

Factores a considerar en la valoración de minas de carbón en México.

Ing. César S. Cantú M.

cesarcantu@webtelmex.net.mx

Resumen

En México cuando se hace una denuncia de un terreno con explotación minera el denunciante es dueño del derecho de explotación de la mina y el propietario del terreno donde se localiza la denuncia tiene que ceder el derecho de la explotación, pagándole únicamente una renta o la compra del predio según un avalúo de INDAABIN sobre el terreno afectado a valor comercial o si es un derecho de paso para llegar al sitio de explotación se le paga únicamente una renta a los terrenos afectados.

Los daños que se causan al predio afectado y en ocasiones a los predios colindantes en el caso de minas de carbón principalmente en la Región Carbonífera del estado de Coahuila. Estas minas pueden ser de tajo abierto o de pozo, en las de tajo abierto hay que extraer una cantidad muy grande de tierra y material que no se puede usar como carbón con lo que forman montículos que en ocasiones están mas altos que los lomeríos de la región, de igual manera el tránsito de vehículos afecta el predio por ruido, polvo y afecta fuerte mente el ecosistema del predio y de la región, para el caso de las minas de profundidad que no son de tajo abierto el problema es de que dejan además de los daños visibles un problema de túneles subterráneos que afectan la superficie del predio al tener que delimitar su uso futuro después de la explotación como mina, en ambos casos también se ven afectadas las corrientes internas de agua que son las que se utilizan en pozos para la irrigación o para el consumo de los ranchos y poblaciones vecinas. Lo anterior es solo el impacto físico que se ocasiona además del impacto en la salud de los trabajadores y pobladores de la zona por concepto de los metales y gases que se generan por el carbón como son el mercurio y el gas metano entre otros elementos impactando el medio ambiente y causando consecuencias sociales.

Se proponen factores que se deben de considerar para la valoración de la calidad ambiental que afecta directamente el valor de las propiedades.

Introducción

La minería es una de las actividades económicas más antiguas de la humanidad. No es por nada, que se clasifica las épocas prehistóricas de la humanidad según los minerales utilizados (edad de piedra, edad de bronce, edad de hierro). En el caso de las minas de carbón que son las que nos interesan para el presente estudio, en la Región Carbonífera del estado de Coahuila las podemos considerar como explotaciones mineras a pequeña escala, debido al volumen y a la capacidad de extracción del mineral.

El carbón mineral es el resultado de la acumulación de materia vegetal en un ambiente muy especial de depósito. Aunque las primeras plantas se desarrollaron a principios del Paleozoico, no fue sino hasta el Paleozoico tardío, particularmente en los períodos Carbonífero y Pérmico, cuando hubo una gran proliferación de especies que produjeron grandes acumulaciones de turba.

A través del tiempo geológico, desde el Carbonífero al Cuaternario se han venido formando numerosos depósitos de carbón, sin embargo, dentro de este intervalo de tiempo sobresalen tres períodos muy importantes que son el Carbonífero, el Jurásico-Cretácico y el Terciario (Figura 1).

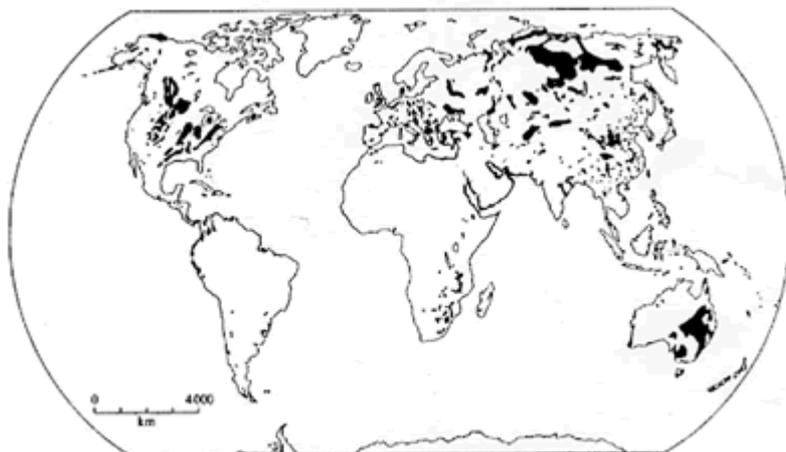


Figura 1. Mapa de localización de los principales yacimientos de carbón en el mundo.

Los primeros depósitos de importancia económica se encuentran en el Carbonífero Tardío y el Pérmico Temprano. Dichos yacimientos, constituyen la mayor reserva de carbón mineral en el mundo (40%) y por lo general son los más explotados por su buena calidad.

Estos carbones paleozoicos se distribuyen en franjas a lo largo del hemisferio norte en Canadá y Estados Unidos de América, Europa y la Ex-Unión Soviética. En el hemisferio sur están presentes en América del Sur, África, India, Asia, Australia y la Antártida.

El segundo episodio importante en la formación de cuencas carboníferas, sucedió durante el Jurásico-Cretácico. Los principales yacimientos de esta edad contienen el 31.4% de las reservas y se encuentra en Canadá, Estados Unidos de América, México, China, Australia y la Ex Unión Soviética.

Por último, durante el Terciario se formaron los yacimientos más jóvenes con el tipo de carbón conocido como lignito. Se les encuentra en todos los continentes, constituyendo la mayor parte de las reservas de este tipo de carbón a nivel mundial. Se caracterizan por tener espesores muy grandes y por estar poco deformados.



Figura 2. Localización de los principales yacimientos de carbón en México.

Los yacimientos más importantes de México pertenecen al segundo episodio, son esencialmente cretácicos y se localizan principalmente en el estado de Coahuila (Figura 2).

Origen de los yacimientos de carbón

Generalmente, se define al carbón como una roca de origen orgánico que se genera por la diagénesis, a cierta presión y temperatura de materia vegetal procedente de pteridofitas, gimnospermas y angiospermas, y ocasionalmente de briofitas. La composición del carbón incluye carbono, hidrógeno, oxígeno, así como pequeñas cantidades de azufre y nitrógeno; contiene además, dióxido de carbono y metano; compuestos aceitosos, como alquitrán y brea, que a su vez contienen amoníaco, tolueno, naftas y creosotas. La mayoría de los yacimientos de carbón mineral se generan en paleoambientes pantanosos asociados a lagunas, deltas, estuarios y zonas de la que fue la plataforma continental.

La formación de yacimientos económicamente explotables ocurre cuando se cumplen las siguientes condiciones:

1. Presencia de vegetación muy abundante, normalmente en un ambiente tropical cálido y húmedo.
2. Ambiente tectónico de subsidencia en equilibrio con el crecimiento y sepultamiento de la vegetación, de tal manera que no quede expuesta a la oxidación en la superficie. Bajo estas condiciones, la descomposición de la materia orgánica sepultada ocurre muy lentamente o no sucede, permitiendo que se forme la turba.
3. Estas condiciones paleoambientales deben presentarse conjuntamente durante intervalos de tiempo prolongados.

Por lo regular, la acumulación de turba se lleva a cabo “in situ”, es decir, los restos vegetales se acumulan en el mismo sitio donde crecen las plantas; ya sea en los deltas, estuarios, albuferas o zonas de la plataforma continental.

