al macizo, constituye un peligro para su explotación, por ser el cuerpo mineral un filón casi vertical que se explota por capas horizontales ascendentes en forma de testers (Watson, Blanco, Pileta y Martínez, 1992).

El empleo del vapor (método de condensación para la supresión de polvo). La posibilidad de asentamiento del polvo por el método de condensación es muy conocido en el mundo (Pozdnakov, Kirin, Vorizova 1982). En la práctica no tiene gran difusión a pesar de su efectividad en la supresión de polvo. En la minería solo en el caso de polvo higroscópicos (de sales) es efectivo para prevenir la formación de aerosoles, al colocar la salida del vapor próxima a su fuente de generación. El método además tiene el inconveniente de mantener la humedad relativa elevada, con las correspondientes dificultades que esta genera en particular en las condiciones de la mina Crispín.

El empleo de espumas aeromecánicas presenta grandes ventajas en comparación con otros métodos; se

logran grandes áreas de contacto de la espuma con la masa mineral arrancada (fragmentada), alta humectabilidad del polvo, disminución de la formación de polvo secundario y da la posibilidad de empleo para diferentes valores de la temperatura.

La mayor efectividad de la supresión de polvo se alcanza cuando las fuentes generadoras de polvo se aíslan del medio circundante por una cubierta aisladora lo que permite el mejor mezclado y limpieza. En este caso la humectabilidad y la propiedad de apantallado de la espuma se utilizan de forma efectiva.

Este método tiene interés práctico, sin embargo las características tecnológicas de la explotación de asfaltita (Watson, Blanco, Pileta y Martínez 1992) no recomiendan su utilización además el método tiene las siguientes desventajas:

- Grandes gastos con un alto consumo de agentes espumantes.
- Surgimiento en la atmósfera de aerosoles formadores de espuma durante la pulverización.
- Los aerosoles formadores de espuma PO tienen olores desagradables, algunos de sus componentes (cola de carpintería) ocasionan irritación en las vías respiratorias (Álvarez 1987, López y otros, 1990)

Por estas razones no recomendamos utilizar las espumas aeromecánicas en los yacimientos de asfaltita.

Ventilación despolvorizante es uno de los métodos universales de reducción de la concentración de polvo en los frentes de arranques, puntos de carga y descarga del mineral. Es uno de los métodos más utilizados en la práctica minera internacional, su efectividad depende de la precisión con que se determine el valor de la velocidad de la corriente de ventilación. Esto requiere la realización de investigaciones para determinar la velocidad del aire, que se corresponda con las condiciones específicas de trabajo (tecnología de arranque, carga y transporte, de las características geológicas del yacimiento), y ambientales (humedad relativa del medio).

El empleo de la ventilación despolvorizante es factible de aplicar en la lucha contra el polvo de asfaltita por sus características específicas (Rodríguez, Watson, 1994), por las condiciones de la mina (cuerpo mineral abrupto de potencia fina; Watson, Blanco, Pileta y Martínez, 1992), se recomienda la ventilación descendente en los frentes de arranque. Esta forma de ventilar los frentes también fue investigada por M.C. Chervenski y A.G. Lepejebi en frentes de laboreo con martillos picadores.

La rociadura con agua es un método que se fundamenta en la humectación de las partículas de polvo en suspensión para lograr su precipitación. Este método alcanza gran efectividad en la lucha contra el polvo en minas de carbón, con la ubicación de los dispositivos de rociaduras en los propios órganos de corte así como en los medios de descarga. Estos dispositivos también se ubican en las excavaciones en lugares próximos a las fuentes de generación de polvo.

Este método es factible de aplicar en las condiciones de las minas de asfaltita dado su característica que las clasifican como parcialmente hidrófilas (Watson, Blanco, 1996) además en la mina Crispín esto es favorecido por la existencia de suficiente agua (Watson, Blanco, Pileta y Martínez, 1992).

