

**CONSIDERACIONES AMBIENTALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS
MINEROS. APLICACIÓN EN EL DISTRITO MINERO DE VETAS - CALIFORNIA,
SANTANDER**

FABIO AUGUSTO MALDONADO TOLOZA
LEONARDO OCTAVIO OLARTE SÁNCHEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – QUÍMICAS
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA

2011

**CONSIDERACIONES AMBIENTALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS
MINEROS. APLICACIÓN EN EL DISTRITO MINERO DE VETAS - CALIFORNIA,
SANTANDER**

FABIO AUGUSTO MALDONADO TOLOZA
LEONARDO OCTAVIO OLARTE SÁNCHEZ

Monografía para optar al título de:
Especialista en Ingeniería Ambiental

Director:
M.Sc. EMILIANO ARIZA LEÓN

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – QUÍMICAS
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA

2011

A mis hijos y mi esposa.

Fabio

A mis padres y mi hermana.

Leonardo

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos especiales a la Doctora Stella Frías y al señor Jon Lhemann, porque tienen criterio, ética y responsabilidad ambiental y social. Ellos tuvieron a bien, apoyar mi capacitación en ésta especialidad.

Fabio Augusto Maldonado Toloza.

La monografía fue posible gracias a la paciencia y el apoyo de mis padres, mi hermana, Ludy, Fabio y los compañeros de estudio que me acompañaron en este camino.

Leonardo Octavio Olarte Sánchez

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	17
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	19
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.3. JUSTIFICACIÓN	22
1.4. OBJETIVOS	23
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	23
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
2. MARCO JURÍDICO AMBIENTAL.....	24
2.1. ANTECEDENTES DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN COLOMBIA	24
2.2. NORMATIVIDAD DURANTE LA FASE DE EXPLORACIÓN MINERA	25
2.2.1. Normatividad durante la Fase de Exploración Minera en otros Países.	26
2.2.1.1. Argentina.....	27
2.2.1.2. Bolivia	27
2.2.1.3. Brasil.....	27
2.2.1.4. Chile.....	29
2.2.1.5. México.....	30
2.2.1.6. Perú.	31
2.2.2. Normatividad durante la fase de exploración minera en Colombia.	32
2.3. NORMATIVIDAD RELACIONADA CON EL USO DE RECURSOS NATURALES.....	34
2.3.1. Manejo y Control de emisiones atmosféricas.	35
2.3.1.1. Decreto 02 de 1982.	35
2.3.1.2. Resolución 8321 de 1983 del Minsalud.....	35
2.3.1.3. Resolución 19622 de 1985 del Minsalud.....	35
2.3.1.4. Decreto 948 de 1995	36

2.3.1.5.	Resolución 005 de 1996 del Mintransporte y Minambiente	36
2.3.1.6.	Resolución 909 de 1996 del Minambiente.....	36
2.3.1.7.	Decreto 979 de 2006.....	37
2.3.1.8.	Resolución 601 de 2006 del Minambiente.....	37
2.3.1.9.	Resolución 627 de 2006 del Minambiente.....	37
2.3.1.10.	Resolución 651 de 2010 del Minambiente.....	37
2.3.2.	Manejo de escombros, material reutilizable – reciclable y basuras.	37
2.3.2.1.	Resolución 541 de 1994 del Minambiente.....	37
2.3.2.2.	Decreto 948 de 1995	38
2.3.2.3.	Decreto 1713 de 2002	38
2.3.3.	Normas relativas al manejo de residuos.....	38
2.3.3.1.	Ley 9 de 1979.....	38
2.3.3.2.	Decreto 1140 de 2003	39
2.3.3.3.	Decreto 838 de 2005.....	39
2.3.4.	Normas relativas al uso del agua.....	39
2.3.4.1.	Decreto 1541 de 1978	39
2.3.4.2.	Decreto 2857 de 1981	39
2.3.4.3.	Decreto 1594 de 1984	40
2.3.4.4.	Ley 373 de 1997	40
2.3.4.5.	Decreto 3100 de 2003	40
2.3.4.6.	Decreto 3440 de 2004	40
2.3.4.7.	Decreto 3930 de 2010	40
2.3.5.	Manejo de Vegetación.....	41
2.3.5.1.	Ley 9 de 1979.....	41
2.3.5.2.	Resolución 02400 de 1979 del Mintrabajo.	41
2.3.5.3.	Decreto 1791 de 1996	41
2.3.5.4.	Resoluciones de las Corporaciones Autónomas Regionales	41
2.3.6.	Conservación de la fauna terrestre y acuática.....	42
2.3.6.1.	Decreto – Ley 2811 de 1974	42
2.3.6.2.	Decreto 1608 de 1978	42

2.3.6.3. Ley 84 de 1989.....	42
2.3.6.4. Ley 13 de 1990.....	42
2.3.7. Recursos de paisaje y su protección	42
2.3.7.1. Decreto – Ley 2811 de 1974	43
2.3.7.2. Decreto 1715 de 1978	43
3. EVALUACIÓN Y MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES	44
3.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	44
3.2. VALORACIÓN DE IMPACTOS	45
3.3. CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DE LA NATURALEZA DE LOS IMPACTOS	46
3.3.1. Carácter (C)	46
3.3.2. Extensión (E)	47
3.3.3. Duración (D)	47
3.3.4. Intensidad (I).....	48
3.3.4.1. Grado de Perturbación.	48
3.3.4.2. Valor Ambiental	48
3.3.5. Reversibilidad (R).	49
3.3.6. Probabilidad de Ocurrencia (PO).....	50
3.4. EVALUACIÓN DE LA SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTOS.....	50
4. PROGRAMA DE PERFORACIÓN DE POZOS MINEROS.....	52
4.1. PLANEAMIENTO PARA LA EJECUCION DE POZOS MINEROS	52
4.1.1. Definición logística y necesidad de personal	53
4.1.2. Utilización de recursos naturales renovables.....	53
4.1.3. Equipos de perforación, herramientas e insumos.....	54
4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE PERFORACIÓN DE POZOS MINEROS	57
4.2.1. Planeación.	58
4.2.2. Construcción.	59
4.2.3. Operación	60
4.2.4. Desmantelamiento y Cierre.....	62

5.	DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO AMBIENTAL: DISTRITO MINERO DE VETAS - CALIFORNIA	63
5.1.	GENERALIDADES DEL DISTRITO MINERO DE VETAS - CALIFORNIA..	63
5.1.1.	Localización geográfica El distrito minero de Vetas.....	64
5.1.2.	Climatología.....	65
5.1.3.	Hidrología.....	65
5.1.4.	Vías de acceso	65
5.2.	CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES Y GEOLÓGICAS DEL DISTRITO MINERO DE VETAS – CALIFORNIA	66
5.2.1.	Precipitación.....	66
5.2.2.	Geomorfología.....	67
5.2.3.	Zonificación ambiental	67
5.2.4.	Características de flora y fauna	68
5.2.5.	Descripción geológica del yacimiento.....	69
6.	APLICACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA PERFORACIÓN DE POZOS MINEROS EN EL DISTRITO MINERO DE VETAS - CALIFORNIA	71
6.1.	IDENTIFICACIÓN DE FUENTES POTENCIALES DE IMPACTO AMBIENTAL.....	71
6.2.	EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN EL MEDIO FÍSICO, BIOLÓGICO Y CONSTRUIDO.....	74
6.2.1.	Componente calidad del aire	79
6.2.3.	Componente ruido.....	81
6.2.3.	Componente recursos hídricos subterráneos.....	83
6.2.4.	Componente geomorfología.....	84
6.2.5.	Componente recursos hídricos superficiales	85
6.2.6.	Componente Suelo	87
6.2.7.	Componente flora y vegetación terrestre.....	88
7.2.8.	Componente fauna terrestres	90
6.2.10.	Componente arqueología.....	92

6.2.10. Componente paisaje	93
6.2.11. Componente flora y fauna acuática	95
6.2. EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN EL MEDIO HUMANO.....	95
7. PROTOCOLOS DE GESTIÓN AMBIENTAL DURANTE LA PERFORACIÓN DE POZOS MINEROS EN EL DISTRITO MINERO DE VETAS - CALIFORNIA ...	98
7.1. TRAZADO Y CONSTRUCCIÓN DE RAMPAS Y CAMINOS.....	100
7.2. UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS DE PERFORACIÓN 101	
7.3. ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA PERFORACIÓN.....	101
7.4. PERFORACIÓN CON RECUPERACIÓN DE NÚCLEOS	102
7.5. MANEJO DE LODOS DE RETORNO DE PERFORACIÓN	104
7.6. SELLADO DE POZOS SALTANTES	105
7.7. CIERRE Y ABANDONO DE PLATAFORMAS DE PERFORACIÓN	106
7.8. CIERRE Y ABANDONO DE RAMPAS Y CAMINOS.....	107
CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES.....	112
BIBLIOGRAFÍA.....	113

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla No. 1 Determinación de la Intensidad.....	49
Tabla No. 2. Relación de maquinarias y equipos para las labores de perforación.	56
Tabla No. 3. Fichas de vías terrestres del distrito minero de Vetas – California....	66
Tabla No. 4. Actividades desarrolladas durante la perforación de pozos mineros.	72
Tabla No. 5. Matriz causa – efecto de las actividades desarrolladas durante la exploración geológica del subsuelo.	73
Tabla No. 6. Matriz de identificación de componentes ambientales potencialmente impactados o sujetos a riesgos en el medio físico, biológico y construido debido a la perforación de pozos mineros.....	75
Tabla No. 7. Matriz de impacto ambiental – medio físico, biológico y construido ..	76
Tabla No. 8. Valoración de impactos para el componente calidad del aire.....	79
Tabla No. 9. Valoración de impactos para el componente ruido.....	81
Tabla No.10 Valoración de impactos para el componente recursos hídricos subterráneos.....	83
Tabla No. 11 Valoración de impactos para el componente geomorfología.....	84
Tabla No. 12. Valoración de impactos para el componente recursos hídricos superficiales.....	86
Tabla No. 13 Valoración de impactos para el componente suelo	87
Tabla No. 14. Valoración de impactos para el componente flora y vegetación terrestre	88
Tabla No. 15. Especies vegetales arbóreas más comunes presentes en el área del proyecto.....	89
Tabla No. 16. Valoración de impactos para el componente fauna terrestre	91
Tabla No. 17 Valoración de impactos para el componente arqueológico	93
Tabla No. 18. Valoración de impactos para el componente paisajístico	94
Tabla No. 19. Valoración de impactos para el componente de la flora y fauna acuática	95

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura No. 1 Esquema de un montaje típico de un equipo de perforación para pozos mineros	54
Figura No. 2. Un equipo de perforación de pozos mineros para recuperación de núcleos	55
Figura No. 3. Fases y actividades durante la perforación de pozos mineros.....	58
Figura No. 4. Localización del distrito minero de Vetas – California.	64
Figura No. 5 Esquema general de la perforación de pozos mineros	99

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

DDH	Diamond Drill Hole
Minambiente	Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Minsalud	Ministerio de Salud
Mintrabajo	Ministerio del Trabajo
Mintransporte	Ministerio de Transporte
Msnm	Metros sobre el nivel del mar

TITULO: CONSIDERACIONES AMBIENTALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS MINEROS. APLICACIÓN EN EL DISTRITO MINERO DE VETAS - CALIFORNIA, SANTANDER

AUTOR: FABIO AUGUSTO MALDONADO TOLOZA **
LEONARDO OCTAVIO OLARTE SÁNCHEZ

PALABRAS CLAVES: PERFORACIÓN DE POZOS MINEROS, PERFORACIÓN CON RECUPERACIÓN DE NÚCLEO (DDH), MINERÍA, DISTRITO MINERO VETAS - CALIFORNIA, GESTIÓN AMBIENTAL, IMPACTOS AMBIENTALES.

CONTENIDO:

El distrito minero de Vetas - California, localizado en la zona nororiental del departamento de Santander del Sur (Colombia) posee un yacimiento tipo pórfido auro-argentífero de alta sulfidización que lo ha hecho una interesante perspectiva minera a nivel mundial.