Posteriormente, se formaron yacimientos de carbón prácticamente de todas las edades, aunque existen períodos especialmente favorables que se explican por factores fundamentalmente tectónicos, paleoclimáticos y de tipo de vegetación predominante en cada uno de dichos períodos.

Yacimientos de carbón en México

Antecedentes

En México, se conoce el carbón mineral como un recurso económicamente rentable desde 1850. Las primeras concesiones para la explotación del carbón se llevaron a cabo en 1828, otorgando a la antigua población de Rosita, privilegios para explotar hierro y carbón. Sin embargo, los métodos primitivos, los altos impuestos y la falta de comunicación impidieron su desarrollo.

La primera producción comercial de la que se tiene referencia se inició en 1884, en un socavón excavado cerca del pueblo de San Felipe, al sur de la Estación Sabinas, en el estado de Coahuila. El carbón se utilizó primero para fundir cobre en las minas de Pánuco (al suroeste de la Estación Candela en Coahuila), después para proveer de combustible a los ferrocarriles y hacia finales del Siglo XIX, para las nascentes industrias metalúrgicas y del acero. Cabe destacar que la primera exploración sistemática la realizó en 1860 el Ingeniero Jacobo Küchler, cuando presentó la primera descripción fisiográfica y geográfica del área de San Felipe El Hondo, población cercana a Sabinas, Coahuila.

Durante el período de 1910-1930, el carbón fue desplazado por el uso del petróleo, sin embargo, continuó siendo un factor indispensable en la industria siderúrgica y minero-metalúrgica, originando un sólido mercado interno. Durante esta época, los subproductos de los materiales volátiles fueron desaprovechados. A partir de 1930 y hasta 1959 la explotación del carbón fue esencial para el desarrollo cada vez más estable de las industrias impulsadas desde 1910, contrastando con la forma muy limitada en que fue aprovechado para la generación de energía eléctrica.

Se estima que por esos años el porcentaje máximo utilizado en este servicio no sobrepasaba a las 250,000 ton/año.

Las estadísticas muestran que de 1902 a 1910 se produjeron 10.08 millones de toneladas de carbón "todo uno", es decir como viene de las minas. De 1911 a 1921 la producción bajó a 3.97 millones de toneladas debido a los disturbios durante la Revolución Mexicana. De 1921 a 1940, época en que proliferaron las compañías carboníferas pequeñas y se iniciaron algunas mayores, la producción acumulada fue de 31.99 millones de toneladas de carbón "todo uno", casi todo coquizable, y procedió de las subcuencas de Sabinas, Esperanza y otras, en el estado de Coahuila.

A partir de 1954 se instalaron en el país plantas coquizadoras de capacidad suficiente para recuperar hasta el 85% de los subproductos de carbón. En 1959 se instaló en Monclova, Coahuila, la primera planta de fertilizantes que utilizó gas de la coquizadora construida por Mexicana de Coque y Derivados S.A. de C.V. con una capacidad de 560,000 ton/ año.

La industria del carbón en nuestro país es primordial como generadora de empleos, inversiones y de electricidad con bajos costos. Sin embargo, la participación de México con respecto a los países más importantes en la exportación del carbón

hacia Estados Unidos de América (el principal mercado mundial) es nula, no pudiendo competir con China y Canadá, en los últimos años.

Hasta el año 2004 y de acuerdo con la Dirección General de Minas de la Secretaría de Economía, la Región Carbonífera de Coahuila sigue teniendo el primer lugar en el país en la producción de carbón, con un estimado de 11'305,022.50 toneladas, señalándose que Coahuila registró un valor de la producción minera para el año 2003 de 2'293'050,400 millones de pesos para el carbón.

Descripción de las cuencas carboníferas

Si bien se conoce la presencia de indicios de carbón mineral en varios estados de la República Mexicana, los principales yacimientos de este recurso natural se localizan en 3 regiones que, citadas en orden de importancia actual, corresponden a los estados de Coahuila, Oaxaca y Sonora. En otros estados de la República como Colima, Chihuahua, Chiapas, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Michoacán, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz, también se encuentran evidencias de carbón, aunque de menor importancia económica (Fig. 2).

Región Carbonífera de Coahuila

La Región Carbonífera de Coahuila, también designada "Cuenca de Sabinas" es la más importante del país, aportando más del 90% de la producción nacional de carbón, de acuerdo a las últimas cifras indicadas por el Servicio Geológico Mexicano (2003). Esta región se ubica en la porción norte-central del estado de Coahuila y se extiende al oriente hasta incluir una pequeña área del estado de Nuevo León (Figura 3).

La Región Carbonífera de Coahuila, también designada "Cuenca de Sabinas", aunque tal y como se ha indicado anteriormente, comprende una cierta parte del territorio de Nuevo León, se divide en dos sub-regiones. La primera se localiza al sur de las poblaciones de Nueva Rosita y de Sabinas, y se extiende hasta las cercanías de Monclova (Figura 3), cubriendo una superficie aproximadamente de 10,000 km². La segunda se localiza en el área Nava-Piedras Negras, se extiende en una franja paralela al Río Bravo del Norte, cubre una superficie de aproximadamente 2,000 km² y se le designa "Zona de Fuentes-Río Escondido", nombre tomado de una pequeña mina del área. Geológicamente, la Cuenca de Sabinas está constituida por ocho "sub-cuencas" que corresponden con sinclinales amplios, cuya orientación NW-SE se ajusta a la estructura regional.

Estas sub-cuenca localmente se designan como Sabinas, Esperanzas, Saltillito, Lampacitos, San Patricio, Las Adjuntas, Monclova y San Salvador (Figura 4).

Las rocas que afloran dentro de la Región Carbonífera de Coahuila varían en edad del Jurásico Tardío al Cuaternario. Los materiales mesozoicos están esencialmente representados por rocas sedimentarias de ambientes marinos; los sedimentos del Terciario y Cuaternario se componen principalmente por rocas de tipo continental, incluyendo algunos derrames de basalto, las cuales han sido estudiadas por varios autores.

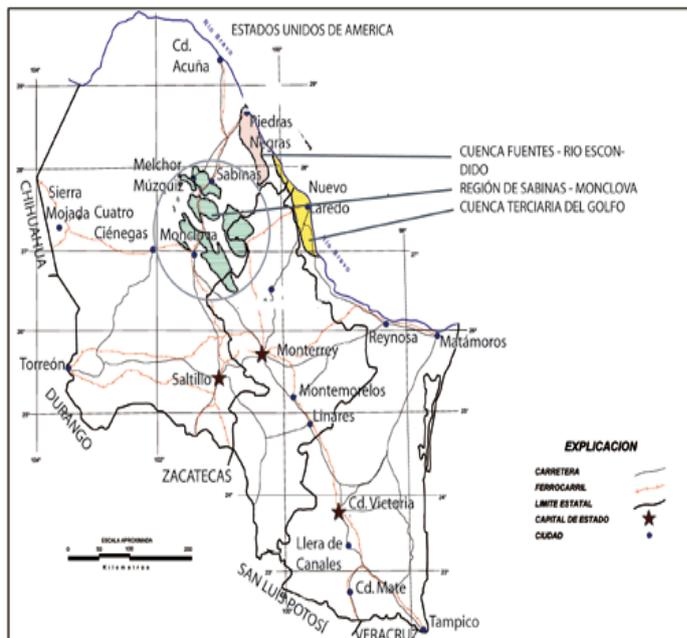


Figura 3. Cuencas de Coahuila

Recursos en la Región Carbonífera de Coahuila

Dentro de estas sub-cuencas, la de Sabinas es la mejor conocida debido a su intensa explotación de carbón, tiene 62 km de longitud, con anchura máxima de 24 km. La profundidad máxima a la que se encuentra el manto de carbón es de 490 metros en un lugar que está como a 6 km al oriente de Los Piloncillos. La sub-cuenca de Esperanzas, localizada al poniente de la sub-cuenca de Sabinas, también ha sido objeto de exploración y explotación; tiene 34 km de longitud y una anchura máxima de 7 km.

