

LOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD EN LA MINERIA

M.Sc. Lic. *Juan Manuel Montero Peña*

Cuba

INTRODUCCION

El concepto desarrollo sustentable promueve la necesidad inmediata de conocer los impactos que una determinada actividad económica ocasiona sobre el medio ambiente, a través del establecimiento previo de indicadores, que se puedan expresar en cifras. Esta es una idea presente en los presupuestos teóricos de este modelo económico que promueve un desarrollo donde la utilización de los recursos sea proporcional a la recomposición natural del mismo en la naturaleza o a la aparición de nuevos sustitutos en los procesos productivos. Además se maneja la idea de que las tasas de emisión de desechos deben ser proporcionales a las tasas de absorción de estos por la naturaleza.

El hombre no puede conocer con las tecnologías actuales hasta dónde una actividad determinada ha impactado los ecosistemas inmediatos y los situados en su misma cadena. De ahí que el autor considere que se puede medir cómo una actividad tributa al desarrollo económico de una región, cuáles son los impactos que genera al medio ambiente en el sentido de crear condiciones para facilitar la realización de los proyectos sociales de un determinado grupo, pero no conocer con exactitud los impactos que ocasiona.

En el caso de la minería, una actividad de por sí no sustentable, (Montero, J., *Minería y Geología*, No.4, 2001) consideramos que es posible poseer una serie de indicadores que permiten conocer la viabilidad de esta actividad para la sociedad. Es perfectamente cognoscible cómo esta actividad crea condiciones para

la aparición de actividades económicas alternativas pero no hasta donde es sustentable.

LOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD Y LOS CRITERIOS PARA MEDIR EL DESARROLLO SUSTENTABLE

El discurso sobre el desarrollo sustentable ha establecido el debate acerca de la necesidad de medir los impactos que el hombre con sus actividades ocasiona a la naturaleza. Sin embargo, en la actualidad no poseemos los instrumentos necesarios para realizarlo. Se pueden cuantificar los niveles de extracción de algunas materias primas, cuando se trate de recursos físicos como madera, carbón o la cantidad de material que se necesita mover para obtener una determinada cantidad de un mineral. Pero es imposible, por el momento, establecer la magnitud del daño que estas actividades ocasionan.

Algunos autores, que se dedican a estos temas, proponen un sinnúmero de indicadores para alcanzar la sustentabilidad. Sin definir previamente la esfera que realmente desean cuantificar. En nuestra opinión es necesario primeramente definir si se pretende medir el nivel de utilización de un recurso, la cantidad de materias primas que se precisan para obtener un producto terminado, sus ganancias según los precios establecidos en el mercado o los impactos que esta actividad ocasiona al medio ambiente.

Si se comprende la sustentabilidad en su aspecto amplio como un proceso de interacción entre elementos ecológicos, ambientales, sociales y políticos tendría que poseer indicadores para determinar los impactos en cada uno de estos elementos. Esto como se comprenderá no es posible en la actualidad.

Y es imposible porque estos indicadores o criterios no poseen un carácter universal. Es preciso adecuarlos a los contextos

culturales, en todas sus dimensiones. Reclaman del análisis local, regional o municipal y de la presencia de todos los actores comunitarios, desde el estado hasta las organizaciones comunitarias.

La proposición que a continuación presentamos parte de la idea de evaluar cómo la actividad en cuestión tributa a la aparición de alternativas a los procesos productivos actuales, una vía indiscutible para lograr la sustentabilidad en los términos de la visión clásica de este modelo económico.

INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD DE LOS RECURSOS MINEROS

La situación a la que nos referimos anteriormente ha creado un interés cada vez mayor en la formulación de indicadores que sirvan para medir los impactos de las actividades humanas y las disponibilidades de reservas teniendo en cuenta los ritmos actuales de crecimiento de las economías mundiales y partiendo de los presupuestos de la Cumbre de la Tierra, en 1992 y de las normativas de las organizaciones internacionales que se dicen defensoras del desarrollo sustentable.

