



**VALOR ECONÓMICO AGREGADO EN LA EXTRACCIÓN DE LOS  
RECURSOS MINERALES METÁLICOS EN COLOMBIA Y SU  
RELACIÓN CON EL DESARROLLO SOSTENIBLE.**

**PEDRO DAVID OVIEDO PEÑATA**

**Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Minas  
Medellín, Colombia  
2015**

**Valor Económico Agregado en la Extracción de los Recursos  
Minerales Metálicos en Colombia y su Relación con el Desarrollo  
Sostenible.**

**PEDRO DAVID OVIEDO PEÑATA**

**Monografía presentada como requisito parcial para optar al título de:  
Magister en Ingeniería – Recursos Minerales.**

**Director: OSCAR JAIME RESTREPO BAENA.  
IMM, MSc, PhD.  
Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia.  
Facultad de Minas – Escuela de Materiales.**

**Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Minas  
Medellín, Colombia  
2015**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios principalmente por ser la fuerza que motiva mi vida cada día a seguir adelante.

A mi familia, por permitirme tener nuevamente la experiencia de la academia, apoyarme y soportarme cada día.

Especial agradecimiento al profesor Oscar Jaime Restrepo por todo su orientación, apoyo y motivación para que el desarrollo de esta maestría fuera una realidad y todo un éxito!

## RESUMEN

El presente trabajo busca generar una aproximación sobre la viabilidad de incluir dentro de los procesos de extracción de minerales el concepto de Desarrollo Sostenible, de tal forma que se logre establecer la relación que existe entre la minería y los principios de sostenibilidad. Así mismo, revisar el impacto de esta relación en el crecimiento económico del país y la rentabilidad económica y financiera acorde al riesgo y a la inversión.

La minería siempre ha jugado un papel fundamental en el desarrollo de los países, en algunos con más éxito que en otros. La relevancia de la industria minera en los últimos dos siglos ha permitido una gran expansión y crecimiento de países que han logrado basar su economía en los procesos extractivos de minerales estratégicos, mejorando así la calidad de vida de sus habitantes y del planeta en general.

Uno de los factores más importantes en la implementación de la minería como motor de desarrollo es el potencial geológico-minero que un país tenga, sin embargo esto no es lo único. Colombia es un país con un gran potencial geológico-minero y con una gran ventaja geográfica que permite postularse como un estado que pueda tener la industria minera como fuente importante de su crecimiento económico. Sin embargo, no ha sido posible dimensionar de forma objetiva esta necesidad de proyectar al largo plazo el rol que tiene la minería en el desarrollo del país, más aún, no ha sido posible contar con un visión compartida que asegure un crecimiento de la industria de forma articulada con los pilares claves de la sostenibilidad, de tal forma que se pueda construir una industria competitiva y coherente con otras actividades productivas.

De esta forma, en el presente trabajo se realiza una revisión de la percepción minera en Colombia desde diferentes ópticas, de tal forma que se pueda tener una mejor claridad sobre el estado actual de industria minera en Colombia. Igualmente, se realizara una breve revisión de los principios de valor agregado económico y de los conceptos de sostenibilidad y desarrollo sostenible para establecer la aproximación de éstos al caso colombiano y su aplicabilidad en el sector minero metálico del país.

Esta necesidad de lograr en Colombia una articulación positiva entre la minería y el desarrollo sostenible, es la motivación principal de este trabajo, con el cual se espera aportar un grano de arena a este importante al tema, a través del entendimiento de la teoría de la sostenibilidad, sus focos y sus formas de aplicación a la industria minera, el cual el autor está seguro que es el futuro de este país.

**PALABRAS CLAVES:**

Minería, Industria Minera, Sostenibilidad Minera, Valor Económico Agregado, Sector Minero Colombiano, Desarrollo Sostenible en Minería.

## **ABSTRACT**

The purpose of this document is to generate an approaching about the possibility that minerals extraction process could include inside its studies and its applications the concepts of Sustainable Development, in order to establish strong relationship between mining industry and sustainable principles. Likewise, review the impact of the relationship mentioned on economic development, economic growth in a country and financial return according to the investment and financial risk involved at the mining industry.

The mining industry had had always a very important place into the development process of the countries, one with more successes than other. The relevant of the mineral extractive industries allowed a huge expansion and growth of countries that achieved to base its economy on extractives processes to create value from strategic minerals and raw materials, thus improving the quality of life for his habitants and of the planet as well.

One of the more important factors in the implementations of mining like development source, is the geological-mineral potential in each country has, however not the only thing is. Colombia is a country with great geological-mineral potential and a geographical advantage that will permit classify like a state that could have a mining industry like motion source for economic growth and development. However this purpose had not has in account a possible a realistic dimension of the challenges and the long term perspectives of mining process into the economy of country. Today, not there clear policy for mineral extraction, that to allow to have a new vision for ensure the growth of mining industry connected with key sustainability pillars, in order to build a competitive industry and coherent with other activities and aligned with the social and environment principles.

On this way, the present document make a reviewing relating of the perception of mining industry at Colombia from different point of view in order to have a better clarity about actual state of mining in the country. Likewise, the present work will do a brief revision of principles of the economic value added, sustainability and sustainable development concepts in order to establish the best approach of this y its application on metallic mineral sector at Colombia.

The need to achieve an adequate and positive articulation between mining and sustainable development is the main motivation of this work which we are hopefully to will contribute with a small piece to understand this very important topic, to achieve the knowledge of theory of the sustainability and ways to application on the mining industry, especially at Colombia. The author is absolutely sure that mining sector is the future for social and economic development at Colombia.

**KEY WORDS:**

Mining, Mining Industry, Mining Sustainability, Economic Value Added, Colombian Mine Sector, Mining Sustainable Development.

## CONTENIDO

Pág.

<b>RESUMEN</b> .....	<b>4</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>1. COLOMBIA, MINERÍA Y DESARROLLO</b> .....	<b>15</b>
1.1. PERCEPCIÓN DE LA MINERÍA EN COLOMBIA.....	16
1.2. INDICADORES DEL SECTOR MINERO COLOMBIANO. ....	18
1.3. MINERÍA Y DESARROLLO EN COLOMBIA. ....	28
<b>2. VALOR AGREGADO Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN MINERÍA</b> .....	<b>31</b>
2.1. VALOR ECONÓMICO AGREGADO .....	32
2.2. TEORÍAS SOBRE DESARROLLO SOSTENIBLE .....	33
2.3. DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA MINERA .....	41
2.3.1. Evolución de las teorías de Desarrollo Sostenible.....	44
2.3.2. Desarrollo de Iniciativas aplicables a la Sostenibilidad en la Industria Extractiva de Minerales.....	48
2.3.2.1. Propuestas hechas por organizaciones independientes. ....	49
2.3.2.2. Propuestas hechas por el estado. ....	51
2.3.2.3. Propuestas hechas por particulares. ....	53
2.3.2.4. Otros aspectos que soportan el desarrollo sostenible en minería. ....	56
<b>3. EXTRACCIÓN MINERA Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN COLOMBIA</b> .....	<b>62</b>
3.1. LINEAMIENTO ESTRATÉGICOS DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO MINERO EN COLOMBIA.....	66
3.1.1. PROMOCIÓN Y POSICIONAMIENTO DE LA INDUSTRIA MINERA. ....	66
3.1.2. La minería como factor de crecimiento económico y desarrollo social.....	67
3.1.3. Minería Artesanal y Pequeña Escala –MAPE.....	68
3.1.4. Compromiso de Estado para el desarrollo de la industria .....	68
3.2. OPCIONES DE APLICACIÓN DE CONCEPTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN SECTOR MINERO COLOMBIANO A PARTIR DE BUENAS PRÁCTICAS Y PRINCIPIOS ESTABLECIDOS. ....	70

3.2.1.	PRÁCTICAS DE SOSTENIBILIDAD EN LA INDUSTRIA MINERA APLICADAS EN AUSTRALIA, CANADÁ Y SURÁFRICA <sup>(8)</sup> .....	71
3.2.1.1.	Protección del medio ambiente en las actividades mineras. ....	71
3.2.1.2.	Compromiso con todos las partes interesadas. ....	71
3.2.1.3.	Desarrollo socio-económico en áreas de minería. ....	71
3.2.1.4.	Tecnologías y las Prácticas de Minería. ....	72
3.2.2.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE MINERÍA, MINERALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE (MSSD) .....	72
3.2.3.	IMPLEMENTACIÓN DEL MARCO CONCEPTUAL SOBRE DESARROLLO SOSTENIBLE DEL CONCEJO INTERNACIONAL DE MINERÍA Y METALES – INTERNATIONAL COUNCIL ON MINING AND METALS – (ICMM) .....	74
3.2.4.	LOS 10 PRINCIPIOS DEL ICMM. ....	75
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>78</b>
<b>5.</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>82</b>
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>84</b>

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Consumo de agua según uso.....	16
Tabla 2. Regalías del sector minero como proporción de PIB y del total de regalías.....	20
Tabla 3. Principios del Desarrollo Sostenible.....	34
Tabla 4. Puntos de vista teóricos sobre el Desarrollo Sostenible.....	35
Tabla 5. Marco de Indicadores de Sostenibilidad de la comisión de las naciones unidas para el desarrollo sostenible.....	37
Tabla 6. Principios y objetivos estratégicos generados por el programa Desarrollo Sostenible a través de la Minería (SDM).....	50
Tabla 7. Minería y Desarrollo en países.....	56
Tabla 8. Elementos del Marco para el Desarrollo Sostenible del ICMM.....	73
Tabla 9. 10 principios del ICMM.....	74

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Evolución del PIB real del sector minero.....	18
Figura 2. Evolución de la participación del sector minero en el PIB.....	19
Figura 3. Regalías del Sector minero según mineral.....	20
Figura 4. Evolución de las exportaciones 2000-2013.....	21
Figura 5. Evolución de participación de la minería en las exportaciones totales del país.....	22
Figura 6. Evolución de la inversión extranjera directa (IED) del sector de minería 2000-2013.....	23
Figura 7. Proyección del precio internacional del níquel.....	24
Figura 8. Proyección del precio internacional del oro.....	25
Figura 9. Dimensiones el Desarrollo Sostenible.....	33
Figura 10. Marco Continuo de Desarrollo Sostenible de acuerdo a CSR....	47

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, la sociedad utiliza minerales y metales para un número creciente de usos. La agricultura no puede prescindir de fertilizantes con contenido mineral. Las industrias dependen de los metales para la fabricación de hormigón y las máquinas. Ningún avión, automóvil, computador o aparato eléctrico puede construirse sin metales. La alimentación eléctrica reposa sobre el cobre y el aluminio. El titanio es un componente esencial de los motores de avión. Es imposible concebir un mundo sin pastillas de silicio. La demanda de metales continuará en las generaciones futuras, gracias a nuevas aplicaciones en el campo de la electrónica, las telecomunicaciones y la industria aeroespacial (Minerales y Metales, 2000).

El siglo XXI, ha sido un período de concientización para la humanidad, en los que dentro de todos los importantes descubrimientos a nivel de ciencia y tecnología, aparece una situación que, con el devenir de los años cobra mayor importancia, en referencia específica a la preservación del medio ambiente. En la actualidad se buscan alternativas que permitan el normal funcionamiento productivo y a su vez un trato responsable y amigable hacia la conservación del planeta (Rodríguez & Chacón, 2011).

Colombia, con el devenir de los años ha seguido un camino constante en la búsqueda de establecerse a nivel mundial en un mejor estatus, tanto en términos económicos, como en términos de desarrollo. La explotación minera, es el sector que proporciona avances y va siempre en busca de la obtención de productos básicos en la economía actual, por lo cual ha logrado la adquisición de importantes materiales, tales como oro, carbón, níquel, cobre, zinc, entre otros.

La realidad es que de acuerdo al manejo que se dé en el proceso de explotación, se definen importantes aspectos, especialmente en el marco actual, en el que el medio ambiente juega un importante papel y cuyo objetivo principal es conseguir una sostenibilidad económica siendo responsable con el medio ambiente y sus recursos (Rodríguez & Chacón, 2011).

La minería en Colombia, y en especial la minería a cielo abierto, se caracteriza por una serie de impactos que se relacionan directamente con el carácter intensivo, prolongado y sistémico de las actividades extractivas y de las externalidades, que generan en los territorios la exploración y explotación de minas de propiedad estatal a través de complejos industriales privados. A partir de esto se le ha dado el carácter de destructiva, sin entender el valor real que ésta tiene para la humanidad. (Contraloría, 2013). Ante la importante contaminación generada por actividades extractivas que se ha llegado a convertir en una amenaza para la salud humana, los ecosistemas y la calidad del agua y de los suelos, es pertinente hacer una revisión crítica al concepto de sostenibilidad en la minería (Contraloría, 2013).

Esta perspectiva negativa que ha afrontado la industria minería en Colombia, obliga a establecer un marco conceptual sobre la importancia de relacionar, de forma estrecha y acertada, los procesos extractivos y de beneficio de minerales con la necesidad de mantener presente el futuro de las nuevas generaciones a través de una implementación clara de los conceptos de sostenibilidad y sus pilares principales: la sostenibilidad económica (crecimiento económico o valor agregado), la social (equidad) y la ecológica o ambiental, donde la importancia de cada pilar depende de la singularidad de la zona en referencia y siempre entendiendo la sostenibilidad como viabilidad a largo plazo de la actividad y su medio social y ambiental (Herrera, 2008).

Colombia requiere de una visión sobre su minería, que sea compartida por todos los actores interesados, para que promueva en forma más efectiva el desarrollo sostenible del país y con esto el mejoramiento de la calidad de vida de las generaciones actuales y futuras.

Por esta razón se hace necesario el desarrollo de este tipo de trabajos que buscan un encadenamiento de los sectores productivo con la regulación adecuada de las diferentes esferas que pueden verse afectada por un relacionamiento inadecuado entre estas.

En los próximos capítulos se realiza una aproximación sobre el tema de sostenibilidad con la explotación minera en general y en especial con la explotación en Colombia.

## 1. COLOMBIA, MINERIA Y DESARROLLO

Si bien la minería en Colombia es un tema de vieja data, la situación actual posee ciertas particularidades. La primera década de este siglo ha visto considerables transformaciones jurídicas y políticas en el sector minero colombiano que se articulan con las estrategias de coerción y hegemonía del capital corporativo transnacional, la inversión extranjera y las élites económicas que cobran sus beneficios (Idarraga et al, 2010).

Sin embargo, la polémica sobre la minería en Colombia se centra en sus efectos sobre el medio ambiente y los entornos socioeconómico y cultural. Para algunos debería haber una decisión de excluir todo el territorio nacional de la minería. Para otros, los recursos de las regalías, los impuestos que se recaudan, las exportaciones y la inversión extranjera que mejoran el saldo externo y el empleo que genera son razones suficientes para afirmar que la incidencia ambiental es un mal necesario (Fedesarrollo, 2014).

Esto último ha movilizadado con mayor fuerza el sector minero en el país y su impacto sobre la economía es evidente, dando muestra así de la oportunidad que existe para mejorar las condiciones de aprovechamiento de los recursos y la necesidad de hacer una transformación positiva a las percepciones que afronta la minería en Colombia, la cual está aún en un camino largo, pero no infinito, para lograr ser aceptada como una parte fundamental y armónica con el entorno socio-ambiental y económico del país.

Sin embargo, para establecer lo anterior es necesario conocer los diferentes enfoques desde los cuales se visualiza y genera aporte el sector minero o la industria extractiva en el país.

## **1.1. PERCEPCIÓN DE LA MINERÍA EN COLOMBIA.**

La minería en Colombia se caracteriza por una serie de impactos que se relacionan directamente con el carácter intensivo de las actividades extractivas y de las externalidades, que generan en los territorios la exploración y explotación de minas de propiedad del estado a través de complejos industriales privados. (Contraloría, 2013)

A partir de esto, se le ha dado a la minería el carácter de impactante y destructiva, impactando directa y negativamente los ámbitos socio-ambientales y culturales producto de las debilidades institucionales que otorgan, monitorean y controlan desde el estado el sector minero, sin entender el valor real que este tiene para el desarrollo del país (Contraloría, 2013).

En línea con lo anterior y debido a la importante contaminación generada por actividades extractivas, esta se ha llegado a convertir en una amenaza para la salud humana, los ecosistemas y la calidad del agua y de los suelos. Por lo tanto es pertinente hacer una revisión crítica sobre si será posible establecer un concepto de sostenibilidad aplicado a la minería (Contraloría, 2013).

Algunas afirmaciones hechas desde la Contraloría<sup>(1)</sup>, plantea que las actividades mineras, tanto a cielo abierto como subterránea, legal e ilegal, se desarrollan en muchos casos en ecosistemas estratégicos para la conservación ambiental, como páramos, bosques, humedales, ríos, zonas de inundación, selvas, zonas de nacimiento de aguas y de recargas de acuíferos, ocasionando la pérdida de importantes áreas para la conservación ambiental y la vida de los habitantes del territorio, incluidos las comunidades negras, indígenas, colonos, campesinos (Contraloría, 2013).

