

# Sistema de indicadores para el seguimiento de proyectos ambientales aplicado a procesos de recuperación y restauración ambiental de predios mineros

System of indicators for monitoring environmental projects recovery processes and environmental restoration of mining properties

CLARA JUDYTH BOTÍA FLECHAS<sup>1\*</sup> & LUZ ÁNGELA CASTRO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Docente, investigadora. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Especialización en Ambiente y

Desarrollo Local. <sup>2</sup>Docente Universidad Distrital Francisco

José de Caldas, Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Proyecto curricular Ingeniería Topográfica.

Correspondencia: \*cjbotiaf@udistrital.edu.co \*\*langelac@hotmail.com.

RECIBIDO: marzo 13/2011 MODIFICADO: julio 10/2011 ACEPTADO: Agosto 10/2011

## RESUMEN

Los planes de manejo, recuperación y restauración ambiental –PMRRA– de los predios mineros del Distrito Capital que han finalizado su actividad extractiva son instrumentos de gestión ambiental que buscan su incorporación de acuerdo con lo establecido en el Plan de Ordenamiento territorial. Sin embargo, la ausencia de un sistema de indicadores que permita el seguimiento y la evaluación de estos procesos de recuperación y restauración no permite garantizar su efectiva ejecución.

El objetivo de este artículo es adaptar un sistema de indicadores de seguimiento y monitoreo de proyectos ambientales a los procesos de recupera-

ción y restauración ambiental de los predios mineros, que sirva de apoyo al ejercicio de control de la autoridad ambiental competente.

De igual manera, se evidencia que para realizar adecuadamente la evaluación y el seguimiento de los planes mencionados, a través de un sistema de indicadores, es necesario contar con información clara, concisa y actualizada relacionada con las metas de cada programa, la programación de la ejecución de las actividades y de la inversión de recursos financieros, las unidades físicas a ejecutar, entre otros.

**Palabras clave:** indicadores, recuperación y restauración ambiental, seguimiento y evaluación.

## ABSTRACT

Management plans, recovery and environmental restoration of mining properties in the Capital District who have completed their extractive activities, are environmental management tools that seek incorporation under the provisions of the Land use Plan. However, the absence of a system of indicators to monitoring and evaluation of recovery and restoration process does not ensure its effective implementation.

Under this framework, the objective of this study is to adapt a system of monitoring indicators, environmental projects, the processes of re-

covery and environmental restoration of mining properties, which will support the exercise of control of the environmental authority.

Similarly with the development of this work, it is evident that to properly conduct the evaluation and monitoring of the plans mentioned, through a system of indicators is necessary to have clear, concise and updated with the goals of each program, scheduling the execution of investment activities and financial resources, physical units to execute, among others.

**Keywords:** indicators, recovery and environmental restoration, monitoring and evaluation.

## INTRODUCCIÓN

La recuperación y restauración de predios mineros del Distrito Capital que han terminado su explotación son procesos contemplados intrínsecamente en las tareas ambientales del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, con el fin de lograr una efectiva inclusión de estas áreas acorde con los usos del suelo determinados en dicho Plan (Rodríguez-Martínez, 2008).

En este contexto, la implementación de instrumentos como los planes de manejo, recuperación y restauración ambiental –PMRRA– en dichos predios busca garantizar su incorporación al territorio una vez finalizada la actividad extractiva.

De acuerdo con información de la Subdirección de Políticas y Gestión Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente, a enero de 2010, veinticinco estudios de PMRRA habían sido presentados y evaluados, de los cuales solamente uno había sido aprobado (expediente núm. DM-CAR-2810); mientras que a los restantes se les solicitó información adicional debido a que no cumplían con los requisitos contemplados en los términos de refe-

rencia establecidos por la Secretaría Distrital de Ambiente (Delgado-Ortega, 2010).

Por otro lado, un aspecto fundamental para el cumplimiento de las metas trazadas en los procesos de restauración y recuperación se relaciona con el monitoreo y seguimiento de las actividades propuestas. Con base en una revisión exhaustiva de los trabajos que se han adelantado al respecto en la Secretaría de Ambiente, se logró evidenciar que no existen instrumentos para dicho seguimiento por parte de la autoridad ambiental competente que garanticen la eficacia de los procesos.

En este artículo se toma como estudio de caso el predio Cantarrana; el cual a mayo de 2010 contaba con un PMRRA en proceso de aprobación por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente.

El predio Cantarrana está ubicado en la localidad de Usme sobre la AUTOPISTA al llano, con un área aproximada de 100 ha; la actividad extractiva se desarrolló entre 1960 y 2000; a partir de esa fecha y hasta el año 2005 el predio operó como escombrera. La disposición del material en la escombrera

permitió la recuperación de zonas degradadas por la minería; con el PMRRA de Cantarrana se espera continuar con el proceso de recuperación y restauración. El plan contempla el desarrollo del proceso en tres zonas –la zona norte, la zona central y la zona sur– para la recuperación ecológica, paisajística y ambiental, realizando actividades de preparación de terrenos, colocación técnica de rellenos estables, recuperación de suelos, implementación de programas de manejo integral de aguas y empradización y revegetalización de zonas intervenidas. El proyecto generará una provisión de espacio público para los habitantes de la zona.