Por tal motivo se revisó de la normatividad internacional y nacional, de la actividad minera, para estructurar la consideración ambiental de la perforación de pozos mineros que permita identificar y evaluar el impacto (recurso hídrico, suelo, aire, flora, fauna, social y cultural) a fin de implementar las acciones necesarias para mitigar los efectos ambientales que puedan efectuarse en esta región la etapa de perforación, puesto que es la actividad que mayor impacto negativo genera en la etapa de exploración, mediante la elaboración de los procedimientos o protocolos adecuados, aplicarlos al contexto regional y territorial,

El contexto regional y territorial del distrito minero de Vetas - California, con ecosistemas de alta montaña, exige un claro compromiso con la gestión ambiental en todas las etapas de la actividad minera. En ese sentido, la legislación ambiental en Colombia, no cuenta con un instrumento ambiental durante las etapas de prospección y exploración minera, sin embargo, en el desarrollo de estas actividades se ejecutan perforaciones de pozos mineros (tipo DDH) que generan impactos ambientales significativos. Mediante este trabajo se plantean una serie de medidas de mitigación y protocolos de gestión ambiental a implementar durante los programas de perforación de pozos mineros con aplicación en el distrito minero de Vetas – California.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: M. Sc. Emiliano Ariza León.

TITLE: ENVIRONMENTAL IMPACT STUDY OF THE DAM OF SANTANDER VILLANUEVA PAMPA CITY.

AUTHOR: FABIO AUGUSTO MALDONADO TOLOZA **
LEONARDO OCTAVIO OLARTE SÁNCHEZ

KEY WORDS: DIAMOND DRILLING; DIAMOND – CORE (DDH) DRILLING, MINING, VETAS – CALIFORNIA MINING DISTRICT, ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, ENVIRONMENTAL IMPACTS.

CONTENT:

The vein mining district of Vetás - California, located in the northeast department of Santander of Sur, Colombia. It has deposit of high sulfidation porphyry silver/gold that makes interesting perspective mining around the world.

Therefore the revised international standards and national activity mining to structure the environmental consideration of the miners drilling to identify and assess the impact (water, soil, air, flora, fauna, social and cultural) to implement the necessary actions to mitigate environmental impacts to be conducted under this region the drilling state, since it is the activity that generates the greatest negative impact in the exploration stage, through development of appropriate procedures or protocols, apply to the regional and territorial.

The regional and territorial of Vetás – California mining district has ecological community with high mountain bioclimatic zone, it deliberates on commitment about environmental management at each phase of mining. In this case, Colombia environmental law has not agent during phase of prospecting and exploration mining, however the development of those activities carry out diamond - core drilling (DDH) that generate profound impact on environment. The next article suggest some advices for mitigation and environmental management protocol to implement during phases of diamond - core drilling program with application in Vetás – California mining district.

* Work Degree

** Faculty of de Physico-chemical Engineering. School of Chemical Engineering. Directress: M. Sc. Emiliano Ariza León.

INTRODUCCIÓN

La actividad minera tiene su importancia en la demanda creciente de bienes y servicios, de una sociedad de consumo que requiere diversos elementos cuyos materiales de construcción provienen de recursos no renovables. En Colombia se ha desarrollado la actividad de minería extractiva, especialmente en torno al carbón y a los materiales de construcción de manera estructurada, pero la minería aurífera es bastante incipiente y sin llegar a la explotación a gran escala. No se tienen antecedentes en este aspecto, pero con la entrada de capitales extranjeros, se ha incrementado en los últimos años especialmente en labores de exploración, sin que a la fecha se haya iniciado algún proyecto de explotación o beneficio.

La ley colombiana a través del Ministerio de Minas y Energía (Minminas), otorga títulos mineros, sin perjuicio de las obligaciones ambientales. La ley minero ambiental, regulada por el Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Minambiente), contempla dos fases para la actividad minera: exploración y explotación. Para la fase de exploración exige la elaboración de una guía minero-ambiental, mientras que para la fase de explotación se debe obtener una Licencia Ambiental, que contiene los Planes de Trabajos y Obras (PTO) y los Estudios de Impacto Ambiental (EIA).

La misma ley minero-ambiental que concibe la guía minero-ambiental, detalla las actividades de exploración que generan impactos negativos, pero le resta importancia a la labor de exploración, quizá porque no era tan común al momento de reglamentar la norma o porque no se contemplaba su aplicación en nuestro contexto minero. Sin embargo, con el surgimiento de nuevas políticas de desarrollo, donde se destaca el apoyo a la minería, se ha notado un incremento significativo en las actividades exploratorias en Colombia.

El presente trabajo pretende un acercamiento, revisando la normatividad internacional y nacional de la actividad para estructurar la consideración ambiental para la perforación de pozos mineros que permita identificar y evaluar el impacto a fin de implementar las acciones necesarias para mitigar los efectos ambientales que puedan afectar una región determinada.

Se ha podido determinar que la perforación es la actividad que mayores impactos negativos genera durante la etapa de exploración, tanto en términos cuantitativos como cualitativos. Y ya que esta labor no está detallada en la guía minero-ambiental, se pretende estructurar las consideraciones ambientales, recopilar y analizar los conceptos de la guía minero-ambiental, caracterizar las condiciones ambientales sensibles en la perforación de pozos mineros y una vez elaborados los procedimientos o protocolos adecuados, aplicarlos al contexto regional y territorial específico del distrito minero Vetas – California.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Un análisis de la guía minero – ambiental de exploración, nos permite señalar que las actividades generadores de mayores impactos y afectaciones ambientales (recurso hídrico, suelo, aire, flora, fauna, social y cultural) se relacionan a la ejecución de perforaciones de pozos mineros con recuperación de núcleo (tipo DDH).

Por la intensa actividad minera a pequeña escala que ha sido continua e ininterrumpida desde épocas coloniales y la existencia de varios frentes de explotación subterránea en el distrito minero de Vetas - California, para la exploración geológica del subsuelo se consideró prioritario el desarrollo de un programa de perforación de pozos mineros, particularmente tipo DDH (con recuperación de núcleo) que se convierte en una herramienta esencial para determinar las reservas de oro y plata en el depósito.

Aún cuando el proceso constructivo para la ejecución de un programa de perforación de exploración minera es similar en cualquier parte del país, se debe observar que el contexto regional y territorial es diferente, por ello se hace necesario establecer protocolos específicos que orienten el desarrollo de la gestión ambiental para cumplir con todos los requerimientos contemplados en la Guía minero – ambiental de exploración.

1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La actividad minera se viene desarrollando en el distrito minero de Vetas - California, desde la misma época de la colonia y aún desde épocas anteriores según vestigios indígenas encontrados en la zona. Sin embargo, los métodos

artesanales no permitieron el desarrollo económico y social de las comunidades ancladas alrededor del distrito minero. La minería tradicional o artesanal, desarrollada por los españoles alrededor de 1760, por los franceses entre 1905 y 1913 y por los residentes locales durante todo el siglo XX, no logró el auge y el desarrollo esperado de acuerdo a la posible reserva de los yacimientos auro-argentíferos existentes en el distrito minero.

Según la unión temporal Vector – INGETEC (2010), actividades más recientes incluyen una investigación realizada por la Compañía Anaconda en los años cuarenta y un estudio del potencial aurífero del área por Placer Development en los setenta. En los años ochenta, INGEOMINAS llevó a cabo un prospecto geoquímico en busca de mineralizaciones de cobre, y una entidad japonesa investigó el área de La Baja por posibles descubrimientos de uranio. Desde la década de los años 90 del siglo pasado, varias compañías mineras extranjeras se asentaron en el distrito minero de Vetas - California, siendo pionera la empresa Greystar Resources Ltd., que se involucró por primera vez en el área en 1994, iniciando la exploración activa en 1995.

Las labores de exploración que se desarrollan en el último decenio en el distrito minero, se enfocan en una evaluación de recursos y reservas mineras, por lo cual las actividades de perforación de pozos mineros son determinantes para una caracterización del yacimiento mineral y el posterior planeamiento de las etapas mineras restantes.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Durante la etapa de exploración de los proyectos mineros en Colombia, la legislación no exige la expedición de una Licencia Ambiental; sin embargo de acuerdo al art. 272 del Código de Minas, el concesionario minero deberá hacer la

manifestación expresa de su compromiso de realizar los trabajos de exploración técnica con estricta sujeción a las guías ambientales adoptadas por la autoridad competente. (Ricaurte de Bejarano, 2005).

En un esfuerzo conjunto de las autoridades minera y ambiental, se desarrolló de forma concertada la guía minero ambiental de exploración; una herramienta de consulta obligatoria que brinda orientación conceptual y metodológica para mejorar la gestión, manejo y desempeño minero – ambiental. Debe ser adaptada por los concesionarios mineros a las características específicas y a las condiciones del área solicitada. (Minminas, 2001)

El distrito minero de Vetas - California, abarca un área aproximada de 50 km², presenta una riqueza predominante de oro y plata, asociados con sulfuros de hierro, plomo, zinc, cobre y sulfosales. Desde el aspecto ambiental, la zona se caracteriza como un ecosistema de alta montaña, donde se presenta un hábitat de vital importancia: el páramo (término aún no definido completamente por la legislación colombiana). La idea más comúnmente aceptada considera que la zona de páramo se encuentra a partir de los 3000 m.s.n.m. de altitud. Sin embargo, en lo que no hay dudas, es en su importancia ecológica y alta vulnerabilidad a los efectos antrópicos.

Los trabajos de exploración que se desarrollan en el distrito minero, exigen el uso de la perforación tipo DDH; sólo los datos de Greystar Resources Ltd. arrojan 263.095 m de perforación con recuperación de núcleo (Unión Temporal Vector – INGETEC; 2010). Constituyéndose a todas luces en una actividad fundamental durante los trabajos de exploración, sin embargo la guía minero - ambiental de exploración no la pondera de la misma forma, lo que ocasiona que particularmente en esa fase crítica, el concesionario minero se encuentre sin orientación ni lineamientos en pro de una gestión ambiental adecuada para atenuar los impactos de la actividad.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En la guía minero - ambiental de exploración no existe un protocolo específico para desarrollar una gestión ambiental adecuada en las labores de perforación de pozos mineros; que constituyen una actividad fundamental en la exploración minera y genera la mayor parte de los impactos ambientales, hecho ratificado particularmente durante las labores de exploración efectuados por las diferentes empresas en el distrito minero de Vetas - California.

La protección de la biodiversidad y el cuidado de ecosistemas frágiles como los existentes en las zonas de alta montaña, requieren un esfuerzo ingente de las autoridades ambientales de los diferentes niveles territoriales y en consenso con el sector minero para un continuo mejoramiento de la gestión ambiental durante las labores de exploración, acogiendo parámetros de cumplimiento en la normativa que sean tan exigentes como los propuestos en las legislaciones ambientales a nivel internacional para la industria. Lo anterior, garantiza seguridad jurídica a las compañías mineras multinacionales que invierten en la región y el país, en general.

Con base en soportes jurídicos, criterios ambientales y experiencias de los autores en campo se pretende lograr un instrumento que promueva la gestión minero – ambiental durante el desarrollo del programa de perforaciones para pozos mineros (tipo DDH) y conseguir la estandarización de los procesos, de acuerdo a lineamientos y las orientaciones pertinentes de la exploración geológica del subsuelo, en el distrito minero de Vetas - California.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Estructurar las consideraciones ambientales para la perforación de pozos mineros, con un caso de aplicación en el distrito minero Vetas – California.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Recopilar y analizar los conceptos de la guía minero ambiental de exploración, así como la normatividad existente a nivel nacional e internacional sobre la perforación de pozos mineros.

Desarrollar una metodología de identificación, valoración y evaluación de los impactos ambientales para la actividad de perforación de pozos mineros durante la etapa de exploración minera, de acuerdo al contexto regional y territorial específico del proyecto minero.

Identificar, valorar y evaluar los impactos ambientales que genera la actividad de la perforación de pozos mineros en cada una de sus fases: construcción, operación y desmantelamiento – cierre, para el distrito minero de Vetas – California.

2. MARCO JURÍDICO AMBIENTAL

El desarrollo de la actividad minera se regula por un marco jurídico que interrelaciona los aspectos de la legislación minera, la dimensión ambiental y el ordenamiento territorial. En general, se basa en la Ley 685 de 2001 (Código de Minas) que se complementa con un conjunto de normas técnicas, decretos y guías orientados a gestionar y promocionar la minería como una actividad de desarrollo ambientalmente sostenible, haciendo un óptimo aprovechamiento de los recursos minerales.

2.1. ANTECEDENTES DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN COLOMBIA

El punto de referencia de la legislación ambiental en Colombia lo constituye la convención de Estocolmo en 1972, cuyos principios se acogieron en el “Código de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente” (Decreto Ley 2811 de 1974). En 1991, la protección del medio ambiente alcanzó una nueva dimensión con la Constitución Política colombiana, elevándose a la categoría de derecho colectivo y dotándola de mecanismos de participación y veeduría ciudadana; en particular, a través de las acciones populares o de grupo y del uso de las acciones de tutela y de cumplimiento.