Además del grave impacto que estas actividades (exploración y explotación minera) generan al agua, al suelo, al aire, a la biodiversidad y al paisaje, no son objeto de un control riguroso por parte de las entidades mineras, ambientales y territoriales, a lo que se suma que por ser consideradas de utilidad pública e interés social por el artículo 13 del Código de Minas -Ley 685 de 2001-, están ocasionando una serie de conflictos sociales en muchas regiones del país, por cuanto diversas entidades estatales están privilegiando a dichas actividades sobre los derechos fundamentales de las comunidades y, por lo tanto, desconociendo la jerarquía de derechos previsto en el ordenamiento jurídico. (Contraloría, 2013)

Una manera de ilustrar los impactos ambientales de las actividades extractivas sobre los bienes naturales es acercarse a la huella que por uso, o por contaminación, dejan las actividades de extracción minera sobre el agua y sobre diversos materiales. Tabla 1. (Contraloría, 2013).

Tabla 1. Consumo de agua según uso.

<b>Oro</b>	450 - 1060 litros / gramo
<b>Carne vacuna</b>	15,4 litros / gramo
<b>Arroz</b>	1,6 litros / gramo
<b>Papa</b>	0,3 litros / gramo
<b>Leche</b>	1,0 litros / gramo
<b>Carne cerdo</b>	6,0 litros / gramo
<b>Azúcar</b>	1,8 litros / gramo
<b>Maíz</b>	0,8 – 2,5 litros / gramo
<b>Café tostado</b>	18,9 litros / gramo
<b>Cuero vacuno</b>	17 litros / gramo
<b>Algodón</b>	6,0 – 22,5 litros / gramo

Tomado de: Minería en Colombia, Fundamentos para Superar el Modelo Extractivista. Contraloría General Bogotá 2013 Contraloría, 2013.

Afirmaciones como las anteriores tienden a opacar el carácter valioso que la industria minera – extractiva y ponen en tela de juicio la capacidad que la minería

tiene, como proceso y negocio que dinamiza la economía, de adoptar los conceptos y principios del desarrollo sostenible, sin perjuicio de dejar de ser un negocio que debe ser económicamente viable, financieramente rentable y técnicamente eficiente (Tripathy, 2012).

## **1.2. INDICADORES DEL SECTOR MINERO COLOMBIANO.**

La minería ha tenido un papel creciente en la economía colombiana durante la última década. Los precios internacionales favorables y las mejores condiciones internas para la explotación de recursos naturales son los principales factores detrás de esta tendencia. Algunas nubes aparecen en el horizonte de esta actividad. Por un lado, hay previsiones de precios que difieren y no hay certeza acerca de su evolución más probable. Si las economías emergentes mantienen su dinámica de crecimiento reciente, la evolución de las cotizaciones puede favorecer la expansión sostenida de la minería. Si las economías desarrolladas consolidan su recuperación, reforzarán esa tendencia. Pero si el crecimiento de la economía mundial se modera o cae con respecto del inmediato pasado, habrá dificultades por el lado de la demanda (Fedesarrollo, 2014).

Por el lado de la oferta, los precios altos incentivaron la inversión en carbón y níquel tanto en Colombia como en el mundo. Sin embargo, los proyectos han experimentado numerosas dificultades relacionadas con la obtención de la licencia ambiental y la minería ha sido objeto de críticas por diversos grupos de interés. En las dos últimas décadas, la discusión a este respecto ha sido acerca de la reglamentación del proceso de consulta y si las comunidades pueden imponer un veto a un proyecto particular. Concomitantemente, se ha abierto una discusión acerca de las competencias que tienen los entes territoriales para excluir áreas de

la minería. La Corte Constitucional ha dicho que el Gobierno Nacional es el único que puede hacerlo. Sin embargo, continúan las consultas populares que buscan prohibir el desarrollo de la minería en sus localidades.

Más allá del reconocimiento de la necesidad de los minerales que están en la base del modo de vida contemporáneo, y del balance de los argumentos en favor y en contra de la minería, es importante conocer el aporte de la minería en Colombia en el ámbito económico, y reflexionar acerca de las condiciones en las cuales podrá esta industria mantener su contribución a la economía del país (Fedesarrollo, 2014).

El PIB del sector minero en Colombia ha crecido significativamente desde el año 2000, jalonado por el PIB del subsector de extracción de carbón. A precios de 2005, el PIB del carbón pasó de \$3 billones en 2000 a \$6,9 billones en 2013 llegando a representar más del 66% del PIB del sector minero en ese último año. Figura 1. Para el caso de los minerales metálicos, la tendencia al crecimiento ha sido más moderada, pasando de \$1.8 billones en el 2003 a \$2.2 billones en el 2005.

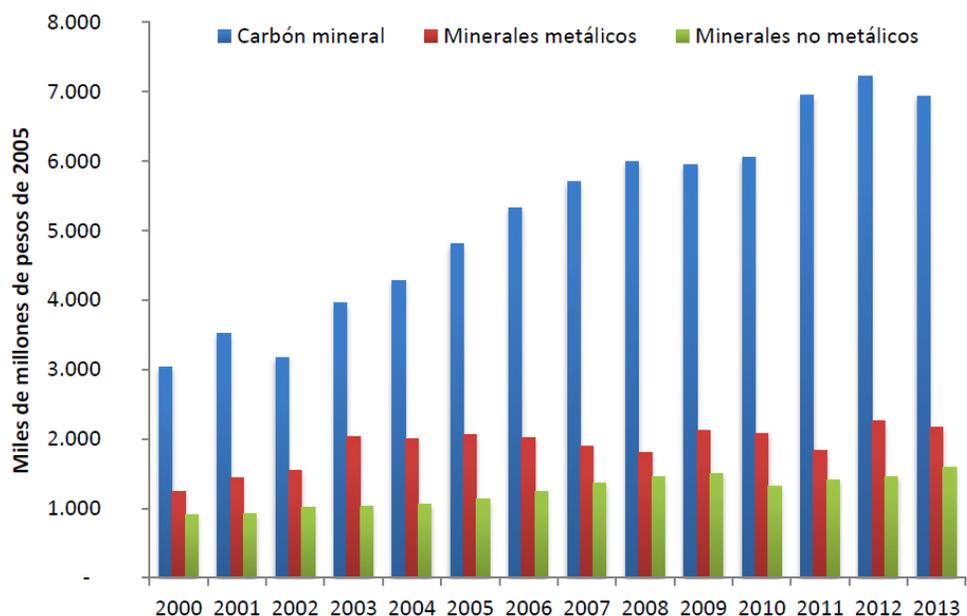
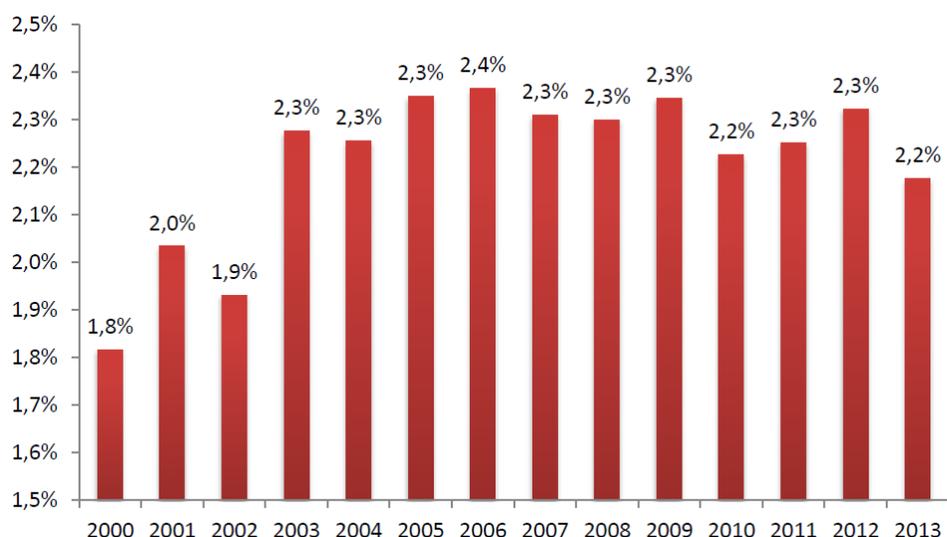


Figura 1. Evolución del PIB real del sector minero.

Tomado de: Minería y Medio Ambiente en Colombia. Estudio Fedesarrollo. Bogotá, 2014.

En total, el PIB del sector minero pasó de \$5,1 billones en 2000 a \$10,6 en 2013 (a precios constantes de 2005), lo que representó un aumento de más del doble, y desde 2003 ha pesado alrededor del 2,3% del PIB total. (Fedesarrollo, 2014)  
 Figura 2.



**Figura 2. Evolución de la participación del sector minero en el PIB**

Tomado de: Minería y Medio Ambiente en Colombia. Estudio Fedesarrollo. Bogotá, 2014.

La creciente producción de minerales también ha significado una fuente importante de ingresos para los entes territoriales. Las regalías mineras aumentaron de \$285.000 millones en 2004 a \$1,9 billones en 2012, lo cual es un aumento de casi 7 veces. En ese mismo período, las regalías mineras pasaron de representar el 10% al 18,7% de las regalías totales, y del 0,1% al 0,29% del PIB nacional. Tabla 2 (Fedesarrollo, 2014).

Estas regalías están representadas de la siguiente manera: 80% por explotación de carbón, 9% por explotación de oro, 6% por extracción del níquel y 5% por el resto de minerales.

Tabla 2. Regalías del Sector minero como proporción de PIB y del total de regalías

	Regalías 2004			Regalías 2012		
	Miles de millones de pesos	% PIB	% Total regalías	Miles de millones de pesos	% PIB	% Total regalías
<b>Hidrocarburos</b>	2.585	0,80	90,10	8.500	1,30	81,30
<b>Minas</b>	285	0,10	9,90	1.958	0,29	18,70
<b>Total</b>	2.870	0,90		10.458	1,60	

Tomado de: Minería y Medio Ambiente en Colombia. Estudio Fedesarrollo. Bogotá, 2014.

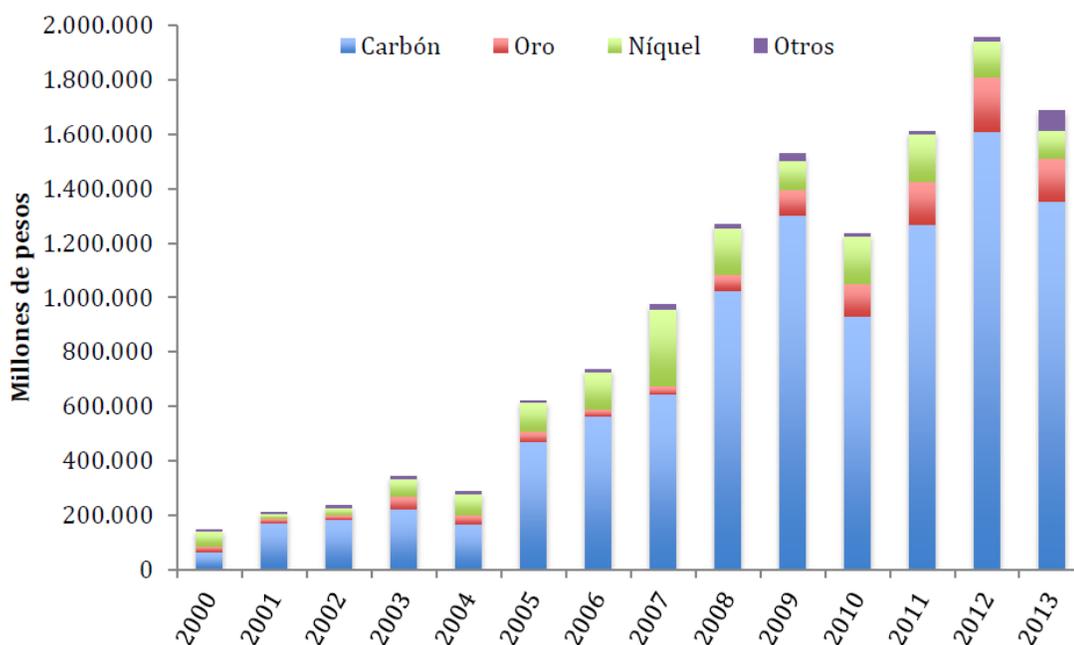
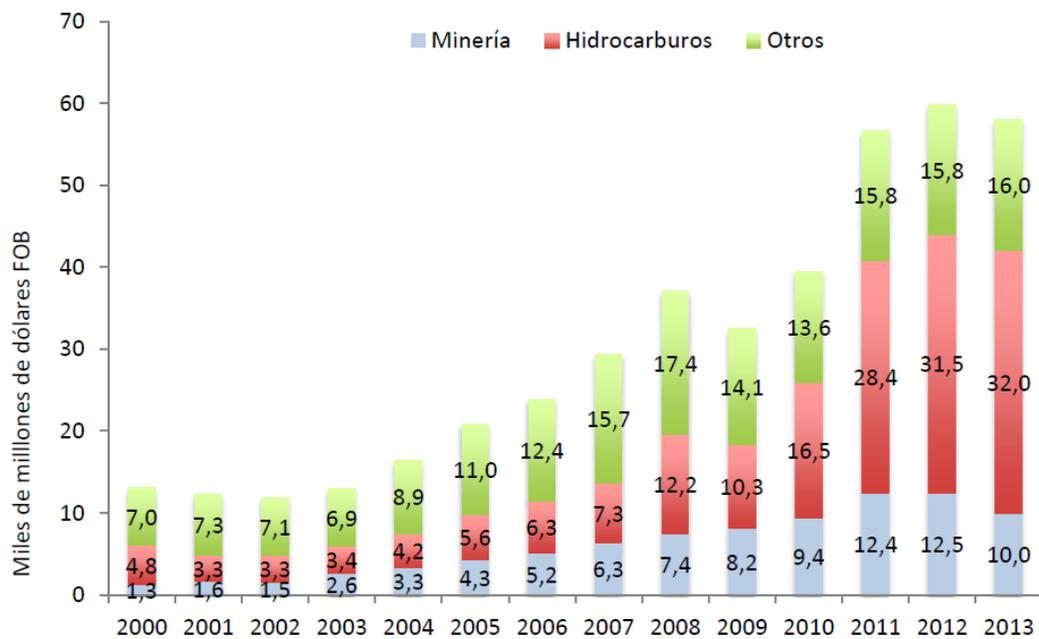


Figura 3. Regalías del sector minero según mineral

Tomado de: Minería y Medio Ambiente en Colombia. Estudio Fedesarrollo. Bogotá, 2014.

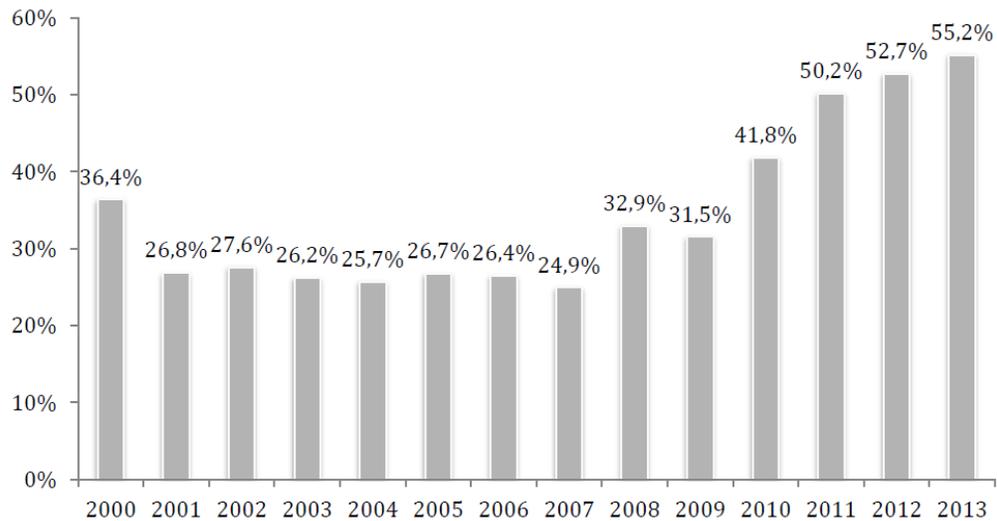
Adicional al aporte generado en términos de regalías y PIB, algunos otros datos que soportan la importancia del sector minero como motor de desarrollo del país permite soportar con mayor fuerza la importancia de la industria extractiva en Colombia. Dentro de estos se tienen:

- Impacto en exportaciones: Las exportaciones de minerales aumentaron de US\$1.328 millones FOB en 2000 a cerca de US\$10.000 millones FOB en 2013 (Figura 4), lo cual es un aumento de 7,5 veces. Dicho crecimiento también se reflejó en que la participación de las exportaciones mineras dentro de las exportaciones totales pasara del 10% al 17,2% en el mismo período (Figura 5). (Fedesarrollo, 2014)



**Figura 4. Evolución de las exportaciones 2000-2013**

Tomado de: Minería y Medio Ambiente en Colombia. Estudio Fedesarrollo. Bogotá, 2014.



**Figura 5. Evolución de participación de la minería en las exportaciones totales del país.**

Tomado de: Minería y Medio Ambiente en Colombia. Estudio Fedesarrollo. Bogotá, 2014.

