

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE
RECURSOS MINERALES EN EL MARCO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE.**

CARLOS ARTURO ROJAS ARANGO

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y ECONÓMICAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS ECONÓMICAS
MEDELLÍN
2009**

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE
RECURSOS MINERALES EN EL MARCO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE.**

CARLOS ARTURO ROJAS ARANGO

Tesis realizada para optar al título de Magíster en Ciencias Económicas

**Director:
Ricardo Quijano Hurtado
Ingeniero**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y ECONÓMICAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS ECONÓMICAS
MEDELLÍN
2009**

Nota de aceptación

Firma del Presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Ciudad: _____ día ____ mes ____ año ____

A Dios y mi familia que de forma incondicional han apoyado el logro de mis metas.

Carlos Arturo Rojas Arango

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

Al Ingeniero Ricardo Quijano Hurtado, por su paciencia y aporte en este trabajo.

Al Doctor Carlos Mario Isaza, exdirector financiero de Canteras de Colombia S.A., por la información suministrada dentro de la parte práctica de esta investigación.

A mi esposa e hija, por su paciencia.

A quienes de una u otra forma se vieron involucrados en la feliz culminación de éste proyecto.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. OBJETIVOS	22
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	22
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
2. EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL SECTOR MINERO.....	23
2.1. EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y SU CONCEPTUALIZACIÓN.....	23
2.2 Planteamientos de la economía ambiental en torno a recursos agotables	25
2.3 descripción de la regla de hotelling y la regla de hartwick	29
2.3.1 Regla de Hotelling.....	29
2.3.2 Regla de Hartwick.....	30
2.4. CONTEXTO INTERNACIONAL SOBRE MINERÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE	30
2.4.1. Reseña Histórica de Conferencias y Cumbres.	30

2.4.2. Organizaciones Globales.....	38
2.4.3. Organizaciones Latinoamericanas.....	45
2.5. PROYECTO DE MINERÍA, MINERALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE (MMSD)	47
2.5.1. Generalidades del MMSD	47
2.5.2. Objetivos del MMSD	49
2.5.3 Contribución del Sector al Desarrollo Sostenible	50
2.5.4 Marco conceptual sobre Desarrollo Sostenible del Concejo Internacional de Minería y Metales – International Council on Mining and Metals – (ICMM)	53
2.6. CASO COLOMBIANO	59
3. PROCESO MINERO GENERALIZADO	65
3.1. DEFINICIONES.....	65
3.2. SECUENCIA DETALLADA DE IDENTIFICACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE UN DEPÓSITO MINERAL	66
3.2.1 Exploración y definición del modelo minero.....	66
3.2.2. Legalización de explotación.....	68
3.2.3. Negociación y compra de predios.....	68

3.2.4. Generación de empleo directo	69
3.2.5. Generación de empleo indirecto	69
3.2.6. Apoyo a las actividades del área de influencia	69
3.2.7 Demanda de bienes y servicios	70
3.2.8. Remoción de vegetación.....	70
3.2.9. Construcción y montaje de infraestructura.....	70
3.2.10. Operación de instalaciones domésticas.....	70
3.2.11. Operación de vías de transporte	70
3.2.12. Apertura de nuevos frentes de minería	71
3.2.13. Remoción y acopio del horizonte A.....	71
3.2.14. Perforación y voladura	71
3.2.15. Excavación, transporte y depósito de estéril.....	71
3.2.16. Excavación, transporte y depósito de mineral a zonas de acopio.....	72
3.2.17. Excavación, transporte y depósito de entresuelo.....	72

3.2.18. Procesamiento	72
3.2.19. Entrega del mineral para venta y pago de obligaciones legales	73
3.2.20. Operación y mantenimiento de maquinaria y equipos	73
3.2.21. Rehabilitación de suelos degradados y revegetalización.....	73
3.2.22. Desmante y abandono	73
4. IMPACTO AMBIENTAL GENERALIZADO DE LA MINERÍA.....	76
4.1. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PREVIO AL PROYECTO...76	
4.2. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES CON PROYECTO.....	78
5. PROPUESTA METODOLÓGICA DE VALORACIÓN DE RECURSOS MINERALES	87
5.1. GENERALIDADES	88
5.2. LA FUNCION DE GASTO	94
5.3. CONSIDERACIONES FINALES.....	99
6. ESTUDIO DE CASO	103
6.1. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE VALORACIÓN PLANTEADA ...	104