Una vez revisados los antecedentes y el estado actual de conocimientos del tema, se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué instrumentos contribuirían a la eficacia de los procesos de recuperación y restauración ambiental en el predio minero Cantarrana?

En gestión ambiental se plantea que para la eficacia de los procesos es fundamental realizar la etapa de seguimiento y monitoreo, para lo cual se utilizan sistemas de indicadores con el fin de establecer el avance en el logro de los objetivos ambientales propuestos. A partir de dicho monitoreo se replantean estrategias y procedimientos que permiten la retroalimentación de los procesos. En la medida en que la autoridad ambiental competente cuenta con instrumentos adecuados de seguimiento y monitoreo se puede garantizar un proceso eficaz de recuperación y restauración de los predios que han finalizado su actividad minera.

El objetivo de este artículo es adaptar un sistema de indicadores de seguimiento y monitoreo de proyectos ambientales a los procesos de recuperación y restauración ambiental de los predios mineros que sirva de apoyo al ejercicio de control de la autoridad ambiental competente.

En este sentido, y teniendo en cuenta que la investigación busca aportar elementos para el mejoramiento de los procesos de recuperación y restauración de áreas afectadas por la actividad extractiva, se parte de un análisis retrospectivo de los instrumentos diseñados para el manejo ambiental de los predios mineros inactivos hasta la obtención de indicadores integrales que faciliten un seguimiento efectivo.

## METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta la revisión bibliográfica y los procedimientos planteados por parte de la Secretaría de Ambiente para abordar los procesos de recuperación y restauración de los predios mineros, se utilizó la siguiente metodología, dividida en cinco fases:

- Fase 1.** Identificación de las actividades que se van a desarrollar durante la ejecución del PMRRA, que se dividen en dos componentes: la recuperación y restauración ambiental y el manejo ambiental del proceso.
- Fase 2.** Revisión y análisis de la propuesta de manejo ambiental derivado de la ejecución del PMRRA para la identificación de acciones y sus respectivos indicadores de seguimiento.
- Fase 3.** Identificación de las necesidades de información para el seguimiento y monitoreo de los procesos de restauración y recuperación, como la programación establecida para desarrollar los programas y las etapas de cada programa.  
Identificación de las necesidades de información para el seguimiento y monitoreo de los programas de manejo ambiental contemplados en el PMRRA, principalmente lo que tiene que ver con la programación de mediciones y monitoreos ambientales.

**Fase 4.** Diseño conceptual de la estructuración de indicadores de evaluación y seguimiento. En esta fase se definen los indicadores a utilizar para cada uno de los programas que integran los dos componentes del plan de manejo recuperación y restauración ambiental PMRRA.

**Fase 5.** Elaboración de un sistema de indicadores de evaluación y seguimiento al PMRRA. Con base en lo planteado en las estrategias de aplicación del Sistema de Gestión Ambiental Municipal –SIGAM– se organizan los indicadores necesarios para la evaluación y seguimiento de los procesos de recuperación y restauración en predios mineros.

El método de investigación con el cual se abordará el problema de estudio es el de análisis-síntesis. De acuerdo con Muñoz Razo (1998), en el análisis se realiza la observación de un fenómeno describiendo los elementos que lo componen y se descomponen y clasifican las partes para analizar sus relaciones; en la síntesis se reúnen las partes o elementos para analizar, dentro de un todo, su naturaleza y comportamiento con el propósito de identificar las características del fenómeno observado.

La técnica de investigación es el estudio de caso; que consiste en el estudio de uno o muy pocos elementos de forma detallada, elegidos por cualidades particulares que los diferencian de otros elementos de determinado universo. Si bien estos estudios no pretenden comprobar hipótesis, sí sugieren la dirección para estudios futuros.

Para el estudio se escogió un caso representativo del proceso de recuperación y restauración de los predios mineros, con lo que se pretende hacer un análisis lo más profundo y exhaustivo posible que permita dar pautas para un conocimiento amplio de la realidad de estos procesos y así plantear

perspectivas orientadas hacia la búsqueda de indicadores de seguimiento por parte de la autoridad ambiental.

## RESULTADOS

Identificación de las actividades que se van a desarrollar durante la ejecución del PMRRA

El PMRRA de Cantarrana está dividido en dos componentes: el primero es la recuperación y restauración ambiental; el segundo, el manejo ambiental de las acciones de recuperación y restauración. En la tabla 1 se describen las actividades de cada uno de los componentes.

### Revisión y análisis de la propuesta de manejo ambiental derivado de la ejecución del PMRRA

El componente de manejo ambiental para la ejecución del PMRRA de Cantarrana contiene dos capítulos principales: a) Identificación de impactos generados y su evaluación; b) Acciones del plan de manejo ambiental para la ejecución del PMRRA.