En este sentido podemos afirmar que se han desarrollado indicadores que pretenden medir el progreso económico como es el *Sistema de Cuentas Nacionales de las Naciones Unidas*; sobre la competitividad internacional del *World Economic Forum*; el *índice de Libertad Económica* del *Fraser Institute*. Del mismo modo se ha trabajado en la generación de indicadores sociales en donde se destacan el *Human Development Index* del *Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo* (PNUD). Con respecto a los indicadores del medio ambiente, éstos tienen una historia más reciente, sobresaliendo los trabajos de la *Organización para el Desarrollo y la Cooperación Económica* (OCDE), de los gobiernos de Canadá y Holanda; en América Latina destacan Costa Rica y Venezuela. Pero

gran parte del trabajo se ha concentrado en la presión ejercida por el hombre sobre el medio ambiente, como en las emisiones de contaminantes en la atmósfera (Narro, 1999).

En Cuba, se producen anualmente serios esfuerzos por medir con exactitud indicadores de *Índice de Desarrollo Humano*, los cuales incluyen aspectos directamente relacionados con la utilización de los recursos naturales. En las empresas estatales cubanas éste es uno de los indicadores que mayor atención recibe en las condiciones actuales, a pesar de la crítica situación económica que atraviesa el país. Sin embargo, es preciso decir que hasta el momento no se disponen de indicadores especialmente elaborados para medir las acciones del hombre sobre el medio ambiente.

La elaboración de indicadores de sustentabilidad al tener en cuenta las dimensiones del desarrollo sustentable tiene que incluir tres aspectos esenciales: *la economía, la equidad y la ecología*. Estos aspectos no se pueden analizar aisladamente, de lo contrario no darían la visión de sistema que es imprescindible tener en cuenta al tratar de establecer indicadores de sustentabilidad. Estos elementos dan la visión más concreta de la relación hombre – mundo que aspiramos en la misma medida que comporta todos los incluidos en la definición amplia de medio ambiente, como interacción de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos.

Evidentemente resulta muy sencillo determinar cuándo una actividad no es sustentable, para lo cual basta con saber cuáles son los impactos negativos que ocasionan sobre el medio ambiente, sin embargo, lo verdaderamente difícil es poder precisar cuándo se ha alcanzado la sustentabilidad. No cabe la menor duda que ésta es una tarea científica de gran envergadura y si la cuestión gira alrededor de los minerales, se puede plantear que esto es aún más complejo. Los científicos de esta área del saber humano no cuentan con todos los elementos necesarios para calificar una actividad económica como

sustentable o no, porque no poseen los indicadores necesarios para evaluarla.

En este artículo se valorarán algunos indicadores que pudieran ofrecer elementos de juicio para determinar cuándo una actividad minera es sustentable.

Las bases de este análisis parten de las características de los recursos minerales los cuales solamente son utilizados por el hombre si reportan alguna utilidad después de laborarse de forma manual o industrial. En este sentido C. Miranda reflexiona los recursos naturales lo son en la medida que poseen utilidad humana. Para ello tienen que ocurrir por lo menos cuatro circunstancias:

- Que exista el conocimiento de sus propiedades en relación con la satisfacción de sus necesidades.
- Que exista el conocimiento de las técnicas necesarias para la transformación de esos elementos en productos deseables.
- Que los conocimientos técnicos puedan introducirse en el aparato productivo.
- Que una vez elaborado el producto pueda llegar efectivamente a quienes posean la necesidad del mismo” (Miranda, 1999).

A partir de estos elementos es posible concluir que existen determinados indicadores que se deben tener en cuenta en el análisis de la actividad minera como puntos de partida para determinar la sustentabilidad. Estos indicadores de partida serían: *el conocimiento geológico, la tecnología, la factibilidad económica, la disposición de los sumideros, conocimiento de los derivados, integración de los recursos a su medio, determinación de las actividades alternativas y los criterios legales.*

El conocimiento minero - geológico

Sobre un recurso mineral permite conocer todas las propiedades sobre el mismo y hasta dónde es capaz de satisfacer las necesidades de la producción de las generaciones actuales. Estos estudios nos permiten conocer la evolución del yacimiento a través de las diferentes eras geológicas y cuáles fueron las condiciones que en la naturaleza intervinieron en su origen. Además es posible a través de este conocimiento establecer las relaciones entre un recurso mineral determinado y los que se encuentran en su mismo sistema.

