

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, CONTABLES Y**  
**AGROPECUARIAS**



**Alternativas para el desarrollo sustentable de la minería en México**

**TRABAJO FINAL**

**Lucio Guadalupe Cruz León**

**Santa Ana, Sonora**

**Noviembre de 2014**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

Alternativas para el desarrollo sustentable de la minería en México

TRABAJO FINAL

Sometido a la consideración del Departamento de  
Administración Agropecuaria

de la

División de Ciencias Administrativas, Contables y Agropecuarias  
de la Universidad de Sonora

por

Lucio Guadalupe Cruz León

Como requisito parcial para obtener el título

de

Licenciado en Desarrollo Regional y Administración de Recursos Naturales

Santa Ana, Sonora

Noviembre de 2014

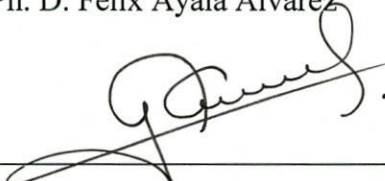
ESTE TRABAJO FUE REALIZADO BAJO LA DIRECCION DEL COMITÉ TUTORIAL, APROBADO Y ACEPTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN DESARROLLO REGIONAL Y ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS NATURALES


**COMITÉ TUTORIAL:**

DIRECTOR:  \_\_\_\_\_

Ph. D. Félix Ayala Álvarez

ASESOR:  \_\_\_\_\_

M. C. Luis Ernesto Gerlach Barrera

ASESOR:  \_\_\_\_\_

M. A. Francisco Gabriel Denogean Ballesteros

## AGRADECIMIENTOS

A mi esposa Alejandra por permitirme de nuestro tiempo para poder llevar acabo mi trabajo de titulación.

A mis hijos Dulce María y Luis Enrique por permitirme sacrificar mi tiempo con ustedes para el desarrollo de mi trabajo.

A mis papas Jesús y Enedina por apoyarme para llevar a cabo el desarrollo de mis estudios profesionales.

A mi director Ph. D. Félix Ayala Álvarez y a mis asesores M. C. Luis Ernesto Gerlach Barrera y M. A. Francisco G. Denogean Ballesteros por su apoyo para la elaboración de este trabajo.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo quiero dedicarlo en especial para mi esposa, mis hijos y padres y demás personas que colaboraron para llevar a cabo esta investigación.

## ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
La minería y sus potenciales.....	3
El desarrollo sustentable y el medio ambiente.....	3
El desarrollo sustentable y el crecimiento económico en México.....	3
Minería sustentable.....	5
Sustentabilidad técnica.....	5
Sustentabilidad ambiental.....	5
Sustentabilidad social.....	6
Sustentabilidad económica.....	6
Ley de minería y dependencias de regulación.....	6
Autoridades ambientales que influyen en la minería.....	7
PROFEPA.....	7
SEMARNAT.....	7
Reglamentaciones sobre el cuidado del medio ambiente en la minería..	7
Norma Oficial Mexicana. NOM 120. SEMARNAT 2011.....	7
Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.....	8
Ley de Aguas Nacionales.....	8
Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente ..	8
Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....	8

NOM-157-SEMARNAT-2009.....	9
Evaluación del impacto ambiental producido por la explotación minera..	9
El programa de Auditoría Ambiental de la PROFEPA.....	9
Acciones anticontaminantes de la minería mexicana.....	10
MATERIAL Y MÉTODOS.....	11
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	12
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Dependencias de regulación minera.....	6

## RESUMEN

La minería nace desde tiempos prehispánicos, así como en la primera mitad del siglo XIX. En Chile fue encontrada una mina de óxido de hierro de 12,000 años de antigüedad, que es la más antigua de todas las conocidas en el territorio de América del Norte y América del Sur.

La importancia del presente estudio, está en el hecho que el sector minero es uno de los principales motores económicos de México, así como el conjunto de beneficios que se desprenden de esta actividad, como la generación de empleos, de divisas, las inversiones, el crecimiento en conjunto de esta actividad con su cadena de valor y la importante aportación al desarrollo cultural de México.

Por lo anterior, los objetivos del presente estudio son el conocer las alternativas para el desarrollo sustentable de la minería en México y determinar las alternativas factibles de realizarse en el desarrollo de los proyectos mineros.

En la Declaración de Rio de 1992 se asumió un compromiso trascendental: la adopción del objetivo del desarrollo sustentable, es decir un desarrollo económico y social que incluya la protección ambiental y el respeto hacia los recursos naturales, que sea equitativo y asegure a las generaciones venideras el acceso a los recursos y a tecnologías no contaminantes para mejorar la calidad de vida a escala mundial.