El carbón explotable se encuentra principalmente en estas dos sub-cuencas. Éste se presenta en forma de un doble manto separado por un cuerpo arcillo-limolítico. En los demás depósitos conocidos localizados en las otras sub-cuencas, no siempre se encuentra el segundo manto. En la cima del segundo manto, se presenta un

horizonte de arcilla refractaria de 25 a 30 cm de espesor, que corresponde probablemente a una toba volcánica transformada parcialmente en bentonita. Este horizonte es un índice confiable para la correlación de los mantos de carbón de una mina a otra, así como para la correlación de áreas próximas entre sí.

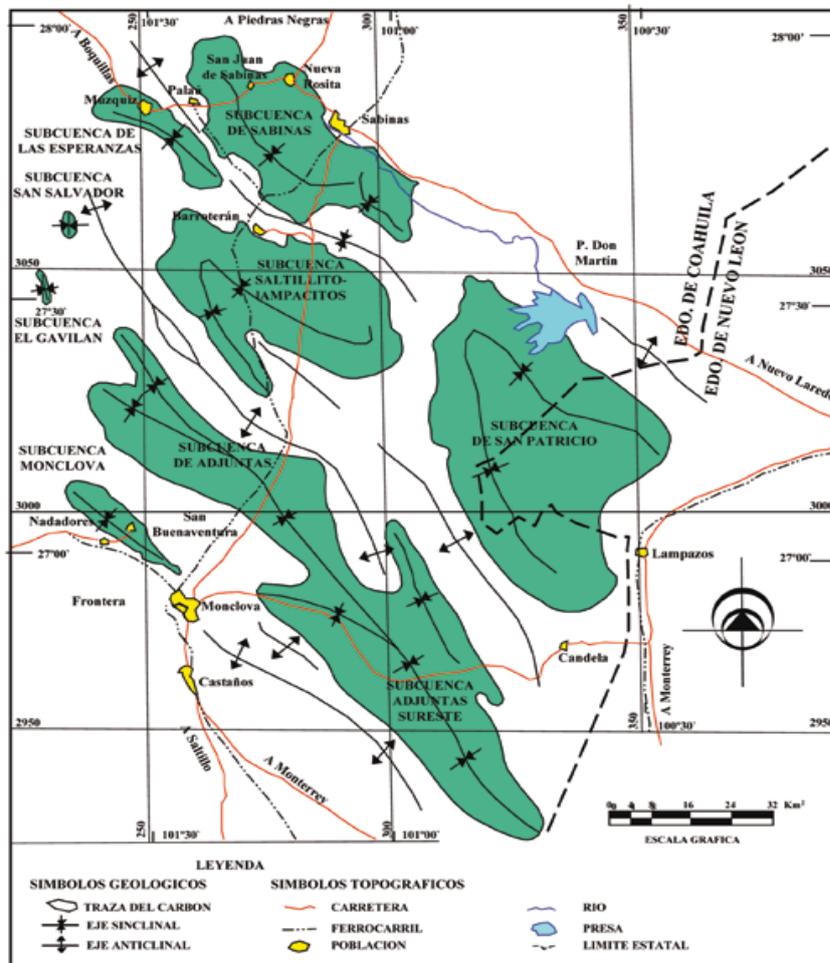


Figura 4. Sub-cuencas Sabinas-Monclova.

Estudio:

El **carbón** o **carbón mineral** es una roca sedimentaria de color negro, muy rica en carbono, utilizada como combustible fósil. Suele localizarse bajo una capa de pizarra y sobre una capa de arena y arcilla. Se cree que la mayor parte del carbón se formó durante el período carbonífero (hace 280 a 345 millones de años).

El carbón se origina por la descomposición de vegetales terrestres, hojas, maderas, cortezas, y esporas, que se acumulan en zonas pantanosas, lagunares o marinas, de poca profundidad. Los vegetales muertos se van acumulando en el fondo de una

cuenca. Quedan cubiertos de agua y, por lo tanto, protegidos del aire que los destruiría. Comienza una lenta transformación por la acción de bacterias anaerobias, un tipo de microorganismos que no pueden vivir en presencia de oxígeno. Con el tiempo se produce un progresivo enriquecimiento en carbono. Posteriormente pueden cubrirse con depósitos arcillosos, lo que contribuirá al mantenimiento del ambiente anaerobio, adecuado para que continúe el proceso de carbonificación. Los geólogos estiman que una capa de carbón de un metro de espesor proviene de la transformación por el proceso de diagénesis de más de diez metros de limos carbonosos.

Los depósitos de carbón están frecuentemente asociados con el mercurio. Hay otra teoría que explica que el carbón se forma con emanaciones continuas de gas metano en las profundidades de la tierra.

En las cuencas carboníferas las capas de carbón están intercaladas con otras capas de rocas sedimentarias como areniscas, arcillas, conglomerados y, en algunos casos, rocas metamórficas como esquistos y pizarras. Esto se debe a la forma y el lugar donde se genera el carbón.

Si, por ejemplo, un gran bosque está situado cerca del litoral y el mar invade la costa, el bosque queda progresivamente sumergido, por descenso del continente o por una transgresión marina, y los vegetales muertos y caídos se acumulan en la plataforma litoral. Si continúa el descenso del continente o la invasión del mar, el bosque queda totalmente inundado. Las zonas emergidas cercanas comienzan a erosionarse y los productos resultantes, arenas y arcillas, cubren los restos de los vegetales que se van transformando en carbón. Si se retira el mar, puede desarrollarse un nuevo bosque y comenzar otra vez el ciclo.

En las cuencas hulleras se conservan, tanto en el carbón como en las rocas intercaladas, restos y marcas de vegetales terrestres que pertenecen a especies actualmente desaparecidas. El tamaño de las plantas y la exuberancia de la vegetación permiten deducir que el clima en el que se originó el carbón era probablemente clima tropical.

Tipos de carbón

Existen diferentes tipos de carbones minerales en función del grado de carbonificación que haya experimentado la materia vegetal que originó el carbón. Estos van desde la turba, que es el menos evolucionado y en que la materia vegetal muestra poca alteración, hasta la antracita que es el carbón mineral con una mayor evolución. Esta evolución depende de la edad del carbón, así como de la profundidad y condiciones de presión, temperatura, entorno, etc., en las que la materia vegetal evolucionó hasta formar el carbón mineral.