- Inversión extranjera directa y percepción internacional: Entre 2000 y 2013, la inversión extranjera directa hacia el sector de la minería pasó de US\$507 millones a US\$2.916 millones, lo cual representa un aumento de casi cuatro veces (Figura 6), correspondientes en su mayoría a inversión en proyectos de carbón actuales y exploración en oro. (Fedesarrollo, 2014)
- Mercado internacional y proyecciones: La notable contribución de la minería a la economía colombiana en los últimos años puede cesar o disminuir debido a la evolución del mercado internacional. Por el lado de la demanda de carbón, los pronósticos son al alza, aunque surge un nuevo competidor. Se proyecta que la producción y el consumo mundial de carbón seguirán aumentando hasta 2035, debido al crecimiento de la demanda de la región asiática. En 2017, China e India serán,

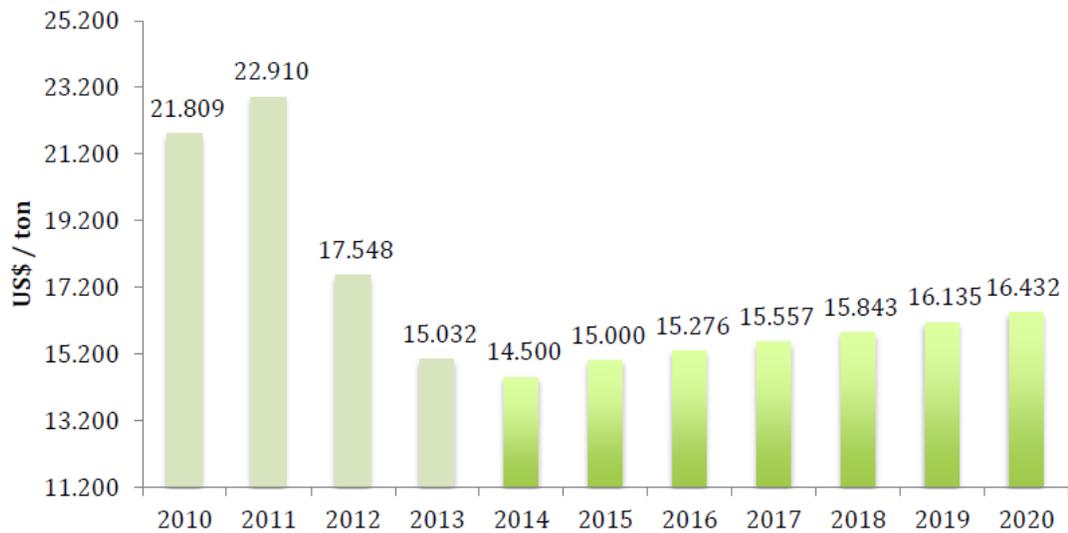
respectivamente, el primer y segundo consumidor de carbón; EEUU reducirá su demanda de carbón e, inclusive, se convertirá en exportador neto, debido principalmente a la sustitución por *shale gas*; y Australia volverá a ser el mayor exportador de carbón. (Fedesarrollo, 2014).

Por el lado del níquel, se proyectaba que su precio caería en 2014, pero que desde 2015 revertirá su tendencia decreciente y que para 2020 se habrá ubicado en US\$16.432/ton (Figura 7). Este precio nominal es inferior al presentado entre 2007 y 2013, sin embargo es superior al históricamente presentado antes de la década del 2000. En términos reales, el Banco Mundial prevé estabilidad en la próxima década alrededor de los 14000 dólares la tonelada. (Fedesarrollo, 2014)



**Figura 6. Evolución de la inversión extranjera directa (IED) del sector de minería 2000-2013.**

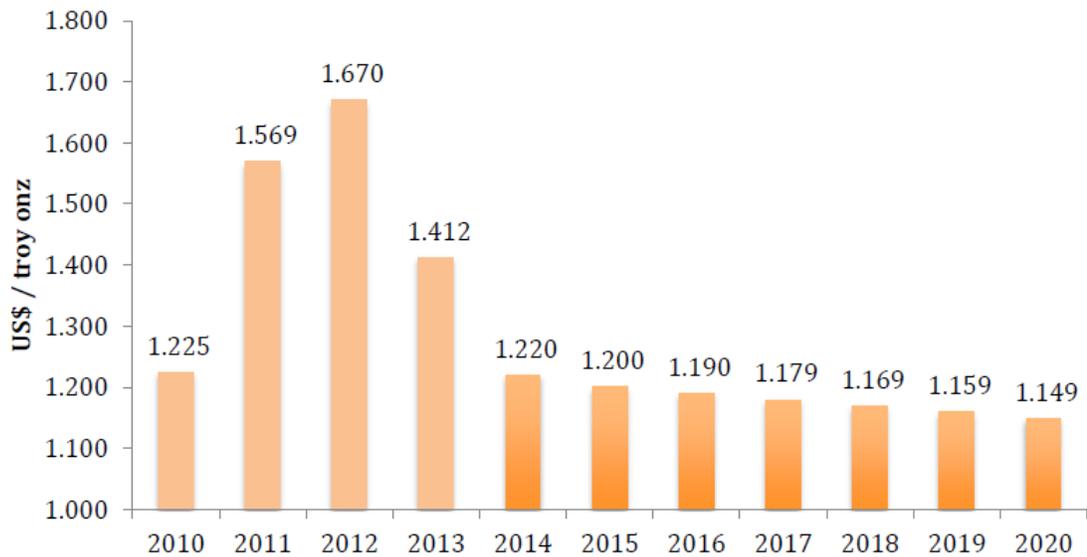
Tomado de: Minería y Medio Ambiente en Colombia. Estudio Fedesarrollo. Bogotá, 2014.



**Figura 7. Proyección del precio internacional del níquel.**

Tomado de: Minería y Medio Ambiente en Colombia. Estudio Fedesarrollo. Bogotá, 2014.

Para el caso del oro, se proyecta que el precio seguirá disminuyendo y en 2020 se ubicaría cercano a los US\$1.149/troy onza (Figura 8). Este valor, es inferior al pico histórico de US\$1.260/troy onza en 2012 y podría caer en términos reales hasta 865 dólares la onza en 2025, aunque, como ya se dijo, el precio del oro es más difícil de pronosticar ya que su evolución depende de percepciones financieras que no se sabe cómo cambiarán. (Fedesarrollo, 2014)



**Figura 8. Proyección del precio internacional del Oro.**

Tomado de: Minería y Medio Ambiente en Colombia. Estudio Fedesarrollo. Bogotá, 2014.

En general, el sector minero ha realizado aportes considerables y significativos a la economía colombiana en la última década. No obstante su contribución en términos fiscales y del balance externo se pudiera afectar hacia el futuro debido a factores internos y externos. Las dificultades para obtener títulos mineros en los últimos años, la caída por inconstitucionalidad del Código Minero y los obstáculos en la obtención de licencias y permisos, han deteriorado la percepción del riesgo colombiano por parte del inversionista global. (Fedesarrollo, 2014).

De acuerdo a lo anterior, se puede ver como la explotación minera de los diferentes minerales en Colombia, ha realizado aportes considerables a la economía nacional y al crecimiento económico del país, logrando así plantar bases fuertes para lograr vislumbrarse con un verdadero motor de desarrollo y facilitador para el logro de objetivos claros de competitividad para la nación.

### **1.3. MINERÍA Y DESARROLLO EN COLOMBIA.**

El paradigma tradicional sobre el papel de la minería en el desarrollo, que advierte que el sector tiene un impacto nulo o negativo sobre el crecimiento del resto de la economía, ha sido cuestionado en años recientes. La revisión crítica de este enfoque ha sido el resultado del planteamiento de alternativas conceptuales tendientes a resolver los problemas mencionados anteriormente, así como de la revisión empírica de casos de países que han tenido un desarrollo sólido de sus economías a la par con un sector minero dinámico. (Fedesarrollo, 2008)

La creciente participación de la minería en la economía de algunos Departamentos, constituye un punto central en el análisis del desarrollo económico regional, en la medida en que el sector tiene gran importancia como fuente generadora de ingresos por concepto de exportaciones y tributación (Fedesarrollo, 2008).

La contribución progresiva de la minería en el PIB de algunos Departamentos durante la última década es un hecho que vale la pena analizar, con lo cual se demuestra como el sector minero ha jalonado la economía y el desarrollo en algunas zonas del país. Entre los casos más sobresalientes están los de La Guajira, Cesar y Córdoba (Fedesarrollo, 2008).

El caso más destacable en este contexto es el de Guajira, donde la minería ha representado entre 30% y 50% del PIB departamental en la última década. La Guajira sufrió una profunda transformación económica a partir de los años ochenta del siglo XX. Mientras en 1975 el comercio representaba 58% del PIB departamental y la actividad minera apenas contribuía con un 2%, dos décadas después, en 2005, esta última pasó a constituir 51% del PIB y el sector comercio quedó relegado a un 5.3%. A pesar de que la minería en este caso particular tiene escasos encadenamientos productivos, el crecimiento del Departamento ha

estado fundamentalmente asociado con el cambio en la estructura productiva, que pasó de ser una economía netamente comercial a una minera. (Fedesarrollo, 2008)

De igual manera, es significativo del caso del Cesar, donde la minería pasó de representar 7.3% del PIB en 1990 a 36% en 2005. De otro lado, en Córdoba la minería es la segunda actividad económica más importante, después de la agricultura. Mientras al principio de la década de los noventa la minería contribuía con un 18% del PIB de Córdoba, para el año 2005 incrementó su participación a 25%. (Fedesarrollo, 2008)

Teniendo en cuenta la divergencia en la conceptualización y valoración del sector minero, y con esto de la industria extractiva, en una economía creciente y en desarrollo como es el caso de Colombia, se hace necesario el establecimiento de canales que logren comunicar y armonizar la minería bajo un pensamiento sistémico que se enfoque en el crecimiento de la sociedad colombiana, de tal forma que se pueda comprender la industria y fortalecer el sector como un verdadero motor de desarrollo y estar a la altura de países, como Chile, Canadá o Australia, que han logrado superar las barreras conceptuales y establecer políticas claras para el sector minero, acorde a la actualidad y la realidad del planeta, y que ha permitido atender los temores de las comunidades, de las organizaciones ambientalistas y en general de todos los detractores de la actividad minera con información cierta y comprobable. (UPME, 2013).

Como parte de esta conceptualización para engranar el sector minero con el desarrollo y la economía del país, se proponen tres pilares claves a desarrollar para avanzar en la búsqueda de la verdad sobre la industria extractiva. Estos son: la sostenibilidad económica (crecimiento económico o valor agregado), la social (equidad) y la ecológica o ambiental, donde la importancia de cada pilar depende de la singularidad de la zona en referencia y siempre entendiendo la sostenibilidad

como viabilidad a largo plazo de la actividad y su medio social y ambiental (Herrera, 2008) (Contraloría, 2013).

Sin embargo, de acuerdo a diferentes estudios<sup>(2)</sup>, la industria minera en Colombia se ha ido desarrollando como un sector fuerte y en crecimiento, aún falta un recorrido amplio para lograr que sea una economía con una base fuerte en el sector de la extracción de los minerales, especialmente metálicos. Aun en Colombia no es posible hablar de desarrollo sostenible en minería, a pesar de haber algunos casos puntuales de empresas que se han aproximado a este tema, tales como son Cerro Matoso<sup>(3)</sup> y Cerrejón.

Todos estos planteamientos obligan a que se plantee una nueva forma de pensar en lo referente a la industria extractiva, de tal forma que sea posible entender que puede haber impacto o cambio en el ambiente y que es necesario hacer una transformación en la forma de hacer las cosas para evitar que los cambios generados puedan afectar, de manera significativa, las futuras generaciones. Por tal razón, y en un sentido estricto, es necesario empezar a leer desde una óptica más profunda e integrada, el aspecto ambiental en función de los aspectos sociales y económicos de una cultura o sociedad y la capacidad que existe de generar el mayor valor agregado para las partes interesadas en la industria extractiva a través de los principios de sostenibilidad.

De acuerdo a esto, en los siguientes capítulos se muestra la importancia de desarrollar una industria minera que se enmarque en los principios del desarrollo sostenible y la agregación de valor para todas las partes interesadas en esto: inversionista, gobiernos, comunidades, medio ambiente, cultura, etc.

## **2. VALOR AGREGADO Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN MINERIA**

La minería como proceso productivo ha tomado gran importancia en las actividades económicas que permiten el desarrollo de un país. Esto ha llevado a redefinir la forma como los procesos de extracción minera, y en especial los que involucran los minerales metálicos, son revisados y reinventados a fin de ser más acordes y ajustables a la realidad social, ambiental y económica de un país.

Esta premisa es importante al momento de re-enfocar el proceso extractivo hacia una dirección más armónica y alineada con otras fuentes de crecimiento, sin dejar de lado la importancia que tiene la industria extractiva como generador de retornos atractivos para quienes asumen el riesgo de la alta inversión e implementan los procesos de extracción y el beneficio de los minerales de interés. Este hecho se ve más marcado cuando se habla de minerales metálicos, debido a que estos requieren procesos adicionales para su beneficio y transformación antes de ser usados en las diferentes industrias o procesos industriales de consumo, pero que a su vez son los que presentan oportunidades de negocios variables y marcados por un impacto fuerte en las economías desarrolladas y los mercados emergentes, los cuales definen los precios y los índices de fluctuación para el mundo.

Como parte de la cadena de producción de estos productos, los procesos de extracción y beneficio minero, juegan un papel importante para lograr el valor agregado económico suficiente que permite los máximos rendimientos acordes a las inversiones y los riesgos asociados al proceso minero.

En este sentido, es importante entender los mecanismos y concepto que permiten el alineamiento de la industria extractiva con el crecimiento y desarrollo de un país, teniendo claro que existe la oportunidad de potencializar los recursos y

convertirlos en motor de desarrollo a través de los procesos y estrategias de sostenibilidad aplicado a la minería.

En este capítulo se realiza una breve contextualización de los conceptos de desarrollo sostenible y valor económico agregado en la industria minera, con el cual se espera tener una mejor visión de la aplicabilidad de estas teorías en el sector minero colombiano.

## **2.1. VALOR ECONÓMICO AGREGADO**

Una respuesta rápida sobre el significado de valor agregado podría ser: que el valor agregado implica someter un producto a un proceso adicional que lo hace más atractivo para potenciales consumidores y, por ende, aumenta su precio. Por ejemplo, quien compra cierta cantidad de tela, le da valor agregado al convertirla en prendas de vestir; todo esto gracias a factores productivos como trabajo (mano de obra) y capital (máquinas o herramientas). Por esta razón es que se hace hincapié en la importancia de generar valor agregado, pues implica crear empleo y, con ello, ingresos, bienestar, impuestos, consumo, reducción de la pobreza y de la desigualdad, así como favorables expectativas. Uno de los sectores donde se puede generar mayor valor agregado es en la minería. Un sector significativo, tal vez por los volúmenes que maneja, es el de metales (Becerra y Farroñan, 2012).

También se puede definir el valor agregado como la contribución que la empresa hace al producto interno bruto de un país (Rojas, 2011).

Aunque es de gran importancia el valor agregado visto como se presentó anteriormente, es necesario revisar el concepto de valor económico agregado el

cual tiene un enfoque más empresarial y da cuenta del verdadero valor que una compañía está creando como producto de su desempeño financiero y operacional.

Una empresa crea valor, si el retorno sobre la inversión es mayor que el costo de capital, si por el contrario el retorno de la inversión es menor que el costo de capital, se destruye valor. Bajo este concepto, hoy día muchas compañías en el mundo usan el indicador de valor económico agregado (EVA, por sus siglas en inglés, Economic Value Added) como el indicador clave para medir su gestión financiera en un periodo.

El EVA considera la productividad de todos los factores utilizados para realizar la actividad empresarial. Se crea valor en una empresa cuando la rentabilidad generada supera al costo de oportunidad, con los recursos utilizados por la empresa, con relación al valor que se generaría en una actividad parecida en el entorno (Bonilla, 2010).

En otras palabras, el Valor Económico Agregado (EVA) es la utilidad operacional después de impuestos menos costo promedio de capital. En relación con este índice, si la rentabilidad/retorno sobre el capital de una empresa o negocio sobrepasa sus costos de capital, se está creando valor real para los accionistas. (Bonilla, 2010). Este aspecto es importante en el caso de la industria extractiva, dado que el riesgo en la inversión es alto en comparación con otro tipo de industria, por lo cual es necesario que se logre desarrollar un proceso eficiente que permita la creación constate de valor en la compañía y con esto al accionista.

## **2.2. TEORÍAS SOBRE DESARROLLO SOSTENIBLE**

Existen varias definiciones de Desarrollo Sostenible que enmarcan, entre otros aspectos, las relaciones entre las diferentes ciencias, destacando que las acciones locales tienen efecto en el medio ambiente global, que se requiere mayor eficiencia en la utilización de recursos y que no debe omitirse los verdaderos costos extractivos de los recursos naturales puesto que son la base económica mundial, pues sin estos no se tendría infraestructura ni tecnologías, sólo las ideas de los hombres sin posibilidad de ponerlas en práctica. (Rojas, 2009)

Sin embargo, la definición más aceptada es la que plantea la Comisión Brundtland en 1987, la cual estableció que el Desarrollo Sostenible es "la capacidad para asegurar que se cumple con las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades". Esta definición, es sin duda la más estándar, juzgada por su uso generalizado y la frecuencia con que se cita. Sin embargo los aportes a esta definición han contribuido a la consideración de las necesidades de las generaciones futuras no solo en función de la conservación sino también de la mejora de las condiciones de vida, en la consideración de otros recursos que tendrán relevancia y en la garantía de acceso a otros recursos relevantes en el desarrollo de las generaciones futuras. (Delgado, 2013)

La figura 9 representa el esquema de interacción de las esferas del desarrollo sostenible.