En el primer capítulo se presenta la matriz de identificación y clasificación de impactos generados en cada una de las fases del proyecto, estas son: la fase de actividades preliminares al PMRRA, la fase de actividades durante la ejecución del PMRRA y la fase de actividades a implementar después de la ejecución del PMRRA. Luego de la identificación y clasificación de impactos, se presenta la matriz de caracterización y valoración de los impactos; en el segundo capítulo, los programas de manejo ambiental encaminados a mitigar, corregir y/o compensar los impactos generados en la ejecución del PMRRA, con una breve descripción de cada uno.

El Plan de manejo ambiental no presenta estrategias de organización, comunicación y control que permitan una implementación exitosa. De igual

Tabla 1. Cuadro de actividades PMRRA Cantarrana

Componente	Programa	Actividades
Recuperación y Restauración Ambiental	Adecuación morfológica y estabilización geotécnica	Acceso a sitios de disposición, disposición de los materiales por vertimientos sobre las terrazas, Terraceo y perfilamiento de taludes y construcción de las bermas
	Manejo de aguas	Construcción de zanjas de coronación, cunetas en las bermas y emboquillados en piedra
	Recuperación de suelos	Disposición de finos e incorporación de suelos orgánicos
	Control de erosión	Construcción de canales, cunetas en bermas y Revegetalización
	Empradización y revegetalización	Disposición de material orgánico, siembra de especies nativas, empradización
	Disposición de materiales	Disposición de los finos de las plantas, materiales de relleno
	Readecuación paisajística	Revegetalización para el mejoramiento estético y paisajístico, reforestación, mejoramiento de condiciones de drenaje
Manejo Ambiental	Manejo de residuos sólidos	Instalaciones para el manejo de residuos, disposición, manejo de residuos sólidos peligrosos
	Manejo de aguas residuales domésticas e industriales	Manejo y control de ARD, instalación del sistema de pozos sépticos para el tratamiento de las ARD, instalación campo de infiltración
	Control del ruido y emisiones atmosféricas	Control de material particulado, control de ruido
	Minimización del impacto visual	Reconformación morfológica y revegetalización natural
	Movilización de equipos y materiales	Medidas de mitigación: control de emisiones de sólidos, control de los sistemas lumínico y sonoro de los equipos, control de la sobrecarga vehículos
	Señalización	Capacitación y sensibilización
	Gestión social y participación comunitaria	Actividades informativas y de socialización, atención a veedurías, ejecución de proyectos concertados

Fuente: Plan de manejo recuperación y restauración ambiental, Predio Cantarrana, SDA,

manera, no se plantea una estructura de los programas de manejo ambiental, en donde se especifiquen los objetivos, las metas, la fase o fases en las cuales se implementarán las medidas, los impactos

a controlar, el personal requerido, los indicadores de seguimiento y el responsable de la ejecución. Los anteriores son aspectos fundamentales para una implementación adecuada y exitosa del plan de manejo ambiental.

### Identificación de las necesidades de información para el seguimiento y monitoreo a los procesos de restauración y recuperación

Para la evaluación de los programas del PMRRA se requiere la siguiente información:

- Los programas con sus respectivas metas.
- El área total a recuperar en el predio Cantarrana.
- La programación de la ejecución de cada uno de los programas.
- La programación de las metas físicas de cada programa.
- La programación de los recursos financieros a ejecutar.
- La programación de reuniones informativas, socialización y proyectos concertados con la comunidad.

Teniendo en cuenta los aspectos de recuperación y restauración ambiental a los cuales se les debe hacer seguimiento, es necesario contar con la siguiente información:

- Presupuesto asignado a cada uno de los programas.
- Las metas previstas en cada uno de los programas.
- Definición de las actividades a desarrollar en cada uno de los programas.
- Identificación de las unidades físicas a desarrollar, por ejemplo los metros cúbicos de material, metros lineales de cunetas y zanjas, metros cuadrados de empedrado, etcétera.
- Identificación de los proyectos a ejecutar en cada uno de los programas

### Identificación de las necesidades de información para el seguimiento y monitoreo de los programas de manejo ambiental contemplados en el PMRRA

De acuerdo con cada uno de los programas de manejo ambiental, en la tabla 2 se identifica la información necesaria para realizar el seguimiento de estos programas.