El rango de un carbón mineral se determina en función de criterios tales como su contenido en materia volátil, contenido en carbono fijo, humedad, poder calorífico, etc. Así, a mayor rango, mayor es el contenido en carbono fijo y mayor el poder calorífico, mientras que disminuyen su humedad natural y la cantidad de materia volátil. Existen varias clasificaciones de los carbones según su rango. Una de las más utilizadas divide a los carbones de mayor a menor rango en:

- Antracita
- Bituminoso bajo en volátiles
- Bituminoso medio en volátiles
- Bituminoso alto en volátiles
- Sub-bituminoso
- Lignito
- Turba

La hulla es un carbón mineral de tipo bituminoso medio y alto en volátiles.

Evolución del consumo mundial de carbón 1984-2004.

El carbón suministra el 25% de la energía primaria consumida en el mundo, sólo por detrás del petróleo. Además es de las primeras fuentes de energía eléctrica, con 40% de la producción mundial (datos de 2006). Las aplicaciones principales del carbón son muy variadas. Algunos de estos usos son muy contaminantes y requieren mucha energía, desperdiciando así un tercio del balance energético global. Debido a la reciente crisis del petróleo se han vuelto a utilizar.

México así como la mayoría de los países en desarrollo que cuentan en su territorio o subsuelo con recursos mineros donde usualmente no cuentan con la información completa de los daños ecológicos o ambientales que se causan a los terrenos de producción agropecuaria por la explotación de esas minas, usualmente es por falta de recursos económicos o porque los coordinadores de los proyectos de exploración, extracción y producción de metales o minerales, así como las personas que en las oficinas de gobierno controlan estos premisos de explotación no conocen los daños por no contar en el equipo de trabajo con personal capacitado en los aspectos ambientales o la secretaría que controla el medio ambiente no participa en conjunto con las empresas que extraen los recursos, esto a su vez se debe de coordinar con el propietario del inmueble afectado, que en muchos casos que suceden en México no son tomados en cuenta porque los recursos del subsuelo son propiedad de la nación y se dan concesiones por parte del gobierno a las empresas para explotarlo o extraerlo pagando al propietario de la tierra una cantidad solamente por el uso de la tierra que en algunos casos es renta (explotación minera) y pago de valor comercial del terreno en el caso de uso del suelo en afectación a perpetuidad, donde no se cubre el daño ecológico que se causa al ecosistema y a la producción del suelo, ni tampoco el efecto del lucro cesante y daño emergente causado por la exploración y explotación de los recursos.

El presente estudio pretende identificar y evaluar los efectos o impactos ambientales que en forma negativa afectan el recurso natural suelo y el ambiente, es importante definir qué se entiende por contaminación del suelo.

Contaminación del suelo: es la concentración de un elemento o material a partir de la cual se producen efectos desfavorables que se traducen en una pérdida de aptitud para el uso, o que hacen no utilizable el suelo a no ser que se le someta a tratamientos previos.

En las explotaciones agropecuarias pueden existir contaminaciones provocadas por los residuos de las minas de carbón donde principalmente hablamos de mercurio, azufre, sulfato de hierro, bióxido de carbono, uranio, creando una atmosfera altamente contaminante y explosiva por la gran cantidad de gases que se encuentran absorbidos en el carbón. Los contaminantes del suelo pueden ser inorgánicos, como los metales pesados, u orgánicos.

El suelo actúa como un filtro en el que tiene lugar una serie de procesos biológicos, químicos y físicos donde es importante considerar la velocidad de infiltración, la conductividad hidráulica y la capacidad de retención, como resultado de estos procesos fisicoquímicos, reacciones químicas y retención mecánica de los poros provocan retención de partículas que contaminan la superficie del suelo.

Riesgos ambientales

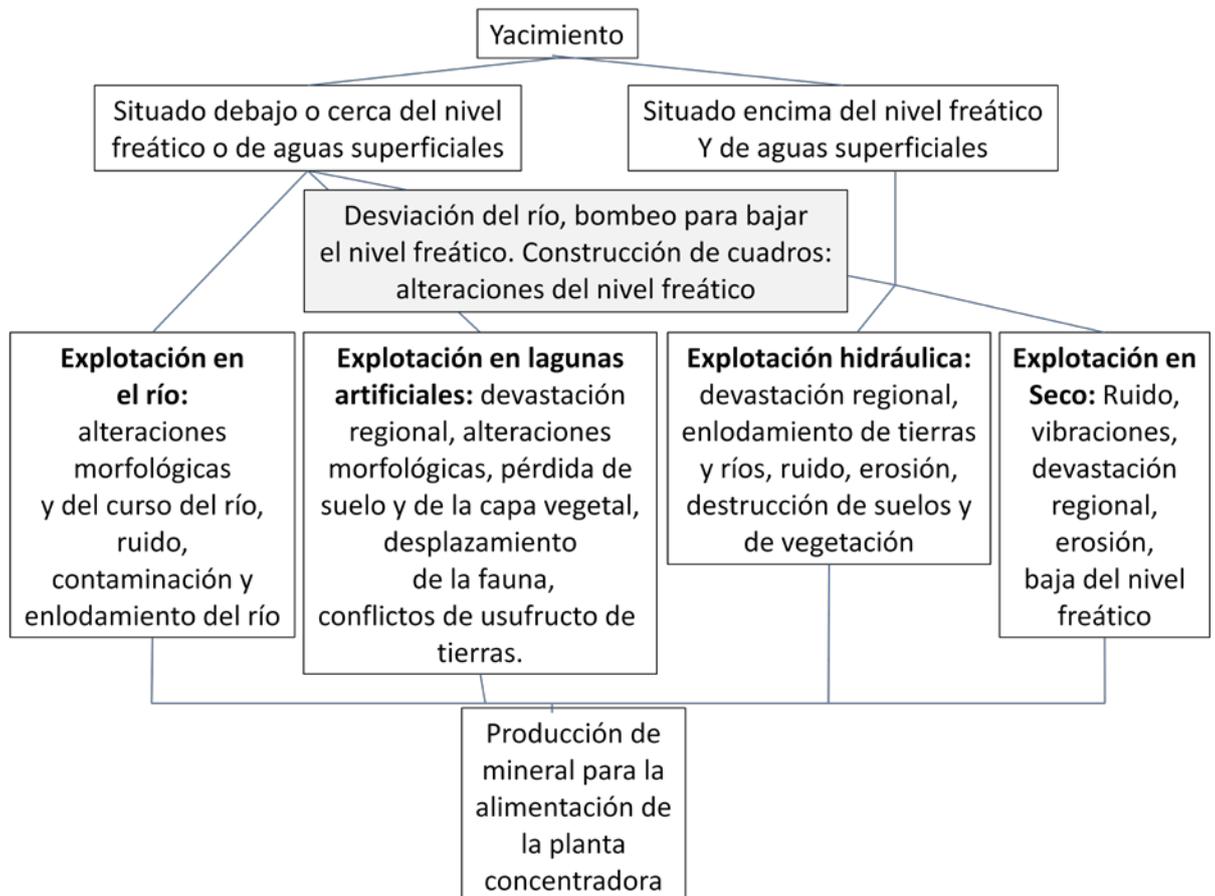
La minería en general produce varios impactos en el entorno físico y social en todas sus etapas, tanto durante el reconocimiento geológico, la prospección, la exploración, como en la explotación, el beneficio y el cierre de las minas.