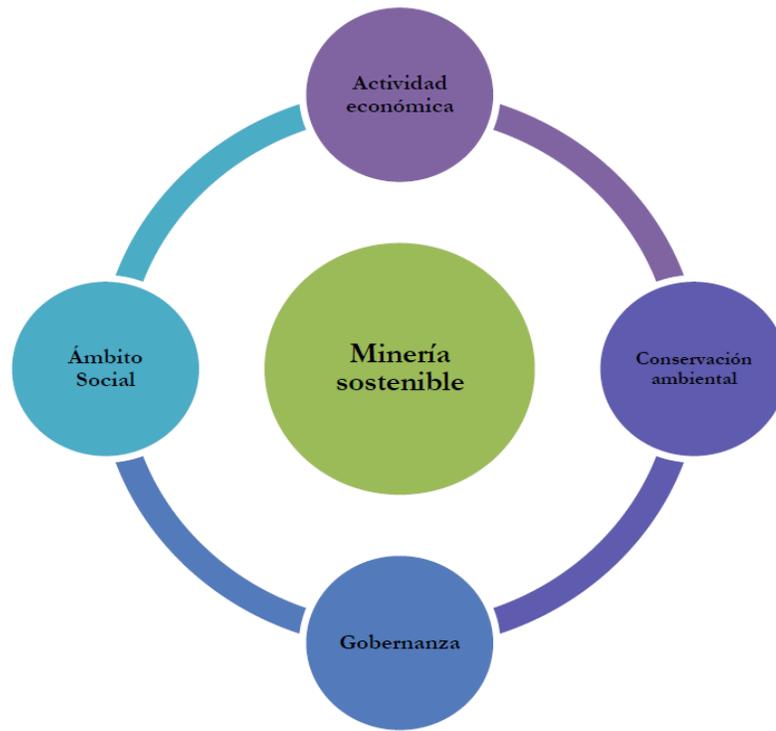


Figura 9. Dimensiones el Desarrollo Sostenible.

Tomado de: Minería y Medio Ambiente en Colombia. Estudio Fedesarrollo. Bogotá, 2014.

Es importante aclarar que el desarrollo sostenible no consiste en dejar intactos los recursos del planeta, sino mantener el desarrollo económico para satisfacer las demandas del presente y del futuro, realizando una integración simultanea de objetivos sociales, económicos, ambientales y, en determinadas ocasiones, de gobernabilidad. Estos objetivos son determinados como principios básicos, o esferas, que generan un enfoque global pero particularidades de acuerdo a las condiciones del entorno geográfico y político. Tabla 3.

Tabla 3. Principios del Desarrollo Sostenible.

<b>Ámbito de Aplicación</b>	<b>Principio</b>
<b>Esfera económica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar al máximo el bienestar humano.</li> <li>• Garantizar un uso eficiente de todos los recursos, naturales u otros, a través de una optimización de las rentas.</li> <li>• Procurar identificar e internalizar los costos ambientales y sociales.</li> <li>• Mantener y mejorar las condiciones para la existencia de empresas viables.</li> </ul>
<b>Esfera Social</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantizar una distribución justa de los costos y beneficios del desarrollo entre todos los habitantes del planeta.</li> <li>• Respetar y reforzar los derechos fundamentales de los seres humanos, entre los que se incluyen las libertades civiles y políticas, la autonomía cultural, las libertades sociales y económicas y la seguridad personal.</li> <li>• Aspirar a mantener los avances en el tiempo. Garantizar que el agotamiento de recursos naturales no renovables no afectará a las futuras generaciones, mediante la sustitución de estos recursos por otras formas de capital.</li> </ul>
<b>Esfera Ambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomentar una administración responsable de los recursos naturales y el medio ambiente, incluyendo la reparación de los daños del pasado.</li> <li>• Reducir al mínimo los desechos y los daños ambientales en toda la cadena de abastecimiento.</li> <li>• Actuar con prudencia cuando los impactos sean desconocidos o inciertos.</li> <li>• Operar dentro de los límites ecológicos y proteger el capital natural fundamental.</li> </ul>
<b>Esfera de Gobernabilidad.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyar la democracia representativa, incluyendo la toma de decisiones participativa.</li> <li>• Estimular la libre empresa dentro de un sistema de reglas e incentivos claros y justos.</li> <li>• Evitar una excesiva concentración de poder mediante un sistema eficiente de controles y balances apropiados.</li> <li>• Garantizar la transparencia mediante el acceso de todos los actores a información pertinente y precisa.</li> <li>• Garantizar la rendición de cuentas por las decisiones y acciones, las que deben fundamentarse en un análisis amplio y confiable.</li> <li>• Estimular la cooperación con el fin de generar confianza y fomentar los objetivos y valores comunes.</li> <li>• Garantizar que las decisiones sean tomadas en el ámbito apropiado y que se adhiera, en lo posible, al principio de subsidiariedad.</li> </ul>

Tomada de: Rojas, 2009. Propuesta Metodológica para la Valoración Económica de Recursos Minerales en el marco del Desarrollo Sostenible. Medellín, 2009.

A pesar de haber logrado una estandarización para conceptualizar la definición y el entendimiento del desarrollo sostenible, es importante tener claro que la evolución de este tiene sus inicios en el siglo anterior, acogido por diferentes corrientes de pensamiento que fueron moldeando la actualidad y la aplicabilidad del termino enfocado en la agregación de valor y el crecimiento económico. En la tabla 4 se puede ver un resumen de los diferentes puntos de vistas, teóricos, sobre el desarrollo sostenible, los cuales muestras las diferencias de enfoque desde el cual se aborda el entendimiento de la sostenibilidad.

Tabla 4. Puntos de Vista teóricos sobre el desarrollo Sostenible.

<b>Teoría</b>	<b>Caracterización del Desarrollo Sostenible.</b>
<b>Neoclásica-equilibrio</b>	Bienestar no decreciente (antropocéntrico); crecimiento sostenible basado en tecnología y sustitución; optimiza las externalidades ambientales; mantiene el acervo agregado de capital natural y económico; los objetivos individuales prevalecen sobre las metas sociales; la política se aplica cuando los objetivos individuales entran en conflicto; la política de largo plazo se basa en soluciones de mercado.
<b>Neo austríaca-temporal</b>	Secuencia teleológica de adaptación consciente y orientada al logro de las metas; previene los patrones irreversibles; mantiene el nivel de organización (nega entropía) del sistema económico; optimiza los procesos dinámicos de extracción, producción, consumo, reciclaje y tratamiento de desechos.
<b>Ecológico-evolutiva</b>	Mantiene la resiliencia de los sistemas naturales, contemplando márgenes para fluctuaciones y ciclos (destrucción periódica); aprende de la incertidumbre de los procesos naturales; no dominio de las cadenas alimentarias por los seres humanos; fomento de la diversidad genética/biótica/eco-sistémica; flujo equilibrado de nutrientes en los ecosistemas.
<b>Tecnológico-evolutiva</b>	Mantiene la capacidad de adaptación co-evolutiva en términos de conocimientos y tecnología para reaccionar a la incertidumbre; fomenta la diversidad económica de actores, sectores y tecnologías.
<b>Físico-económica</b>	Restringe los flujos de materiales y energía hacia y desde la economía; metabolismo industrial basado en política de cadena materiales-producto: integración de tratamiento de desechos, mitigación, reciclado, y desarrollo de productos.
<b>Biofísico-energética</b>	Estado estacionario con transflujo de materiales y energía mínimo; mantiene el acervo físico y biológico y la biodiversidad; transición a sistemas energéticos que producen un mínimo de efectos contaminantes.

<b>Sistémico-ecológica</b>	Control de los efectos humanos directos e indirectos sobre los ecosistemas; equilibrio entre los insumos y productos materiales de los sistemas humanos; minimización de los factores de perturbación de los ecosistemas, tanto locales como globales.
<b>Ingeniería ecológica</b>	Integración de las ventajas humanas y de la calidad y funciones ambientales mediante el manejo de los ecosistemas; diseño y mejoramiento de las soluciones ingenieriles en la frontera entre la economía, la tecnología y los ecosistemas; aprovechamiento de la resiliencia, la auto-organización, la autorregulación y las funciones de los sistemas naturales para fines humanos.
<b>Ecología humana</b>	Permanencia dentro de la capacidad de carga (crecimiento logístico); escala limitada de la economía y la población; consumo orientado a la satisfacción de las necesidades básicas; ocupación de un lugar modesto en la red alimentaria del ecosistema y la biosfera; tiene siempre en cuenta los efectos multiplicadores de la acción humana en el tiempo y el espacio.
<b>Socio-biológica</b>	Conservación del sistema cultural y social de interacciones con los ecosistemas; respeto por la naturaleza integrado en la cultura; importancia de la supervivencia del grupo.
<b>Histórico-institucional</b>	Igual atención a los intereses de la naturaleza, los sectores y las generaciones futuras; integración de los arreglos institucionales en las políticas económicas y ambientales; creación de apoyo institucional de largo plazo a los intereses de la naturaleza; soluciones holísticas y no parciales, basadas en una jerarquía de valores.
<b>Ético - Utópica</b>	Nuevos sistemas individuales de valor (respeto por la naturaleza y las generaciones futuras, satisfacción de las necesidades básicas) y nuevos objetivos sociales (estado estacionario); atención equilibrada a la eficiencia, distribución y escala; fomento de actividades en pequeña escala y control de los efectos secundarios (“lo pequeño es hermoso”); política de largo plazo basada en valores cambiantes y estimulante del comportamiento ciudadano (altruista) en contraposición al comportamiento individualista (egoísta).

Tomado de: Gallopin, 2006. LOS INDICADORES DE DESARROLLO SOSTENIBLE: Aspectos Conceptuales y Metodológicos. Santiago de Chile, Agosto 2006

A partir de lo anterior, se desprenden algunos análisis sobre la discrepancia y el significado de desarrollo sostenible, los cuales se manifiestan precisamente en la especificación explícita o implícita de la función y los razonamientos que la sustentan, así mismo, de la comprensión que se tenga de sus dimensiones (Ecológico, Económico y Social) y no de la perspectiva desde donde se mire (Delgado, 2013).

De la misma manera, en adición a lo anterior, es importante incluir en todo el análisis y la estrategia del desarrollo sostenible la incorporación indicadores de sostenibilidad, lo cual es necesario debido a que los indicadores tradicionales de mercado no son capaces de visualizar de forma integral todos los subsistemas que lo conforman. Con respecto al tema de indicadores, o estándares, de desarrollo sostenible (IDS), existen varias teorías y pensamientos sobre como estructurar indicadores que evalúen y muestren de forma integral el resultado de la aplicación de un modelo de sostenibilidad en un sector o una economía en particular.

Aunque la definición de los indicadores para la medición y monitoreo de la implementación del desarrollo sostenible depende en gran medida de las condiciones particulares de cada entorno, la comisión de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible ha estructurado en temas y subtemas una serie de indicadores asociados a las dimensiones de aplicabilidad. En la tabla 5 se muestra esta agrupación de indicadores.

Tabla 5. Marco de Indicadores de Sostenibilidad de la comisión de las naciones unidas para el desarrollo sostenible.

<b>SOCIAL</b>		
<b>Tema</b>	<b>Subtema</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Equidad</b>	Pobreza	Porcentaje de población viviendo bajo la línea de la pobreza Índice de Gini de distribución del ingreso Tasa de desempleo
	Equidad de Género	Relación del salario promedio femenino/salario promedio masculino.
<b>Salud</b>	Estado Nutricional	Estado Nutricional de Niños
	Mortalidad	Tasa de mortalidad bajo los cinco años Esperanza de vida al nacer
	Sanitarios	Porcentaje de población con disposición adecuada de aguas servidas
	Agua para Beber	Población con acceso a agua limpia para beber

	Provisión de Salud	Porcentaje de la población con acceso al cuidado de la salud primaria. Inmunización contra enfermedades infantiles infecciosas Tasa de prevalencia de anticoncepción
<b>Educación</b>	Nivel Educacional	Tasa de escolarización a nivel primario o secundario completo
	Alfabetismo	Tasa de alfabetismo de adultos
<b>Vivienda</b>	Condiciones de la vivienda	Superficie de suelo habitacional por persona
<b>Seguridad</b>	Crimen	Número de crímenes reportados por cada 100,000 habitantes
<b>Población</b>	Cambio poblacional	Tasa de crecimiento de la población Población en asentamientos humanos formales e informales.
<b>AMBIENTAL</b>		
<b>Atmósfera</b>	Cambio climático	Emisiones de gases de efecto invernadero
	Adelgazamiento de la capa de Ozono	Consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono
	Calidad de aire	Concentración de contaminación atmosférica en áreas urbanas
<b>Tierra</b>	Agricultura	Área permanente de cultivo y arables Uso de fertilizantes Uso de pesticidas en la agricultura
	Forestal	Área forestal como porcentaje de suelo Intensidad de explotación maderera
	Desertificación	Suelos afectados por la desertificación
	Urbanización	Área de asentamientos humanos urbanos formales e informales
<b>Océanos, mares y costas</b>	Zona Costera	Concentración de algas en aguas costeras Porcentaje del total de población viviendo en áreas costeras
	Pesca	Captura anual de especies mayores
<b>Agua potable</b>	Cantidad de agua	Extracción anual de aguas subterránea y superficie como porcentaje total del total de agua disponible
	Calidad de agua	Demanda biológica de oxígeno en el agua Concentración de coliformes fecales en agua fresca
<b>Biodiversidad</b>	Ecosistema	Área de ecosistemas claves seleccionados Áreas protegidas como porcentaje del área total
	Especies	Abundancia de especies claves seleccionadas
<b>ECONOMICA</b>		
<b>Estructura económica</b>	Desempeño económico	PIB per cápita Proporción de la Inversión en el PIB
	Comercio	Balance de comercio en bienes y servicios
	Nivel financiero	Proporción de deuda en relación al PIB Total de asistencia oficial para el desarrollo dado o recibido como porcentaje del PIB
<b>Patrones de</b>	Consumo de materiales	Intensidad de uso de material
	Uso de energía	Consumo de energía anual per cápita

<b>Consumo y producción</b>		Proporción del consumo de energía renovables Intensidad de uso de energía
	Manejo y generación de residuos	Generación industrial y municipal de residuos sólidos Generación de residuos peligrosos Generación de residuos radiactivos Reciclaje y reutilización de residuos
	Transporte	Distancia viajada per cápita por tipo de transporte
<b>INSTITUCIONAL (GOBERNAMENTAL)</b>		
<b>Marco Sostenible Institucional</b>	Implementación estratégica de desarrollo sostenible	Estrategia Nacional de Desarrollo Sostenible
	Cooperación internacional	Implementación de acuerdos o convenios globales ratificados
<b>Capacidad institucional</b>	Acceso a la información	Números de suscritos a Internet por 1.000 habitantes
	Infraestructura Comunicacional	Líneas telefónicas principales por 1.000 habitantes
	Ciencia y tecnología	Gastos en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB
	Preparación y respuesta a los desastres naturales	Pérdidas humanas y económica por desastres naturales

Tomado de: Quiroga, 2009. Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: Estado del arte y perspectivas.

### 2.3. DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA MINERA

Varias han sido los aportes teóricos que se han construido entorno a la aplicación, o no, de los conceptos de sostenibilidad en minería y en general en la industria extractiva. Estos han sido desarrollados desde diferentes ópticas y por diferentes grupos y representaciones del sector relevantes en el mundo.

Inicialmente, el Banco Mundial, (2004) considera “por un lado, las industrias extractivas pueden ser consideradas insostenibles en la medida en que implican el consumo de un recurso no renovable, mientras en otro nivel, el consumo de recursos no renovables puede considerarse sostenible si mejora el bienestar de las generaciones futuras, como por ejemplo, aumentar otras formas de capital,

tales como el capital humano (si los ingresos se utilizan, por ejemplo para la educación) o del capital social. En términos de las industrias extractivas, el punto no es "minería sostenible", el objetivo es el desarrollo sostenible de las sociedades humanas, las comunidades y ambientes. Ningún pozo o mina producirá indefinidamente, pero las sociedades y los ecosistemas pueden prevalecer durante largos períodos de tiempo y pueden seguir mejorando con el tiempo. Desde la perspectiva de esta revisión, las industrias extractivas son importantes sólo en la medida en que contribuyen o no en este objetivo (Delgado, 2013).

Algunos puntos de vista sobre la necesidad que exista la relación viva de la minería y desarrollo sostenible, plantean la importancia de tener claridad sobre los preceptos o pensamientos que podrían conducir a que se dé, de una forma transparente y genuina, la sostenibilidad en la industria minera. Dos de estos pensamientos o preceptos plantea: el primero considera, la articulación de una visión clara, transparente y defendible de los valores que están en el centro de los proyectos de extracción de recursos es fundamental para construir la confianza pública en las industrias de extracción de recursos (Cragg, 1998). La segunda plantea el compromiso con los principios del desarrollo sostenible tiene un importante papel que desempeñar en la reducción de conflictos y la construcción de la confianza del público y la confianza en las empresas que proponen dedicarse a actividades de extracción de recursos (Cragg, 1998).

Es imposible pensar que la industria minera no tiene un reto cuando se habla de convencer a un grupo de escépticos que no consideran el verdadero valor que tiene esta industria en los diferentes tipos de economía: desarrolladas, en desarrollo y con potencial de desarrollo. Esta afirmación puede sonar poco cierta cuando se desconoce la realidad potencial que tiene la minería y la capacidad de esta de generar valores en diferentes aspectos del desarrollo económico.