Con base en las recomendaciones de la Conferencia de las Naciones Unidas (Río de Janeiro, 1992) sobre medio ambiente y desarrollo, el Congreso expidió la Ley 99 de 1993, que establece los fundamentos de la política ambiental colombiana, conforma el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y permite la creación del Ministerio del medio ambiente como su ente rector. Con esta ley, la gestión ambiental en Colombia asume un nuevo enfoque convirtiéndose en una actividad más sistemática, descentralizada, participativa, interdisciplinaria y pluricultural.

Con la puesta en vigor de los decretos 1220 de 2005 y 500 de 2006, se reglamenta la Ley 99 sobre las licencias ambientales adoptando una legislación ambiental como un factor fundamental en el desarrollo de la actividad minera.

2.2. NORMATIVIDAD DURANTE LA FASE DE EXPLORACIÓN MINERA

La mayoría de las legislaciones mineras a nivel latinoamericano contienen normas ambientales con disposiciones específicas respecto de la obligatoriedad de presentar estudios de impacto ambiental (Argentina, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, Perú y Venezuela), además de disposiciones sobre no-contaminación del ambiente. En algunos casos (Brasil y México), éstas últimas se encuentran sólo como parte de las obligaciones generales de los titulares de las concesiones.

En Bolivia, la presentación de estudios de impacto ambiental no es obligatoria en la etapa de exploración, en tanto que en las demás etapas del ciclo minero está restringida a los casos en que no hayan sido previstas por reglamento las acciones a seguir para mitigar o evitar daños ambientales.

En Guatemala la presentación de estudios de impacto ambiental en las etapas de prospección y exploración ha sido sustituida por la presentación de los denominados "estudios de mitigación" de los posibles daños ambientales. Una gran diferencia en relación a los estudios de impacto ambiental es que éstos últimos son presentados ante la autoridad ambiental, en tanto los estudios de mitigación son sujetos a la aprobación de la autoridad minera.

En Argentina, las empresas están obligadas a constituir una provisión especial para cubrir posibles daños ambientales, con el incentivo de que son las mismas empresas las que fijan el monto de los aportes y que éstos son deducibles de la

carga tributaria. Ese país es además el único donde se otorga un Certificado de Calidad Ambiental como incentivo al cumplimiento de las disposiciones ambientales

En Colombia se definió por parte de los Ministerios de Minas y Energía, y el Ministerio del Medio Ambiente que la fase de exploración minera no causaba impactos ambientales graves al medio ambiente y a los recursos naturales renovables, por ende no requería de la licencia ambiental; razón por la cual se definió como instrumento para el desarrollo de esta fase, las Guías Minero Ambientales de Exploración; las cuales se expidieron en forma conjunta por las autoridades minerales y ambientales mediante la Resolución 18 -0861 de 2002. No obstante se aclara, que en el evento de requerirse en esta fase de exploración el uso de recursos naturales se deberán obtener previamente las concesiones, permisos, y demás autorizaciones por parte de la autoridad ambiental competente. Aunque se exonera de requisitos ambientales para la prospección y la exploración, pero se deben constituir garantías (póliza minero – ambiental).

Puede concluirse que no hay mayores restricciones por causa ambiental a la actividad minera en las legislaciones latinoamericanas.

2.2.1. Normatividad durante la Fase de Exploración Minera en otros Países.

Para la elaboración de esta sección se recurrió al informe técnico de la CEPAL “Actualización de la compilación de leyes mineras de catorce países de América Latina y el Caribe” (2002).

2.2.1.1. Argentina

Por la Ley N° 24585 de 1995 se agregó al Código de Minería un título sobre protección ambiental, cuyas disposiciones se reseñan a continuación:

1. El Informe de Impacto Ambiental para la etapa de prospección deberá contener las acciones a desarrollar y el eventual riesgo de impacto ambiental de las mismas. Para la etapa de exploración, el informe deberá contener una descripción de los métodos a emplear y las medidas de protección necesarias. Para ambas etapas el Informe de Impacto Ambiental deberá ser aprobado por la autoridad de aplicación, previamente a la iniciación de las actividades (art. 8).
2. Todo el que cause daño actual o residual al patrimonio ambiental estará obligado a mitigarlo, rehabilitarlo, restaurarlo o recomponerlo (art. 18).

2.2.1.2. Bolivia

Para el Código minero, las actividades de prospección y exploración en áreas no protegidas no requieren de estudio de evaluación de impacto ambiental, siendo solamente aplicables las normas de control y protección ambiental, conforme a reglamentación especial (art. 90).

La legislación minera hace remisión expresa a la legislación ambiental general, Ley N° 1333, del Medio Ambiente (1992).

2.2.1.3. Brasil

Según la Constitución Federal, quienes realicen exploración de recursos minerales quedan obligados a recuperar el medio ambiente degradado, aplicando las

soluciones técnicas exigidas por el órgano público competente, en forma de ley (art. 225 Núm. 2).

La resolución N° 09 (1990), expedida por el Consejo Nacional de Medio Ambiente, sentencia que la exploración minera, cuando implica el empleo de guía de utilización, queda sujeta a licencia ambiental por el órgano competente. El explorador deberá requerir al órgano ambiental competente la Licencia de Operación para exploración mineral, presentando el plan de exploración, con la evaluación de impacto ambiental y las medidas mitigadoras a ser adoptadas.

Para requerir la Licencia Previa (fase de planeamiento y viabilidad del proyecto), el solicitante deberá dirigirse al órgano ambiental competente y acompañar el Estudio de Impacto Ambiental, con el respectivo Informe de Impacto Ambiental. El órgano ambiental decide sobre la concesión de la Licencia Previa (art. 4).

El Decreto N° 97632 (1989) establece que quienes realicen trabajos de exploración mineral deberán, al presentar su Estudio de Impacto Ambiental e Informe de Impacto Ambiental, someter a la aprobación de la autoridad competente la aprobación del Plan de Recuperación del área degradada (art. 1).

Son considerados como degradación los procesos resultantes de daños al medio ambiente por los cuales se pierda o reduzca algunas de sus propiedades, tales como la calidad o capacidad productiva de recursos ambientales (art. 2).

La recuperación deberá tener por objetivo el retorno del lugar degradado a una forma de utilización, de acuerdo con un plan preestablecido para el uso del suelo, con miras a obtener la estabilidad del medio ambiente (art. 3).

2.2.1.4. Chile.

No hay disposiciones específicas sobre medio ambiente en el Código de Minería, excepto una restricción para catar y cavar en los sitios contemplados en el art. 18. La Ley N° 19300, Ley de Bases del Medio Ambiente (1994), establece el marco general para la regulación ambiental en Chile. La Ley señala que deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (art. 10, inc. i):

Los proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas, comprendiendo prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles, así como la extracción industrial de áridos, turba o greda.

Asimismo, se señala que los proyectos mencionados requerirán en forma obligatoria la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental durante la etapa de exploración si presentan al menos una de las siguientes características (art. 11):

* Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos.

..Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos suelo, agua y aire.

..Reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.

..Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.

..Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.

Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

El reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental D.S. N° 95 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia establece los proyectos que deben someterse al SEIA y los criterios de pertinencia de una Declaración o Estudio de Impacto Ambiental, indicando los contenidos de los mismos. Asimismo, regula la participación de la comunidad en el proceso de evaluación de impacto ambiental y define los permisos ambientales sectoriales.

2.2.1.5. México

La legislación minera hace remisión expresa a la legislación ambiental general, Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (publicada en el D.O.F. de fecha 28 de enero de 1988).

Los titulares de las concesiones de exploración y explotación están obligados a sujetarse a las disposiciones generales y a las normas específicas aplicables a la industria minero-metalúrgica en materia de seguridad en las minas y de equilibrio ecológico y protección al ambiente (art. 27, inc. IV).

En las actividades de exploración, explotación y beneficio de minerales, los concesionarios deberán procurar el cuidado del medio ambiente y la protección ecológica de conformidad con la legislación de la materia (art. 39).

Se regula la actividad de exploración minera directa, mediante la Norma oficial mexicana NOM-120-ECOL-1997 (publicada en el D.O.F. el 19 de noviembre de

1998), que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa.

2.2.1.6. Perú.

Desde el año 1998 por el Decreto Supremo No. 038-98-EM, la exploración minera está sujeta a medidas de protección ambiental aprobadas por la Dirección General de Asuntos Ambientales mineros (DGAAM). Estas medidas son más rigurosas dependiendo del tamaño del proyecto, es así como:

1. Todos los proyectos de cuentan con medidas ambientales para el desarrollo de la exploración y para remediar al término de sus operaciones, los impactos que pudieran haber generado.
2. El Ministerio exige medidas que aseguren un buen manejo de los residuos sólidos y el cierre de las trincheras que se hubieran abierto.
3. También exige el adecuado manejo de las aguas cuando la exploración pudiera afectarlas, lo cual sólo puede ocurrir en proyectos de exploración con labor subterránea de gran extensión.
4. El Ministerio exige el cumplimiento de las normas del Sector y las demás normas vigentes que se relacionan con la exploración minera.

Con el propósito de evaluar y aprobar los programas de exploración, se los ha clasificado en tres categorías de acuerdo a la extensión de la actividad de exploración emprendida y al área a ser disturbada potencialmente:

1. Categoría A: Exploración que causa ligera o ninguna alteración a la superficie, como estudios geológicos, geofísicos, levantamientos topográficos

y recolección de pequeñas cantidades de muestras de superficie. Las actividades comprendidas no requieren de autorización.

2. Categoría B: Exploración que origina vertimientos y que requiere de disposición de desechos, y donde el área efectivamente disturbada sea aquella requerida para construir 20 plataformas de perforación o menos, los accesos entre ellas, y las instalaciones auxiliares, siempre que no supere en total 10 hectáreas. En este caso, el titular deberá presentar una Declaración Jurada con las características presentadas en el Art. 5° del DS antes mencionado.
3. Categoría C: Exploración que origina vertimientos y que requiere de disposición de desechos, y donde el área efectivamente disturbada sea aquella requerida para construir más de 20 plataformas de perforación, los accesos entre ellas, y las instalaciones auxiliares, o que supere 10 hectáreas. También comprende las exploraciones que incluyan la construcción de túneles por más de 50 m. En este caso, el proyecto deberá contar con una Evaluación Ambiental (EA) preparada por una empresa consultora ambiental debidamente registrada en el Ministerio de Energía y Minas, siguiendo la estructura establecida en el DS antes mencionado.

2.2.2. Normatividad durante la fase de exploración minera en Colombia.

Para adelantar las labores de prospección y exploración del proyecto minero, la principal referencia es la guía minero ambiental de exploración, que el concesionario deberá ajustar a las características y condiciones específicas del área solicitada. La guía minero ambiental de exploración es un instrumento de consulta obligatoria y orientación de carácter conceptual, metodológico y

procedimental, que deben ser aplicadas a las condiciones y características específicas del área solicitada para realizar las actividades mineras.

Es necesario tener conocimiento de la oferta y demanda de los recursos naturales renovables de la zona, aprovechamiento o afectación, estableciendo las asignaciones, el manejo y el grado de intervención que pueda realizarse sobre los mismos; cuando en desarrollo de las labores mineras se requieran usar en forma ocasional o transitoria, se solicitará la correspondiente autorización a la autoridad ambiental competente. (Olarte, 2006)

La obtención de los mismos, es indispensable para dar inicio a los trabajos de exploración. Los permisos, autorizaciones y concesiones de recursos naturales renovables aplican para:

1. Aprovechamiento forestal. La construcción e instalación de las obras necesarias para el proyecto, así como la apertura de vías, escombreras y patios de acopio requieren el despeje y remoción de áreas con vegetación.
2. Ocupación de cauces o lechos de corrientes o depósitos de agua. En caso de ser necesaria la construcción de obras que ocupen cauces de una corriente o depósito de agua, bien sea por infraestructura propia del proyecto, vías o instalaciones necesarias para la explotación.
3. Concesión de aguas superficiales. Para instalaciones del proyecto y actividades de explotación.
4. Vertimientos residuos líquidos. En la exploración se pueden generar vertimientos de aguas residuales domésticas, provenientes de los campamentos e instalaciones y aguas residuales, que deben ser sometidas a tratamientos antes de ser vertidas al cuerpo receptor.