La minería es otra actividad asociada al impacto ambiental por contaminación. Entre los impactos negativos usuales se encuentran: la contaminación del aire y del agua, así como la destrucción de los hábitats cercanos por la utilización de los insumos provenientes de ellos.

Para la realización del presente trabajo de investigación, se llevó a cabo una investigación bibliográfica en libros, revistas, internet y artículos relacionados al tema.

Tomando como base la bibliografía consultada para el desarrollo de la presente investigación, se concluye que la minería es una actividad que debe ser muy apegada a la normatividad vigente para poder desarrollarse de una manera sustentable.

## INTRODUCCIÓN

La minería nace desde tiempos prehispánicos, así como en la primera mitad del siglo XIX. En Chile fue encontrada una mina de óxido de hierro de 12,000 años de antigüedad, que es la más antigua de todas las conocidas en el territorio de América del Norte y América del Sur.

La minería en México es una actividad que antecedió a la llegada de los españoles. La llegada de Hernán Cortez a México en 1521 dio inicio al comercio de bienes minerales desde México hacia España. Históricamente, la explotación de minas por los españoles se origina aproximadamente en 1532 y ya para el siglo XVI, los metales preciosos representaban más del 80% de las exportaciones históricas totales de México a España.

En el estado de Sonora la actividad minera se ha venido desarrollando desde mediados del siglo XVII (1637), esto con la exploración de algunas minas a lo largo del estado.

La importancia del presente estudio, está en el hecho que el sector minero es uno de los principales motores económicos de México, así como el conjunto de beneficios que se desprenden de esta actividad, como la generación de empleos, de divisas, las inversiones, el crecimiento en conjunto de esta actividad con su cadena de valor y la importante aportación al desarrollo cultural de México. Es necesario puntualizar que en la minería se tiene una interacción directa con los recursos naturales, por ello resulta indispensable establecer alternativas de cuidado y conservación de recursos naturales y con ello llevar a cabo un desarrollo sustentable de dicho sector.

Además de su participación en el PIB, los beneficios sociales de la minería se extienden en 24 de los 32 estados de la República donde existe minería gracias al rico

potencial minero de México, que convierte a este país en el principal destino para la inversión en exploración de minerales en América Latina y el cuarto a nivel mundial.

Por lo anterior, los objetivos del presente estudio son el conocer las alternativas para el desarrollo sustentable de la minería en México y determinar las alternativas factibles de realizarse en el desarrollo de los proyectos mineros.



## **REVISIÓN DE LITERATURA**

### **La minería y sus potenciales.**

La producción minera depende de una serie de factores naturales, económicos y tecnológicos. En primera instancia, las características del yacimiento determinan la cantidad y calidad del mineral que puede extraerse de un área determinada y por ende el tipo de beneficio a utilizar; asimismo, inciden en los costos de producción, ya que éstos varían según la disposición y configuración de las vetas, el tipo de roca y el monto de las reservas comprobadas que tenga el yacimiento (Sánchez y Morales, 2002).

La minería es una actividad estratégica para el desarrollo económico del país por su carácter de proveedora de materias primas para la industria, en la que destacan la siderúrgica y la petrolera; sin embargo, esta situación no se refleja en su contribución al producto interno bruto, el cual fluctúa alrededor de 1%. Uno de los problemas que enfrenta la minería es su descapitalización, y en muchos casos deficiente tecnología en su explotación e industrialización (Ayllón y Chávez, 2009).

### **El desarrollo sustentable y el medio ambiente.**

Urquidi (2007), menciona que en la Declaración de Río de 1992 se asumió un compromiso trascendental: la adopción del objetivo del desarrollo sustentable, es decir un desarrollo económico y social que incluya la protección ambiental y el respeto hacia los recursos naturales, que sea equitativo y asegure a las generaciones venideras el acceso a los recursos y a tecnologías no contaminantes para mejorar la calidad de vida a escala mundial.

### **El desarrollo sustentable y el crecimiento económico en México.**

La sustentabilidad se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras. Uno de los principales retos que enfrenta

México en materia de desarrollo sustentable es incluir al medio ambiente como uno de los elementos de la competitividad y el desarrollo económico y social. Entre los factores clave del desarrollo sustentable, se encuentra el crecimiento poblacional, la demanda energética, el cambio climático, la escasez de recursos y del agua, y el manejo de residuos (www.promexico.gob.mx)

Balvin y López (2002), explican que se explora la difícil relación existente entre los actores de un conflicto socio ambiental, identificando las dificultades que tienen las empresas mineras impulsadas por su interés económico, el Estado como promotor de la inversión privada, pero a su vez estos dos son los responsables de controlar los impactos ambientales, y las comunidades locales que exigen la reparación del daño ambiental producido.