Probablemente el desconocimiento de la industria está generando divergencias en el tema, donde no se ve de forma clara que estas afirmaciones puedan ser aceptadas. Y esto es entendible si se tiene en cuenta todo el despliegue mediático que se le da a los temas que tienen que ver con la industria minera a nivel nacional e internacional. De la misma manera, muchas investigaciones han mostrado que la minería, y la industria de los metales primarios, requiere de grandes inversiones, que generan grandes dividendos, pero que contrasta fuertemente con los impactos visibles que se dan por una evolución histórica que ha marcado de forma negativa la actividad como parte de una sociedad que crece y se desarrolla, dejando así un piso poco estable para construir sobre los principios de sostenibilidad.

En el contexto de desarrollo sostenible, el consejo de minerales de Australia plantea que los proyectos minerales deberían ser financieramente rentables, técnicamente apropiado, responsable social y ambientalmente sólido (Lilly y Littleboy, 2010). En otras palabras, el negocio de la minería puede únicamente ser sostenido si este criterio es bien conocido (Lilly y Littleboy, 2010). Sin embargo, no es posible dejar de lado que el objetivo de la industria minera es extraer los recursos no renovables y que estos, una vez extraídos, no se regeneran. En ocasiones las consecuencias económicas y sociales generadas por la minería son irreparables, quedando así, ciudades fantasmas y economías devastadas con la terminación de la explotación minería en un área, dejando una huella de impacto considerable. De ahí que la minería es un objetivo relativamente fácil para los críticos del medio ambiente y para las comunidades en busca de la estabilidad, el bienestar y la prosperidad en un futuro que quieren continuar más allá del tiempo de vida de un yacimiento, que es a corto plazo.

En este sentido se ha planteado abiertamente, y bajo diferentes marcos, el concepto de desarrollo sostenible, el cual se debe entender, adaptar y lograr definir bajo la necesidad de incorporarlo cuidadosamente a la industria minera y

los beneficios de hacerlo. Varios han sido los espacios o escenarios planteados para entender el desarrollo sostenible y en especial para ver la importancia de estos principios en la industria minera.

### **2.3.1. Evolución de las teorías de Desarrollo Sostenible**

Algunos de los espacios en los cuales se ha tratado el concepto de Desarrollo Sostenible en minería, incluyendo las organizaciones globales y latinoamericanas, sus principios y posiciones sobre el tema, se presentan a continuación:

1. Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Ambiente Humano. Estocolmo, 1972. En la Conferencia de Estocolmo de 1972 se hicieron las primeras referencias a la relación y compromiso de la minería con el Desarrollo Sostenible. En varios de los principios de la Declaración de Estocolmo se menciona la importancia de los recursos naturales no-renovables para el desarrollo de los países y la importancia de su explotación racional para el cuidado del medio ambiente y el avance hacia el Desarrollo Sostenible. (Rojas, 2009)
2. Las guías de Berlín. Berlín, 1991 y 2002. En junio de 1991 la ONU y la Fundación Alemana para el Desarrollo Internacional organizaron la “Mesa Redonda Internacional Sobre Minería y Ambiente”, donde concurren representantes de la industria, los gobiernos y las ONGs. A partir de esta reunión, se formularon las “Guías Ambientales para Operaciones Mineras”, también llamadas las “Guías de Berlín”, cuya primera edición fue publicada en 1994, y cuyo objetivo es “servir de guía para los agentes reguladores en los países en desarrollo, y para dar asistencia al personal de la industria minera, comunidades y otros interesados en la regulación de la industria minera” (Rojas, 2009)

3. Cumbre de la Tierra, Declaración de Río y Agenda 21. Río de Janeiro, 1992. El Principio 2 de la Declaración de Río Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, repite el Principio 21 de la Declaración de Estocolmo, confirmando la soberanía del estado sobre los recursos y la prohibición contra los daños transfronterizos, pero le añade la perspectiva del desarrollo, afirmando que “los estados pueden explotar sus propios recursos naturales de conformidad con sus propias políticas ambientales y de desarrollo” (Rojas, 2009)
4. Conferencia Internacional sobre Desarrollo, Ambiente y Minería, Washington DC, 1994. Esta conferencia se llevó a cabo en Junio de 1994 en Washington DC, convocada por el Banco Mundial, la ONU y el Consejo Internacional para los Metales y el Ambiente (ICME) – hoy ICMM - con el objetivo de: “ampliar el debate público en asunto relacionados a la contribución de los sectores minero y metalúrgico a las metas ambientales y de desarrollo de la sociedad, particularmente en los países en desarrollo” (Rojas, 2009)
5. Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (CMDS). Johannesburgo, 2002. La CMDS se realizó del 26 de agosto al 4 de septiembre de 2002 en Johannesburgo, Sudáfrica, en el décimo aniversario de la Cumbre de la Tierra (1992). Contrario a la Agenda 21, el Plan de Implementación de la CMDS contiene varias referencias directas al sector de la minería, así como un amplio rango de propuestas que lo impactan, orientadas a la erradicación de la pobreza, el calentamiento global, patrones racionales de producción y consumo y el Desarrollo Sostenible de África. La referencia más directa al sector de la minería se hace en la Sección IV del Plan de Implementación de la CMDS, “Protección y gestión de la base de recursos naturales del desarrollo económico y social” (Rojas, 2009):

“La minería, los minerales y los metales son importantes para el desarrollo económico y social de muchos países. Los minerales son esenciales para la vida moderna”. Para aumentar la contribución de la minería, los minerales y los metales al Desarrollo Sostenible será preciso adoptar medidas en todos los planos con objeto de:

- Apoyar los esfuerzos encaminados a ocuparse de los efectos y beneficios para el medio ambiente, la economía, la salud y la sociedad, incluida la salud y la seguridad de los trabajadores, de la minería, los minerales y los metales a lo largo de todo su ciclo vital, y utilizar asociaciones diversas, intensificando las actividades en curso en los planos nacional e internacional, entre los gobiernos interesados, las organizaciones intergubernamentales, las empresas y los trabajadores de la minería y otras partes interesadas, para fomentar la transparencia y la responsabilidad en pro del Desarrollo Sostenible de la minería y los minerales (Rojas, 2009).
- Fomentar la participación de los interesados, incluidas las comunidades autóctonas y locales y las mujeres, para que desempeñen una función activa en la explotación de los minerales, los metales y la minería a lo largo del ciclo de utilidad de las minas, e incluso tras su clausura con fines de rehabilitación, de conformidad con las normas nacionales y teniendo en cuenta los efectos transfronterizos importantes (Rojas, 2009).
- Promover las prácticas mineras sostenibles mediante la prestación de apoyo financiero, técnico y de fomento de la capacidad a los países en desarrollo y los países con economías en transición, para la minería y el tratamiento de los minerales, incluida la explotación en pequeña escala, y, cuando sea posible y apropiado, mejorar la elaboración que aporta valor agregado, mejorar la información

científica y tecnológica y recuperar y rehabilitar los sitios degradados (Rojas, 2009).

6. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA (también llamado UNEP por su sigla en inglés) se fundó en 1972. “Su misión es ejercer una función dirigente en materia de protección del medio ambiente y estimular las colaboraciones en esta esfera para que las naciones y los pueblos mejoren su calidad de vida sin comprometer las de las generaciones futuras” (Rojas, 2009).
7. El Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM). El ICMM es una organización empresarial que agrupa a las principales compañías mineras y metalúrgicas del mundo. Se formó en 2001, para materializar las recomendaciones del proyecto MMSD, contenidas en su reporte final “Abriendo Brecha”. Su sede principal está ubicada en Londres, Inglaterra. Su visión es “una industria de minería, minerales y metales viable, que sea ampliamente reconocida como esencial para la vida moderna y un contribuidor clave al Desarrollo Sostenible”. Esta visión se fundamenta en que “Los miembros del ICMM creen que la industria de la minería, minerales y metales, actuando colectivamente, puede asegurar en una mejor forma su acceso continuo a la tierra, el capital y los mercados, así como construir confianza y respeto, demostrando su habilidad para contribuir exitosamente al Desarrollo Sostenible (Rojas, 2009).
8. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). La CEPAL fue creada por el Consejo Económico y Social de la ONU en 1948. En 1984, el mismo Consejo decidió que la Comisión pasara a llamarse Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) Ésta a través de su División de Recursos Naturales en Infraestructura, la CEPAL trabaja

por el fortalecimiento de la capacidad de los países latinoamericanos para formular e implementar políticas armónicas con el uso eficiente y racional de los recursos minerales y el Desarrollo Sostenible del sector mineral. Para este propósito, provee asistencia técnica y desarrolla estudios y publicaciones sobre temas de Desarrollo Sostenible y responsabilidad social corporativa en el sector de minería y minerales. (Rojas, 2009)

### **2.3.2. Desarrollo de Iniciativas aplicables a la Sostenibilidad en la Industria Extractiva de Minerales.**

Existen varias iniciativas que buscan dar respuesta al monitoreo y registro de los aportes que la industria extractiva de minerales hace en los territorios que interviene. Usualmente se usan términos como el de responsabilidad social, empresarial y sostenibilidad, los cuales de ninguna forma significan lo mismo, simplemente pueden ser integradas para lograr que hagan parte de la conceptualización de la sostenibilidad. Para algunas compañías y organizaciones, algunas estrategias se abordan desde este tipo de programas y desde allí las empresas hacen los aportes significativos a la sostenibilidad, lo cual es válido.

De acuerdo a lo definido por Delgado (2013), las iniciativas para el seguimiento de la sostenibilidad en la industria extractiva se pueden clasificar en tres grupos: Los generados por organizaciones independientes, los construidos por gobierno e instituciones estatales y finalmente aquellas por operaciones mineras o problemáticas particulares. A continuación se presentan algunas de estas.

### 2.3.2.1. Propuestas hechas por organizaciones independientes.

Estas organizaciones proponen metodologías para valorar el desempeño de las empresas en los entornos de operación.

1. Una de estas es la organización CSR (Canadian Business for Social Responsibility), la cual tiene un informe con una descripción de 11 marcos de reporte de la sostenibilidad minera (Delgado 2013).

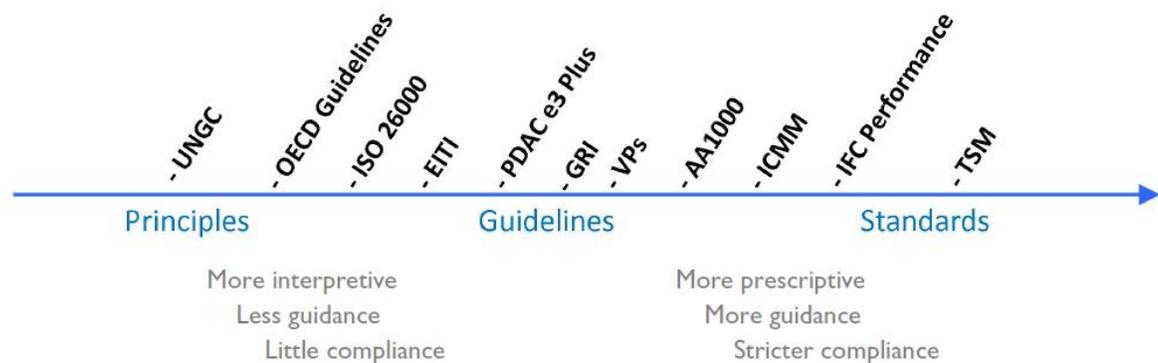


Figura. 10. Marco continuos de Desarrollo Sostenible de acuerdo a CSR

Tomado de: CSR, Frameworks Review for the Extrative Industry. 2009

“El documento provee los perfiles de once diferentes marcos que son apropiados para las industrias extractivas y proporciona una visión general de las principales fortalezas y debilidades. Algunos de los marcos se han diseñado específicamente para las industrias extractivas, mientras que otros tienen un carácter más general, aproximación a la Responsabilidad Social Empresarial (RSE). La mayoría de los marcos perfilados en este documento consiste en un conjunto de principios generales y la política de orientación

("qué hacer"), mientras que otros incluyen más en profundidad los marcos de gestión y notas de orientación que proporcionan una dirección más prescriptiva o demostrativa de la aplicación ("cómo hacerlo"). Algunos marcos también brindan orientación sobre temas específicos a través de herramientas y estudios relacionados con el caso." (Delgado, 2013)

2. Otra organización que trabaja el tema de seguimiento, es el SEAT (SocioEconomic Assessment Tool), la cual fue creada por AngloAmerican con la ayuda de consultores externos. Este comprende 23 herramientas o guías para soportar el proceso de manejo de impactos socio económico y ayudar al relacionamiento con las comunidades locales. Este ha sido aplicado en Chile, Perú y Brasil (Delgado, 2013).
3. También está el "Community Impacts Monitoring and Management Strategy (CIMMS)" es una herramienta que fue desarrollada por el centro de responsabilidad social en minería. Fue escrita principalmente para la industria australiana del carbón, pero es ampliamente aplicable a otras industrias extractivas. Establece un proceso para la identificación de los actores locales, o "mapeo de actores". Tiene datos sobre medidas para el monitoreo del impacto comunitario y muestra algunas ventajas y desventajas de las principales formas de consulta y relacionamiento con los actores (Delgado, 2013).
4. Así mismo está el "Development Outcome Tracking System (DOTS)" fue desarrollado por el IFC para permitir el seguimiento de los resultados del desarrollo de sus proyectos. Incluye una tasa de generación de resultado global de cada proyecto e indicadores específicos de la industria (Delgado, 2013).

### **2.3.2.2. Propuestas hechas por el estado.**

Principalmente estas propuestas están encaminadas al desarrollo de industrias sostenibles y los cuales buscan de parte del estado la obtención de mayores beneficios de la explotación de los recursos minerales. Dos trabajos se destacan en este ámbito (Delgado, 2013).

El primero es una propuesta hecha en Namibia al final del año 1999 preparado por el ministerio de ambiente y turismo titulada: Reporte del Estado del Ambiente en el entorno de la Industrialización de Namibia, en el cual se abordó el sector de los minerales y en este, propuso algunas mediciones para lograr mejores resultados provenientes de la industria minera para el país. Se enfatiza en esto que “mientras dura este ingreso es esencial utilizarlo para lograr los objetivos del desarrollo sostenible mediante la diversificación de la economía, la educación y formación de los namibios para administrar eficientemente la diversificación en términos de buenas prácticas económicas y ambientales y mejorar así la calidad de vida de todos sus ciudadanos. En otras palabras, los recursos deben ser utilizados y los ingresos del mismo, se deben de aplicar de manera que se asegure el desarrollo sostenible”. Los indicadores seleccionados se dividen en categorías acordes al punto de vista del desarrollo sostenible (Delgado, 2013).

El segundo trabajo fue realizado en Sudáfrica y consistió en el desarrollo de un marco estratégico para el desarrollo sostenible en el sector minero Sudafricano. . El programa fue llamado: Desarrollo Sostenible a través de la Minería (SDM por sus siglas en inglés) y fue liderado por “The South African Department of Minerals and Energy”. Este proyecto considera entre otros, nueve principios y siete objetivos estratégicos, que contienen criterios de manejo y están alineados con planes y programas nacionales de corto y mediano plazo (Delgado, 2013). Tabla 6.

Tabla 6. Principios y objetivos estratégicos generados por el programa Desarrollo Sostenible a través de la Minería (SDM).

Principios		Objetivos Estratégicos	
	Maximizar la contribución del sector minero al desarrollo económico nacional		Permitir a los sudafricanos para tomar decisiones informadas y balanceadas relacionada con la extracción de minerales y su utilización
	Contribuir al desarrollo socio-económico de Sudáfrica		Permitir al país medir y evaluar el progreso hacia los objetivos del desarrollo sostenible en el sector de los minerales
	Expandir las oportunidades para las personas menos favorecidas históricamente		III. Minimizar los impactos y riesgos del desarrollo de los recursos minerales, uso y manejo en la salud y la seguridad de los sudafricanos
	Desarrollar y fortalecer los programas y las iniciativas de salud y seguridad		IV. Optimizar el manejo ambiental en el sector de los minerales de Sudáfrica
	Promover las practicas responsables		V. Desarrollar y mejorar herramientas y mecanismos para asegurar mejor cumplimiento en el sector y mejorar la capacidad regulatoria
	Contribuir al logro de patrones de producción y consume sostenibles (eficientes)		VI. Aliviar la pobreza y desarrollo de los recursos minerales
	Reducir el impacto en los sistemas de soporte de vida y los servicios ecológicos que proporcionan		VII. Construir una estrategia de beneficio que promueva el crecimiento y la competitividad orientada a cerrar la brecha entre primeras y segundas economías
	Establecer alianzas y redes eficaces de comunicación para promover la buena gobernanza		
	Asegurar la capacidad del gobierno para lograr su mandato		

Tomado de: Elaboración propia a partir de Delgado, 2013

El tercer ejemplo corresponde al programa “Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry (LPSD)” liderado por el Gobierno de Australia en el Departamento de recursos, Energía y Turismo (DRET). Este programa promueve el desarrollo sostenible y la autorregulación de la industria mediante la adopción proactiva de los principios y prácticas más importantes. (Delgado, 2013).

El LPSD constituye una guía práctica para la industria minera a través de manuales y talleres. Tales recursos ayudan en la implementación de la práctica de liderazgo y ofrecen a la industria minera y otras partes interesadas la oportunidad de mejorar su desempeño social y ambiental. Un principio básico del programa es fomentar, dentro de la industria minera, un cambio en los enfoques y actitudes, así como en las prácticas y tecnologías disponibles programa ha desarrollado una serie exitosa de quince publicaciones que cubren las prácticas de liderazgo en la gestión de la minería. (Delgado, 2013).