6.1.1. Valor de la función de ingresos $f(I)$	104
6.1.2. Valor de la función de cantidad $f(C)$ y de la función de tiempo $f(t)$	109
6.1.3. Valor de la función de gasto $f(G)$	109
6.2. CONSIDERACIONES FINALES DE LA VALORACIÓN.....	121
7. CONCLUSIONES.....	122
BIBLIOGRAFIA.....	125
ANEXOS	131

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Paradigmas de la economía del medio ambiente	27
Tabla 2. Sesiones de la Conferencia Internacional en Desarrollo, Ambiente y Minería (ONU, 1994).....	35
Tabla 3. Principios del Desarrollo Sostenible.....	50
Tabla 4. Elementos del Marco para el Desarrollo Sostenible del ICMM	53
Tabla 5. Síntesis del estado actual del área de influencia por componente de un sistema previo a las actividades mineras.....	77
Tabla 6. Desagregación del ambiente	79
Tabla 7. Impactos ambientales generados por el desarrollo de proyectos mineros	82
Tabla 8. Utilización de los diferentes afloramientos para la producción de los diferentes productos que produce Canteras de Colombia S.A.	103
Tabla 9. Aplicaciones de los productos elaborados a partir de la dunita serpentizada.....	107
Tabla 10. Valoración económica de la implementación de las estrategias de manejo ambiental.....	113

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Metodologías actuales de valoración	133
Anexo B. Externalidades.....	154
Anexo C. Costo presupuestado por unidad de negocio.....	157
Anexo D. Aplicación metodología de valoración.....	158

GLOSARIO

AMC: Análisis Multicriterio o Multiobjetivos. Es un método de toma de decisión en situaciones de fuerte incertidumbre y de complejidad.

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Funciona como un centro de estudio en la región, que colabora con los Estados miembros de las Naciones Unidas.

CMDS: Protección y Gestión de la base de recursos naturales del Desarrollo Económico y Social.

CONJOINT: método de valoración utilizado principalmente en los estudios de mercadeo, instrumento de valoración que permite evaluar la percepción que tienen los individuos sobre los beneficios que derivan de diferentes atributos ambientales.

DESARROLLO SOSTENIBLE: aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

DTIE: División de Tecnología, Industria y Economía.

FLUJO DE CAJA DESCONTADO: permite medir la rentabilidad, determina los diferentes valores y análisis de sensibilidad, es adaptable si se desarrolla un modelo adecuado y aporta elementos de juicio aceptables a la negociación. Como exigencias, requiere muchos datos, tiene complejidad conceptual, el resultado no es inmediato, exige experiencia de los evaluadores y requiere de sistemas actualizados.

ICCM: Consejo Internacional para la Minería y los Metales. Es una organización empresarial que agrupa a las principales compañías mineras y metalúrgicas del mundo.

INDUSTRIA PESADA: tipo de industria que procesa hierro y acero.

MCR: Método Contingente Rankings en el cual la valoración económica se hace mediante una serie de alternativas según las preferencias del valorador.

MCV: Método de los Costos de Viaje. Es un modelo que supone que la utilidad de los agentes económicos está representada por el conjunto de productos adquiridos en el mercado y de los servicios suministrados directamente por el medio natural.

MMSD: Proyecto Minería, Minerales y Desarrollo Sostenible.

MVC: Método de Valorización Contingente. Tiene como principal objetivo el de estimar el valor de no uso de los bienes y servicios ambientales.

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

SECTOR MINERO: es el sector de la economía encargado de la obtención selectiva de minerales y otros materiales a partir de la corteza terrestre, este también corresponde a la actividad económica primaria relacionada con la extracción de elementos y desde el que se puede obtener un beneficio económico.

SMS: Safe Minimun Standard ó Estándar Mínimo de Seguridad. Consiste en que se busca un equilibrio entre las preferencias concernientes a los imperativos morales para preservar los sistemas ambientales con respecto a la elección de los recursos, en actividades de desarrollo económico.

UNCTAD: Conferencia de las Naciones Unidas Sobre Comercio y Desarrollo.

WBCSD: Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible. Es una asociación mundial de compañías privadas internacionales, que está en beneficio del medio ambiente.