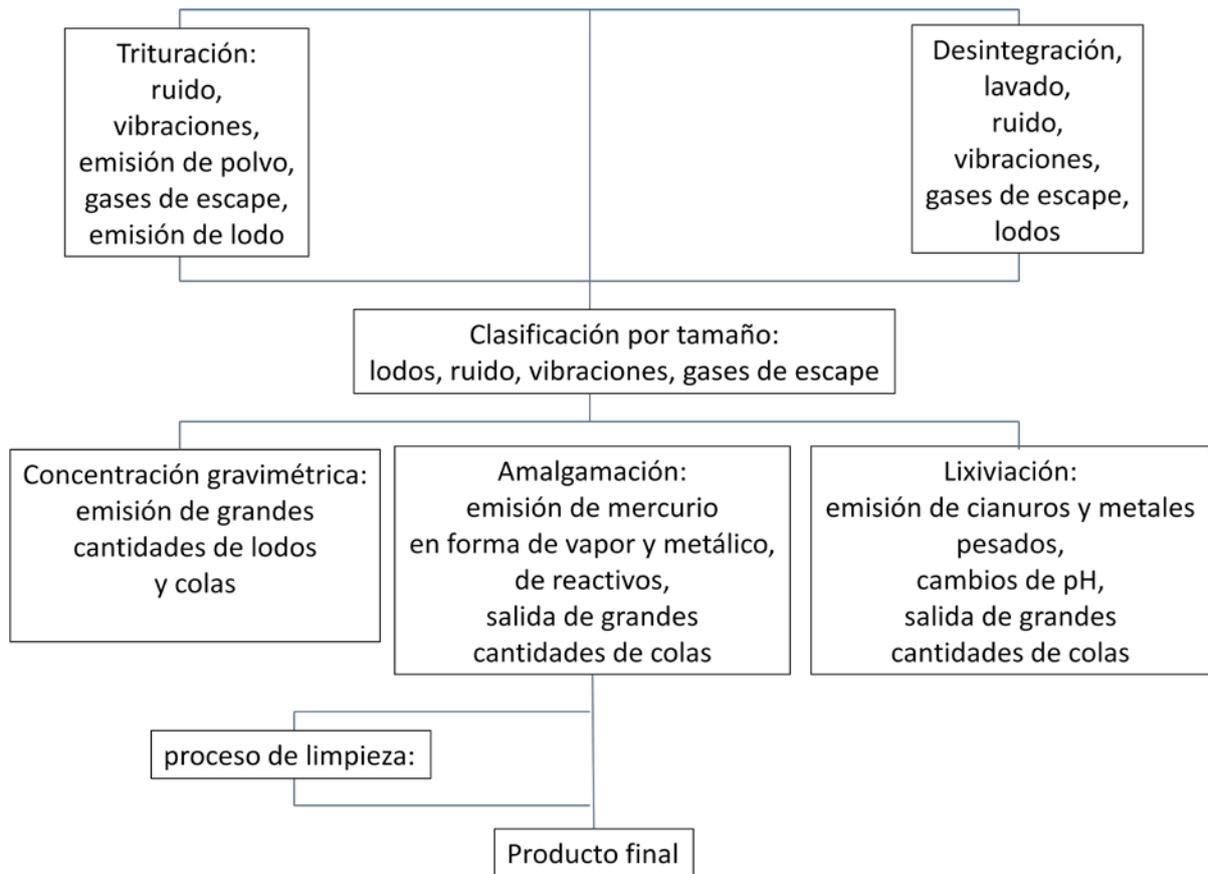
A estos riesgos directamente relacionados con la explotación se añaden una serie de efectos ambientales indirectos, pero igualmente graves, como:

- producción de basuras y desechos.
- se induce a la colonización de lugares remotos debido al desarrollo de infraestructura.
- propagación de enfermedades originadas por pozos residuales de agua.

La ilustración muestra un resumen general de los posibles impactos ambientales causados por la pequeña minería:

Impactos medio ambientales generados por la concentración de materiales acuíferos.





Impactos Ambientales Generados por la Minería

Medio Físico

1. Medio Inerte

i. Aire

Deterioro de la calidad del aire (contaminación con mercurio, gases nitrosos, óxidos de azufre, gases de escapes, gases de calcinación, tostación y fundición, etc.)

Generación de polvo (perforación en la explotación, transporte, beneficio, etc.)

Ruido (de máquinas, voladuras, etc.)

ii. Tierra

Contaminación (sólidos gruesos, relaves, escombreras, sulfuros, mercurio, lubricantes, aceites, metales pesados, etc.)

Erosión (desmonte, efectos de la deforestación, etc.)

Capacidad agrológica (remoción de la capa vegetal, cubrimiento de tierras fértiles con colas y desmontes, destrucción de tierras agrícolas por la explotación a cielo abierto, erosión, etc.)

Valores geológicos (baja recuperación de minerales valiosos, pérdida de colas, “high grading”, etc.)

Vibraciones (por máquinas y equipos, transporte pesado, etc.)

iii. **Agua**

Alteraciones de recursos hídricos (relleno innecesarios de cuencas con colas, alteración de cauces de ríos, etc.)

Deterioro de la calidad del agua (contaminación con mercurio, metales pesados, cianuro, sólidos finos, aguas ácidas, lubricantes, aceites, aguas servidas, etc.)

2. Medio Biótico

i. **Flora**

Especies herbáceas (desmonte, quema de vegetación, etc.)

Especies arbóreas (deforestación, etc.)

ii. **Fauna**

Fauna terrestre (perturbación y extinción de la fauna terrestre debido a caza, contaminación, deforestación, ruido, etc.)

Fauna acuática (perturbación y extinción de la fauna acuática debido a pesca, contaminación, alteraciones de recursos hídricos, etc.)

3. Perceptual

i. **Paisaje**

Cambio de valor paisajístico (destrucción de paisaje, tierras fértiles, terrazas, playas, etc.)

Medio Socioeconómico y cultural

1. Medio Social

i. **Uso del territorio**

Cambio de uso (abandono de actividades tradicionales como agricultura, etc.)

Ocio y recreo (destrucción de playas, contaminación de ríos y lagos, tala de bosques, etc.)

Desarrollo urbano (creación de asentamientos, “calles de compradores”, etc.)

Desarrollo turístico

Zonas verdes (tala de bosque, conversión en zonas industriales, pérdida de vegetación, etc.)

Zona comercial (zonas industriales, centros mineros, acumulación de compradores de material, etc.)

ii. **Cultural**

Educación (abandono de escuelas para trabajo temprano en las minas, etc.)

Monumentos (destrucción de restos de instalaciones mineras de la época colonial, etc.)

Restos arqueológicos (minería en zonas de explotación pre-colonial)

Estilo arquitectónico (“arquitectura minera”, etc.)

Estilo de vida (migración, intercambio cultural, pérdida de valores tradicionales, conflictos con grupos indígenas y residentes, etc.)

iii. **Infraestructura**

Comunicaciones (rol pionero de la minería para la colonización de áreas remotas, etc.)

Equipamiento (creación de talleres, mecánicos, materiales de construcción, etc.)

Red abastecimiento (apertura de pistas de aterrizaje, construcción de carreteras, etc.)

Red saneamiento (basura, aguas servidas, etc.)

iv. **Humanos**

Sensaciones

Calidad de vida (contaminación, enfermedades, cambio a “cultura industrial” en regiones remotas, recursos financieros disponibles, etc.)