### **2.3.2.3. Propuestas hechas por particulares.**

Existe un gran número de propuestas y desarrollos realizados por algunas compañías. Estas han sido desarrolladas bien sea debido a situaciones particulares del entorno o como parte de su estrategia de operación. Entre estos se tiene:

1. “The Ravensthorpe Monitoring Framework (First Quantum Minerals Australia)”. Este desarrollo consistió en un marco de indicadores para el proyecto Ravensthorpe Mining Nickel, formulados alrededor de la metodología de los medios de vida sostenible. El marco de organización se basa en el modelo de desarrollo sostenible de los “Cinco Capitales”. Este modelo plantea que las comunidades y regiones requieren de cinco tipos de recursos (Capital) para mantenerse en el tiempo: Capital Natural, Capital Económico, Capital Social, Capital Humano y Capital Construido (Delgado, 2013).
2. Indicators of Juruti: Juruti es un municipio en la orilla meridional del río Amazonas. ALCOA abrió una mina de bauxita en 2006. Como respuesta a los

cambios que su presencia aportaría a la comunidad, ALCOA promovió un proceso de dos años el que desarrolló un marco para el seguimiento de la sostenibilidad de la región.

Este consiste en la creación de un espacio público para la movilización social, la construcción de indicadores para monitorear las transformaciones sociales, ambientales y económicas que ocurren en Juruti y la región y la creación de un fondo de soporte para el desarrollo de proyectos locales. Los indicadores pueden proveer entendimiento para guiar las políticas públicas municipales, estatales y federales, las inversiones de las compañías en la región y los instrumentos financieros puestos a disposición de la comunidad. También pueden ayudar a la población a entender el estado de los aspectos importantes relacionados con el desarrollo de la municipalidad, y para definir e identificar cuales prioridades y patrones seguir. Igualmente están organizados en tres secciones (ambiente, humanos y sociedad, economía e infraestructura), veintiocho tópicos, setenta y ocho indicadores y ciento cincuenta y ocho métricas (Delgado, 2013).

3. “Sustainability Indicators and Sustainability Performance Management” desarrollado por (Warhurst A., 2002) para el proyecto MMSD en que trata sobre el desarrollo y uso de indicadores de desempeño de sostenibilidad (también conocido como Indicadores de Sostenibilidad) para comunicarse con los grupos de interés internos y externos de las empresas mineras en la medida en que sus actividades mineras están contribuyendo o no a los objetivos de desarrollo sostenible. En particular, se destaca el potencial de estos indicadores para el desarrollo sostenible en las decisiones acertadas de inversión (Delgado, 2013).
4. “Towards Sustainability in the Non-Ferrous Metals Sector, Development of a strategy for the UK non-ferrous metals industry” en el cual se aporta una

aproximación sistemática para el desarrollo de una estrategia sostenible para la industria metálica no ferrosa del Reino Unido (Delgado, 2013).

5. En Villas-Boas, Shields, Solar, Anciaux, & Onal, (2005) se hizo una revisión de los indicadores de sostenibilidad para las industrias de extractivas de minerales titulado “A review on indicators of sustainability for minerals extraction industries” hecho para el CYTED en 2005. Este trabajo tiene una orientación importante hacia el monitoreo en la rama de la metalurgia extractiva. (Delgado, 2013)
6. También hay algunos trabajos elaborados por investigadores chinos en el cual desarrollaron algunos indicadores para evaluar la sostenibilidad de una ciudad y de una región minera. Entre ellos se destacan el artículo “The sustainability of China’s major mining cities”. El propósito del trabajo fue identificar los factores principales que controlan el Grado de Desarrollo Sostenible de Recursos Minerales (DSDMR) de un grupo seleccionado de ciudades mineras y luego medir su DSDMR y revelar sus tendencias de desarrollo (Delgado, 2013).
7. Otro trabajo fue “Measurements study on sustainability of China’s mining cities”<sup>11</sup> cuyo propósito fue establecer un método científico para medir el grado de desarrollo sostenible de los recursos minerales (DSDMR) de las ciudades mineras (Delgado, 2013).
8. En la escuela australiana se encontraron algunos trabajos relevantes. “New Approaches to Evaluating the Performance of Corporate–Community Partnerships: A Case Study from the Minerals Sector”. El objetivo de este artículo es sobre la industria minera, donde las empresas enfrentan actualmente el desafío de adaptar las orientaciones corporativas estratégicas con las necesidades de la comunidad para programas que contribuyan a la sostenibilidad local y regional (Delgado, 2013).

9. También se encontró la memoria de la presentación del trabajo “Integrating social and economic impact assessment into local procurement strategy”. El trabajo adopta un enfoque interdisciplinario, basado en la literatura de evaluación de impactos y en la teoría de la gestión de la cadena de suministro para sugerir cómo los impactos sociales y económicos negativos que pueden ser las consecuencias no intencionales de una estrategia de adquisiciones locales pueden ser evitados o mitigados (Delgado, 2013).

Son varios los casos que se pueden plantear y que muestran las opciones que existen para llegar a la formalización de una minería sostenible que pueda trabajar en pro de todos los “*stakeholders*” que puedan verse afectado por la ejecución de un determinado proceso minero. Esto no es una verdad absoluta y probablemente se requieran muchos más ejemplos o buenas practicas que permitan vislumbrar con mayor aceptación la posibilidad de desarrollar una extracción de recursos que promueva la protección del medio ambiente, el mejoramiento de los estados sociales y el crecimiento económico real y genuino de una nación.

#### **2.3.2.4. Otros aspectos que soportan el desarrollo sostenible en minería.**

Parte fundamental en el proceso del Desarrollo Sostenible en la industria minera, es el papel importante que juega la ciencia y la tecnología, a través de la cual, es posible tener procesos eficientes, productivos y con desempeño ambiental adecuado, de tal forma que sea posible contrarrestar la competitividad, la decadencia de leyes en los depósitos, el incremento de las restricciones asociadas a los recursos nacionales y las expectativas de los cambios sociales. La ciencia y la tecnología son el complemento al paso de involucramiento de “*stakeholders*” en

los procesos de preparación y planeación de las actividades mineras (Lilly y Littleboy, 2010).

Un ejemplo importante de este crecimiento y desarrollo sostenible se da en Australia, donde a través de sus procesos y la implementación en estos de ciencia y tecnología en la más alta calidad, ha desarrollado una economía sólida que basa gran parte de sus ingresos en las actividades mineras, las cuales fueron desarrolladas acorde a legislaciones y políticas establecidas que involucran principios de sostenibilidad y productividad como uno solo.

Algunos ejemplos éxitos de países que lograron el crecimiento económico a través del desarrollo del sector minero. Economías que tienen variados niveles de desarrollo, que cuentan con distintas ubicaciones geográficas y que producen una amplia gama de productos mineros han podido conciliar la existencia de una minería pujante con una economía fuerte y dinámica. En la siguiente tabla (Tabla 7) se puede observar los rasgos más sobresalientes de las experiencias de algunos de estos países.

Tabla 7. Minería y Desarrollo en Países.

### Australia

La minería es importante	La economía va bien	¿Cómo lo ha logrado?
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aporta 8% del PIB Y 40% de las exportaciones</li>   <li>• Su expansión va de la mano con progreso tecnológico y económico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El PIB per cápita crece a tasas de 3% (sostenido)</li>   <li>• Bajas tasas de inflación (2.5%)</li>   <li>• Términos de intercambio crecientes (32% durante 2004-2007)</li>   <li>• Alto valor agregado en industria de equipo y maquinaria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universidades y centros educativos</li>   <li>• Papel fundamental de las <u>instituciones</u>: Reglas claras y permanentes, estabilidad de los contratos</li>   <li>• <u>Encadenamientos</u>: Crecimiento asociado a los sectores modernos de manufacturas y servicios.</li>   <li>• Estabilidad macro y manejo adecuado de la economía</li> </ul>

### Canadá

La minería es importante	La economía va bien	¿Cómo lo ha logrado?
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abarca 4-5% del PIB y 15% de las exportaciones totales. Fuerte presencia internacional en inversión y comercio.</li>   <li>• El 28.8% de la producción industrial es de minerales metálicos y productos de metal.</li>   <li>• Líder en producción mundial de potasio y uranio; tercer productor mundial de aluminio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El PIB per cápita crece a tasas cercanas al 6%</li> <li>Bajas tasas de inflación (2.2%)</li>   <li>• Actualmente presenta una de las tasas de crecimiento más altas entre los países del G7.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios: ingeniería, construcción, adquisiciones, servicios financieros.</li>   <li>• <u>Incentivos tributarios y contratos estables.</u></li>   <li>• <u>Vínculos minería - industria de bienes de capital.</u> La minería fue el principal "motor" de la <u>infraestructura de transporte.</u></li>   <li>• Manejo adecuado de las políticas macro y se refleja en su desempeño.</li>   <li>• Papel del gobierno: <u>infraestructura, comercialización, investigación científica, técnica y acceso a la información acerca del sector.</u></li> </ul>

## Perú

La minería es importante	La economía va bien	¿Cómo lo ha logrado?
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La participación del <u>sector minero dentro del PIB está entre 6-7%</u>.</li> <li>• En 2005 las exportaciones mineras representaron un total de <u>56% de las exportaciones totales</u> (Banco Central de Reserva del Perú).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasas de crecimiento promedio de los últimos años de 6% y en gran medida determinadas por el sector minero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modernización de la gran minería con capital extranjero. Se ha dado una etapa de nuevas inversiones y exploraciones.</li> <li>• Clusters mineros: venta de servicios, insumos y productos mineros.</li> <li>• A partir de los 90 el Gobierno busca la <u>estabilidad económica</u>.               <ul style="list-style-type: none"> <li>-Estabilidad tributaria y cambiaria</li> <li>-Deducción tributaria de las inversiones en infraestructura y bienestar de empleados</li> <li>-Libertad de envío al exterior de utilidades</li> <li>-Libre comercialización</li> </ul> </li> </ul>

Tomado de: FEDESARROLLO, 2008. LA MINERÍA EN COLOMBIA: IMPACTO SOCIOECONÓMICO Y FISCAL. Bogotá. 2008

La sostenibilidad en el sector de la extracción y transformación de minerales en Australia y Canadá, entre otros países, depende de la capacidad que se tenga de hacer más con menos y esto significa con menor uso de los recursos compartidos como son suelo, agua, energía y la gente, hacerlo con una huella ambiental mínima y garantizando el máximo dividendo social. Nada de esto se puede lograr si no existe una tecnología que haga diferente el uso de las cosas y la eficiencia de los procesos. Claro está que es necesario que se tenga un involucramiento de todas las partes que pueda aportar al logro de ciencia y tecnología aplicada a la minería, de tal forma que es necesaria que los diferentes entes de estudios e innovación estén presentes para lograr con éxito la inclusión, de la tecnología en el desarrollo de una minería sostenible desde todo punto de vista. La sostenibilidad a largo plazo en el sector sólo puede surgir de la práctica de la industria, las instituciones gubernamentales y las relaciones sociales que sean eficaces en la vinculación de la demanda mundial y una industria internacional

para beneficio nacional, la salud regional y la inversión en capital social y de infraestructura.

Cuando se logra la articulación y el involucramiento de las partes interesadas y se hacen partícipes de los problemas y las soluciones y dentro de estas soluciones se enmarca la ciencia y la tecnología, se logra una verdadera sostenibilidad en la industria minera. Más aún, si se mantiene presente el hecho de que existe una necesidad vital sobre la industria extractiva primaria la cual sufre la cadena productiva que finaliza en la satisfacción de las necesidades de los seres humanos habidos cada día más de cosas que llenen y mejoren su calidad de vida. Si se observa la industria minera como un todo, sería complejo entender como aplica la definición de desarrollo sostenible, sin embargo, si se revisan las operaciones unitarias por separado, es posible generar una aproximación de cuáles son los principales actores que están afectando, o desvirtuando, el concepto de sostenibilidad en la minería.

En este sentido es posible elaborar un cuadro donde se puedan listar los diferentes impactos potenciales y las posibles soluciones. Por tal razón es necesario realizar por separado el inventario de las operaciones y sub-operaciones con sus respectivos impactos, de tal forma que sea posible identificar de forma detallada el punto que puede ser afectado y mejorarlo a través del contexto de sostenibilidad.

Una vez clarificados los impactos y sus apariciones en el desarrollo del proceso minero, es posible identificar cuales puede ser las medidas aplicar de tal forma que se reduzca o elimine el posible impacto. Y en este punto es donde entra la tecnología y la investigación, para dar mejores opciones y soluciones a los problemas potenciales que puedan ver afectado el desarrollo de la industria minera.

Todo lo anterior muestra la gran articulación que existe hoy día entre el Desarrollo Sostenible y la industria minera. El avance que se ha dado a través de las diferentes corporaciones y políticas, aun con algunas debilidades, que han facilitado que se dé de una forma genuina la implementación e incorporación, aunque de forma lenta, del sector minero como motor de desarrollo y crecimiento de una nación.

### **3. EXTRACCIÓN MINERA Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN COLOMBIA.**

El tema de Desarrollo Sostenible en la minería colombiana ha pasado por diferentes etapas, siendo aún un tema con varios pendientes pero encaminado hacia la dirección correcta. Sin embargo, es importante anotar algunos aspectos claves los antecedentes que se han desarrollado en el sector minero colombiano y su relación con el desarrollo sostenible.

La planificación de los recursos minerales, incluido los minerales metálicos, históricamente quedó en manos de los operadores privados, los cuales definieron su alcance y proyección económica, dejando por fuera todas la herramientas y mecanismo de control que el estado debía implementar y que pudieran dar fe del cumplimiento de los compromisos adquiridos. (Rojas, 2009)

De la misma manera, la ubicación de la minería en la cadena de valor nacional es muy heterogénea y en gran medida está influenciada por el grado de integración vertical que exista entre la minería y el procesamiento. El control estatal, aunque se ha modificado desde la entrada en vigencia de la constitución política de 1991, ha estado limitado en muchos casos a la presentación de informes pobres sin muchos detalles y enfoque, que no son evaluados bajo el alcance real de sus impactos e interacciones con el medio, y que solo se preparan como un formalismo para que la autoridad minera apruebe los trámites legales requeridos, dejando sin fundamento claro las acumulaciones de estos reportes en los diferentes entes estatales de control de la actividad minera. (Rojas, 2009)

Con base en lo anterior es procedente afirmar que no hubo criterios de sostenibilidad en el dimensionamiento y gestión de las actividades extractivas de

minerales en el país desde su conformación como nación casi hasta finalizar el siglo XX aunado a que no se cuenta con herramientas de valoración de recursos minerales bajo el esquema de Desarrollo Sostenible que, además de permitir el conocimiento de la riqueza mineral, permitiera la sistematización de la información para obtener mayor utilidad de la misma y poder replantear las políticas locales de explotación de recursos minerales de cualquier tipo, teniendo presente su incidencia en el futuro inmediato de las diferentes regiones del país. (Rojas, 2009)

En general, las políticas y estrategias de los gobiernos colombianos no habían establecidos mecanismos de concertación, ni definido criterios claros de sostenibilidad y las medidas que aseguraran impactos positivos en el desarrollo económico y social y no se alineaba con los aspectos de discusión mundial sobre el tema de desarrollo sostenible, es decir, se tenía el concepto de minería desligado de los actores en que impactaba, no teniéndose un modelo económico para la actividad minera con criterios de sostenibilidad. (Rojas, 2009)

A partir del nuevo código de minas, y enfilados hacia el Desarrollo Sostenible, entidades como el Ministerio del Medio Ambiente y de Minas y Energía, en colaboración con otros entes estatales y privados, realizaron un primer marco de control y alineamiento con la implementación de las guías minero ambientales para el otorgamiento de licencias, los cuales son un importante avance en el sector ya que unifican criterios en cuanto a requerimientos y presentación de la información. En concordancia con esto, también existen un grupo de entidades que están desarrollando diferentes trabajos en torno al tema del Desarrollo Sostenible en minería. Tales y como son la Universidad Nacional de Colombia, Parlamento Andino, CREG (Comisión de Regulación de Energía y Gas), Fedesarrollo, Universidad de los Andes y la UPME.

En línea con esto, la iniciativa y puesta en marcha de mayor claridad, además de lo planeado por la evolución anterior, es la que planteo el gobierno Colombiano en

el “Plan Nacional para el Desarrollo Minero”<sup>(4)</sup>, en el cual se hace referencias a las iniciativas, que desde el punto de vista estratégico, convertiría al sector minero en un sector de alto potencial para el crecimiento económico, con la formulación: “... en el año 2019 la industria minera colombiana será una de las más importantes del continente y habrá ampliado significativamente su participación en la economía nacional”

Adicionalmente en este mismo documento y con relación específica al Desarrollo Sostenible manifiesta: “ASEGURAR UNA ESTRATEGIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE: En 2019 Colombia deberá alcanzar sus metas de desarrollo económico y social con fundamento en el aprovechamiento sostenible del medio ambiente, los recursos naturales y la biodiversidad. Deberá para esto enfatizarse en la inclusión de criterios ambientales en los procesos de planificación sectorial y territorial, y definir un marco regulatorio moderno y eficaz. Con esto, en 2019 los procesos de pérdida o degradación de los recursos naturales y los ecosistemas estratégicos deberán haber disminuido o revertido, y los problemas de contaminación de los centros urbanos e industriales deberán haber caído a niveles tolerables hacia el 2019<sup>(5)</sup>.”