RESUMEN

Para transar minerales o depósitos mineros normalmente se ha valorado de manera unitaria este bien y se ha multiplicado por la cantidad existente de mineral. Estas valoraciones han estado restringidas a una relación simple de ingresos menos costos de extracción o en muchos casos se restringe al valor del suelo, es decir no se ha tenido un criterio de valoración que incluya todas las reales variables involucradas en un proceso minero. El presente trabajo es respuesta a una inconformidad del autor sobre estas metodologías utilizadas para la valoración de recursos mineros.

Para llegar a una propuesta metodológica para valoración de recursos naturales se requiere tener claro lo que implica el concepto de desarrollo sostenible en su definición, evaluación y aplicación al ámbito minero, el proceso minero como tal y la evaluación de impactos ambientales que genera la actividad de explotación de recursos minerales evaluados bajo el marco teórico de desarrollo sostenible.

La manera de unificar estas ramas del conocimiento es a través de la valoración económica teniendo en cuenta los 10 principios de desarrollo sostenible para las actividades mineras, definidos por el Consejo Internacional para la Minería y los Metales – ICCM. Estas actividades mineras asociadas a los costos operativos y a los costos sociales requeridos para operar, entregan un valor de costo real de la explotación por unidad de medida del recurso, lo que permite a su vez conocer cuál es el costo mínimo a la que una operación minera puede desarrollar su actividad, de manera sostenible e involucrando todos los aspectos asociados.

En el documento se hace una revisión del estado del arte del concepto de desarrollo sostenible aplicado a minería, se continua con una descripción del proceso minero para plantear una evaluación ambiental de la actividad extractiva a la luz del desarrollo sostenible aplicado a minería y posteriormente se plantea una metodología de valoración en la cual el costo unitario se obtiene de una función compuesta por funciones de ingresos, gastos, tiempo de extracción y cantidad de reservas. La propuesta como tal se centra en la evaluación de la función de gastos la cual es la que garantiza la extracción y el conservar la licencia social de extracción.

Una conclusión sobre el tema y teniendo los enfoques planteados puede afirmarse que: No es la monetarización de los problemas lo que contribuye a encontrar las

soluciones, es la ejecución de los planes propuestos desde las diferentes áreas del conocimiento lo que aumentará el bienestar común y hará que los proyectos contribuyan a la sostenibilidad del sistema. La monetarización es sólo un mecanismo de comunicación efectivo entre las disciplinas y los agentes involucrados.

De otro lado el concepto de sustentabilidad conlleva a hablar de equidad, modernización, empleo, mejoría de niveles de calidad de vida, estabilidad, relaciones intercomunitarias, uso racional de los recursos, protección a la biodiversidad y ordenamiento entre otros, es decir es el mejoramiento de las relaciones y condiciones naturales en donde se desarrolla y sostiene la vida en el planeta.

ABSTRACT

To trade mineral deposits normally miners had valued the ores using the unit value multiplied by the existing amount of mineral. These valuations have been restricted to a simple relation between income and extraction cost or in many cases to the value of the landscape, it do not include all the variables involved in the real mining process. This paper is responding to a complaint by the author on these methodologies used for valuing mineral resources.

To obtain a proposal for valuation methodology of natural resources is needed to have a vision which involves the concept of sustainable development into its definition, evaluation and application in the mining area, the mining process and the environmental impact generated by mining activities evaluated under the sustainable development concept.

The way to unify these branches of knowledge is through the valuation of elements on the basis that the International Council on Mining and Metals - ICCM - defined as the 10 principles of sustainable development in mining activities this, associated to the operatives costs and the cost to preserve social licenses to operate give the real extraction cost of a mineral and the minimum cost in which a mining operation can develop its activity in a sustainable way.

This paper contain a review of the state of the art of the concept of sustainable development applied to mining, continues with a description of the mining process to bring an environmental assessment of the mining activity under sustainable development in mining and subsequently raises a valuation methodology in which the unit cost is obtained from a function formed by functions of income, expenses, time and amount of extraction reserves. The proposal is focus on the evaluation of the cost which is the guarantee that the extraction process and keep social license to operate.

A conclusion about this issue is that: the monetization of the problems is not the one which contributes to find solutions of the problems, is the implementation of the proposed plans, from the different areas of knowledge, which will enhance the common well and will the projects to contribute to the sustainability of the system. The monetization is only a mechanism for effective communication between disciplines and the agents involved in a mining project.

On the other hand the concept of sustainability leads to talk of fairness, modernization, employment, improvement of quality of life, stability, inter-community relations, rational use of resources, protection of biodiversity among others, other way to said it is improving in the planet the relations and natural conditions where life is developed and sustained.