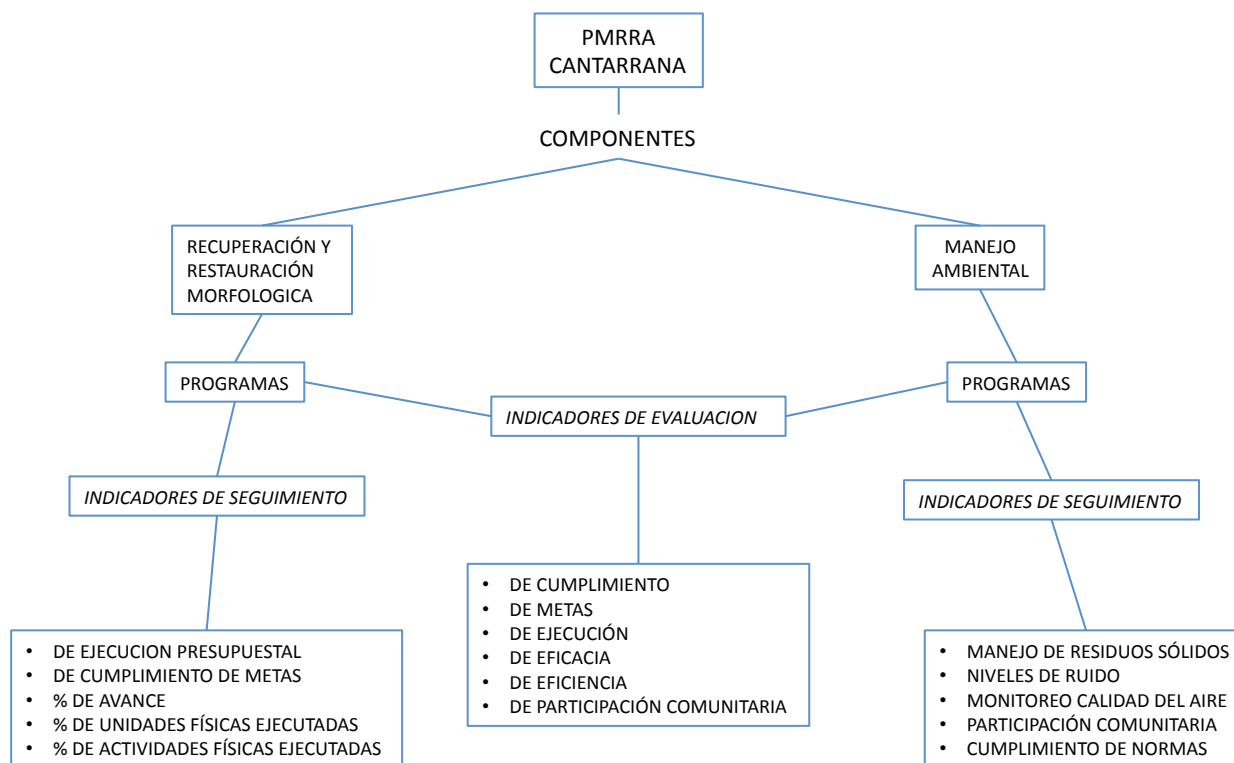
**Tabla 2.** Información para el seguimiento a los programas de manejo ambiental del PMRRA Cantarrana

Programa	Información requerida
Manejo de residuos sólidos	Volumen de residuos sólidos comunes y especiales, generados, separados y reciclados en la ejecución del proyecto
Control del ruido y emisiones atmosféricas	Mediciones de niveles de ruido, monitoreo de partículas gases y ruido en obra
Gestión social y participación Comunitaria	Número de reuniones informativas y de socialización, número de visitas al punto de atención al ciudadano
Movilización de equipos y materiales	Normas vigentes para la movilización de maquinaria. Normas vigentes y certificados de revisión técnico-mecánica

### Diseño conceptual de la estructuración de indicadores

Según los componentes de los PMRRA, en el diseño conceptual se establecen por separado indicadores de seguimiento para los programas de recuperación y restauración ambiental, así como para los

programas de manejo ambiental. Los indicadores para la evaluación se deben aplicar a todos y cada uno de los programas que integran el PMRRA. En la figura 1 se muestra la estructura de los indicadores de evaluación y de seguimiento propuestos.



Elaboración de un sistema de indicadores de seguimiento al PMRRA

### Indicadores ambientales y de gestión

Un indicador puede definirse como un parámetro o estimativo, derivado de otros parámetros que dan información acerca de un fenómeno determinado; su significado trasciende las propiedades asociadas directamente con el valor de dicho parámetro (MMA-IDEA, 2002).

Los indicadores ambientales se utilizan para obtener información sobre el cumplimiento de las metas de gestión, para con ello establecer los logros y los avances registrados a partir de la ejecución de programas y proyectos ambientales. Medir la evolución de los procesos permite determinar el impacto real de las acciones sobre la calidad ambiental del área de estudio.

Para diseñar un sistema de indicadores de seguimiento a los procesos de recuperación y restauración ambiental de las AOM se requiere claridad sobre los objetivos y las metas ambientales propuestas, además de contar con la información base necesaria, para lograr así el propósito de mejoramiento continuo.

Con base en lo anterior, aquí se formula un sistema de indicadores para el seguimiento del PMRRA de Cantarrana basado en la metodología establecida en la estrategia de aplicación del SIGAM, haciendo un análisis para establecer el tipo de información necesaria para la operacionalización de cada indicador.

De acuerdo con lo planteado en la estrategia de aplicación del SIGAM (MMA-IDEA 2002), el seguimiento y monitoreo se pueden fundamentar en los siguientes aspectos:

- El grado de cumplimiento de objetivos con relación a las metas,
- los cambios en el estatus de los indicadores (a partir de las acciones ejecutadas) y
- La magnitud de dichos cambios.

El PMRRA de Cantarrana está dividido en dos componentes: el primero, la recuperación y restauración ambiental; el segundo, el manejo ambiental de las acciones de recuperación y restauración. De acuerdo con esto se formula un sistema de indicadores dividido en tres partes:

- Indicadores generales para la evaluación los programas del PMRRA de Cantarrana.
- Indicadores de seguimiento, que se enfocan hacia la medición del grado de cumplimiento de

los subprogramas del programa de recuperación morfológica y restauración ambiental.