5. Emisiones atmosféricas. Puede requerirse para la operación de los patios de acopio del mineral.

Es oportuno resaltar que la vigencia de dichos permisos debe ser igual a la de la Licencia ambiental (tiempo de vida del proyecto).

Los trabajos de exploración minera están sujetos a la guía ambiental de exploración y el seguimiento correspondiente será competencia de las corporaciones autónomas regionales o grandes centros urbanos, quienes tendrán en cuenta la reglamentación que para estos efectos expida el Ministerio del Medio Ambiente.

Al realizar un análisis de la normatividad nacional comparada con la de algunos países de Latinoamérica se encontró que en muchos países exigen una evaluación de impacto ambiental (EIA) específica para la fase exploratoria de un proyecto minero porque los efectos de esta fase pueden ser nocivos y porque el desarrollo de las fases posteriores se encuentra condicionado a los resultados y estimativos de la exploración. En Colombia no existe legislación ni una guía básica técnica en torno a las actividades de perforación de pozos mineros en Colombia.

2.3. NORMATIVIDAD RELACIONADA CON EL USO DE RECURSOS NATURALES

Esta sección es una descripción general de la legislación de contenido ambiental aplicado al sector minero para la ejecución de perforaciones de pozos mineros en Colombia. La legislación analizada ha sido ordenada según el componente ambiental involucrado. Los componentes ambientales son aquellos factores del

medio ambiente que pueden ser afectados por la actividad humana (aire, agua, suelo, etc.).

2.3.1. Manejo y Control de emisiones atmosféricas.

Las normas ambientales a nivel nacional relacionadas con el manejo y control de emisiones atmosféricas, que tienen incidencia en la ejecución de la perforación de pozos mineros son:

2.3.1.1. Decreto 02 de 1982.

Aún cuando casi en su totalidad fue derogado por el Decreto 948, continúan vigentes las normas relativas a calidad del aire y sus métodos de medición (artículos 31 a 33), altura mínima de descarga (artículos 38 a 43), parcialmente algunas normas para fuentes fijas de emisión (artículos 48, 49 y 51 a 74) y las normas de emisión de dióxido de azufre (SO_2) y neblina ácida (SO_3 y H_2SO_4) para algunas fuentes fijas artificiales (artículos 75, 76 y 77)

2.3.1.2. Resolución 8321 de 1983 del Minsalud

Establece normas sobre protección y conservación de la audición de la salud y el bienestar de las personas por la emisión de ruido.

2.3.1.3. Resolución 19622 de 1985 del Minsalud.

Establece el procedimiento para el análisis de calidad del aire que se debe seguir durante los monitoreos de aire que requieran las autoridades ambientales.

2.3.1.4. Decreto 948 de 1995

Reglamento de Protección y Control de Calidad del Aire, mediante el cual se establecen las normas y principios generales para la protección atmosférica, los mecanismos de prevención, control y atención de episodios por contaminación del aire generada por fuentes contaminantes fijas y móviles, las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire o niveles de inmisión, las normas básicas para la fijación de los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera, las de emisión de ruido y olores ofensivos. Además, se regula el otorgamiento de permisos de emisión de material particulado y el permiso de emisión de ruido.

2.3.1.5. Resolución 005 de 1996 del Mintransporte y Minambiente

Por el cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel, y se definen los equipos y procedimientos de medición de dichas emisiones y se adoptan otras disposiciones.

Señala la obligación para todos vehículos que se utilizan en las obras (Volquetas y camiones) de obtener periódicamente el certificado de emisión de gases expedido por un centro de diagnóstico autorizado por la Autoridad ambiental.

2.3.1.6. Resolución 909 de 1996 del Minambiente

Por lo cual se modifica parcialmente la Resolución 005 de 1996 que reglamenta los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel, y se definen los equipos y procedimientos de medición de dichas emisiones y se adoptan otras disposiciones.

2.3.1.7. Decreto 979 de 2006.

Por el cual se modifican los artículos 7, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995.

2.3.1.8. Resolución 601 de 2006 del Minambiente

Establece la norma de calidad del aire o nivel de inmisión, con el propósito de garantizar un ambiente sano y minimizar los riesgos sobre la salud humana que puedan ser causados por la concentración de contaminantes en el aire ambiente.

2.3.1.9. Resolución 627 de 2006 del Minambiente

Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

2.3.1.10. Resolución 651 de 2010 del Minambiente

Crear el Subsistema de Información sobre calidad del aire _ Sisaire, como fuente principal de información para el diseño, evaluación y ajuste de las políticas y estrategias nacionales y regionales de prevención y control de la contaminación del aire.

2.3.2. Manejo de escombros, material reutilizable – reciclable y basuras.

Las normas ambientales a nivel nacional relacionadas con el manejo de escombros, material reutilizable, material reciclable y basuras; que tienen incidencia en la ejecución de la perforación de pozos mineros son:

2.3.2.1. Resolución 541 de 1994 del Minambiente

Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados

suelos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.

2.3.2.2. Decreto 948 de 1995

Prohíbe depositar o almacenar en las vías públicas o en zonas de uso público, materiales de construcción, demolición o desecho que puedan originar emisiones de partículas al aire.

2.3.2.3. Decreto 1713 de 2002

Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994 en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo”. Establece como prohibición el almacenamiento de materiales y residuos de obras de construcción o demolición en vías y áreas públicas. (En operaciones de cargue, descargue y transporte, se deberá mantener protección para evitar el esparcimiento de los mismos) y se asigna sanción por esta contravención de multas de hasta cinco veces el salario mínimo diario por cada infracción.

2.3.3. Normas relativas al manejo de residuos

Las normas ambientales a nivel nacional relacionadas con el manejo de residuos, que tienen incidencia en la ejecución de la perforación de pozos mineros son:

2.3.3.1. Ley 9 de 1979

Establece restricciones para el almacenamiento, manipulación, transporte y disposición final de residuos sólidos y residuos peligrosos. Sólo se puede disponer basuras en sitios previamente autorizados por el Ministerio de Salud. Quien genere residuos de características especiales debe ser responsable de su recolección, transporte y disposición final.

2.3.3.2. Decreto 1140 de 2003

Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002 en relación con el tema de las unidades de almacenamiento, presentación de los residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.

2.3.3.3. Decreto 838 de 2005.

Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002 en relación a la disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. Tiene por objeto promover y facilitar la planificación, construcción y operación de sistemas de disposición final de residuos sólidos, como actividad complementaria del servicio público de aseo, mediante la tecnología de relleno sanitario. Igualmente, reglamenta el procedimiento a seguir por parte de las entidades territoriales para la definición de las áreas potenciales susceptibles para la ubicación de rellenos sanitarios.

2.3.4. Normas relativas al uso del agua

Las normas ambientales a nivel nacional relacionadas con el uso del agua, que tienen incidencia en la ejecución de la perforación de pozos mineros son:

2.3.4.1. Decreto 1541 de 1978

Concesión de aguas de uso público y otras normas relacionadas con aguas no marítimas

2.3.4.2. Decreto 2857 de 1981

Se reglamenta sobre cuencas hidrográficas y otras disposiciones.

2.3.4.3. Decreto 1594 de 1984

Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

2.3.4.4. Ley 373 de 1997

Uso eficiente y ahorro del agua.

2.3.4.5. Decreto 3100 de 2003

Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones. Permite a las autoridades ambientales competentes cobrar a las personas naturales o jurídicas, de derecho público o privado, por la utilización directa o indirecta del recurso como receptor de vertimientos

2.3.4.6. Decreto 3440 de 2004

Por el cual se modifica el Decreto 3100 de 2003 que reglamenta las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se adoptan otras disposiciones.

2.3.4.7. Decreto 3930 de 2010

Establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el ordenamiento del recurso hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y los alcantarillados.

2.3.5. Manejo de Vegetación.

Normas ambientales a nivel nacional relacionadas con el manejo la vegetación, que tienen incidencia en la ejecución de la perforación de pozos mineros son:

2.3.5.1. Ley 9 de 1979

Por la cual se dictan normas para preservar, conservar y mejorar la salud de los individuos en sus ocupaciones. Esta ley establece las directrices para que las actividades desarrolladas por los trabajadores se lleven a cabo en buenas condiciones de tal forma que la salud de estos no se afecte por elementos contaminantes del medio ambiente.

2.3.5.2. Resolución 02400 de 1979 del Mintrabajo.

Por la cual se establecen las disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad industrial en establecimientos de trabajo. Esta resolución busca preservar y mantener la salud física y mental, prevenir accidentes y enfermedades profesionales, para lograr las mejores condiciones de higiene y bienestar de los trabajadores en sus diferentes actividades.

2.3.5.3. Decreto 1791 de 1996

Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal. Con el objeto de proteger el recurso forestal este decreto estableció los requisitos para poder llevar a cabo cualquier tipo de aprovechamiento forestal y regula el tema de los permisos necesarios para adelantar la intervención del componente forestal.

2.3.5.4. Resoluciones de las Corporaciones Autónomas Regionales

Establecen vedas de varias especies vegetales a nivel regional.

2.3.6. Conservación de la fauna terrestre y acuática

Las normas ambientales a nivel nacional relacionadas con la conservación de la fauna terrestre, que tienen incidencia en la ejecución de la perforación de pozos mineros son:

2.3.6.1. Decreto – Ley 2811 de 1974

Código de Recursos Naturales y de Protección del Medio Ambiente. El ambiente es patrimonio común, el estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo. Regula el manejo de los recursos naturales renovables, la defensa del ambiente y sus elementos.

2.3.6.2. Decreto 1608 de 1978

Por el cual se reglamenta en materia de fauna silvestre. Regula la preservación, conservación, restauración y fomento de la fauna silvestre.

2.3.6.3. Ley 84 de 1989.

Se adoptan el Estatuto Nacional de Protección de los Animales y se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia.

2.3.6.4. Ley 13 de 1990

Se adopta el Estatuto general de pesca.

2.3.7. Recursos de paisaje y su protección

Las normas ambientales a nivel nacional relacionadas con los recursos del paisaje y su protección, que tienen incidencia en la ejecución de la perforación de pozos mineros son:

2.3.7.1. Decreto – Ley 2811 de 1974

Código de Recursos Naturales y de Protección del Medio Ambiente. El ambiente es patrimonio común, el estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo. Regula el manejo de los recursos naturales renovables, la defensa del ambiente y sus elementos.

2.3.7.2. Decreto 1715 de 1978

Se establecen las regulaciones y toman medidas para impedir la alteración o deformación de elementos constitutivos del paisaje.

3. EVALUACIÓN Y MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES

Las metodologías de evaluación y manejo de impactos ambientales son aplicables a diferentes etapas o niveles, considerando las etapas de “valoración cualitativa” (valoración general de efectos, identificación de acciones impactantes, identificación de factores a ser impactados, identificación relaciones causa-efecto) y “valoración cuantitativa” (predicción de magnitud del impacto, valoración cuantitativa del impacto). Las mayores incertidumbres asociadas a algunas de las metodologías pueden ser aceptables en las evaluaciones correspondientes a las etapas iniciales de los proyectos (“valoración cualitativa”), aunque no en la etapa de su “valoración cuantitativa”. Aunque se han desarrollado diversas metodologías, no hay una metodología “universal” que pueda aplicarse a todos los tipos de proyectos en cualquier medio en el que se ubique (Canter, 1998).

La metodología utilizada en esta aplicación es la matriz interactiva de Leopold et al (1971) en Canter (1998), donde se considera cada acción y su potencial de impacto sobre cada elemento ambiental. El primer paso consiste en la elaboración de una matriz causa – efecto para la identificación de impactos y continuar con la descripción de la interacción en términos de magnitud e importancia.

3.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación de impactos potenciales de un proyecto resulta del análisis de la interrelación existente entre las acciones del proyecto, las cuales son capaces de causar algún impacto ambiental y aquellos componentes ambientales susceptibles de recibir impactos. La identificación de estos impactos, es el punto de partida del proceso de evaluación y sus resultados se presentan en forma de una “matriz de identificación de impactos y riesgos potenciales”. En ella se conjugan, en términos

generales los componentes del medio ambiente y las acciones propias del proyecto.

Las acciones del proyecto, presentadas en la ordenada (eje X) de la matriz, se dividen en las fases de construcción, operación y cierre. Cabe aclarar que estas fases corresponden exclusivamente a la actividad de perforación de pozos mineros, la cual ha sido seleccionada precisamente por ser la que mayores impactos en términos cuantitativos y cualitativos genera sobre el medio ambiente.