Este indicador permite a los especialistas valorar no solamente cómo sería la explotación de un mineral, sino cuáles serían las consecuencias de esta actividad sobre el área minera donde se va a actuar. Lógicamente desde este punto de vista se pueden establecer con antelación las estrategias imprescindibles para minimizar los impactos y preservar las zonas donde se propone situar la mina. Éste es un indicador que tiene una gran importancia no solamente para el caso de los recursos no – renovables, sino para los renovables. En este sentido, es preciso indicar que los conocimientos minero - geológicos permiten establecer los límites a tener en cuenta en el uso de un recurso si se espera que éste logre la recomposición natural, en el caso de los renovables en un tiempo razonable para ser utilizado por las generaciones actuales y futuras.

Por otra parte estos conocimientos aportan los elementos necesarios para indicar el límite de las reservas, el tipo de mineral y las posibles tecnologías para su explotación. Este último aspecto es un indicador para sugerir la utilización de una tecnología determinada o modificaciones en dependencia del tipo de mineral.

Finalmente, el conocimiento minero – geológico, permite conocer los minerales acompañantes y en consecuencia con ello, determinar posibles estrategias en el uso de tecnologías. Todo esto facilita la toma de decisiones en el establecimiento de una gestión

más acabada en el manejo de los recursos y hacia qué sectores dirigir posibles inversiones.

La tecnología

Constituye un indicador esencial para determinar si la explotación de un recurso es sustentable o no. En ella está implícita la relación del hombre con la naturaleza, dicho de otra forma la tecnología que se emplee marcará los impactos sobre el medio ambiente, tanto los positivos como los negativos.

La tecnología, además es un valor que crea nuevos valores y modifica los ya existentes, esta visión nos permite comprender su lugar en el logro de la sustentabilidad.

Una tecnología, en el caso de los minerales, es sustentable si permite que se exploten las reservas para la cual se diseñó, sin afectar la capacidad de la naturaleza de recomponerse. Pero además, es sustentable si es capaz de crear sistemas tecnológicos abiertos que permitan utilizar los desechos de la producción, para obtener otras producciones y utilizar los minerales acompañantes. Es habitual en las empresas mineras, la deposición de los desechos en escombreras o en sumideros que se saturan rápidamente y que por sus características se sitúan al aire libre y se convierten en una peligrosa fuente de contaminación ambiental.

Esta situación se puede resolver únicamente si en el diseño original, basado en el conocimiento real del yacimiento se tiene en cuenta la tecnología que se va a utilizar de acuerdo con las características concretas de ese objeto. La tecnología, si el que la utiliza es capaz de mantener un determinado nivel de calidad del medio ambiente y dejar un espacio para la utilización de otras tecnologías para la explotación de los minerales acompañantes, es un elemento esencial para lograr un determinado nivel de compensación por la utilización de recursos no - renovables.

Las tecnologías flexibles están llamadas a imponerse en el sector minero porque sencillamente no resulta sustentable diseñar una fábrica para explotar un solo mineral. La existencia de escombros producidos como consecuencia de los sistemas productivos actuales es una muestra de incapacidad tecnológica y de una seria amenaza para el medio ambiente. Esos escombros contienen otros minerales que no se pueden aprovechar actualmente y que como consecuencia de los agentes naturales y artificiales, son víctimas de la erosión y se constituyen en fuente de contaminación.

La tecnología en el proceso productivo expresa una relación del tipo sujeto - objeto, en la cual el sujeto lo constituye el hombre y el conjunto de relaciones sociales en las que se desarrolla su vida económica. El objeto por su parte lo constituye la naturaleza vista en dos direcciones diferentes, la primera de ellas, como aquella porción que interactúa directamente con el hombre en el proceso productivo y sobre la cual actúa una tecnología de producción específica. La segunda porción de la naturaleza a la que nos referimos no interactúa directamente con el hombre, sobre ella no se dirige trabajo humano alguno, en cambio, recibe las influencias negativas de la utilización de tecnologías agresoras del medio ambiente.