Gestión tráfico (transporte de material y mineral)

Seguridad ciudadana (criminalidad, orden público, creación de comités de vigilancia, guardaespaldas, guardianes, etc.)

Riesgos catastróficos (derrumbes, etc.)

Salud e higiene (problemas de salud ocupacional, enfermedades veneras, enfermedades tropicales: malaria, dengue, etc.)

2. **Medio económico**

i. **Población**

Densidad de población (asentamientos mineros, efectos “gold rush” etc.)

Nivel de empleo (requerimiento de mano de obra, calificación de mano de obra, etc.)

Relaciones sociales (conflictos con la comunidad, conflictos con grupos indígenas, conflictos entre mineros formales e informales, invasiones, etc.)

ii. **Economía**

Nivel de consumo (aceleración del proceso de desarrollo económico, etc.)

Cambio de precios (aumento de precios, escasez de ciertos productos, aumento de demanda, etc.)

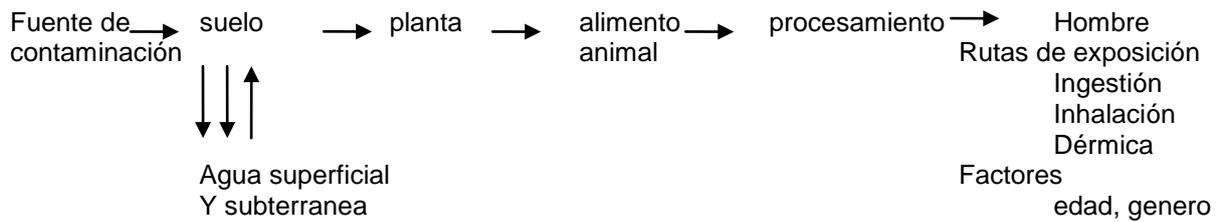
Cambio valor de suelo (minería informal: el terrateniente “permite” la explotación, etc.)

Compra y venta de terrenos (para construcciones de infraestructura, vías de acceso, etc.)

Ingreso administración (impuestos municipales, participación municipal en recaudación de regalías, fondos para obras públicas, etc.)

Ingresos economía local (aumento del poder adquisitivo, comercio, almacenes, bares, servicios de infraestructura, etc.)

Impacto Ambiental en Agrosistemas



Costos y beneficios

Para un análisis de costos y beneficios es necesario tomar en cuenta cuatro aspectos principales:

- los aspectos geológicos.
- las consecuencias para el medio ambiente.
- los aspectos sociales y
- los aspectos económicos.

La mayoría de los efectos negativos de la minería en los países en desarrollo tiene su origen en problemas relacionados con la informalidad o ilegalidad o, simplemente, en el control insuficiente del sector. Si el Estado se esfuerza por legalizar las pequeñas empresas, gana por un lado la posibilidad de controlarlas y, por el otro, de sancionarlas por la falta del título legal o por sus impactos ambientales. Desafortunadamente, en muchos países la edición de leyes y directrices para la protección del medio ambiente, deseable en sí misma, es también la causa de nuevos peligros para el sector de la minería. En muchos casos la minería, cuya capacidad técnica y administrativa no es suficiente para cumplir con las normas, se encuentra continuamente forzada a la ilegalidad por los estamentos encargados de la protección del medio ambiente.

Los estudios o medición de la contaminación del suelo se pueden realizar a través del análisis del suelo o de las plantas lo que permite evaluar de forma cuantitativa la contaminación, o bien evaluando y comparando la respuesta de las plantas entre un suelo que se supone contaminado y un testigo.

La calidad del suelo tanto en las propiedades físicas como químicas es muy importante para la determinación del uso actual y futuro del suelo, sin olvidar los problemas ambientales relacionados con la ciencia del suelo, los que podemos resumir en lo siguiente:

1) reducción en calidad del suelo debido a concentraciones inaceptables de contaminantes tales como pesticidas o metales pesados.

2) reducción en la calidad del suelo que limite sus funciones, como en los casos de salinización, acidificación, erosión.

3) suelo como la fuente de contaminación cuando ocurre lavado de compuestos o materiales en el paisaje provocando un efecto conflictivo para el ambiente cuando estos productos se transfieren de un lugar a otro.

¿Por qué valorar económicamente el medio ambiente? Valorar económicamente al ambiente supone el intento de asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por los recursos ambientales, independientemente de la existencia de precios de mercado, el ambiente tiene un valor *per se*, lo cual significa que no necesita que alguien se lo otorgue, usualmente el ser humano le da valor a la naturaleza, a los recursos naturales y al medio ambiente en general.

El ambiente tiene valor porque cumple con una serie de funciones que afectan el bienestar de las personas: Las personas se ven afectadas positivamente al gozar de un ambiente sano; si se altera el ambiente se verían afectados negativamente. Se debe de tomar en cuenta y considerar que la degradación o pérdida de recursos ambientales implica un problema económico porque trae aunada la desaparición de valores importantes que a veces son de forma irreversibles.

La primera etapa consiste en medir la escala del daño o del impacto ambiental a través de la evaluación ambiental los que se pueden medir en términos cualitativos y cuantitativos hasta donde sea posible, ya que los impactos ambientales están generalmente dislocados en el tiempo y en el espacio, haciendo difícil establecer la relación causa y efecto.

Desde el punto de vista económico el manejo sustentable del ambiente se puede reconocer 4 estrategias para la elaboración de estudios para la toma de decisiones en valor de los recursos naturales:

1.- **Medir** la escala del daño del recurso (hasta donde sea posible).

2.- **Identificar** las fuentes de ineficiencia en el manejo de los recursos.

3.- **Cuantificar** la importancia de las ineficiencias.

a) Valoración monetaria de los costos de la ineficiencia.

b) Indicadores no monetarios.

4.- **Definir** los instrumentos de políticas adecuadas.

a) Instrumentos regulatorios.

b) Instrumentos administrativos.

c) Instrumentos económicos.

Existe un método para la cuantificación de los costos y beneficios de las políticas ambientales se puede establecer un modelo llamado Costo Marginal Social de Oportunidad (CMSO), en el cual se incorporan los costos marginales de producción (valor presente de los costos futuros que debe afrontar la sociedad por el uso actual del recurso) y los costos externos. Para este modelo se toman en cuenta o incorporan tres componentes: el Costo Marginal de Producción (CMP) que involucra los costos directos de explotación y producción; el Costo Marginal de Uso (CMU) que incluye los costos futuros que deberá enfrentarse por el inadecuado uso actual del recurso, lo que es lo mismo a el valor del beneficio neto que un utilizador futuro no puede obtener por el consumo actual del recurso; y el Costo Marginal Ambiental (CMA) que valoriza las externalidades generadas por esta actividad.

$$\text{CMSO} = \text{CMP} + \text{CMU} + \text{CMA}$$

CMSO = Costo Marginal Social de Oportunidad.

CMP = Costo Marginal de Producción. (Costo de oportunidad de mano de obra, capital, energía usada en la producción)

CMU = Costo Marginal del Usuario (Oportunidades futuras pérdidas debido a la reducción del recurso por su uso presente)

CMA = Costo Marginal Ambiental (daños impuestos por la actividad sobre otros individuos, actividades o el medio ambiente).