- Indicadores de monitoreo para los subprogramas del manejo ambiental de la ejecución del PMRRA.

A continuación se realiza una descripción de los indicadores mencionados.

### Indicadores para la evaluación de los programas del PMRRA Cantarrana

Acorde con los lineamientos establecidos en el SIGAM MMA-IDEA (2002), los indicadores que se aplicarían para la evaluación de los programas de PMRRA de Cantarrana son los registrados en la tabla 3.

**Tabla 3.** Indicadores para la evaluación de los programas del PMRRA Cantarrana

Indicador	Descripción	Fórmula
Cumplimiento de las metas de los programas	Mide el logro de las metas respecto al porcentaje de programación (eficiencia), la información debe provenir del componente programático del PMRRA	$\frac{\% \text{ meta alcanzada}}{\% \text{ meta programada}}$
Indicador de resultados	Hace referencia a los logros reales obtenidos respecto a los objetivos y metas establecidos en los programas del PMRRA Cantarrana, por ejemplo área recuperada, y demás indicadores de seguimiento al avance físico de los proyectos. Aplican para el seguimiento a las actividades del plan de recuperación morfológica y ambiental del PMRRA	$\frac{\text{Área recuperada}}{\text{Área total a recuperar}}$
Indicador de ejecución	La Secretaría Distrital de Ambiente es la encargada de ejercer la gerencia o dirección de la ejecución de los proyectos, y mediante los indicadores apropiados debe hacer el seguimiento a la ejecución de los programas y proyectos, así como registrar el cumplimiento de los cronogramas establecidos y con los recursos asignados	$\frac{\% \text{ ejecución del programa}}{\% \text{ programado de ejecución del programa}}$
Indicador de eficacia en el cumplimiento de metas	La eficacia es el logro de objetivos y metas. El seguimiento y la evaluación del PMRRA se pueden realizar con base en el análisis de resultados contra objetivos establecidos inicialmente, a partir de la comparación de metas previstas contra metas alcanzadas	ALTO: Cumplimiento parcial o acumulado por encima del 80% del nivel previsto de ejecución. MEDIO: En el rango 60 a 79 % frente a lo previsto. BAJO: Cumplimiento de metas es ineficiente, ejecución por debajo del 60% previsto



## ARTÍCULO DE APLICACIÓN

Indicador	Descripción	Fórmula
Indicador de eficiencia	<p>La eficiencia involucra la racionalidad en el uso de los recursos para el cumplimiento de los objetivos y metas trazados</p> <p>Se mide a través de un índice físico (IF), un índice de inversión (II) y índice de tiempo (IT)</p> <p>Eficiencia: <math>(IF / II) IT</math></p>	<p>(IF): Meta física lograda Meta física programada</p> <p>(II): Recursos financieros ejecutados Recursos financieros programados</p> <p>(IT): <math>\frac{\text{Tiempo invertido}}{\text{Tiempo programado}}</math></p>
Indicador de participación comunitaria	Hace referencia al nivel de participación de la comunidad en espacios como reuniones, actividades de socialización y proyectos concertados, así como veedurías comunitarias para el seguimiento al cumplimiento de sus expectativas, a la disminución de la problemática ambiental y a un mejoramiento de su calidad de vida, derivados del proceso de restauración y recuperación ambiental de Cantarrana	<p># de reuniones</p> <p># de Actividades</p> <p># proyectos comunitarios</p> <p># Veedurías comunitarias</p>

### Indicadores de seguimiento a los programas del componente de recuperación morfológica y restauración ambiental

En la tabla 4 se presenta una serie de indicadores para medir el cumplimiento de los subprogramas del programa de recuperación morfológica y res-

tauración ambiental del PMRRA Cantarrana, de acuerdo con lo planteado en las estrategias de aplicación del SIGAM MMA-IDEA (2002)

**Tabla 4.** Indicadores de seguimiento a los programas del componente de recuperación morfológica y restauración ambiental del PMRRA Cantarrana

Indicador	Descripción	Fórmula
Presupuesto ejecutado/presupuesto inicialmente aprobado	Indicador de ejecución presupuestal que corresponde al porcentaje que representa el presupuesto ejecutado en el Subprograma con respecto al valor inicial aprobado para el subprograma	$PEF = \frac{EF}{API} \times 100$ <p>Donde: PEF es el porcentaje de ejecución final EF es la ejecución final (millones) API es la aprobación presupuestal inicial (millones)</p> <p>Cumplimiento de META 1</p> $PCM1 = \frac{MA}{MP} * 100$