En la abscisa (eje Y) se expresan los factores o componentes ambientales en términos de categorías de impactos y riesgos potenciales que resultarían de este tipo de proyecto. Estas categorías fueron identificadas con base en el conocimiento adquirido acerca de la problemática ambiental de otros proyectos de exploración minera realizados en países latinoamericanos con ciertas condiciones o experiencias similares, especialmente con tradición minera como Perú, México y Chile.

Las entradas de la matriz de identificación simplemente indican la existencia de interacciones potenciales entre las acciones del proyecto y las categorías de impactos potenciales o riesgos; esto es, el potencial de la acción de causar un impacto en la categoría, o el riesgo de ocurrencia de alguna alteración.

3.2. VALORACIÓN DE IMPACTOS

Para la valoración de los potenciales impactos en el caso de la actividad de perforación de pozos mineros, se ha realizado una matriz de valoración para los impactos definidos en la fase de identificación. La naturaleza del impacto se ha analizado de acuerdo a criterios definidos más abajo, tomados de la revisión de diversas metodologías de evaluación, de acuerdo a su representatividad y real aplicación en este proyecto específico.

A cada criterio utilizado se le ha dado una escala de graduación simple, representada por un dígito. Dependiendo de cada criterio esta escala puede ir de uno (1), como valor mínimo del impacto analizado respecto al criterio, a dos (2), tres (3), cuatro (4) o cinco (5) como valor máximo.

3.3. CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DE LA NATURALEZA DE LOS IMPACTOS

La magnitud y naturaleza de los impactos depende de las condiciones específicas del área de exploración y de otros factores como el tipo de mineral que se desee explorar, la profundidad del depósito, la composición química del mineral y de las rocas encajantes, la topografía, los procedimientos exploratorios adelantados (superficiales o subterráneos), los usos del suelo, la cercanía a asentamientos humanos y la presencia de cuerpos de agua subterráneos y superficiales. (Guía Ambiental de Exploración, 2002)

Para desarrollar una interrelación se requieren atributos de valoración rápida y que una vez integrados permitan predecir la magnitud del impacto. Los atributos seleccionados con tal fin son: carácter, extensión, duración, intensidad, reversibilidad, probabilidad de ocurrencia.

3.3.1. Carácter (C)

Define si el impacto es benéfico o perjudicial al medio ambiente. Este puede ser:

Negativo: -

Positivo: +

3.3.2. Extensión (E)

Criterio referido a la extensión física de la interrelación.

Para la aplicación de este criterio se definirá como “área de interferencia” a aquella definida en este caso como el área a ocupar por el nuevo acceso y plataformas. Las escalas de extensión utilizadas son las siguientes:

- Puntual (1): cuando su efecto se verifica dentro del territorio en que se localiza la fuente de impacto.
- Local (2): Cuando su efecto se verifica fuera del área en que se ubica la fuente de impacto, pero dentro del territorio administrativo del proyecto.
- Extenso (3): Cuando su efecto abarca el territorio que se encuentra fuera de la propiedad del proyecto.

3.3.3. Duración (D)

Criterio referido a la unidad de medida temporal que permite evaluar el período durante el cual las repercusiones serán sentidas en el componente afectado y están directamente relacionados con las labores de perforación.

La escala de tiempo utilizada es la siguiente:

- Corto Plazo o Temporal (1): Menos de tres meses
- Mediano Plazo (2): Entre 3 y 24 meses
- Largo Plazo (3): Entre 2 y 20 años
- Permanente (4): Más de 20 años

3.3.4. Intensidad (I)

La intensidad del impacto expresa la importancia relativa de las consecuencias que tendrá la alteración del componente ambiental. La intensidad se define como la interacción entre el grado de perturbación y el valor ambiental/importancia social, se determina de acuerdo a los criterios mostrados en la tabla **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

3.3.4.1. Grado de Perturbación.

Valora la amplitud de la perturbación en las características estructurales y/o funcionales del componente ambiental. Posee los siguientes rangos de valoración: fuerte¹, medio² y suave³.

3.3.4.2. Valor Ambiental

Es la relación con la importancia ambiental de una unidad territorial o un elemento del medio ambiente o, con la importancia (medida como respuesta de las partes involucradas o por juicio experto) que el impacto pueda revestir, en el ámbito

1Fuerte: modifica totalmente las características propias del componente ambiental analizado.

2Medio: modifica parcialmente las características del componente ambiental analizado.

3Suave: modifica de manera levemente perceptible las características del componente ambiental analizado.

social, económico o legal. Sus rangos son: importante 4 , medianamente importante⁵ y no importante⁶.

Tabla No. 1 Determinación de la Intensidad.

INTENSIDAD	VALOR AMBIENTAL / IMPORTANCIA SOCIAL		
	Importante	Medianamente Importante	No Importante
Fuerte	Muy Alta (5)	Alta (4)	Media (3)
Medio	Alta (4)	Media (3)	Baja (2)
Suave	Media (3)	Baja (2)	Muy Baja (1)

Fuente: Los autores (2011).

3.3.5. Reversibilidad (R).

Se categoriza así:

- Reversible (1): el impacto es reversible si la alteración puede ser asimilada por el entorno, debido al funcionamiento de procesos naturales y de los mecanismos de autodepuración del medio.
- Recuperable (2): cuando la alteración puede ser revertida por acciones correctoras.
- Irrecuperable (3): impacto que no se revierte en forma natural después de terminada la acción que lo genera, y tampoco mediante acciones correctoras.

⁴Importante: el impacto es crítico para mantener procesos ecológicos esenciales, o se ha identificado como de máxima importancia para la mayoría de los afectados o para el patrimonio nacional.

⁵Medianamente Importante: el impacto es crítico en la amenaza de especies aisladas, unidades territoriales de extensiones moderadas, o es de importancia para más de un tercio de la población afectada.

⁶No Importante: el impacto no reviste riesgos perceptibles para el componente en análisis o no es considerado de relevancia por los afectados o por expertos.

3.3.6. Probabilidad de Ocurrencia (PO)

Se categoriza así:

- Cierto (4): el impacto ocurrirá con una probabilidad superior al 90%.
- Probable (3): el impacto ocurrirá con una probabilidad entre 0% y 30%.
- Desconocido (2): se desconoce la probabilidad de ocurrencia del impacto.
- Improbable (1): el impacto ocurrirá con una probabilidad menor al 30%.

3.4. EVALUACIÓN DE LA SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTOS

La evaluación de la significancia de los impactos es una reflexión del juicio del evaluador, que usa una escala de valorización previamente definida como pauta de evaluación. Los valores de significancia adquiridos pueden corresponder directamente a la sumatoria de los valores asignados a los criterios de evaluación o ser ajustados según la experiencia y conocimiento del evaluador, para dar un rango de importancia relativa y global y poder definir la severidad de cada impacto.

Este criterio corresponde al juicio conclusivo emitido para cada impacto identificado y valorado. En nuestra experiencia y por las características de la región, se estima que la importancia social asociada a aspectos del proyecto es un elemento relevante en la evaluación de la significancia, de ahí la inclusión del criterio "valor ambiental/ importancia social" en la fase de valoración ambiental.

De acuerdo a los rangos de las variables de evaluación, se ha determinado la siguiente escala numérica para representar el juicio de valor del evaluador.

Baja:	5 - 9
Media:	10 - 14
Alta:	15 - 18

Con el fin de que quede claramente establecido el valor de la significancia, se ha desarrollado una descripción verbal de la evaluación y la justificación de sus conclusiones, mediante la elaboración de fichas de evaluación para cada impacto identificado. Para la evaluación del impacto social, se han utilizado los mismos criterios.

4. PROGRAMA DE PERFORACIÓN DE POZOS MINEROS

En este capítulo se relacionan las líneas guías, requerimientos y procedimientos para la perforación de pozos mineros con recuperación de núcleos. La trayectoria de los pozos puede ser vertical, horizontal o inclinada. Aplica para la perforación en rocas consideradas geomecánicamente duras ó blandas.

La norma técnica ASTM No. D2113-08 (ASTM, 2008) describe el contexto para obtener datos de diseño, construcción o mantenimiento de las estructuras; aplicable a la perforación de pozos mineros y fue una fuente de referencia fundamental para este estudio. Respecto a información adicional sobre buenas prácticas de seguridad industrial en la ejecución de esta actividad, debe consultarse el reglamento de seguridad minera a cielo abierto y subterránea expedido por Minminas.

4.1. PLANEAMIENTO PARA LA EJECUCION DE POZOS MINEROS

Una vez determinadas las unidades litoestratigráficas a nivel de superficie y sus estructuras más importantes se da inicio al programa de perforación con miras a la caracterización y orientación de las diferentes estructuras mineralizadas. La distribución de las perforaciones de pozos mineros se realiza por medio de diseños de mallas con el objetivo de potencializar la certidumbre geológica y su persistencia vertical y horizontal en el prospecto mineral. Tres (03) son los parámetros de gran importancia durante la perforación para el desarrollo y éxito de esta actividad:

1. La perforación se realiza perpendicularmente al rumbo de la estructura mineralizada.

2. La inclinación del taladro es un factor de suma relevancia, evitando que la perforación se realice de forma subparalela a la topografía y se tome una muestra no representativa lo que conlleva a un error del potencial del recurso mineral.
3. La perforación no debe penetrar túneles y/o labores mineras antiguas.

4.1.1. Definición logística y necesidad de personal

De acuerdo a la información geológica y minera preliminar y a los resultados de muestreos de suelos y roca, se localizan sitios para plataformas, donde se ubican los equipos de perforación. Las perforaciones son direccionadas de formas que se corte la mayor cantidad de estructuras mineralizadas en dirección perpendicular a su rumbo.

Cada máquina de perforación requiere: un operador con una experiencia mínima de cinco (05) años en la actividad, quien tendrá a cargo a los ayudantes de perforación y mantendrá la seguridad en la plataforma de trabajo; así como tres (03) ayudantes para la manipulación de tubería y herramientas.

4.1.2. Utilización de recursos naturales renovables

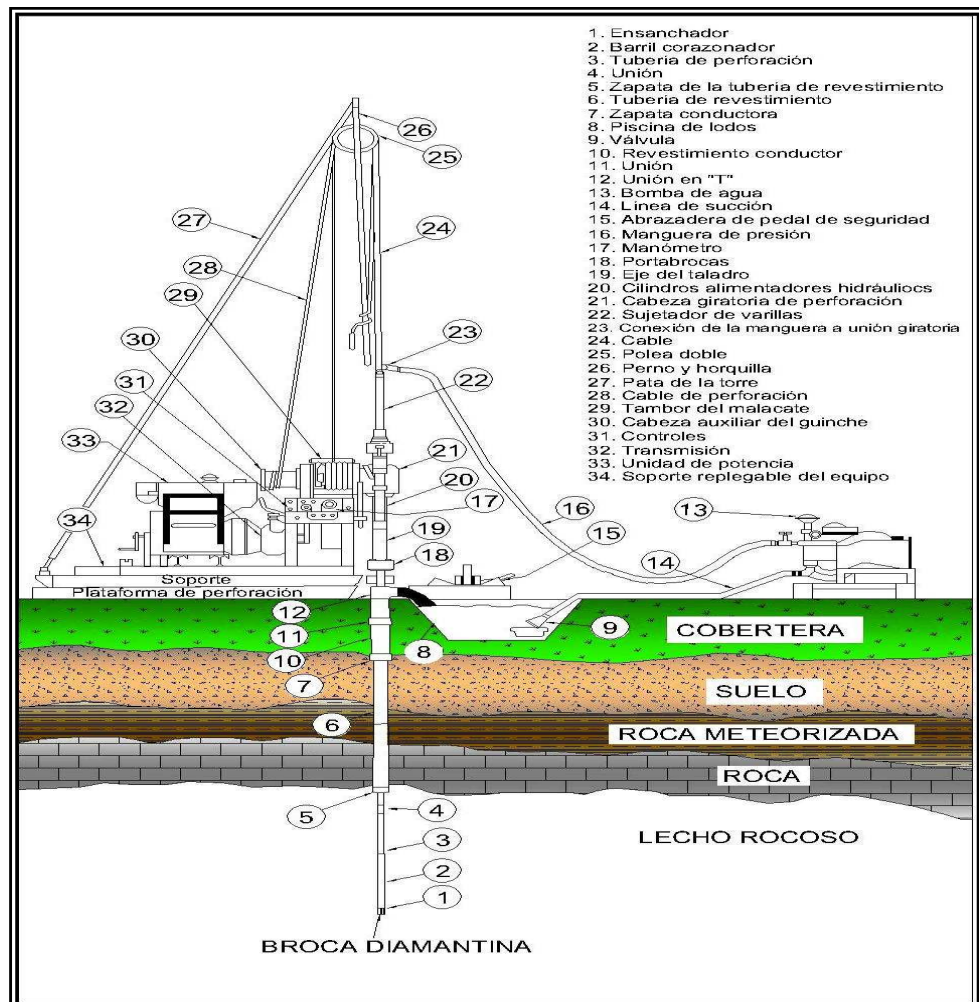
Para la exploración subterránea por métodos de perforación de pozos mineros se deben abrir trochas para llegar a los puntos de interés geológico, de igual forma se requiere de un área determinada para la instalación de la plataforma de perforación. Los recursos naturales que se están utilizando para la exploración geológica del subsuelo deben contar con sus respectivos permisos y concesiones emanados de la respectiva autoridad ambiental.