Estos impactos se evalúan a partir del uso de una tecnología, la cual expresa el grado de dominio del hombre sobre la naturaleza y a la vez su compromiso con ésta en la misma medida que resulte sustentable o no. Para evaluar cómo una tecnología es capaz de propiciar un marco favorable para la protección de la naturaleza, es suficiente con valorar su capacidad de propiciar la generación de impactos negativos y positivos.

El empleo de tecnologías modernas permite crear materias primas artificiales las cuales sustituyen las naturales en el proceso de producción. Esto facilita la protección de innumerables recursos, especialmente cuando existen restricciones legales, lo cual contribuye

al proceso de regeneración natural al no estar sometidos a los niveles de sobre - explotación actual.

La factibilidad económica

Es otro de los indicadores que proponemos para determinar la sustentabilidad de los recursos minerales. En primer lugar, es preciso señalar que la explotación de un yacimiento, tomando este indicador como referencia, sería sustentable si reporta ganancias netas con relación a los activos fijos empleados en su ejecución. En estos activos se incluyen los ambientales, aunque no se pueda expresar cuantitativamente el valor de los recursos naturales. Es decir, la empresa tiene que generar un margen de ganancias, tomando como referencia el mercado, capaz de reproducir todos sus activos e internalizar las externalidades ambientales.

Lo anterior significa que en los planes de producción de las empresas tiene que estar incluida la variante ambiental. En segundo lugar, es imprescindible señalar que como la factibilidad económica depende de los vaivenes del mercado, cualquier empresa minera debe ser flexible de acuerdo a estas circunstancias como para encontrar producciones alternativas que compensen las pérdidas cuando bajen los precios o cuando disminuye la demanda.

Estas compensaciones se pueden lograr a través de las vías clásicas, una de ellas sería disminuyendo los costos de producción y otra elevando la calidad del producto final lo cual lo haría más competitivo en el mercado. Sin embargo, lo más económico sería poseer tecnologías flexibles que permitan a los productores adaptarse a las exigencias del mercado, las que pueden variar en dependencia de los factores externos tales como el aumento de la demanda, la elevación de los precios, crisis de los productores tradicionales, etc.

La estrategia cuando ocurre cualquier alteración entre los diferentes mecanismos del mercado que actúan como reguladores de la producción, sería según lo exigen las circunstancias encontrar

minerales sustitutos o yacimientos complementarios si disminuye la demanda o como consecuencias de un aumento de las mismas se agotan las reservas. Estas respuestas solamente se pueden dar cuando existe un profundo conocimiento minero - geológico y las tecnologías existentes por su flexibilidad permiten las llamadas reconversiones industriales.

La factibilidad económica, vista desde esta lógica, incluye la necesidad de conocer como una actividad minera concreta crea condiciones necesarias para la aparición de actividades económicas alternativas a las actuales. Es decir, las empresas tienen que incluir en sus estrategias de desarrollo políticas que favorezcan la capacitación de perfil amplio de sus trabajadores y personal técnico y de dirección para su reorientación una vez agotados los recursos que explotan.

El conocimiento de los derivados

Se convierte en un indicador de primer orden para lograr la factibilidad económica, de ahí la imperiosa necesidad de conocer anticipadamente cuáles serán los que ocasionará una actividad minera y la urgencia de encontrar las vías para venderlos como materia prima o preservarlo de la acción de los agentes erosivos del medio ambiente. En la actualidad la gestión de los derivados forma parte de la estrategia general de las empresas mineras (Espí, 1999).

No cabe la menor duda que una empresa que genere derivados, que no puedan ser procesados con sus tecnologías actuales es no sustentable. Una variante que permitiría lograr compensar los impactos negativos que ocasiona la minería sería lograr diseñar complejos mineros metalúrgicos que tengan en cuenta la utilización de estos derivados.