Desde la década de los ochenta, las empresas mineras internacionales, han introducido en sus procesos las tecnologías más limpias disponibles en el mercado, así como también una gestión integral en los procesos productivos de compromiso con el medio ambiente, en la línea de como ha sucedido en otros sectores industriales. Pero adicionalmente a la demanda ambiental por una producción limpia, se ha ido sumando una demanda social interna más arraigada, que se centra en compatibilizar crecimiento con calidad de vida en el territorio en el cual las personas y las familias desarrollan su actividad cotidiana. Se reconoce que el crecimiento económico es esencial para satisfacer las necesidades humanas y para mejorar la calidad de vida, sin embargo, se empieza a exigir que el desarrollo debe basarse en el uso eficiente, equitativo y ambientalmente responsable de todos los recursos, escasos, de la sociedad, es decir los recursos naturales, humanos y económicos (Herrera y Pla, 2007).

Pérez (2007), menciona que la minería es otra actividad asociada al impacto ambiental por contaminación. Entre los impactos negativos usuales se encuentran: la contaminación del aire y del agua, así como la destrucción de los hábitats cercanos por la utilización de los insumos provenientes de ellos. La explotación desordenada de los recursos mineros, ha llevado, asimismo, a procesos de urbanización de la misma característica y el gran impacto ambiental negativo.

La industria minera mexicana ha redoblado esfuerzos en la última década buscando consolidar un desarrollo sostenido en las comunidades donde residen operaciones mineras. Esto ha sido posible gracias a las empresas que buscan, con diversos programas el desarrollo armónico con el medio ambiente y las comunidades (CAMIMEX, 2009).

### **Minería sustentable.**

Desde el punto de vista de un proyecto minero, el término sustentabilidad puede ser abordado desde distintas ópticas. Para este tema es importante conocer el significado de sustentabilidad, se pueden encontrar varias definiciones, destacándose entre ellas: “Lograr cubrir las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para lograr sus propias necesidades”.

Desde el punto de vista de un proyecto minero, la sustentabilidad pasa por diferentes aspectos como son:

**Sustentabilidad técnica.** Significa que el proyecto cuenta con recursos geológicos, plan minero (incluye el método de explotación y aspectos como estabilidad de labores), maquinaria adecuada, energía necesaria, agua, etc.

**Sustentabilidad ambiental.** Significa que el proyecto cuenta con un correcto manejo de residuos industriales (desmontes, relaves, aguas de descarte, etc.), además que cuenta con planes de cierres realistas, ejecutables y que aseguren un abandono ambientalmente



amigable. Este es el mayor desafío que enfrenta un proyecto, ya que la comunidad entiende que la minería es una actividad sucia (a pesar del manejo). En este aspecto, no es menor el tema relacionado con el respeto al impacto visual, cultural y patrimonio histórico.

**Sustentabilidad social.** Significa que el proyecto cuenta con la aprobación de la comunidad, generando encadenamientos con sus integrantes (fuentes laborales, actividades recreativas, culturales, etc.), reconociendo que la cultura y sociedad local es diferente, generándose distintas necesidades y expectativa, por lo que las recetas generales no sirven.

**Sustentabilidad económica.** Significa que el proyecto cuenta con recursos financieros y que además generan utilidad ([www.mineralinderos.cl](http://www.mineralinderos.cl))

#### **Ley de minería y dependencias de regulación.**

Sánchez (2004), hace mención que la ley minera fue publicada en el Diario Oficial De la Federación el 22 de diciembre de 1975, sufriendo reformas en 1992. Se trata de un ordenamiento reglamentario del artículo 27 Constitucional en materia minera y sus disposiciones son de orden público y de observancia general de toda la república. Su aplicación corresponde al ejecutivo federal, por conducto de la Secretaría de Economía.