4.1.3. Equipos de perforación, herramientas e insumos

El equipo de perforación utilizado consiste en un equipo corazonado rotatorio (montado sobre una plataforma), compresor, bombas de lodos, planta eléctrica, brocas, herramienta en general.

En las figuras 1 y 2 se observa el esquema de un montaje típico de un equipo de perforación para pozos mineros y sus componentes esenciales.

Figura No. 1 Esquema de un montaje típico de un equipo de perforación para pozos mineros



Fuente: Modificado de Acker III (1974) en ASTM (2008).

Figura No. 2. Un equipo de perforación de pozos mineros para recuperación de núcleos



Fuente: Los autores (2011).

Una relación detallada de la maquinaria y equipos que usualmente se requieren para la ejecución de un programa de perforación, se presenta en la tabla 2.

Tabla No. 2. Relación de maquinarias y equipos para las labores de perforación

No.	MAQUINARIA Y EQUIPOS	CAPACIDAD	APLICACIÓN
01	Equipo de perforación	205 HP, torre aprox. 6 m, 1600 lbf. Hasta 400 m.	Para la perforación y obtención de núcleos
01	Camión		Transporte de aditivos y tubería
01	Camión cisterna	3000 galones	Transporte de aguas
01	Camión cisterna	700 galones	Traslado de combustibles a las perforadoras
02	Vehículos de transporte liviano 4x4		Para transporte diario del personal
01	Tractor buldócer Cat D-7		Construcción de accesos, nivelación y apoyo en traslado de equipos
01	Cortadora de núcleos		Para cortar muestras de núcleos
01	Bomba de lodos y recirculación de lodos con motor		Para recirculación en la piscina de tratamiento de lodos
	Tubería HQ y NQ		Para la perforación y obtención de núcleos
	Tubería casing		Para la perforación y obtención de núcleos
	Brocas corazonadora impregnada de diamante		Para el corte y obtención de núcleos
	Muestreadores HQ y NQ de 5 a 10 pies de longitud		Para la perforación y obtención de núcleos
	Flexit single shot		Para la perforación y obtención de núcleos

Fuente: Los autores (2011).

Además, se emplean los siguientes insumos:

1. Aditivos del fluido de perforación. Como bentonita, viscosificantes, estabilizadores, anti-espumantes, sellantes.

2. Combustible. El combustible requerido es principalmente gasolina y diesel.
3. Los aceites y grasas se utilizarán exclusivamente para el mantenimiento preventivo de los equipos y constituye una pequeña magnitud. Deberán estar almacenados, en el área de insumos químicos. El consumo de grasa se estima en 80 kg por taladro y 100 galones de aceites por mes.

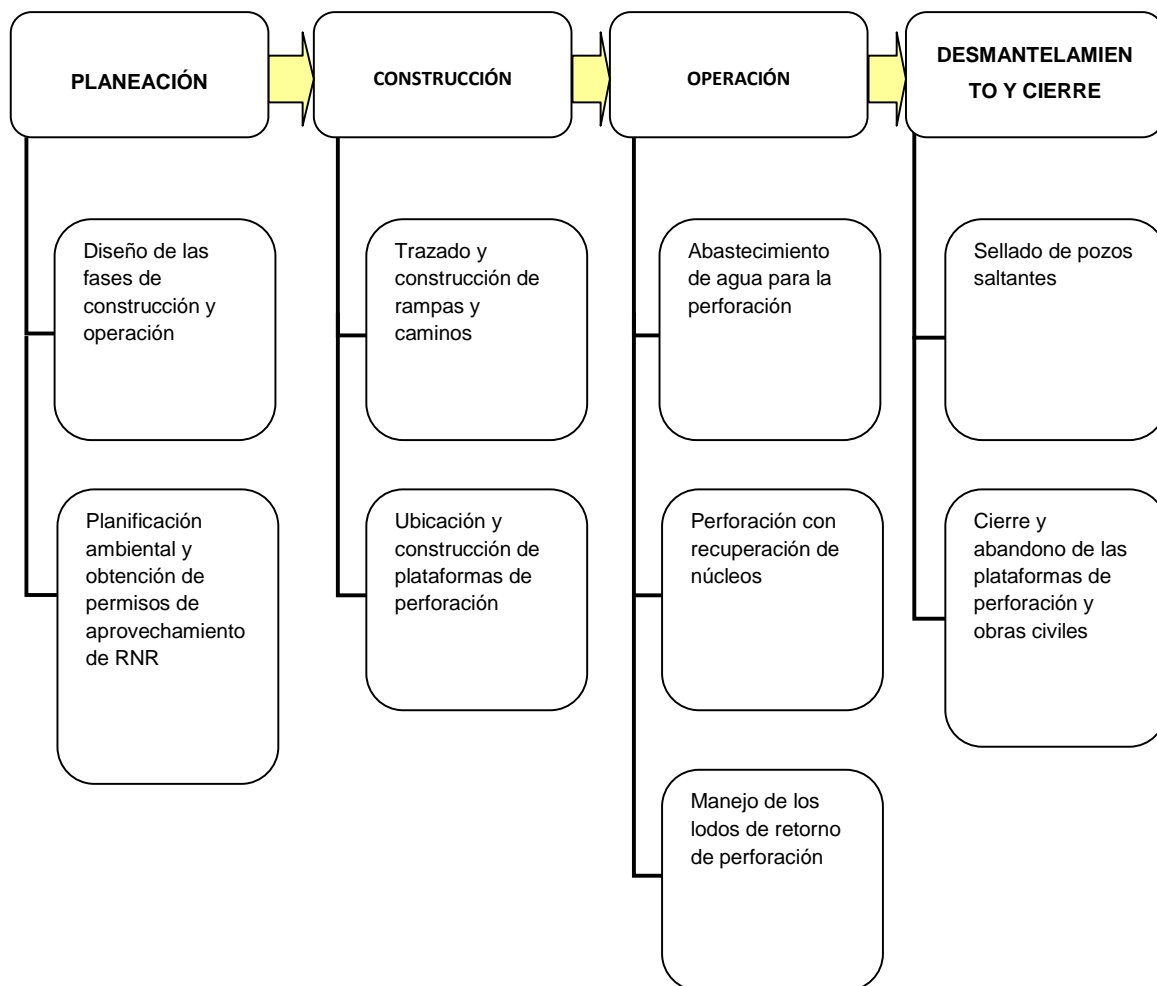
4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE PERFORACIÓN DE POZOS MINEROS

En la guía minero – ambiental de exploración, se define la perforación como una actividad que mediante la penetración de una broca o barrena, operada generalmente por medios mecánicos, remueve una porción tubular del subsuelo. Estas perforaciones utilizan como medio de lubricación agua, bentonita o aire como sistema de enfriamiento y evacuación a superficie del material triturado. El objetivo es obtener información que permita caracterizar al mineral desde el punto de vista geológico y de calidad. La distribución de las perforaciones de pozos mineros se realiza por medio de diseños de mallas y de acuerdo con el número de puntos de control se eleva el grado de certeza geológica, lo que permite simular la continuidad lateral y vertical del yacimiento.

Para esta actividad se utilizan taladros rotatorios de corazonamiento, montados sobre una plataforma. Las diferentes fases de la perforación de pozos mineros son: la planeación, construcción, operación y desmantelamiento – cierre. En la figura 3, se muestra una secuencia general de las fases y actividades de la perforación de pozos mineros.

A continuación, se explican las fases de ejecución que siguen en la actividad de perforación de pozos mineros.

Figura No. 3. Fases y actividades durante la perforación de pozos mineros



Fuente: Modificado de Franco y Arevalo (2011)

4.2.1. Planeación.

Las principales actividades a ser consideradas son:

1. Planeación ambiental y obtención de los permisos de aprovechamiento de recursos naturales. *Ejecución de los trámites necesarios para la obtención de los permisos que autorizan el uso o aprovechamiento de los recursos*

naturales. Se incluye en esta actividad: la realización del proceso de consulta previa en los casos previstos por las normas vigentes y la elaboración de los estudios necesarios para identificar los riesgos ambientales y sociales que acompañan el desarrollo de la perforación de pozos mineros.

2. Diseño de las fases de construcción y operación. En la Guía de manejo ambiental para proyectos de perforación de pozos de petróleo y gas, por Minambiente (1999), se establece que durante esta actividad se determina la conveniencia de construir la vía de acceso y las características técnicas principales de la obra civil. Igualmente se determina la tecnología de perforación y el diseño del pozo (profundidad, programa de brocas, programa de lodos).

4.2.2. Construcción.

Para dar inicio a la perforación se establece un área de aproximadamente 40 m² en la que se dispondrá el equipo, esta área se descapota y se adecúa con herramientas manuales para evitar un mayor impacto al componente paisajístico. En la misma área se delimita un sector distante de la zona del taladro donde se ubican las materias primas para la perforación (lodos – agua) y los combustibles.

En esta etapa se realizan las siguientes obras y acciones, previo a la ejecución del programa de perforaciones, así:

1. Adecuación y mejoramiento de caminos y rampas. Para el desplazamiento de máquinas de perforación a través del terreno, es indispensable construir y adecuar caminos y rampas de acceso. Estos tendrán un máximo de 2 m de ancho pero de longitud incierta puesto que dependen del programa de perforaciones y de los resultados obtenidos.

2. Construcción de plataformas. Para la construcción de las plataformas se requerirá nivelar el terreno realizando movimientos de tierra y de capa vegetal, de esta forma se obtendrá una superficie uniforme. Esta actividad será realizada en forma manual, seleccionando los tipos de suelo, conservando almacenada la capa vegetal para su posterior recuperación. El área total de plataformas es de 40 m² y se estima un total de 150 plataformas aproximadamente.
3. Construcción de piscinas de lodos. Para hacer tratamiento de lodos de retorno de perforación en sitios equidistantes de las plataformas, se construirán piscinas de almacenamiento con capacidad de 30 m³ las cuales requieren áreas aproximadas de 50 m² la remoción de suelo no es importante porque serán ubicadas en zonas planas que no representen riesgo de deslizamiento.

4.2.3. Operación

En esta etapa se contempla el desarrollo de las siguientes actividades:

1. Perforación con recuperación de núcleos. El sistema consiste en la perforación del subsuelo, mediante una corona diamantada instalada en la punta de la columna de barras de acero, con rotación, carga y fluidos, lo que permite cortar un anillo de roca y recuperar el cilindro central (llamado núcleo, el cual sirve para determinar los cálculos necesarios) dentro de un barril porta-núcleo ubicado al interior de la columna de barras.

El proceso de perforación se inicia con la tubería de mayor diámetro (HQ = 65 mm) haciendo los muestreos de longitudes que dependen de los cambios de roca, homogeneidad de la mineralización y otros parámetros importantes. Pero de

acuerdo a las características litológicas y estructurales encontradas en el avance de la perforación se determina cambiar de tubería a una de menor diámetro (NQ = 60 mm – BQ = 55 mm), con el fin de prevenir pegues en la tubería al alcanzar la profundidad programada que varía entre los 200 y los 600 m.

Mediante equipos especializados (flexit single shot), se mide cada 25 m la desviación del hueco en dirección e inclinación. Las muestras recuperadas (núcleos) son medidas, rotuladas en el tope y la base para su rápida identificación, almacenadas en cajas de aluminio con capacidad para 5 m de longitud de núcleo y se procede a elaborar una breve descripción litológica que incluye el cálculo del RQD así como el porcentaje de recuperación de la muestra. Posteriormente, las muestras son llevadas al laboratorio donde se realizan los respectivos análisis y se preserva para futuros estudios o ensayos.