La idea del manejo integral de los derivados se relaciona directamente con el empleo de una determinada tecnología de minado y de procesamiento metalúrgico que se relacionen mutuamente.

Es decir, la existencia de los derivados depende de estos factores, los cuales se pueden minimizar o maximizar de acuerdo al contexto donde se encuentre enclavada la industria. La reconversión industrial por la que abogan los representantes de los países industrializados es prácticamente imposible para las naciones en vía de desarrollo, ello requeriría de inversiones millonarias que encarecerían los procesos mineros y los harían inviables económicamente.

La integración de los recursos

Un importante indicador *a su medio* que constituye la columna vertebral de la compensación que la sociedad puede lograr en su desarrollo con relación a la explotación de los recursos minerales. El problema en cuestión se relaciona en cómo lograr la reinsertión de los residuos al entorno, esto no se trata de la ubicación de los mismos en las escombreras, sino de la reintegración gradual y sistemática al medio de donde proceden. Lógicamente, esta integración es artificial teniendo en cuenta que después de ser procesados los minerales pierden un alto por ciento de sus características iniciales, sin embargo, estas transformaciones no se pueden considerar tan profundas como para no permitir la reinsertión al medio (Espí, 1999).

En esta dirección podemos plantear que las empresas en sus políticas de gestión debían tener en cuenta los espacios libres que deja la minería para ser utilizados como depósitos de residuales. Esto se inserta perfectamente en la intención de reintegrar los recursos a su medio. Otros espacios dejados por la minería pueden ser utilizados con fines productivos o sociales dentro de las mismas empresas mineras lo cual se constituye en un indicador de compensación.

Estos residuos situados al aire libre sufren las consecuencias de los diferentes agentes erosivos del medio ambiente perdiendo propiedades lo que constituye una pérdida económica. Situados en espacios naturales, los dejados por la minería a cielo abierto por

ejemplo, permite preservar sus potencialidades para ser utilizados en otras actividades. Económicamente esto es factible porque permite el uso de las facilidades mineras existentes en los nuevos proyectos que se generen.

La determinación de las actividades alternativas

Es un indicador que corrobora la tesis que defendemos con relación a la actividad minera y la posibilidad de la existencia de un tipo de desarrollo que proteja el medio ambiente a través de compensaciones. Los gobiernos y los empresarios están obligados a conocer qué tipo de actividad desempeñará el personal empleado en las minas una vez agotados los recursos en un yacimiento.

Los recursos humanos deben poseer la suficiente calificación como para asumir otros puestos laborales en empresas similares por tecnología o diferentes. En la estrategia general de la empresa, en lo referido a la formación de los trabajadores hay que privilegiar la capacitación de perfil amplio y la utilización de tecnologías flexibles que permitan ese tipo de superación.

Esta política que se conoce como de cierre de minas debía de ser contemplado antes de aprobarse una licencia para iniciar la explotación de una mina. El otorgamiento de una concesión minera debía estar acompañado además de la correspondiente licencia ambiental con una clara definición estratégica de las actividades alternativas que se iniciarán al cerrarse una mina.

Este conocimiento puede estar avalado, primeramente; por estudios del entorno económico donde se ubica la mina con el propósito de conocer hacia que empresa reubicar los trabajadores de las minas que se cerrarán. Y en segundo lugar por la determinación de, a partir de las tecnologías que se disponen, de posibles actividades a realizar en las instalaciones de la mina.

La evolución de los sumideros

Se convierte en un importante indicador a tener en cuenta en nuestro caso, porque el desarrollo sustentable no puede incluir únicamente a la fuente de los recursos, sino que es muy importante valorar el lugar de los sumideros.

La naturaleza posee una capacidad determinada de reciclar las materias extrañas que el hombre con su actividad lanza a los diferentes ecosistemas. Esa función también es limitada, contrariamente al criterio de los desarrollistas acerca de su carácter ilimitado. Estos desechos necesitan de un tiempo para ser reciclados, en dependencia del nivel de los mismos y de la posibilidad del ecosistema para asimilarlos. Si el nivel es superior al que puede asimilar la naturaleza, se rompe el equilibrio de los ecosistemas impactados y de los situados en la misma cadena.