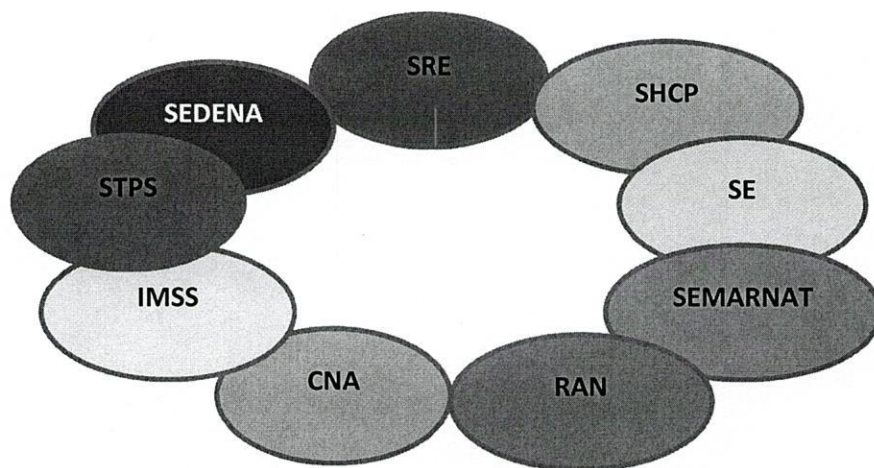


Figura 1. Dependencias de regulación minera.

Fuente: Secretaría de Economía (2013)

Bernal y Yolima (2009), mencionan que dado que toda empresa minera genera un impacto ambiental, la empresa debe ser consciente de esto y buscar reducirlo lo más pronto posible para propiciar el desarrollo sostenible. Aquí nace la responsabilidad ambiental de la empresa, compromiso ético asumido desde la dirección que se deriva de la “necesidad de entablar una relación respetuosa y cooperativa entre las organizaciones y el medio que las rodea.”

#### **Autoridades ambientales que influyen en la minería.**

**PROFEPA.** La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente "PROFEPA" es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Su nacimiento data del 4 de junio de 1992, fecha en la que el Diario Oficial de la Federación publicó el Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Social que la crea. La PROFEPA tiene como tarea principal incrementar los niveles de observancia de la normatividad ambiental, a fin de contribuir al desarrollo sustentable y hacer cumplir las leyes en materia ambiental ([www.profepa.gob.mx](http://www.profepa.gob.mx)).

**SEMARNAT.** La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es la dependencia del gobierno federal encargada de impulsar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales y bienes y servicios ambientales de México, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable ([www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)).

#### **Reglamentaciones sobre el cuidado del medio ambiente en la minería.**

**Norma Oficial Mexicana NOM 120. SEMARNAT 2011.** Protección ambiental para las actividades de explotación minera directa. Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones de protección ambiental para realizar actividades de exploración minera directa, exceptuando la exploración por minerales radiactivos y las que pretendan ubicarse



en áreas naturales protegidas y en sitios bajo alguna categoría de conservación, derivados de instrumentos internacionales de los cuales México forme parte ([www.dof.gob.mx](http://www.dof.gob.mx)).

**Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.** La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental ([www.dof.gob.mx](http://www.dof.gob.mx)).

**Ley de Aguas Nacionales.** La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable ([www.dof.gob.mx](http://www.dof.gob.mx)).

**Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.** Esta Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable ([www.dof.gob.mx](http://www.dof.gob.mx)).

**Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.** La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de gestión y prevención integral de residuos, en el territorio nacional ([www.dof.gob.mx](http://www.dof.gob.mx)).

**NOM-157-SEMARNAT-2009.** Esta Norma Oficial Mexicana establece los elementos y procedimientos que se deben considerar al formular y aplicar los planes de manejo de residuos mineros, con el propósito de promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos, así como alentar su manejo integral a través de nuevos procesos, métodos y tecnologías que sean económica, técnica y ambientalmente factibles ([www.ordenjuridico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)).

### **Evaluación de impacto ambiental producido por la explotación minera.**

El Instituto Geológico Minero de España (2004) menciona que en una evaluación del impacto ambiental que se producirá en una mina, se deben identificar diferentes aspectos como son: impactos sobre el suelo; impactos sobre aguas superficiales y subterráneas; impactos sobre la atmósfera; impactos sobre la vegetación; impactos sobre la fauna; impactos en los procesos ecológicos (cadenas y redes tróficas); impactos sobre los procesos geofísicos (erosión, sedimentación, inestabilidad, etc.); impactos sobre el paisaje; impactos en el ámbito sociocultural (valores culturales naturales, caracteres socioeconómicos) y; evaluación de los efectos previsibles.

### **El programa de auditoría ambiental de la PROFEPA.**

El programa de auditoría ambiental de la PROFEPA es voluntario y se ha promovido en México desde 1992. Implica una revisión sistemática y comprensiva de procedimientos y de prácticas industriales para comprobar si la compañía satisface las condiciones ambientales reguladas y no reguladas. Después de esta evaluación, pueden descubrirse las condiciones de riesgo y producirse recomendaciones preventivas y correctivas (es decir, acciones a tomar). Todo eso se indica en un plan convenido entre la compañía y la autoridad PROFEPA. Cuando la compañía pone completamente el plan de acción, recibe el certificado de industria limpia de la PROFEPA. Esto no es exigido por la

ley sino requerido por vía de un acuerdo voluntario; sin embargo, podría ser requerido unilateralmente por la PROFEPA cuando juzgue que una compañía puede representar un riesgo para sus instalaciones y sus alrededores. En este caso en específico, dicho programa podría considerarse como un instrumento de la regulación ambiental directa.