1. Abastecimiento de agua. Se capta agua concesionada por la autoridad ambiental, de las quebradas o fuentes hídricas menores. El agua captada será de 1,5 L/s para cada máquina de perforación y en ningún caso superará la otorgada por la autoridad ambiental.
2. Manejo de lodos de retorno de perforación. La ejecución de las perforaciones generará en algunos casos un retorno de agua-lodos-sedimentos a la superficie. Estos serán conducidos a una primera trampa de almacenamiento donde se separarán las grasas y luego serán conducidos por manguera de polietileno hasta las piscinas de tratamiento donde se decantarán y se harán las respectivas descargas o vertimientos.

El volumen de lodos residuales es muy bajo en virtud a que no se presenta retorno de estos en las etapas de perforación debido al alto grado de fracturamiento del macizo rocoso, no obstante los volúmenes que se llegasen a generar se recircularán en la actividad de perforación. De igual forma, los combustibles que

se llevan al área (gasolina – ACPM) son en cantidad lo que el equipo de perforación consume en un turno. Esta medida se realiza con miras a evitar el exceso de almacenamiento de combustible para minimizar los riesgos.

4.2.4. Desmantelamiento y Cierre

Una vez alcanzada la profundidad total se realiza el desmantelamiento de las rampas, caminos y las plataformas de perforación, la máquina de perforación se traslada hacia otro sitio de interés. El área intervenida se recupera mediante programas de revegetalización y control de taludes que se generan al realizar los cortes para la adecuación de las plataformas.

Para el control del número de plataformas, profundidad de las mismas y su ubicación se coloca un mojón en la boquilla del pozo que contiene la información de la perforación realizada.

1. Cierre de obras civiles y plataforma. Esta labor implica regresar la capa de suelo y capa vegetal extraída durante la construcción. En muchos casos es casi imposible recuperar la totalidad del suelo debido principalmente a la fuerte pendiente del terreno, que puede superar el 60%.
2. Sellado de pozos saltantes. En aquellos pozos perforados donde se encuentren acuíferos o bolsas de agua subterráneas, se procede a sellar completamente, mediante la aplicación de un packer o empaquetadura que actúe como sello.

5. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO AMBIENTAL: DISTRITO MINERO DE VETAS - CALIFORNIA

La descripción del emplazamiento ambiental (citado también como “básico, “existente”, “ambiente” o “entorno afectado”) es una parte integral del estudio de impacto. De acuerdo a Canter (1998), en un estudio de impacto, los dos principales propósitos para describir el emplazamiento ambiental del área del proyecto propuesto son:(1) para evaluar la calidad ambiental existente, y (2) para identificar los factores o las áreas geográficas ambientalmente significativas que podrían excluir el desarrollo de una alternativa o alternativas dadas (es decir, la “identificación de cualquier ‘efecto funesto’⁷ en el emplazamiento del proyecto propuesto”).

Este capítulo describe el entorno ambiental de la zona donde se aplican las consideraciones ambientales para el programa de perforación de pozos mineros, el distrito minero de Vetas – California. El documento “Metodología general de la presentación de estudios ambientales” del Minambiente (2011); permitió trazar los lineamiento para la descripción del emplazamiento ambiental, así como identificar la lista inicial de los factores ambientales.

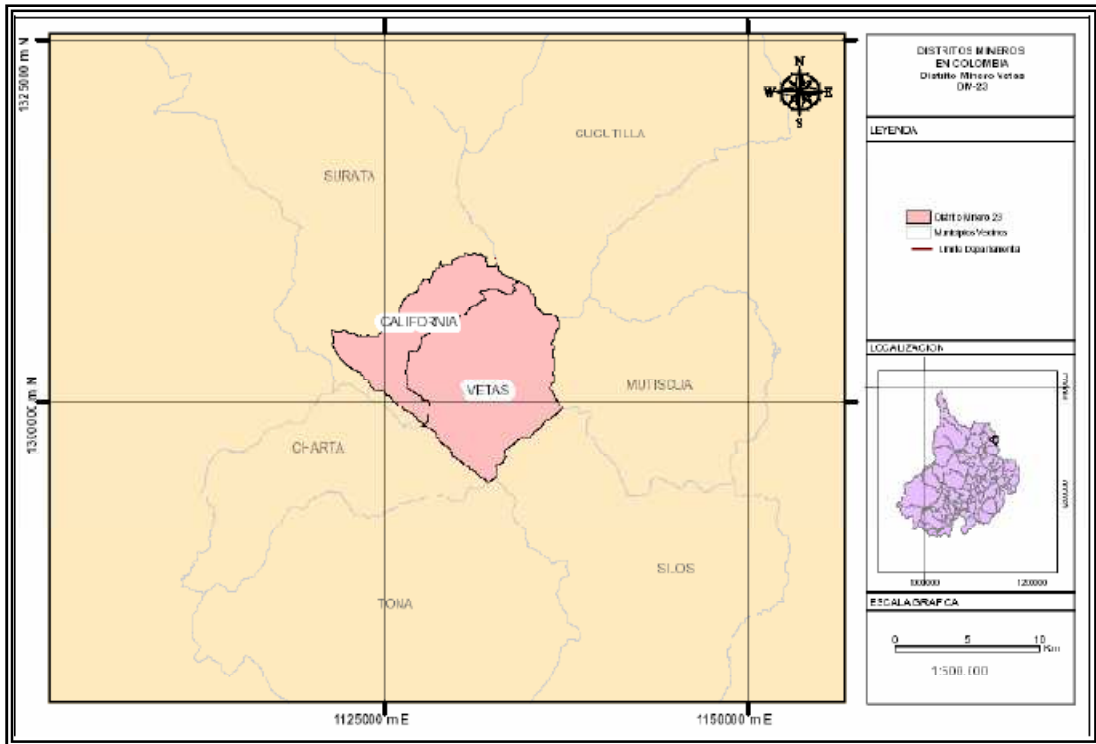
5.1. GENERALIDADES DEL DISTRITO MINERO DE VETAS - CALIFORNIA

El distrito minero de Vetas – California se encuentra ubicado en la zona nororiental del departamento de Santander, a unos 360 km al norte de Bogotá y 45 km de Bucaramanga, comprende la actividad minera registrada en los municipios de Vetas y California del departamento de Santander, con un área total de 149 km²

⁷Estos factores funestos son la presencia de segmentos de una corriente de agua con mala calidad, áreas geográficas con calidad del aire “marginal”, hábitat para especies de fauna o flora amenazados o en peligro y lugares históricos o arqueológicos significativos.

aprox. La zona oscila entre alturas de 2.000 a 3.400 msnm, siendo una región abrupta de grandes pendientes, generalmente mayores de 30°.

Figura No. 4. Localización del distrito minero de Vetás – California.



Fuente: Tomado de UPME (2004).

La topografía de la zona es abrupta con pendientes cuyo rango está entre empinadas a muy empinadas, con una afectación geomorfológica de laderas denudacionales donde se presenta alto grado de erosión y afectación antrópica. Limita al Oeste con el Municipio de Surata, al Sur con los Municipios de Tona y Charta, al Norte y al Este con el Departamento de Norte de Santander.

5.1.1. Localización geográfica El distrito minero de Vetás.

California se encuentra situado en el macizo de Santander, porción de la Cordillera Oriental del sistema andino colombiano. Se ubica en la plancha topográfica 110-I-

C (Escala 1:25.000) del instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC), de acuerdo al sistema de proyección MAGNA - SIRGAS.

5.1.2. Climatología.

El área es de clima templado a frío, su temperatura oscila entre los 10 a 17 grados centígrados. La vegetación está constituida por zonas boscosas cerca de los nacimientos y a lo largo de los cursos de las quebradas, su precipitación anual promedio es 1.000 – 1.800 mm, clasificándose como una zona de clima de bosque húmedo montañoso alto, de acuerdo a la clasificación de Holdridge.

5.1.3. Hidrología.

Hidrológicamente pertenece a la Cuenca Superior del Río Le Ibrija, subcuenca Río Surata, microcuenca del Río Vetás. Su principal corriente de agua es la Quebrada La Baja, con afluentes menores como la quebrada Angosturas, Páez, San Juan, Agua Limpia, entre otros, dicho sistema de drenaje vierte sus aguas al río Vetás. En la zona de Páramo se encuentra ubicada la Laguna de Páez.

5.1.4. Vías de acceso

El acceso al distrito minero de Vetás - California se puede efectuar por dos tramos:

1. De la ciudad de Bucaramanga al municipio de California, a 49 km. por vía carretable sin pavimentar y en regular estado, pasando por los municipios de Matanza y Suratá.
2. Desde Bucaramanga al corregimiento de Berlín, a 63 km, por carretera (vía nacional ruta 66) y a partir de allí al casco urbano de Vetás, distancia 28 Km., por carretera destapada (vía nacional ruta 66B).

Tabla No. 3. Fichas de vías terrestres del distrito minero de Vetas – California

MUNICIPIOS		DISTANCIA DE CABECERA MUNICIPAL A CENTRO URBANO (km)		
DESDE	HACIA	PAVIMENTADO	AFIRMADO	TOTAL
California	Bucaramanga	20	30	50
Vetas	Bucaramanga	4	52	56

Fuente: Modificado de UPME (2004).

5.2. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES Y GEOLÓGICAS DEL DISTRITO MINERO DE VETAS – CALIFORNIA

El distrito minero se localiza en una región de ecosistemas de alta montaña, con zonas de páramo y bosque alto andino conformando áreas de especial significancia ambiental por su fragilidad y su función eco sistémica que favorecen la generación de corrientes y de descargas hidrobiológicas.

El yacimiento se caracteriza como tipo pórfido, epitermal de alta sulfidación con alta mineralización de oro y plata. Las manifestaciones minerales, las labores mineras a pequeña escala y los prospectos se concentran a lo largo de los drenajes en la vecindad de los municipios de Vetas y California. Los principales controles estructurales sobre la mineralización son las zonas de falla de la quebrada La Baja (rumbo noreste) y del río Vetas (rumbo noroeste). Múltiples intrusiones de pórfidos y alteración relacionada están dispersas a lo largo del distrito. Las manifestaciones minerales en la zona se caracterizan por la asociación de oro con plata, cobre, arsénico, molibdeno y telurio.

5.2.1. Precipitación.

Según datos suministrados por las estaciones meteorológicas el Vivero y el Pozo para el período entre 1988/1998, el valor total anual medio de precipitación

alcanza valores totales entre 1.000 y los 1.800 mm, anuales, caracterizado por dos temporadas lluviosas con máxima intensidad en los meses de marzo y septiembre. La temporada de marzo se prolonga hasta mayo con precipitación total mensual promedio de 290 mm. y la segunda de septiembre a noviembre con precipitación total mensual promedio a los 270 mm.

5.2.2. Geomorfología.

En general la geomorfología del distrito minero de Vetas

- California está dominada por la interacción entre los procesos de meteorización y erosión (la cual puede variar desde muy ligera a muy severa) y la geología estructural de la zona. Estos procesos han modelado los siguientes tipos de relieves:

3. Relieves de origen fluvio-glaciar: conformados por campos de morrenas y valles glaciárticos principalmente sobre rocas metamórficas.
4. Relieves de origen fluvio-erosional: constituidos por montañas erosionables conformadas principalmente por las rocas metamórficas e ígneas afectadas por erosión laminar.
5. Relieves de origen estructural denudativo: constituidos por laderas estructurales formadas en rocas sedimentarias.

5.2.3. Zonificación ambiental

El área del distrito minero Vetas - California se encuentran ubicada entre dos zonas de vida: el bosque húmedo montano bajo (bh-MB), y la otra es de bosque muy húmedo montano (bmh-M).

El área del bosque húmedo Montano bajo con temperaturas promedio entre 12 y 17 grados centígrados, con alturas sobre el nivel del mar promedio entre 2.030 msnm y 2.860 msnm y con pluviosidad promedio anual de 1.000 a 2.000 mm/año. Esta área pertenece a la unidad climática frío semi-húmedo (Fsh).

El área del bosque muy húmedo montano con temperaturas promedio entre 6 y 12 grados centígrados, alturas promedio de 2.860 msnm y 3.860 msnm y pluviosidad promedio entre 1.000 mm/año y 2.000 mm/año. Esta área pertenece a la unidad climática páramo bajo, súper húmedo (PSh).