## ARTÍCULO DE APLICACIÓN

Cumplimiento de las metas de cada programa (porcentaje)	Este indicador tiene por objeto medir el cumplimiento de cada una de las metas previstas en el subprograma, expresadas en porcentaje	<p>Donde:                      PCM1 es el porcentaje de cumplimiento de meta 1                      MA es la meta alcanzada (unidad propuesta)                      MP es la meta propuesta (unidad propuesta)</p> <p>Así sucesivamente para cada meta propuesta  <math>PEF = \frac{EF}{API} \times 100</math></p>
Avance del subprograma/ total programado	Indicador que corresponde al porcentaje (%) que representa el avance de actividades del Subprograma con respecto al total de actividades programadas	$PA = \frac{NAD}{TAP} * 100$ <p>Donde:                      PA es el porcentaje de avance                      NAD es el número de actividades desarrolladas                      TAP es el total de actividades programadas</p>
Unidades físicas ejecutadas/ total unidades físicas programadas	Porcentaje que representan los productos o resultados del Subprograma, medidos en unidades físicas ejecutadas, (para este caso hace referencia a las obras realizadas) respecto al total de unidades físicas programadas para el programa	$PUF = \frac{UFE}{TUFF} * 100$ <p>Donde:                      PUF es el porcentaje de unidades físicas ejecutadas                      UFE es el total de unidades físicas ejecutadas                      TUFF es total unidades físicas programadas</p> $PPA = \frac{PAL}{PRNA} * 100$
Parámetro ambiental logrado/parámetro ambiental de norma vigente	Indicador expresado en porcentaje, que mide el parámetro ambiental alcanzado con la ejecución del programa, frente al parámetro recomendado por la norma ambiental vigente.	<p>Donde:                      PPA es el porcentaje del parámetro ambiental                      PAL es el parámetro ambiental logrado                      PRNA es el parámetro recomendado por la norma ambiental</p> $PAE = \frac{TAE}{TAS} * 100$
Actividades ejecutadas / actividades programadas	Es el porcentaje de las actividades del Subprograma que se han ejecutado totalmente durante el período de seguimiento, frente al total de las actividades que conforman el programa.	<p>Donde:                      PAE es el porcentaje de actividades ejecutadas                      TAE es el total actividades ejecutadas                      TAS es total de actividades del Subprograma (unidades)</p>

Cumplimiento de cada actividad del Programa	<p>Con el fin de identificar qué actividad ha sido exitosa y cuál o cuáles han presentado fallas o problemas, se incluirá el porcentaje de cumplimiento de cada una de las actividades que conforman el programa.</p> <p>Evaluación de cada indicador: De acuerdo a su cumplimiento cada indicador será calificado bajo el siguiente criterio:</p> <p>ALTO Si el porcentaje de cumplimiento se encuentra entre 80 y 100</p> <p>MEDIO Si el porcentaje de cumplimiento se encuentra entre 50 y 79</p> <p>BAJO Si el porcentaje de cumplimiento es menor de 50</p>	$PPCP = \frac{SPI}{NTI}$ <p>Donde:  PPCP es porcentaje promedio de cumplimiento del programa  SPI es sumatoria de los porcentajes de todos los indicadores  NTI es el número total de indicadores</p> <p>La evaluación correspondiente al porcentaje del promedio de cumplimiento del programa se evalúa en términos de alto, medio o bajo</p>
---	--	--

### **Análisis de los factores endógenos y exógenos**

Según lo planteado por MMA (2002), para evaluar el cumplimiento de los programas de recuperación morfológica y restauración ambiental es importante analizar los factores endógenos y exógenos.

Los factores endógenos son todas aquellas condiciones y circunstancias de manejo interno de la gerencia del PMRRA que puedan alterar los objetivos, tareas, compromisos, cronogramas y por ende la consecución de las metas, que pudieron ser previstas o evitadas, o que pueden ser controladas, corregidas o ajustadas una vez sean detectadas.

Esta información se puede obtener a partir de las observaciones que se consignan en los formatos de seguimiento y evaluación; básicamente, son las situaciones que han afectado el normal desarrollo del proyecto o programa de PMRRA.

Los factores exógenos son todas aquellas condiciones y circunstancias que no dependen del manejo o voluntad de la administración del PMRRA, sobre las cuales no tiene injerencia ni dominio, pero que pueden facilitar o entorpecer el cumplimiento de los objetivos, tareas y compromisos y por ende la consecución de las metas.

En la figura 2 se propone la ficha para el seguimiento de los subprogramas de acuerdo con los indicadores planteados.

### **Indicadores de seguimiento y monitoreo a los programas del componente de manejo ambiental para la ejecución del PMRRA**

El objetivo del seguimiento y monitoreo de los subprogramas del programa de manejo ambiental es ofrecer a la Secretaría Distrital de Ambiente una base técnica para la verificación del manejo ambiental durante la ejecución del PMRRA.

Se propone adoptar los indicadores definidos en la *Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura. Subsector vial*, del Instituto Nacional de Vías (Invias), Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) del año 2007.