La aspersión de polvo con agua es una de las variantes más utilizada de los métodos húmedos, con la que se alcanza la mayor interacción entre los aerosoles de polvo con el aerosol acuoso creado para lograr la mayor efectividad en la supresión del polvo de menor granulometría.

El perfeccionamiento del método de arranque no solo es factible de aplicar en la mina Crispín, sino que es necesario dado que el método y tecnología actualmente utilizado son atrasados y no responden a los requerimientos técnico productivos y de seguridad (Watson, Blanco, Pileta y Martínez, 1992). En la investigación de la velocidad crítica de precipitación de la partícula de polvo en suspensión en condiciones de producción (Watson, Blanco 1996) se comprobó que las mayores concentraciones se producen durante el trabajo de arranque, para volúmenes de producción pequeños, estas razones implicaron la necesidad de elaborar un nuevo proyecto de explotación con miras a resolver este problema (Watson, Blanco, Pileta y Martínez 1992)

De los métodos analizados en las condiciones de la mina Crispín se recomienda emplear: el perfeccionamiento del método de explotación, el uso de la ventilación antipolvo (despolvorizante) y el empleo del método de rociadura con agua. Para todos los casos es necesario el empleo de medios individuales que garanticen la protección completa de los mineros durante la realización de sus actividades productiva

#### Fundamentación y análisis de los métodos propuestos

Es necesario el perfeccionamiento del método de explotación, debido a que se emplea el arranque por escalones ascendentes (testeros), la separación del mineral es con martillos picadores, con la caída del mineral hasta la galería de transporte, lo que provoca la formación de una gran nube de polvo, por el frente y en la galería. A esto le sigue el proceso de carga del material depositado en el piso y como consecuencia de esto la formación de una nueva nube de polvo. Los valores de las concentraciones de polvo que se obtienen superan las normas sanitarias establecidas para cualquier polvo (Álvarez, 1987, Frolov, 1988). Para darle solución al problema se confeccionó bajo la dirección del autor el proyecto de explotación de la mina Crispín.

En el proyecto se proponen dos variantes del método de explotación que garantizan la hermetización de la zona de arranque de modo que el mineral desciende por gravedad hasta la plataforma receptora donde están ubicadas las piqueras para la salida del mineral hasta los medios de transporte. Con estas medidas se reduce la formación de polvo durante el arranque y carga del mineral.

La introducción de las variantes propuestas del método de explotación genera una pequeña inversión necesaria para mejorar las condiciones higiénico-sanitarias y de seguridad, lo que influye significativamente en las productividad del trabajo.

La ventilación despolvorizante es un método de lucha contra el polvo de amplia difusión en el mundo dada su efectividad en los frentes de arranque, las excavaciones preparatorias, puntos de carga y descarga de minerales.

Con el objetivo de poder emplear la ventilación despolvorizante se investigó la dinámica del comportamiento del polvo de asfaltita ante la corriente de aire, se estudio la velocidad de precipitación del polvo en un régimen en calma, la velocidad de la corriente de aire que provoca la resuspensión del polvo precipitado y la velocidad crítica para la separación de las partículas en suspensión de la corriente de aire (Watson, Blanco, 1996 b). Dadas las características de la mina, (Watson, Blanco, Pileta y Martínez, 1992; Watson, 1991) proponemos ventilar los frentes de arranque (los testeros) con un chorro de ventilación descendente, con el objetivo de limpiar rápidamente el frente y acelerar el proceso de precipitación del polvo; además los resultados de la determinación experimental de la velocidad de precipitación del polvo de asfaltita (Watson, Blanco, 1996 b)

Con las investigaciones realizadas de la velocidad crítica y óptima de la corriente de aire para la ventilación de los frentes y excavaciones, se obtuvo que los valores de la velocidad deben oscilar entre  $1,5 \text{ m.s}^{-1}$  (Watson, Blanco, Pileta y Martínez 1992; Watson, Blanco, 1991).