La valorización económica del bien ambiental debe de incluir además de los valores expresados por los propietarios o los usuarios del recurso, todas las oportunidades de utilización alternativa, actual o futura, y el valor de los impactos que su uso genera en otros sectores de la economía (externalidades).

El valor económico total se compone de la sumatoria de varios componentes como son: el valor de uso directo; el valor de uso indirecto y los valores de no uso, y estos a su vez se subdividen en varias categorías adicionales.

Valor de uso directo: es el que se asigna a los bienes que pueden ser producidos, extraídos, consumidos o disfrutados del ambiente.

Valor de uso indirecto: se deriva de los servicios que el medio ambiente provee. Los humedales, que además de ser utilizados en forma directa generan beneficios a partir de sus funciones o servicios ambientales.

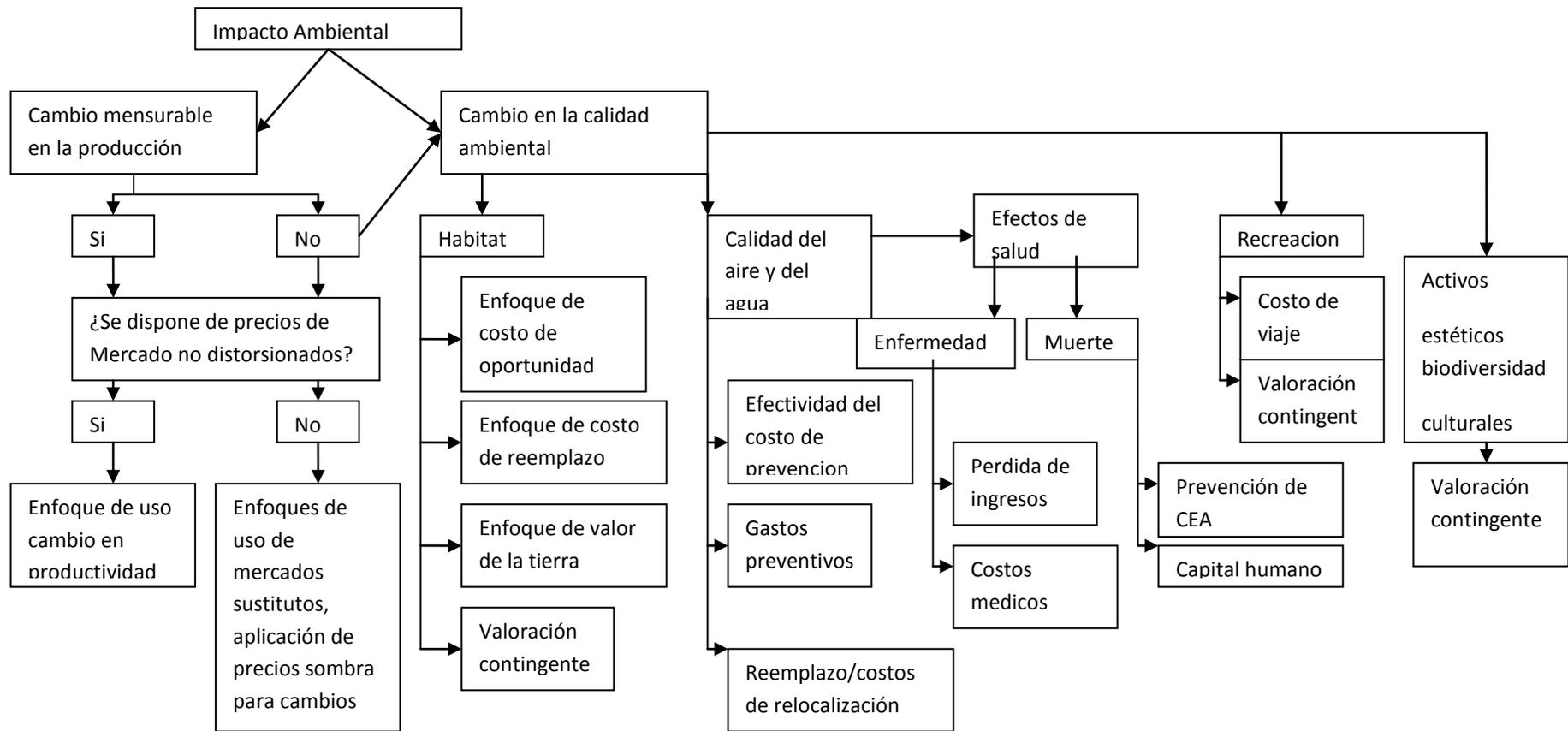
Valor de opción: es el que surge de mantener la posibilidad de tomar ventaja del valor de uso de un bien ambiental en un momento posterior (aunque algo parezca sin importancia ahora la información recibida puede revalorizarlo posteriormente).

Valor de no uso: estos se derivan de que el ambiente puede proveer sin involucrar uso de ninguna forma, tanto sea directo como indirecto de igual manera el conocimiento de la existencia de un bien ambiental aunque nunca planea usarlo se llama **valor de existencia**.

Valor de legado: este valor surge de la práctica común de las personas de asignar un alto valor a la conservación de un bien ambiental para que sea utilizado por las generaciones venideras.

Existen varias técnicas de valoración que se pueden aplicar a cada categoría de valor, dependiendo de varios factores entre los que se puede incluir el efecto que se va a valorar, la disponibilidad de los datos, el tiempo con que se cuenta para desarrollarlo y los recursos financieros.

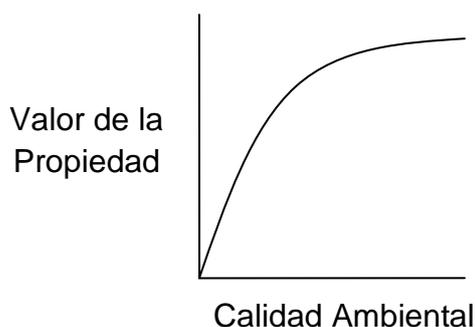
A continuación presentamos un gráfico de flujos iniciando con un impacto ambiental y se definen si los cambios que hay son en la producción o cambios en la calidad ambiental, estableciendo diferentes escenarios y sus posibles impactos.



Existen varios factores que se pueden o deben considerar en la valorización de un predio a través de medir el daño en la propiedad, algunos de los factores que se ven afectados en las explotaciones mineras pueden ser:

- 1.- La contaminación hídrica de una corriente o una perforación que es utilizada para la industria de alimentos, riego o consumo de los animales o los habitantes del predio, afectando los costos de producción.
- 2.- La erosión en zonas agrícolas o ganaderas o contaminación de las cosechas por paso de vehículos que generas fuertes cortinas de polvo que afecta la producción de forrajes para el ganado o merma la producción de granos y hortalizas.
- 3.- El ruido generado por el tránsito de vehículos así como por el uso de maquinaria pesada para la perforación o transportación de insumos y productos de minas y pozos petroleros.
- 4.- La contaminación con sedimentos orgánicos o químicos las fuentes de agua o a los terrenos de producción agropecuaria que se ven afectados en la reducción de sus ingresos.
- 5.- La reducción en la fauna silvestre en las zonas donde se está afectando o trabajando por el ruido causado o por el tránsito de vehículos, así como el efecto que produce en el cazador cinegético de venados principalmente en la zona noreste de México.