El desarrollo sustentable no es posible si se saturan los sumideros, si se sobrepasa la capacidad de asimilación de los mismos no se pueden mantener los ciclos naturales de absorción de desechos. Los que defienden la posibilidad de la existencia de la sustentabilidad en la minería deben indicar cómo medir los niveles de los sumideros de lo contrario no tendrán elementos para hablar con rigor de sustentabilidad.

En el caso de los desechos minerales, después de los diferentes procesos metalúrgicos donde aparecen solos o en aleaciones, el tiempo de asimilación por parte de la naturaleza es largo.

El sumidero cumple una doble función, como destino final de los desechos sociales y de las producciones de las industrias. En el caso concreto de las industrias mineras los desechos de la producción tienen que constituir una preocupación permanente en los diferentes esquemas productivos. Ellos constituyen una fuente permanente de

contaminación ambiental y a largo plazo una pérdida de materias primas para futuros procesos productivos dentro de las empresas.

Los indicadores legales

Constituyen un indicador imprescindible de sustentabilidad. Una actividad no puede aprobarse si viola las leyes que la sociedad ha establecido como válidas para ser cumplidos en una determinada región. Es preciso cumplir con rigurosidad lo legislado en cada país y los acuerdos suscritos por estos en las diferentes convenciones internacionales, tanto para custodiar directamente la actividad ambiental como las leyes indirectamente ambientales.

Existen regulaciones que son de carácter internacional y que se deben cumplir en virtud a los acuerdos adoptados por el país. Estos tratados imponen obligaciones que los países deben acatar e incorporar a sus legislaciones. Estos elementos se observan para determinar si una actividad es viable desde el punto de vista legal.

Cada actividad económica y cada nación independiente poseen leyes que los inversionistas tienen que cumplir, en el caso de Cuba poseemos la *Ley de Inversión Extranjera* que promueve la búsqueda del desarrollo sustentable en sus inversiones, especialmente en la minería, voluntad expresada por el gobierno cubano en la *Ley de Minas* y la *Ley del medio Ambiente*. Cuando estas se violan se aplican multas severas con el consecuente daño económico para los infractores.

Este indicador permite conocer hasta donde una actividad cumple con lo legislado y en consecuencia con ello cómo tributa a la racionalidad de los diferentes proyectos nacionales, es decir cómo las leyes se convierten en un instrumento para la concreción de una voluntad política que privilegie o no, más allá de intereses económicos, el logro de la sustentabilidad ambiental. Y lo fundamental para este artículo, cómo las leyes contribuyen al logro de

la compensación en una actividad tan agresiva para el medio ambiente.

CONCLUSIONES

La existencia de indicadores de sustentabilidad en la minería es posible a partir de evaluar cómo un proyecto minero, en particular, tributa a la aparición de actividades económicas alternativas a las actuales. Es decir, de qué forma las generaciones actuales de gestores mineros y sus comunidades crean condiciones para que las futuras generaciones dispongan de espacios donde desarrollar sus economías y lugares de reunión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cuba, Ley 81 : Del medio Ambiente. Gaceta Oficial de la República (La Habana), Año XCV, No.7, p.47-68, 1997.
- Cuba, Ley No.76 : Ley de Minas. Gaceta Oficial de la República, La Habana, No.3, 1995.
- Cuba, Ley No.77: Ley de Inversión Extranjera. Gaceta Oficial de la República (La Habana), Año XCIII, No.3, p.5-12, 1995.
- Espí, J. Las políticas de un sector minero integrado con el desarrollo del país. Canteras y Explotaciones (España), Año XXXI, No.376, p.50-56,1999.
- Miranda, C. Enfoque acerca de la relación medio ambiente – desarrollo. Referencia histórica. En: Colectivo de Autores. Tecnología y Sociedad. La Habana: Ed. Felix Varela, 1999. p.215-231.
- Narro, J. Indicadores y contabilidad ambiental. [http:// indicadores y contabilidad ambiental.htm](http://indicadores-y-contabilidad-ambiental.htm) 1/23/01