El Ministerio de Minas y Energía ha venido trabajando en diferentes frentes para involucrar el concepto de Desarrollo Sostenible en su discurso y acciones y es así como en los lineamientos de la Política de Estado del Sector Minero expresa que se implica que todas las normas y conceptos relacionados con la actividad minera guarden armonía con la filosofía original del Código de Minas en el sentido de:

“... fomentar la exploración técnica y la explotación de los recursos mineros de propiedad estatal y privada, estimular estas actividades en orden a satisfacer los requerimientos de la demanda interna y externa de los mismos y a que su aprovechamiento se realice en forma armónica con los principios y normas de explotación racional de los recursos naturales no renovables y del ambiente, dentro de un concepto integral de Desarrollo

Sostenible y del fortalecimiento económico y social del país...” (art. 1 de la Ley 685/2001 Código de minas).<sup>(6)</sup>

En este mismo documento se realza la importancia del conocimiento geológico minero del país para permitir que este sector continúe siendo un importante motor del desarrollo económico colombiano, así mismo define la verificación por parte del Gobierno que los proyectos mineros se realicen de una manera técnica, económica, social y ambientalmente sostenible (Rojas, 2009).

Acorde a lo anterior, el avance en la implementación de políticas en el sector minero que apunten a la promoción y aplicación de medidas de sostenibilidad en la industria minera ha evolucionado considerablemente. Sin embargo, aún se tiene un reto importante en la verificación e implementación de estas medidas dado que las expectativas de inversión en el sector son muy favorables, debido al amplio potencial geológico minero disponible en el país y en su diversidad de ambientes de formación con presencia de carbón, metales preciosos (oro, plata y platino), ferróniquel, esmeraldas, hierro, cobre y sal, entre los más reconocidos, además de contar con otros productos como rocas ornamentales, arcillas, roca fosfórica, concentrados metálicos de cobre, molibdeno, zinc, manganeso, entre otros.

Esto implica que ya existe una relación viva y directa entre los procesos de extracción minera y el concepto de desarrollo sostenible en Colombia, con lo cual se puede establecer que se ha evolucionado positivamente hacia un alineamiento global existente sobre la importancia de incluir el sector minero colombiano dentro de línea de desarrollo del país y en especial enmarcado en el concepto de desarrollo sostenible.

### **3.1. LINEAMIENTO ESTRATÉGICOS DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO MINERO EN COLOMBIA.**

En línea con lo establecido por el gobierno colombiano para lograr establecer una relación directa entre la minería y el desarrollo sostenible y con esto facilitar el crecimiento económico del país. Por tal razón el Plan Nacional de Desarrollo Minero propone: el crecimiento de un sector minero de cara a la sociedad, basado en las buenas prácticas del sector público y privado, compuesto por líneas estratégicas interrelacionadas y fundamentadas en la unidad de criterio de las entidades públicas y en las expectativas generales así<sup>(7)</sup>:

#### **3.1.1. PROMOCIÓN Y POSICIONAMIENTO DE LA INDUSTRIA MINERA.**

El auge minero de los años anteriores ha llegado a un punto de estabilización, con declinación de precios. Pese a este cambio tan importante en la tendencia, la situación actual del sector representa una oportunidad para corregir las imperfecciones que han dado origen al temor de la comunidad frente al desarrollo de esta industria. La desinformación reinante ha dado lugar a supuestos y evaluaciones de la industria con base en temores originados en ejemplos negativos internacionales.

Identificar por el nombre a cada proyecto exploratorio o extractivo permitirá a la sociedad la diferenciación de las empresas comprometidas con el desarrollo sostenible de aquellas que no lo están. De esta forma ya no se extenderán los impactos negativos de algunas compañías a la industria en general como actualmente ocurre.

Contar con una industria minera como la que requiere el país necesita mejoras sustanciales en el conocimiento geológico y su amplia divulgación. Los

supuestos sobre el potencial del territorio deben ser reemplazados por confirmaciones técnicas que reduzcan la especulación actual. Esto implica un enfoque en dos objetivos específicos: 1) incremento del conocimiento geológico; y 2) Mejorar la percepción de la industria.

### **3.1.2. La minería como factor de crecimiento económico y desarrollo social.**

La industria minera colombiana requiere realizar grandes esfuerzos en materia de innovación y desarrollo de sus operaciones con el fin de lograr mayores niveles de productividad y competitividad de sus productos en los ámbitos nacional e internacional, dejando atrás la etapa de producción de bienes primarios exclusivamente para trascender hacia escalas más avanzadas del desarrollo del sector, generando valor agregado en encadenamientos hacia adelante y hacia atrás y clústeres mineros que generen posibilidades de empleo a nivel local y nacional.

El Ministerio de Minas y Energía, estableció como grupos de minerales de interés estratégico para el país los siguientes: oro y sus minerales asociados, derivados o concentrados; platino y sus minerales asociados, derivados o concentrados; cobre y sus minerales asociados, derivados o concentrados; minerales de fosfato y sus minerales asociados, derivados o concentrados; minerales de potasio y sus minerales asociados, derivados o concentrados; minerales de magnesio y sus minerales asociados, derivados o concentrados; carbón metalúrgico y térmico; uranio y sus minerales asociados, derivados o concentrados; hierro y sus minerales asociados, derivados o concentrados, minerales de niobio y tantalio (conocidos como Coltan) y/o arenas negras o industriales y sus minerales asociados, derivados o concentrados.

Para nadie es desconocido que las grandes potencias mundiales han trabajado en el fortalecimiento de las relaciones en tres actores: Estado, Empresariado, Academia; aprovechando las ventajas de cada uno de éstos, para hacer de esta alianza un eje fundamental de desarrollo. Otro aspecto relevante es formar capital humano en los niveles técnicos y profesionales, con el objeto de mejorar las prácticas de la actividad minera y la calidad de vida de los mineros.

### **3.1.3. Minería Artesanal y Pequeña Escala –MAPE**

A pesar de que la historia de la MAPE en Colombia se remonta a épocas precolombinas, no existe información suficiente sobre su desempeño que permita promoverla de manera asertiva. Los fallidos programas de legalización de minería de hecho han puesto de manifiesto esta debilidad.

Se pretende con esta línea obtener herramientas necesarias para comprender las necesidades y las expectativas de la MAPE para diseñar programas efectivos que contribuyan a consolidarla como el subsector que es. Se plantea entonces la definición y alcance de la MAPE para nuestro país y el fortalecimiento de los distritos mineros.

### **3.1.4. Compromiso de Estado para el desarrollo de la industria**

La coherencia institucional es fundamental para que las actividades económicas puedan desarrollarse de manera adecuada; en el caso minero deberán solucionarse las divergencias conceptuales existentes requeridas para contar con una mayor seguridad jurídica.

En este sentido, desde el año 2010 se viene trabajando una Agenda Ambiental para el sector Minero desarrollado inicialmente en conjunto seis temas: recurso hídrico; servicios eco-sistémicos; cambio climático; procesos productivos

competitivos y sostenibles; prevención y control de la degradación ambiental y fortalecimiento institucional. Cada uno de estos temas tiene unos objetivos, actividades de cada uno de los ministerios y sus respectivas metas.

El objetivo principal del negocio minero es la extracción de minerales, por esta razón no resulta procedente que por las divergencias mencionadas se indique que en ciertas áreas del país está permitido explorar (invertir) pero no explotar el recurso minero (recuperar la inversión). Para evitar este tipo de contradicciones en el seno de las instituciones, el Plan Nacional de Ordenamiento Minero, de acuerdo a las características técnicas, ambientales, sociales y económicas asociadas a cada producto minero, determinará el tipo de procesos ambientalmente viables para desarrollar labores de explotación y beneficio en las diferentes áreas del territorio nacional no sujetas a restricciones legales.

Las posibilidades de desarrollo de las regiones mineras deben ser evaluadas a partir de consideraciones sociales, ambientales y económicas. Para esto se requiere el cumplimiento de lo establecido en el Artículo 209 de la Constitución Política.

El cumplimiento de las obligaciones mineras y de seguridad es el requisito más importante para el desarrollo de la minería que el país necesita. Enfrentar la mortalidad y la accidentalidad no resiste aplazamientos y eliminar eufemismos como “minería legal no formal” es fundamental para alcanzar lo propuesto

### **3.2. OPCIONES DE APLICACIÓN DE CONCEPTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN SECTOR MINERO COLOMBIANO A PARTIR DE BUENAS PRÁCTICAS Y PRINCIPIOS ESTABLECIDOS.**

Colombia no solo compite con otros países latinoamericanos para atraer capital de riesgo para la exploración, sino con todos los demás países o jurisdicciones del mundo, lo que significa que atraer capital de riesgo es una competencia global. El atractivo para hacer negocios y persuadir a los inversionistas para comprometer su capital de riesgo, no sólo expande el sector minero, sino que contribuye a la economía del país en general. Cualquier cambio negativo en las políticas mineras/tributarias, puede tener serias consecuencias económicas que irían en detrimento de la inversión y de lo que se pretende dentro de la política de mejoramiento de la productividad y competitividad del sector minero colombiano.

Existen muchos factores que influyen en la decisión de las compañías internacionales mineras para invertir en un país, incluyendo potencial geológico, estabilidad política, regulación, entre otros. La tributación es uno de los más importantes, debido al papel que juega en la tasa de retorno de un proyecto.

Acorde a lo anterior, se propone la implementación en Colombia de un grupo de principios y prácticas que deben ser direccionadas por el estado, promovidas en todo el sector y fiscalizadas de forma eficiente para lograr que se dé un verdadero desarrollo minero sostenible y con esto un encadenamiento efectivo de las operaciones mineras con el medio ambiente y el entorno social.

### **3.2.1. PRÁCTICAS DE SOSTENIBILIDAD EN LA INDUSTRIA MINERA APLICADAS EN AUSTRALIA, CANADÁ Y SURÁFRICA <sup>(8)</sup>.**

A continuación se presenta un grupo de prácticas aplicadas en Canadá, Australia y Suráfrica, las cuales se desarrollaron, implementaron y se discutidas como buenas prácticas que han permitido a estas naciones el logro de los objetivos de crecimiento económico a través del sector minero sostenible.

#### **3.2.1.1. Protección del medio ambiente en las actividades mineras.**

Salvaguardar el medio ambiente a través del desarrollo de evaluaciones de impacto ambiental y de la implementación de planes de manejo ambiental debe ser mandatorio para todos los países. En el desarrollo de la minería es importante tener el plan de cierre como una parte importante para las evaluaciones ambientales y sus planes. Este plan de cierre debe ser iniciado desde la exploración y actualizado en todos los procesos de forma continua en todas las fases del ciclo de vida de la mina.

#### **3.2.1.2. Compromiso con todas las partes interesadas.**

Debe establecerse los mecanismos legales que provean una obligatoriedad tanto de parte del gobierno como de las compañías mineras para la realización de consultas con comunidades indígenas o aborígenes que ocupen los terrenos donde se propone el desarrollo mineral.

#### **3.2.1.3. Desarrollo socio-económico en áreas de minería.**

La implementación de una ley que establezca claramente el requerimiento para obtener los derechos de explotación y con esto los arreglos relacionados con el plan de desarrollo socio-económico en el área del proyecto es fundamental para lograr una extracción minera sostenible.

#### **3.2.1.4. Tecnologías y las Prácticas de Minería.**

La adopción de métodos de minería y maquinaria minera tecnológicamente avanzados puede contribuir a la conservación y eficiencia de la explotación de los recursos mineras y consecuentemente al desarrollo minero sostenible.

### **3.2.2. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE MINERÍA, MINERALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE (MSSD)**

El desarrollo de este estudio tiene como objetivo llegar a plantear cual es el aporte del sector minero al desarrollo sostenible de un país y definir marco conceptual sobre el tema que plantea el concejo internacional de minería y metales.

La estructura o desarrollo de este proyecto, el cual ha sido desarrollado con éxito en otros países de américa latina, incluye una etapa conceptual y de diagnóstico sobre el sector minero hasta generar una propuesta de crecimiento en torno al desarrollo sostenible, el sector minero y los resultados del diagnóstico realizado. Este se compone de:

- **Generalidades del MMSD.** El documento “Abriendo Brecha: Minería, Minerales y Desarrollo Sostenible” presenta un análisis de un sector extenso y heterogéneo a lo largo de las etapas de exploración, producción, uso, reutilización, reciclaje y disposición final de los minerales y metales. El

proyecto asume desde el principio que el Desarrollo Sostenible puede brindar un marco de referencia útil para orientar al sector de los minerales.

- **Objetivos del MMSD.** Evaluar el sector global de la minería y los minerales con respecto a la transición hacia el Desarrollo Sostenible. Identificar de qué manera pueden proveerse los servicios que forman parte de la cadena de abastecimiento de los minerales de tal modo que apoyen al Desarrollo Sostenible. Proponer elementos clave para perfeccionar el sistema de los minerales. Generar plataformas de análisis y de participación para el desarrollo permanente de las comunicaciones y de las redes de trabajo entre todos los actores del sector.
  
- **Contribución del Sector al Desarrollo Sostenible.** Gran parte del contenido de Abriendo Brecha está basado en las investigaciones y consultas realizadas a través de procesos regionales en Australia, América del Norte, América del Sur y Sur de África. Tal como en el proceso global, los informes regionales se basan en un prolongado diálogo con actores clave en talleres, foros regionales, grupos asesores organizados en cada región y en las investigaciones encargadas para abordar temas prioritarios. La información obtenida de los equipos regionales permitió obtener una clara imagen de la contribución del sector al Desarrollo Sostenible y de las principales prioridades en sus respectivas regiones. Revistió especial importancia el haber identificado acciones específicas en cada región para orientar el futuro del sector.

Los nueve desafíos clave planteados en el MMSD son los siguientes:

- Viabilidad de la Industria de los Minerales.
- Control, Uso y Manejo del Territorio.
- Minerales y Desarrollo Económico.

- Comunidades Locales y Minería.
- Minería, Minerales y Medio Ambiente
- Un Enfoque Integrado para la utilización de los Minerales.
- Acceso a la Información
- Minería Artesanal y en Pequeña Escala.
- Gobernabilidad del Sector.

### **3.2.3. IMPLEMENTACIÓN DEL MARCO CONCEPTUAL SOBRE DESARROLLO SOSTENIBLE DEL CONCEJO INTERNACIONAL DE MINERÍA Y METALES – INTERNATIONAL COUNCIL ON MINING AND METALS – (ICMM)**

Este marco corresponde al desarrollo realizado por ICMM el cual es una de las organizaciones que mayor enfoque ha desarrollado sobre el tema de desarrollo sostenible en minería. El Marco Conceptual Sobre Desarrollo Sostenible ha sido desarrollado por el ICMM para que, mediante su adopción, sus miembros corporativos lideren el mejoramiento de su desempeño hacia el Desarrollo Sostenible. El marco está compuesto por cuatro elementos fundamentales, que se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Elementos del Marco para el Desarrollo Sostenible del ICMM

Elemento	Descripción
Los 10 principios	10 principios para el Desarrollo Sostenible que los miembros corporativos deben implementar en sus negocios
Reportaje público	Los miembros corporativos se han comprometido a usar las guías de la GRI de 2002 y el Suplemento Sectorial sobre Minería y Minerales para reportar su desempeño hacia los 10 principios
Verificación Independiente	Esto proveerá aseguramiento independiente de que los miembros corporativos están cumpliendo sus compromisos para implementar los 10 principios y reportar su desempeño contra ellos.
Compartir buenas prácticas	El ICMM trabaja con otras organizaciones para desarrollar recursos prácticos para soportar la implementación de los 10 principios. Los recursos son diseminados a través de talleres, publicaciones y un sitio Web de buenas prácticas.

Tomado de: Rojas, 2009

#### 3.2.4. LOS 10 PRINCIPIOS DEL ICMM.

En mayo del 2003, el Consejo de Directores Ejecutivos del ICMM comprometió a los miembros corporativos a implementar 10 Principios de desarrollo sustentable y a medir su desempeño a la luz de los mismos.

Los 10 Principios fueron elaborados teniendo como referencia otros estándares globales destacados tales como la Declaración de Rio de 1992, la Global Reporting Initiative, las Líneas Directrices de la OCDE para Empresas Multinacionales, las políticas operacionales del Banco Mundial, la Convención de la OCDE sobre la Lucha contra la Corrupción, las Convenciones 98, 169 y 176 de la OIT y los Principios Voluntarios sobre Seguridad y Derechos Humanos.

Estos principios se presentan a continuación en la siguiente tabla. (Tabla 9):

Tabla 9. Los 10 principios del ICMM.

Principio 1.	Implementar y mantener prácticas éticas de negocios y sistemas sólidos de gobierno corporativo.
Principio 2.	Integrar los temas de Desarrollo Sostenible al proceso de toma de decisiones de la empresa.
Principio 3.	Apoyar los derechos humanos fundamentales y el respeto por culturas, costumbres y valores, en la relación con los empleados y otros grupos afectados por nuestras actividades.
Principio 4.	Implementar estrategias de gestión de riesgo basadas en información válida y una sólida base científica
Principio 5.	Buscar el mejoramiento continuo de nuestro desempeño en salud y seguridad.
Principio 6.	Buscar el mejoramiento continuo de nuestro desempeño ambiental
Principio 7.	Contribuir a la conservación de la biodiversidad y a enfoques integrados de planificación territorial.
Principio 8.	Facilitar y estimular el diseño, uso, reutilización, reciclaje y disposición responsables de nuestros productos.
Principio 9.	Contribuir al desarrollo social, económico e institucional de las comunidades situadas en nuestras áreas de operación.
Principio 10.	Implementar con nuestras partes interesadas mecanismos de información, comunicación y participación que sean efectivos, transparentes y verificables independientemente.