### **Indicadores programa de Manejo de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos**

Proyecto de seguimiento y monitoreo: Seguimiento a residuos sólidos comunes y especiales

#### **Objetivos**

- Verificar de manera continua el cumplimiento de las medidas establecidas para la recolección, frecuencia, clasificación, transporte, almacenamiento temporal y disposición final de los residuos sólidos orgánicos, inorgánicos y especiales

PLAN DE MANEJO RECUPERACIÓN Y RESTAURACIÓN AMBIENTAL PREDIO: CANTARRANA			
Seguimiento a Programas			
Nombre del programa :			
ITEM	INDICADOR	% CUMPLIMIENTO	EVALUACIÓN
1	Presupuesto Ejecutado/Presupuesto inicialmente aprobado		
2	Cumplimiento de las metas de cada Subprograma		
2.1	Meta 1		
2.2	Meta 2		
2.3	Meta 3		
3	Avance del Subprograma/Total programado		
4	Unidades físicas ejecutadas/Total Unidades físicas programadas		
5	Parámetro ambiental logrado/Parámetro ambiental de Norma vigente		
6	Actividades ejecutadas / actividades programadas		
7	Porcentaje promedio de cumplimiento de las actividades del Subprograma		
7.1	Actividad 1		
7.2	Actividad 2		
7.3	Actividad 3		
PROMEDIO DEL CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA			
Observaciones: _____			
_____			

**Figura 2.** Ficha para seguimiento a los subprogramas del programa de recuperación morfológica y restauración ambiental. Fuente: MMA-IDEA 2002

generados en los campamentos y en los frentes de obra.

- Realizar el seguimiento a los convenios y/o acuerdos que se realicen para la implementación de programas de reciclaje, junto con el registro de volumen de residuos respectivo.
- Cumplir con las normas ambientales vigentes para el manejo y disposición de residuos sólidos comunes y especiales.

### **Metas**

- Separación en la fuente de la totalidad de residuos sólidos generados.

### **Indicadores de calificación o cumplimiento**

- Volumen de residuos sólidos separados en la fuente/volumen total de residuos sólidos generados.
- Volumen de residuos sólidos reciclados/volumen de residuos sólidos entregados.
- Volumen de residuos sólidos especiales manejados de acuerdo con la norma vigente/volumen de residuos sólidos especiales generados.

**Unidad de medida**

- Volumen de residuos sólidos (m<sup>3</sup>).

La figura 3 muestra la ficha tipo para los indicadores de los programas del componente manejo de ambiental.

**Indicadores programa de manejo de emisiones atmosféricas y manejo de ruido**

Proyecto de seguimiento y monitoreo: control calidad del aire y ruido

**Objetivos**

- Cumplir con los niveles máximos permisibles de emisiones atmosféricas y de ruido.
- Realizar el monitoreo respectivo con el fin de verificar de manera continua las emisiones atmosféricas y de ruido.
- Garantizar que se tomen las medidas establecidas en el Plan de Manejo Ambiental para la prevención y mitigación de impactos generados por el funcionamiento patios de acopio, parque vehicular, maquinaria y frentes de obra.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PMRRA: PREDIO CANTARRANA	
SUBPROGRAMA 2: MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS	
Proyecto de seguimiento y monitoreo:	
<b>1. Objetivos</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar de manera continua el cumplimiento de las medidas establecidas para la recolección, frecuencia, clasificación, transporte, almacenamiento temporal y disposición final de los residuos sólidos orgánicos, inorgánicos y especiales generados en los campamentos y en los frentes de obra.</li> <li>• Realizar el seguimiento a los convenios y/o acuerdos que se realicen para la implementación de programas de reciclaje, junto con el registro de volumen de residuos respectivo.</li> <li>• Cumplir con las normas ambientales vigentes para el manejo y disposición de residuos sólidos comunes y especiales</li> </ul>	
<b>2. Metas</b>	
1.	Separación en la fuente de la totalidad de residuos sólidos generados
<b>3. Etapa</b>	
Se debe describir aquí la etapa del proyecto, en la cual se está desarrollando la medición con el indicador.	
<b>4. Indicadores de calificación o cumplimiento</b>	
1.	Volumen de residuos sólidos separados en la fuente/volumen de residuos sólidos generados
2.	Volumen de residuos sólidos reciclados/volumen de residuos sólidos entregados
3.	Volumen de residuos sólidos especiales manejados de acuerdo con la norma vigente/volumen de residuos sólidos especiales generados
<b>5. Unidad de medida</b>	
1.	Volumen de residuos sólidos (m <sup>3</sup> )
<b>6. Personal requerido</b>	
Se describe aquí el personal necesario para realizar las actividades propuestas en cada indicador.	
<b>7. Responsable del seguimiento</b>	
Se define cual es el equipo responsable del seguimiento a partir del resultado arrojado por cada indicador.	
<b>8. Costos</b>	
Incluye una completa descripción de los costos del proyecto de seguimiento	

**Figura 3.** Ficha propuesta para seguimiento a los subprogramas del Programa de recuteración morfológica y restauración ambiental

**Metas**

- Cumplir con los niveles de ruido y emisiones atmosféricas establecidos en las normas vigentes, en especial con las resoluciones 619 de 1997 y 601 de 2006 para emisiones por fuentes fijas y Ley 769 de 2002 para fuentes móviles. Con respecto a emisiones sonoras, la Resolución 627 de 2006, Resoluciones expedidas por el MAVDT.
- Realizar monitoreo de partículas, gases NO<sub>x</sub> y ruido en los frentes de trabajo antes de iniciar el proceso constructivo y posteriormente, de acuerdo con la periodicidad planteada en el plan de manejo ambiental.