En el proyecto general de ventilación de la mina, elaborado bajo la dirección del autor (Watson, Blanco, Pileta y Martínez 1992, Watson, Blanco, 1991) se propo-

ne el esquema general de ventilación de la mina así como de cada bloque en explotación. (Figura 1)

La utilización de la ventilación antipolvo no genera un incremento en los gastos de explotación de la mina, porque no es necesario hacer inversiones sino utilizar racionalmente los medios de ventilación existentes, siendo su efecto social y productivo significativo por lo que representa para la salud de los mineros y mejoría de las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo.

El empleo del método húmedo de lucha contra el polvo de asfaltita esta sustentado por el rol que juega la humectabilidad (Watson, Blanco, 1996 b) lo que se justifica por ser la asfaltita parcialmente hidrófilas. Otro indicador práctico que demuestra la objetividad del método, es el hecho de no producirse la resuspensión de polvo en la mina debido a la presencia de agua en las paredes y piso de las excavaciones.

El método se propone aplicarlo como complemento de la ventilación despolvorizante, por lo que solo realizaremos la rociadura con agua, la que se aplicará en los bloques de manera que se logre el aplacamiento del polvo desde su origen. Para resolver este problema se propone colocar el rociador en la parte inferior de la plataforma de los frentes de arranque en los testeros, con el objetivo de producir una fina rociadura sobre la mena arrancada, la que inducirá la caída del polvo en su trayectoria de descenso por el bloque hasta las plataformas receptoras y las piqueras (Figura 2). Con esto se reduce la concentración de polvo en la parte inferior del bloque. Como el mineral esta mojado al ser evacuado por las piqueras a los medios de transporte, en las excavaciones las concentraciones de polvo deben ser las mínimas.

Para realizar la rociadura se propone la construcción del rociador. Este consiste en un tubo de diámetro

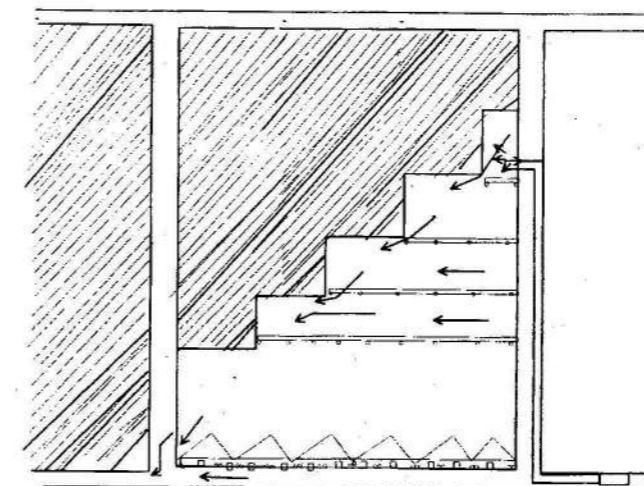


FIGURA 1. esquema de ventilación del frente de arranque

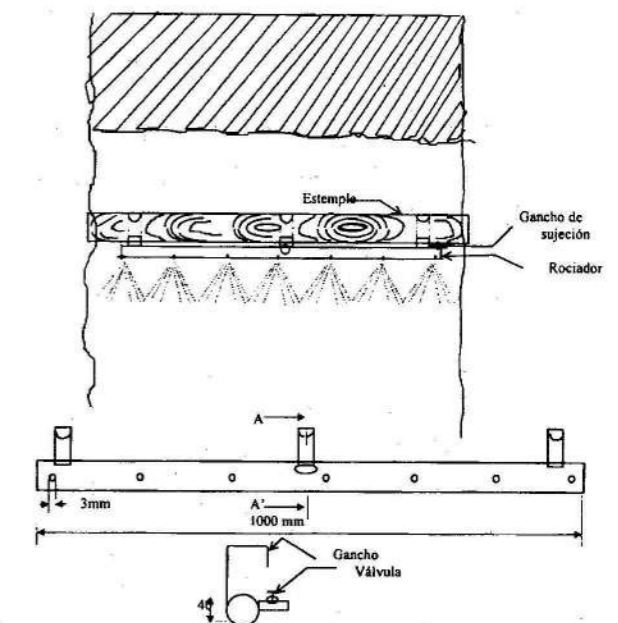


FIGURA 2. Esquema de rociadura del frente de arranque.