Tomado de: ICMM, 10 principios para el desempeño con respecto al desarrollo sustentable. Documento on line. <https://www.icmm.com/document/605>

En concordancia con todo lo expuesto anteriormente, es necesario resaltar la evolución que ha tenido en el ámbito nacional la relación entre el sector extractivo de minerales y la aplicabilidad de los conceptos y principios de sostenibilidad y

Desarrollo Sostenible. La aplicabilidad de estos principios ya está validada en países que fundamenta un porcentaje fuerte de su economía y crecimiento económico en el sector minero. Los casos de éxito son importantes y países como Australia y Canadá son ejemplo del desarrollo de una industria minera armónica con el entorno y acogiendo de manera integral la necesidad e importancia de lograr que los procesos extractivos sean enmarcados en la sostenibilidad.

Es de resaltar el importante avance en los temas estratégicos de la minería, donde una parte fundamental está en la forma como se está percibiendo la industria y como las diferentes organizaciones que tiene que ver con esta, empresa privada, estado, universidades, institutos de investigación, laboratorios, están aportando que se pueda dar una transformación objetiva hacia una minera en Colombia que definitivamente pueda jalonar la economía y mejora las condiciones de vidas de sus habitantes como ya ha pasado en otras economías.

En ese sentido, y particularmente en la realización de esta monografía, ha sido importante el desarrollo de este postgrado de estudios avanzados sobre los Recursos Minerales que permiten desarrollar un enfoque sistémico desde diferentes ópticas que competen el aprovechamiento de los recursos minerales, lo cual requiere de profesionales preparados y con las herramientas necesarias para poner a andar la industria minera en pro del crecimiento económico del país.

## 4. CONCLUSIONES

La búsqueda de un modelo de desarrollo en el que se armonicen los intereses de la naturaleza y de la sociedad se ha convertido en un imperativo la época actual. Donde la toma de conciencia a nivel mundial sobre el carácter finito de los recursos naturales, ha situado en la mesa de los diversos actores sociales la necesidad de encontrar una vía de desarrollo que permita mejorar la calidad de vida humana sin sobrecargar los ecosistemas. Para lo cual el estado colombiano ha dado pasos importantes en esa dirección.

Definitivamente el importante papel que los minerales han desempeñado en el desarrollo de la civilización humana y con esto de diferentes economías a nivel global, ha logrado elevar, cada día más, los requerimientos de estos en la calidad de vida de todos los seres humanos, tanto hasta poder afirmar que el vertiginoso ritmo de crecimiento actual no hubiese sido posible, por lo cual no es posible que las generaciones prescindan de estos para el presente y el futuro.

A la luz de la información obtenida en este trabajo, definitivamente no se puede desconocer la existencia de una relación compleja, y con grandes retos, entre las actividades asociadas a la extracción de minerales y los conceptos de desarrollo sostenible. Esta relación de complejidad ha generado grandes polémicas a lo largo de los últimos años, dada la conjugación de los diferentes factores sociales, económicos y ambientales, pero a la vez ha permitido el planteamiento de grandes desafíos que apuntan al logro del desarrollo de diferentes puntos de vista para moldear dicha relación hacia una mejor estrategia que permita alinear el sector minero con los impactos positivos sobre la calidad de vida de las sociedades, tanto a nivel global, regional y local.

Es importante poder tener claridad que siempre existen entes contradictorios que afirman y argumentan, el concepto de Desarrollo Sostenible es incompatible con la industria extractiva de minerales y que la minería en cualquier forma no es sostenible. Sin embargo, considerando que los bienes materiales de la sociedad moderna están fabricados en su mayor parte con productos minerales, cobra vida el hecho que definitivamente ya no se está en la Edad de Piedra y que sería imposible regresar a ella. Esto no es lógico, se podría decir que es antihumano, por lo tanto en contraposición, la sociedad esta obliga buscar las alternativas y estrategias que permitan el crecimiento de la industria minera acorde con el entorno y las necesidades del ser humano.

Dada la situación actual en Colombia, en relación a la industria extractiva, se hace necesario estudiar con más detalle y mayor promoción el sector minero colombiano, de tal forma que se convierta en una fuente fundamental de desarrollo, teniendo en cuenta su carácter impactante en diferentes etapas pero con la posibilidad de garantizar las opciones, desde una perspectiva de sostenibilidad, de equilibrio para las generaciones futuras. En este sentido se considera que es importante transformar, adoptar y convertir en una realidad el concepto que se tiene sobre la extracción de minerales y la necesidad, por no decir obligatoriedad, que se tiene de ver esta industria a través de la óptica de la sostenibilidad y el desarrollo sostenible.

La construcción del país minero sostenible debe ser una premisa para el estado colombiano, el cual ha avanzado temerosamente hacia la dirección correcta, sin embargo, aún se hace necesario profundizar más en ésta temática dado el interés particular de lograr que la industria minera en Colombia sea el motor de desarrollo para el país, pero teniendo claridad de fuerte conexión y alineamiento que debe haber con los aspectos ambientales y de comunidades, de tal forma que permitan establecer la garantía de recursos para la generación actual y venidera.

De acuerdo a lo revisado y definido en este trabajo, es posible desarrollar un proceso minero que permita aumentar el valor agregado a través de la implementación de modelos de producción más dinámicos y acordes con los requerimientos actuales, que facilite el alineamiento natural de los proceso de extracción y beneficio de minerales con las políticas de sustentabilidad que cada día toman más fuerza en el ámbito internacional y nacional. Los casos de éxito que se tienen con este referente dan muestra de un camino largo y complejo que tiene la recompensa al final.

Australia, Canadá, Chile y Suráfrica, entre otros han logrado recorrer este camino de dinamizar el sector minero y alinearlos con el desarrollo sostenible de tal forma que definitivamente se ha convertido en referentes para la industria extractiva a nivel global. En este sentido, empresas mineras a nivel nacional han desarrollado estructuras de operación basadas en principios de sostenibilidad, tal y como es el caso de Cerrejón y Cerro Matoso S.A., los cuales anualmente están mostrando sus resultados en relación con las esferas del Desarrollo Sostenible, aun cuando las políticas de estado no estén alineadas con estos temas en el sector minero. Esta es una muy buena práctica que debe ser replicable por todas las compañías mineras del país e incluirse dentro de las políticas de sostenibilidad minera que fortalecerás el sector como motor de desarrollo para Colombia.

En general, es posible afirmar que la industria minera provee para las sociedades una amplia cantidad de materias primas esenciales para el desarrollo y progreso de estas, representando los valores básicos de la cadena productiva de valor. Las actividades mineras generan impactos negativos que deben ser administrados de tal forma que no opaquen los impactos positivos tales como los relacionados con la creación del empleo, entrenamiento, creación de infraestructura, etc. En la mayoría de los casos los impactos negativos pueden ser mejorados o eliminados a través de medidas específicas.

La actividad minera, en su especificidad, contribuye indirectamente al desarrollo sostenible de una sociedad y puede convertirse en sí misma, aplicando los principios de responsabilidad minera, en una actividad integrada dentro del concepto de desarrollo sostenible. En la actualidad son muchas las iniciativas, principios, estudios y políticas a nivel global que se han generado en torno al tema del desarrollo minero sostenible, y que mantienen presente la importancia de generar valor agregado económico como una parte fundamental del negocio, que permiten que sea cada vez más natural relacionar el tema minero con el desarrollo sostenible.

En línea con todo lo anterior, la implementación de avances y desarrollo tecnológico aplicado a la minería, así mismo las definición de políticas claras de estado en relación con la promoción, administración y control del sector extractivo, son dos aspectos importantes que deben ser resaltados y tenidos en cuenta al momento de desarrollar estrategias para la implementan de los conceptos de Desarrollo Sostenible en la industria extractiva.

Finalmente se pudo construir un documento que logró recopilar información pertinente, clara y concisa sobre los temas de permiten establecer la relación que existe entre la minería y el Desarrollo Sostenible y su impacto directo con el crecimiento económico de un país, en este caso Colombia. Así mismo, establecieron los principales conceptos de Desarrollo Sostenible aplicados a la industria minera y las directrices o lineamientos para lograr que la minería como industria tenga una apoyo para demostrar las opciones que se tienen para hacerla una industria minera sostenible y con oportunidades de crecer en compañía del ambiente y las comunidades, sin perder de vista la importancia que hay en la rentabilidad del negocio y su valor agregado económico.

## 5. REFERENCIAS

- (1). CABRERA M. y FIERRO J. Implicaciones Ambientales y Sociales del Modelo Extractivista en Colombia. En: Minería en Colombia. Fundamentos para Superar el Modelo Extractivista, Capítulo 3. Contraloría General de la Republica. Bogotá - Colombia 2013
- (2). Estudios de Fedesarrollo muestran que el negocio minero tiene un potencial alto pero debe revisar y fortalecer el engranaje con otros medios productivos y con mayor alineamiento.
- (3). Cerro Matoso S.A. Informe de Sostenibilidad 2012. Documento online. <http://www.fundacioncerromatoso.org/index.php/cerro-matoso/reportes-de-sostenibilidad-2012>
- (4). COLOMBIA. UNIDAD DE PLANEACION MINERO ENERGETICO, UPME, COLOMBIA PAIS MINERO. PLAN NACIONAL PARA EL DESARROLLO MINERO VISION AL AÑO 2019. Documento Final. Bogotá Diciembre de 2006.
- (5). COLOMBIA. UNIDAD DE PLANEACION MINERO ENERGETICO, UPME, COLOMBIA PAIS MINERO. PLAN NACIONAL PARA EL DESARROLLO MINERO VISION AL AÑO 2019. Documento Final. Bogotá Diciembre de 2006.
- (6). ROJAS, Carlos. Propuesta Metodológica para la Valoración Económica de Recursos Minerales en el marco del Desarrollo Sostenible. Tesis realizada para optar al título de Magíster en Ciencias Económicas. Universidad

Nacional de Colombia Sede Medellín. Facultad de Ciencias Humanas y Económicas. 2009

- (7). COLOMBIA. UNIDAD DE PLANEACION MINERO ENERGETICO, UPME, PLAN NACIONAL DE DESARROLLO MINERO 2010 – 2018, Bogotá Diciembre de 2013. Documento Preliminar para discusión. 2013 UPME.
- (8). TRIPATHY, D.P. Sustainable Development Practices in Mining Industry. Mining Engineering, NIT, Rourkela-769008.

## 6. BIBLIOGRAFIA

Para establecer las referencias bibliográficas usadas en esta monografía se define usar la norma NTC -5613

NORMA TECNICA COLOMBIANA – NTC. 1486. Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Sexta actualización. 2008

IDÁRRAGA A, MUÑOZ D, VÉLEZ H. CONFLICTOS SOCIO-AMBIENTALES por la EXTRACCIÓN MINERA en COLOMBIA: Casos de la INVERSIÓN BRITÁNICA

MONTERO, Juan Manuel. ¿Es posible el Desarrollo Sostenible en la Minería? En: Revista Minería y Geología Nos. 1-2, 2003, p 89-93.

COLOMBIA, DEFENSORIA DEL PUEBLO. Minería de Hecho en Colombia. Informe Defensoría Delegada para los Derechos Colectivos y del Ambiente. Bogotá, Diciembre 2010.

ENVIROMENT LAW ALLIANCE WORLDWIDE – ELAW. Guía para la Evaluar EIA´s de Proyectos Mineros. U.S.A, 2010 . <https://www.elaw.org/mineros-eia-guia>

CANADA, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Minerales y Metales, Hacia un Porvenir Sostenible. Monografía N°10. Canadá, 2010. Disponibles en el sitio Web del Ministerio de Medio Ambiente de Canadá: <http://www.ec.gc.ca>

PORTAFOLIO.CO. (2009). Minería y Desarrollo Sostenible. [alemaitre@portex.com.co](mailto:alemaitre@portex.com.co) <http://www.portafolio.co/columnistas/mineria-y-desarrollo-sostenible>

ROJAS, Carlos. Valoración del Recursos Minerales Bajo la Teoría de Desarrollo Sostenible. En: Revista EIA, ISSN 1794-1237 Número 13, p. 65-75. Julio 2010. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia).

ROJAS, Gabriel. Valor Agregado Sustentable en la Minería Mundial. Seminario para optar al Título de Ingeniero Comercial, Mención Economía Santiago de Chile. Universidad de Chile, Facultad de Economía y Negocios. Escuela de Economía y Administración, 2011. 49 p.

RICHARD, Jeremy. Desarrollo Sustentable y La Industria Minera. Traducción de "Sustainable Development and the Mineral Industry" Universidad de Alberta, Canadá, T6G 2E3, publicado en el SEG Newsletter, Society of Economic Geologists, N° 48, Enero 2002.

KAELA KANGWA, Priscilla. An Assessment of the Economic, Social and Environmental Impacts of the Mining Industry. A Case Study of copper Mining in Zambia. Thesis for International Master Programme in Environmental Studies and Sustainability Science. Lund University, Zambia. May 2008.

CRAGG, Wesley. Sustainable Development and Mining: Opportunity or Threat. Presented to the CIMM Conference in Montreal, May, 1998. Published in: Metals and the Environment, Ed. Jim Skeaff, Montreal Quebec: The Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, 1998, p 191-205.

LILLY, P.A y LITTLEBOY, A.K. SUSTAINABLE MINERALS SECTOR IN AUSTRALIA. THOUGHTS FROM A SCIENCE AND TECHNOLOGY PERSPECTIVE. En: Sustainable Mining Conference. KALGOORLIE, WA, 17 - 19 AUGUST 2010.

LAZAR, Maria y DUMITRESCU, Ioan. MINING IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT. En: Revista Minerol. Nr. 10. 2009. P 12-16.

KIRSCH, Stuart. Sustainable Mining. Published online: 7 August 2009 Springer Science+Business Media B.V. 2009

NAPPI, Carmine y POULIN, Richard. SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND MINE MANAGEMENT. En: Nonrenewable Resources, Vol. 7, No. 4, 1998, p 262-269

RODRIGUEZ Maria y CHACON Carlos, LA MINERIA EN COLOMBIA, UN ESCENARIO DE DECISIONES ANTE UN DESARROLLO SOSTENIBLE. Instituto para Altos Estudios para la Integración y el Desarrollo Legislativo. Parlamento Andino. Bogotá 2008

BECERRA, Maryori y FARROÑAN, Lesly. El valor Agregado en la Minería. Monografía Universidad Cesar Vallejo. Chiclayo – Perú. 2012

BONILLA, Federico. EL VALOR ECONÓMICO AGREGADO (EVA) EN EL VALOR DEL NEGOCIO. RNA - Revista Nacional de administración, Pág 55-70 Enero - Junio, 2010. Escuela de Ciencias de la Administración. Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica. 2010

DELGADO JIMENEZ, Jeison. ANÁLISIS DE DECISIONES EN LA PLANEACIÓN REGIONAL DE PROYECTOS MINEROS A TRAVÉS DE LOS MEDIOS DE VIDA SOSTENIBLE. Tesis de Investigación presentada como requisito parcial para optar al título de: Magister en Ingeniería de Sistemas. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Departamento de Ciencias de la Computación y de la Decisión. Medellín, Colombia. 2013

HERRERA, Juan. PROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL EN MINERÍA Y DESARROLLO MINERO SOSTENIBLE. Libro. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Mina. Madrid, Mayo 2008.

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, OIEA. Indicadores Energéticos del Desarrollo Sostenible: Directrices y Metodologías. Departamento de asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. Viena – Austria, Julio. 2008.

GALLOPIN, Gilberto. LOS INDICADORES DE DESARROLLO SOSTENIBLE: Aspectos Conceptuales y Metodológicos. Ponencia realizada para el Seminario de Expertos sobre Indicadores de Sostenibilidad en la Formulación y el Seguimiento. FODEPAL, Santiago de Chile, Agosto 2006.

OYARZUN, Jorge y OYARZUN, Roberto. Minería Sostenible: Principios y Prácticas. 2011. Ediciones GEMM. Documento On Line.

FEDESARROLLO, 2014. Minería y Medio Ambiente en Colombia. Estudio de Fedesarrollo. Dirigido por: Astrid Martínez Ortiz. Bogotá, Junio de 2014.

FEDESARROLLO, 2008. LA MINERÍA EN COLOMBIA: IMPACTO SOCIOECONÓMICO Y FISCAL. Estudio de Fedesarrollo. Dirigido por: Mauricio Cárdenas. Bogotá, Abril de 2008.

CANADIAN BUSINESS FOR SOCIAL RESPONSIBILITY (CSR). CSR Frameworks Review for the Extractive Industry. Canada, Abril de 2009.

CERREJON. Informe de Sostenibilidad 2009. Documento On line. Web: [http://www.fundacionescerrejon.org/secciones/FUNDCERRE/HOME/OTROS/INFORMESOS/PUBCERREJON/seccion\\_HTML.jsp](http://www.fundacionescerrejon.org/secciones/FUNDCERRE/HOME/OTROS/INFORMESOS/PUBCERREJON/seccion_HTML.jsp)