**Indicadores de calificación o cumplimiento**

- Cumplimiento en porcentaje (%) de los niveles de ruido y emisiones en los frentes de obra. Parámetro ambiental logrado/parámetro ambiental de la norma vigente.
- Monitoreo de partículas, gases y ruido realizados/número de monitoreos de partículas gases y ruido programados.
- Un informe detallado que contenga como mínimo la siguiente información: i) Puntos de medición; ii) Período y frecuencia de medición; iii) Metodología para material particulado (rango, sensibilidad, calibración del equipo y análisis de laboratorio); iv) Equipos y materiales de muestreo; v) Partículas en suspensión; vi) Análisis de resultados y vii) Conclusiones.

**Unidad de medida**

- Concentración promedio de material particulado total ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- Emisión de ruido (dBA).

**Indicadores programa de gestión social y participación comunitaria**

- Proyecto de seguimiento y monitoreo: atención y participación ciudadana

**Objetivo**

- Ejecutar el 100% de las actividades ambientales establecidas en el programa durante el periodo de evaluación.

**Meta**

- Cumplir con el 100% de las actividades previstas en el programa para el período de evaluación.

**Indicadores de calificación o cumplimiento**

- Número de personas informadas sobre las condiciones técnicas, alcances, actividades constructivas y duración del proyecto, y sobre los efectos positivos y negativos causados sobre el ambiente natural y social.
- Número de personas atendidas para dar respuesta oportuna o solución a sus inquietudes y solicitudes.

**Indicadores subprograma de movilización de equipos y maquinaria**

- Proyecto de seguimiento y monitoreo: traslado de maquinaria y equipo.

**Objetivos**

- Garantizar que se ejecuten las medidas establecidas en el plan de manejo ambiental para la movilización de equipos y maquinaria.
- Verificar el cumplimiento de las normas vigentes de seguridad para el traslado de maquinaria y equipos.

**Metas**

- Tener el 100% de seguridad para el traslado de equipos y maquinaria.

## Indicadores de calificación o cumplimiento

- Porcentaje (%) de cumplimiento de las normas vigentes para la movilización de maquinaria y equipos de construcción.
- Porcentaje (%) de cumplimiento de las normas vigentes sobre la revisión técnico mecánica de los vehículos de transporte pesado.

### Unidad de medida

- Porcentaje (%) de cumplimiento.

## CONCLUSIONES

Los planes de manejo, recuperación y restauración ambiental PMRRA de los predios mineros constan de dos componentes: la recuperación y restauración morfológica y el manejo ambiental. Para realizar una adecuada y exitosa implementación del PMRRA es necesario definir indicadores para la evaluación de los programas de cada componente, así como indicadores para su seguimiento y monitoreo.

Para realizar la evaluación, el seguimiento y el monitoreo de los programas del PMRRA, a través de un sistema de indicadores, es necesario contar con información clara, concisa y actualizada relacionada con las metas de cada programa, la programación de la ejecución de las actividades y de la inversión de recursos financieros, las unidades físicas a ejecutar, entre otros.

Los programas de manejo ambiental contemplados en los PMRRA, además de los indicadores de seguimiento y evaluación, deben especificar los objetivos, las metas, la fase o fases en las cuales se implementaran las medidas, los impactos a controlar, el personal requerido y el responsable de la ejecución; así mismo, deben contar con estrategias de organización, comunicación y control que permitan una implementación exitosa.

Trabajos como este buscan aportar elementos para el mejoramiento de los procesos de recupera-

ción y restauración de áreas afectadas por la actividad extractiva, los cuales son considerados como parte de las tareas ambientales del POT en el área específica de minería.

El desarrollo de este tipo de instrumentos de seguimiento a las actividades de recuperación y restauración ambiental de predios mineros en Bogotá permitirá realizar un control más efectivo de estos procesos, de ahí la necesidad de que sean adoptados por la autoridad ambiental competente.

## BIBLIOGRAFÍA

- DELGADO-ORTEGA, A. (2010). Contrato 1224 de 2009; Lineamientos ambientales para las áreas y operaciones mineras del Distrito Capital. Secretaría Distrital de Ambiente. Subdirección de Políticas y Gestión Ambiental. Bogotá. 79 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS –INVIAS– MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL –MAVDT– (2007). Guía de manejo ambiental de proyectos de Infraestructura. Subsector Vial. 146 p.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE –MMA– INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA –IDEA– (2002). SIGAM. Estrategia de aplicación. Capacitación y seguimiento. 83 p.
- MUÑOZ C. (1998). Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis. México: Prentice Hall, p. 84-85.
- PIÑEROS J, E. (2008). Plan de Manejo, Recuperación y Restauración Ambiental. Predio Cantarrana. Informe Técnico. 1:3. Secretaría Distrital de Ambiente. 162p.
- RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, Y. (2009). Tareas ambientales en el POT de Bogotá D.C., Priorización en forma de programa de ejecución, marco ordenador, Indicadores espaciales, una aproximación sistémica. Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente. 69 p.