40 mm, longitud 1000 mm, perforado con orificios de 3 mm para la salida del agua. El tubo en su parte central se une a otro que tiene la válvula y en el extremo una toma para acoplarlo a la manguera del agua. Para colgar el rociador de los estemples, el tubo lleva soldado tres ganchos (Figura 2)

El gasto de agua debe ser ajustado en condiciones de producción y del método de arranque utilizado.

### CONCLUSIONES

- Los métodos factibles de aplicar en la lucha contra el polvo de asfaltita en la mina Crispín son:
  - Perfeccionamiento de la tecnología de arranque (perfeccionamiento del método de explotación)
  - La ventilación despolvorientante.
  - La rociadura con agua del mineral arrancado.
- La ventilación se realizara en los frentes de arranque de forma descendente con una velocidad máxima de 1,5 m.s<sup>-1</sup> y en las excavaciones preparatorias con el esquema soplante con una velocidad máxima de la corriente de aire de 1,8 m.s<sup>-1</sup>.
- Empleo del rociador diseñado por el autor por la flexibilidad, comodidad, facilidad para su construcción montaje y explotación.

## Empresa Gráfica "Juan Marinello" Guantánamo, Cuba.

La Empresa Gráfica "Juan Marinello", situada al norte de la ciudad de Guantánamo, es una industria que se halla en perfecto estado técnico para la producción de impresos gráficos en un surtido variado desde uno hasta cuatro colores.

Para ello contamos con lo que constituye nuestra principal premisa, mano de obra y personal técnico altamente calificados con más de veinte años de experiencia en la labor.

Para cubrir sus requerimientos, disponemos de materias primas de alta calidad, las que Usted podrá escoger, además poseemos la tecnología requerida para un buen acabado, como la barnizadora UT para pliegos, que permite darle un toque excelente de belleza a nuestras producciones.

### Le ofertamos:

- > Producción y comercialización de impresos gráficos, libros, revistas, folletos, plegables, modelos, block de notas, carpetas, sobres, tarjetas de presentación, afiches;
- > Trabajos de encuadernación manual;
- > Confección de cuños;
- > Maquinado y fabricación de piezas;
- > Servicio preciso y competente de mantenimiento, reparación y montaje de equipos gráficos.

### BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, D. J.: *Enfermedades profesionales en Cuba*, Edit. Científico Técnica, Ciudad de La Habana, 1987.
- CHADWICH J.: "Coal extraction technology", en *Mining Magazine*, no. 2., 1991.
- FROLOV, M. A.: *Manual de Ventilación de minas: parte IV. El polvo en las minas*, Nedra, Moscú, 1988.
- ISCHUK, I. G.: "Estado actual y perspectivas de la lucha contra el polvo en minas de carbón", en *Rev. Protección del Trabajo en la Industria*, no. 1, 1987.
- LÓPEZ D. Y OTROS: *Reglamento de protección e higiene del trabajo y técnicas de seguridad de minas y canteras*, U. M.S., 1990.
- POZDIAKOV A. G., B. F. KIRIN, E. I. VORIZOVA, E. I. ORTIEV, A. G. GUBAILOBSKI, I. G. ICHUK Y OTROS: *Manual para la lucha contra el polvo en las empresas de extracción de minerales*, Nedra, Moscú, 1982.
- RODRÍGUEZ R. K. y R. WATSON: "Estudio de las propiedades del polvo de asfaltita", Tesis Doctoral, Moa, 1994.
- UMANTSEV R. F., F. G. SHURINOBA M., M. T. OSODOEV: "Elevación de la efectividad de la hidroeliminación de polvo en el arranque", en *Rev. Carbón*, No. 3, 1987.
- WATSON Q. R. L., T. R. BLANCO, A. D. GUERRERO: "Metodología para la determinación de la humectabilidad de la asfaltita", Evento de la Sociedad de Geociencias, Holguín, 1996.
- WATSON Q. R. L., T. R. BLANCO, B. G. PILETA, A. MARTÍNEZ: "Proyecto de explotación de la mina Crispín", Cuba, 1992.
- WATSON Q. R. L., T. R. BLANCO: "Determinación de la velocidad óptima del aire para la ventilación de la mina Crispín", Evento Geomin '96, Moa, 1996.
- WATSON R., R. BLANCO: "Proyecto de ventilación de la mina Crispín", Moa, 1991.