Cambios en el Valor de las Propiedades Ante Cambios en la Calidad Ambiental



El valor de una propiedad se ve directamente afectado por las condiciones ambientales del predio o de la zona, por consiguiente a mejor o mayor calidad ambiental mayor precio de la propiedad y viceversa a menor calidad ambiental menor precio, por lo tanto se debe de estimar la diferencia de valor que causa a un la contaminación o reducción en las condiciones en el ambiente. El gráfico anterior explica los efectos en los valores y como calcularlos, de igual manera una vez

identificados los daños se puede realizar una regresión lineal donde se incluyan los factores o variables que estén afectando la propiedad, donde se pueden considerar el tamaño de la propiedad, el tamaño del área afectada, el efecto sobre el agua del predio, el efecto sobre las cosechas, el efecto del ruido, efecto de las partículas contaminantes en el aire, muy importante también es el aspecto de la salud de los habitantes y como la afecta la modificación en cambios de ambiente, etc. Donde los coeficientes de las variables indican la magnitud del efecto marginal de cada variable sobre el precio del predio.

Cada caso es diferente en los daños y como medir su efecto en el valor de los predios por lo cual no se puede recomendar un procedimiento fijo a seguir, en el caso de México las variables que en la mayoría de los casos se consideran son: Disminución en la producción por contaminación de polvo (tránsito de vehículos) , contaminación con ruido (perforadoras, maquinaria y vehículos) , afectación a la fauna silvestre (venado cola blanca) contaminación del manto freático, afectación del ecosistema productivo (en el caso de minas remoción de tierra y formación de montículos y excavaciones).

Otro agente contaminante provocado por el carbón mineral

En la región carbonífera del estado de Coahuila existe la termoeléctrica MICARE Minera Carbonífera Río Escondido, que es una central eléctrica para producción de energía que consume o utiliza la mayor parte del carbón mineral que se produce en la región.

La quema de carbón en las centrales térmicas produce cenizas con ciertos niveles de radiación. Parte de ellas escapan al medio ambiente constituyendo un riesgo para los que viven cerca.

Sabemos que la quema de carbón produce multitud de problemas medioambientales, como la lluvia ácida o el aumento del efecto invernadero. También sabemos que se lleva la vida de multitud de mineros que trabajan en las minas de carbón. Pero quizás no sepamos, o no queramos saber, que hay uno más: la producción de residuos radiactivos.

En las últimas décadas se han realizado una serie de estudios sobre el subproducto de la quema de carbón (las cenizas) y su radioactividad asociada. El mineral que se quema en las centrales no es carbono puro, contiene impurezas. Algunas de ellas no se queman, constituyendo las cenizas. Al parecer estas cenizas pueden llegar a liberar al medio ambiente hasta 100 veces más residuos radiactivos que las centrales nucleares. Obviamente se trata por todos los medios de que las centrales nucleares liberen la menor cantidad de radiactividad al medio ambiente. Una central nuclear produce más residuos radiactivos, pero libera al medio ambiente mucho menos que una térmica de carbón (salvo accidentes como el de Chernobyl).

De hecho el carbón contiene uranio y torio natural, que son elementos radiactivos. Estos elementos sólo representan trazas en el mineral original, pero se concentran hasta diez veces más cuando, una vez quemado todo el carbono, queda sólo la ceniza.

Lo peor es que parte de estas cenizas se escapan como partículas en suspensión a la atmósfera, caen sobre la tierra y se filtran a los acuíferos cercanos a las centrales térmicas. Afectan a los cultivos y llegan finalmente a la gente directa e indirectamente. Las personas que viven a una distancia de 0,8 a 1,6 kilómetros de una de estas centrales puede que estén ingiriendo pequeñas cantidades de elementos radiactivos.

Además, a veces, el grueso de las cenizas que no escapan no son convenientemente tratadas o procesadas y se abandonan en determinados lugares, constituyendo un peligro potencial para la gente que viva cerca.

Estudios realizados a finales de los 80 publicados en revistas internacionales, comparaba los niveles radiación recibidos por personas que vivían cerca de centrales térmicas de carbón y por las que vivían cerca de centrales nucleares, llegando a la conclusión de que las primeras recibían más radiación.

El nivel de contaminación radiactiva de los cultivos destinados al consumo humano era de un 50% a un 200% superior en las áreas cercanas a centrales térmicas que en las cercanías de centrales nucleares.

Estudios afirman que el riesgo para la salud de la radiactividad asociada a las cenizas de centrales térmicas es bajo, y que otros riesgos para la salud causados por las mismas centrales son muy superiores, como la lluvia ácida.

Otros estudios efectuados sobre el tema en la década de los noventa, estima que vivir en una casa situada a un kilómetro de una central térmica de carbón aumenta la exposición a la radiación en un 5%, que según el estudio es bajo. Sin embargo, sí afirma que los mineros que trabajan en las minas sí están expuestos a niveles demasiado altos de radiación debido al radón que despiden las rocas.

En China e India se abren continuamente nuevas centrales térmicas de carbón que, además de presentar este problema, constituyen un importantísimo factor en el grave problema del calentamiento global.

Debido este problema del calentamiento global la energía nuclear está ganando adeptos y China va a cuadruplicar su potencia en energía nuclear para 2020. En

EEUU se podrían abrir nuevos reactores en los próximos años. Francia ya produce nuclearmente un gran porcentaje de su energía eléctrica.

Por el contrario el presidente del gobierno español decía recientemente que tiene planes para cerrar las centrales nucleares existentes y fomentar las energías alternativas.

Si la población mundial sigue aumentando, o si queremos mantener el nivel de vida o incluso mejorar el de la población ya existente, necesitaremos más fuentes de energía. Quizás optar por la energía nuclear en detrimento de las centrales térmicas sea una manera de dañar menos el medio ambiente. Desarrollar además las energías alternativas también parece una buena idea. Pero decir no a la energía nuclear por dogma podría salirnos muy caro desde el punto de vista del medio ambiente.

Referencias bibliográficas

Azqueta Oyarzun, D., 1994. Valoración Económica de la Calidad Ambiental. Mc Graw Hill, Madrid.

Barbier, E.; M. Acreman and D. Knowler, 1997. Valoración Económica de los Humedales. Guía para Decisiones y Planificadores. Oficina de la Convención de Ramsor-Gland. Suiza.

Borrero, O. et al. 2007. Avalúos de Terrenos de Protección Ambiental y uso Institucional. Bandar editores, Bogotá, D. C. Colombia.

Dixon J.; L. Scura; R. Carpenter and P. Sherman, 1999. Análisis económicos de Impactos Ambientales. Edición Latinoamericana. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Doran D. C.; D.F. Coleman; B.A. Bezdicek and D. Stewart, 1994. Defining Soil Quality for Sustainable Environment. Soil Science Society of America.

Giuffré Lidia., 2007. Impacto Ambiental en Agrosistemas, Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

Mara Huistendahl. Coal ash is more radioactive tan nuclear waste. Scientific American Dicember 2007.

.Panayotou, T., 1998. Instruments of Change. Motivating and Financing Sustainable Development. Earthscan/UNEP Eds.

Uribe Botero E., et al. 2003. Introducción a la Valoración Ambiental y Estudios del Caso. Universidad de los Andes, Ediciones Uniandes. Bogotá, D. C. Colombia.