#### **Acciones anticontaminantes de la minería mexicana.**

(Sánchez y Morales, 2012) mencionan que la conciencia ambiental surge, a partir del reporte *Bruntland* y su declaración sobre el desarrollo sustentable, presentado en 1987 en la Asamblea General de las Naciones Unidas. Los primeros códigos ambientales se publican en los países industrializados, ahí mismo aparecen los primeros grupos ecologistas y, en el marco de la globalización, se empieza a hablar de que una empresa es competitiva en el marco internacional cuando su desempeño ambiental es el adecuado, tanto por los procesos que utiliza en el desarrollo de sus actividades como por las características de los productos obtenidos.

En México los primeros esfuerzos por legislar las cuestiones ambientales en materia de minería surgen en la década de los setenta, los cuales desembocan en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental, en vigor desde 1988, modificada en 1996. A partir de ella surgen una serie de reglamentos y normas oficiales de diversa índole que tienen que cumplir las empresas mineras para impedir el impacto ambiental de las descargas de aguas residuales, de contaminación atmosférica y depósito de residuos peligrosos.



## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Para la realización del presente trabajo de investigación, se llevó a cabo una investigación bibliográfica en libros, revistas, internet y artículos relacionados al tema. La investigación bibliográfica se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad de Sonora *Campus Santa Ana*, en los meses de enero a Noviembre de 2014.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Tomando como base la bibliografía consultada para el desarrollo de la presente investigación, se concluye que la minería es una actividad que debe ser muy apegada a la normatividad vigente para poder desarrollarse de una manera sustentable. Con base en esto se determinan las siguientes alternativas que a su vez son obligatorias y que pueden desarrollarse para este tipo de industrias:

1. Cumplir con todos los permisos y regulaciones ambientales aplicables vigentes.
2. Llevar a cabo el manejo de especies de flora y fauna existentes en cualquier proyecto minero.
3. Manejo adecuado de residuos peligrosos y no peligrosos.
4. Hacer uso sustentable y racional de las aguas subterráneas y superficiales.
5. Llevar a cabo monitoreos de agua, aire, suelo y recursos naturales que permitan medir las afectaciones al medio ambiente.
6. Manejo adecuado de aguas residuales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayllon, T. y J. Chávez. 2009. México: sus recursos naturales y su población. 3er edición. Editorial LIMUSA. p. 234.
- Balvín, D. y J.L. López. 2002. Medio Ambiente, Minería y sociedad; una mirada distinta. Editorial ISBN. Texas. p. 14.
- Bernal, P. y A. Yolima. 2009. Management. Universidad de San Buenaventura Bogotá D.C.
- CAMIMEX. 2009. Revista México Minero. Cámara Minera Mexicana. México. Vol. 5628-7556. p. 6.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de evaluación de impacto ambiental. 2012 p. 1.
- Ley de Aguas Nacionales. 2012. p. 1.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 2007. México. p. 1.
- Herrera, H. J. y F. Pla. 2007. Elementos de minería. España. p. 61.
- Instituto Geológico y Minero de España. 2004. España. Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería. p. 8.
- NOM 120-SEMARNAT, 2011. Especificaciones de protección ambiental para las actividades de explotación minera directa en zonas agrícolas, ganaderas y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosque de coníferas o encinos. p. 3.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009. Elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros. p. 3.
- Pérez, L. 2007. Los derechos de la sustentabilidad: desarrollo, consumo y ambiente. Primera edición. Buenos Aires. p. 31.
- Sanchez, M. T. y J. Morales. 2002. La minería en México. México. p. 83.
- Sánchez, N. 2004. Derecho ambiental. Editorial Porrúa. México. p. 123.
- Secretaría de Economía. 2013. México. Guía de trámites mineros. p. 4.
- Urquidi, V. L. 2007. Desarrollo sustentable y cambio global. Editorial Nadal. México. p. 103.
- [www.profepa.gob.mx](http://www.profepa.gob.mx)



[www.dof.gob.mx](http://www.dof.gob.mx)

[www.orden jurídico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx)

[www.mineralinderos.cl](http://www.mineralinderos.cl)

[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

[www. promexico.gob.mx](http://www.promexico.gob.mx)