*Lo que Usted necesita.*  
*Estamos muy cerca de Usted:*  
Serafin Sánchez s/n y el 3 Norte,  
Guantánamo.  
Tel.: 32 2825, 32 2803 (ext. 116, 117).  
E-mail: roo@gtm.ligera.cu

## Primer Coloquio Internacional JOSÉ MARTÍ Y LA CULTURA DE LA NATURALEZA

28 y 29 de noviembre del 2000  
La Habana, Cuba

La Sociedad Cultural "José Martí" y la Fundación "Antonio Núñez Jiménez" de la Naturaleza y el Hombre convocan a este Primer Coloquio, presidido por el aforismo martiano "la igualdad social no es más que el reconocimiento de la equidad visible de la naturaleza". El coloquio se desarrollará mediante conferencias a cargo de personalidades invitadas, paneles integrados por especialistas de diversas disciplinas y comunicaciones presentadas por los delegados. El análisis del tema, a la luz del legado martiano y de otros referentes contemporáneos proporcionará un intercambio abierto y útil que propicie a través del pensamiento y la acción, hacer frente a los desafíos que, en este campo, tiene ante sí la humanidad hacia el siglo XXI.

### Temáticas

- Ecología y desarrollo sostenible: retos hacia el siglo XXI.
- Educación, cultura y naturaleza.
- Ética y estética de la naturaleza: vigencia del pensamiento de José Martí.

### Presentación de los trabajos

Las ponencias serán presentadas por escrito y en disquete, en original y una copia, antes del 1 de noviembre del 2000 en la Sociedad Cultural "José Martí". Los resúmenes en una cuartilla y en sistema Windows.

### Cuota de inscripción

Delegados extranjeros	80.00 USD
Acompañantes y estudiantes	50.00 USD
Delegados nacionales	60.00 USD

El pago de la cuota de inscripción se hará efectivo antes del inicio del evento en: Calzada 807 esquina a 4, Vedado, La Habana, Cuba.

El Comité Organizador oferta un económico paquete turístico que comprende:

- Alojamiento por cuatro noches en el Hotel Colina (tres estrellas), con desayuno solamente.
- Traslado diario a sesiones del evento.
- Dos visitas en la ciudad

### Tarifa

- Habitación sencilla: 182.00 USD
- Habitación doble: 155.00 USD

### Presidencia

ARMANDO HART DÁVALOS  
Presidente de la Sociedad Cultural "José Martí"

LUPE VELIS DE NÚÑEZ JIMÉNEZ  
Presidenta de la Fundación "Antonio Núñez Jiménez" de la Naturaleza y el Hombre

### Comité Organizador

RAFAEL POLANCO BRAHOJOS  
Vicepresidente de la Sociedad Cultural "José Martí"  
Calzada, esquina a 4, Vedado, CP 10400  
Ciudad de La Habana, Cuba  
Telf.: 31 1910 Fax: 33 4672  
[jmarti@cubarte.cul.cu](mailto:jmarti@cubarte.cul.cu)

EUGENIO PÉREZ FERRER  
Fundación "Antonio Núñez Jiménez"  
de la Naturaleza y el Hombre  
Telf.: 24 2985 Fax: 24 0438  
[funat@cubarte.cul.cu](mailto:funat@cubarte.cul.cu)