5.2.4. Características de flora y fauna

Las condiciones topográficas dentro de las cuales está enmarcado el distrito minero de Vetas - California, comprenden alturas que van desde los 2000 hasta los 4200 msnm por lo tanto la vegetación predominante va desde zonas de praderas artificiales con pequeñas áreas destinadas al cultivo de pancomer, especialmente frijol, maíz, papa, cebolla y trigo; pasando por bosques andinos y altoandinos, especialmente especies nativas de roble, siete cueros, laurel, cucharo, entre otros; y por último en las zonas altas de páramo, donde predominan los frailejones, falsas poas y cobertura propia de estas zonas. La fauna predominante está estrechamente ligada a las actividades antropogénicas; por lo tanto en las zonas bajas, la presencia de animales silvestres es casi nula, predominando especies domesticas como el perro, gato, caballo, vaca entre otros.

Mientras que en zonas de bosque natural, predominan roedores como la ardilla y el tinajo, especies que se alimentan de bellota de roble. Las aves predominantes en estos bosques son el ciote, las torcazas y las pavas. En zona de páramo, se encuentran en tránsito, algunos ejemplares de cóndor, ave insignia de nuestro país. En cuanto a fauna acuática, los ríos y quebradas principales están contaminados por labores de minería y no albergan especies o micro especies en

sus corrientes hídricas. Pero en las quebradas altas y en los sistemas lagunares, predomina la trucha de arcoíris.

5.2.5. Descripción geológica del yacimiento.

Geológicamente, se localiza en la parte noreste de la Cordillera Oriental; en el Macizo de Santander. Las rocas más antiguas en el área del yacimiento Angostura son las rocas de la unidad Neis de Bucaramanga, conformadas por orto-neises y para-neises de edad precámbrica. Diferentes eventos de metamorfismo han afectado estas rocas hasta facies esquistos verdes – anfíbolita.

Rocas intrusivas afloran en varias localidades, algunas de ellas consideradas parte del Batolito de La Corcova, con edades desde Triásico hasta Jurásico, encontrándose variaciones composicionales como cuarzo-monzonitas, granodioritas, tonalitas y granitos. Intrusivos más jóvenes de textura porfirítica afloran en cuerpos muy pequeños que no están cartografiados, y afloran entre California y el proyecto, y se ha determinado su edad aproximada como Terciario, datación U-Pb (8.4 ± 0.2 y 9.0 ± 0.2 millones de años) (Mantilla et al. en VECTOR – INGETEC, 2009), y se considera que son la roca fuente de la mineralización de metales preciosos en la zona. La mineralización de oro y plata ocurre en zonas donde la fuerte alteración hidrotermal afectó tanto los neises como los intrusivos. Los neises parecen ser la principal roca encajante de la mineralización aunque muchas veces la alteración hidrotermal hace difícil diferenciar la roca original entre neis e intrusivo.

Las principales fallas geológicas son la falla transcurrente lateral derecha, La Baja-Angosturas de dirección NE-SW y la falla transcurrente lateral derecha Romeral-Cucutilla. Otras fallas distensionales son Páez, Perezosa, El Pozo, El Mortiño y Cristo Rey. La mineralización está controlada por la geología estructural de la zona, donde las alteraciones hidrotermales más importantes como silicificación,

sericitización y argilización ocurren con mayor intensidad junto a las fracturas que han servido como conductos por donde las soluciones hidrotermales conteniendo los metales preciosos, viajaron y precipitaron los metales donde las condiciones físico-químicas de las rocas fueron favorables.

6. APLICACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA PERFORACIÓN DE POZOS MINEROS EN EL DISTRITO MINERO DE VETAS - CALIFORNIA

La guía minero ambiental de exploración contiene un procedimiento para la perforación de pozos mineros, el cual permite realizar una planeación preliminar técnica y ambiental de la actividad antes de su puesta en práctica. Se aprecia que la labor de perforación de pozos mineros genera varios y mayores impactos dentro de la etapa de exploración de un proyecto minero, como se ha constatado en el caso específico del distrito minero de Vetás - California.

La evaluación de impactos parte de un análisis de los impactos ambientales más significativos y usuales dentro de la actividad de perforación de pozos mineros. Inicialmente se hace una correlación de las sub-actividades con los impactos potenciales o de riesgo, luego se procede a la valoración de estos, de acuerdo a criterios cualitativos. Finalmente se hace referencia a las posibles medidas de manejo ambiental de acuerdo con la relación de las actividades generadoras del impacto y los impactos mismos.

6.1. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES POTENCIALES DE IMPACTO AMBIENTAL

Las fuentes potenciales generadoras de impacto ambiental corresponden a las distintas actividades, obras y operaciones que se realizan como parte de la perforación de pozos mineros, durante su etapa de construcción, operación y cierre, las cuales pueden generar algún grado de perturbación o alteración del medio ambiente respecto de sus características de línea de base. Un resumen de estas actividades se indica en la tabla 4.

Tabla No. 4. Actividades desarrolladas durante la perforación de pozos mineros

Área	Actividad
Accesos	Apertura de caminos, rampas y accesos
	Transporte insumos, personal
Plataformas	Accesos a plataformas
	Nivelación terreno
	Movimientos de tierra
	Operación máquina de perforación
	Manejo de lodos de retorno de perforación
	Abastecimiento de agua
	Generación de residuos

Fuente: Los autores (2011).

La tabla 5 es la Matriz Causa – Efecto de las actividades desarrolladas durante la exploración geológica del subsuelo y fue tomada de la Guía minero ambiental de Exploración, Minminas - Minambiente (2002). Esta matriz se constituye como un referente técnico de las fuentes potenciales de riesgo e impacto ambiental más significativos y usuales dentro de un proyecto de exploración minera, en la fase de exploración geológica del subsuelo.

Los impactos más notorios están relacionados con la magnitud de las perforaciones mineras y galerías exploratorias que se deben se deban realizar. Se presentan por la alteración, tanto positiva como negativa, de los componentes bióticos, abióticos y sociales del medio.

Es importante anotar que los trabajos de exploración no requieren Licencia Ambiental, pero debe tener un manejo ambiental adecuado y particular para cada caso.

Tabla No. 5. Matriz causa – efecto de las actividades desarrolladas durante la exploración geológica del subsuelo.

ACTIVIDADES		ACTIVIDADES GENERALES Y ESPECIFICAS DE LA EXPLORACION GEOLOGICA DEL SUBSUELO								
		NEGOCIACIÓN DE PREDIOS	SOCIALIZACIÓN	CONTRATACIÓN DE PERSONAL	POZOS Y GALERIAS EXPLORATORIAS	PERFORACIÓN Y PISCINAS DE LODOS	LIMPIEZA DE AREAS OCUPADAS	INFORMACIÓN A LA COMUNIDAD	CLAUSURA DE POZOS, PERFORACIONES Y PISCINAS	
COMPONENTE AMBIENTAL	ABIÓTICO	Cambios en la calidad físico química del agua				✓	✓			✓
		Afectación de la dinámica de aguas superficiales y subterráneas				✓	✓			
		Sedimentación de cuerpo de agua				✓	✓			
		Emisión de material particulado y de gases				✓	✓			
		Generación de ruidos				✓	✓			
		Remoción en masa y pérdida del suelo				✓	✓			
		Contaminación de suelo				✓	✓			
		Generación de estériles y escombros				✓	✓	✓		
		Desestabilización de pendientes				✓	✓			
	BIOTICO	Remoción y pérdida de cobertura vegetal				✓	✓			
		Afectación de comunidades faunísticas					✓	✓		
	SOCIAL	Generación de expectativas	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
		Generación de empleo			✓	✓	✓	✓		✓
		Cambio en el uso del suelo					✓	✓		
		Afectación del patrimonio cultural				✓	✓			
		Modificación del paisaje				✓	✓	✓		✓

Fuente: Guía minero ambiental de exploración, Minminas – Minambiente (2002).

6.2. EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN EL MEDIO FÍSICO, BIOLÓGICO Y CONSTRUIDO

En este apartado se presentan los criterios utilizados y resultados obtenidos de la evaluación de impacto de la actividad de perforación de pozos mineros, realizado con la misma metodología planteada en...el capítulo 4..., para los componentes del medio físico y biológico.

Los componentes ambientales que pudieran verse afectados o sujetos a riesgos por las potenciales fuentes de impacto descritas anteriormente, son indicados en la tabla 6.

En la tabla 7 se muestra la evaluación de los impactos ambientales identificados para el medio físico, biológico y construido. En esta se señala el componente ambiental, el área del proyecto, actividades, potencial impacto, y la calificación de los distintos criterios de evaluación. Es necesario recordar que los parámetros son: carácter (C), duración (D), extensión (E), intensidad (I), reversibilidad (R), probabilidad de ocurrencia (PO); se encuentran en mejor detalle ...en el capítulo 4...así como su magnitud y valoración.

Respecto a la escala de colores para la relevancia del impacto ambiental se aplica así:

 Baja (5 – 9)

 Media (10 – 14)

 Alta (15 – 18)

Tabla No. 6. Matriz de identificación de componentes ambientales potencialmente impactados o sujetos a riesgos en el medio físico, biológico y construido debido a la perforación de pozos mineros

COMPONENTE	IMPACTOS / RIESGOS	FUENTES POTENCIALES DE RIESGO AMBIENTAL												
		CONSTRUCCIÓN						OPERACIONES				CIERRE		
		Mejoramiento camino de acceso	Habilitación huellas internas acceso plataformas	Nivelación de terreno para plataformas	Movimiento de tierras	Transporte de insumos y personal	Presencia de personal	Operación de máquina de corazonamiento	Manejo lodos de retorno de perforación	Abastecimiento de agua	Presencia de personal	Transporte de personal, muestras y desechos	Nivelación sector de plataformas	Transportes
Ruido	Alteración nivel de ruido				I	I		I				I	I	I
Calidad de Aire	Alteración calidad del aire					I	I	I			I	I		I
Geomorfología	Modificación del relieve	I	I	I	I				I				I	
Suelos	Pérdida de suelos	I	I	I	I								I	
	Contaminación de suelos				I			I	R			I	I	I
Recursos Hídricos superficiales	Afectación caudal de quebradas							I	I	I				
	Contaminación de agua							I	I					
Recursos Hídricos subterráneos	Intercepción de napas							R						
Flora y Vegetación terrestre	Pérdida de cobertura vegetal	I	I	I	I									
	Amenaza especies con problemas de conservación				I									
Flora y Fauna Acuática	Contaminación del bofedal							R	I					
Fauna Terrestre	Modificación de hábitat	I	I	I	I		I						I	
	Amenaza especies con problemas de conservación										I			
	Alteración de hábitos	I	I	I	I	I	I	I			I	I		I
Patrimonio Cultural	Alteración o pérdida del patrimonio cultural	R					I				I			
Paisaje	Alteración de paisaje	I	I	I	I								I	

I IMPACTO R RIESGO

Fuente: Los autores (2011).

Tabla No. 7. Matriz de impacto ambiental – medio físico, biológico y construido

COMPONENTE AMBIENTAL	FUENTE DE IMPACTO		IMPACTO	ETAPA			MAGNITUD DEL IMPACTO					RESULTANTE	RELEVANCIA	
	ÁREA	ACTIVIDAD		CONST.	OPER.	CIERRE	C	D	E	I	R			PO
Calidad del aire	Accesos	Adecuación de accesos, rampas y caminos	✓			-	1	1	1	1	1	1	5	Baja
		Transporte de insumos, personal	✓	✓		-	1	1	1	1	1	1	5	Baja
	Plataformas	Habilitación rampas y caminos plataformas	✓			-	1	1	1	1	1	1	5	Baja
		Nivelación terreno	✓			-	1	1	1	1	1	1	5	Baja
		Movimiento de tierra	✓			-	1	1	1	1	1	1	5	Baja
Ruido y vibración	Accesos	Adecuación de accesos, rampas y caminos	✓			-	1	1	1	1	1	1	5	Baja
		Transporte de insumos, personal	✓	✓		-	1	1	1	1	1	1	5	Baja
	Plataformas	Habilitación rampas y caminos plataformas	✓			-	1	1	1	1	1	1	5	Baja
		Nivelación terreno	✓			-	1	1	1	1	1	1	5	Baja
		Movimiento de tierra	✓			-	1	1	1	1	1	1	5	Baja
Recursos Hídricos Subterráneos	Plataformas	Operación máquina perforación		✓		-	2	1	2	1	4	10	Media	
		Perforación de pozos mineros		✓		-	4	1	4	3	2	14	Media	
		Nivelación terreno	✓			-	4	1	3	2	4	14	Media	
	Plataformas	Manejo de todos de retorno de perforación		✓		-	2	2	3	1	1	9	Baja	
		Abastecimiento de agua		✓		-	2	2	3	1	3	11	Baja	
Suelos	Plataformas	Manejo de todos de retorno de perforación		✓		-	2	1	3	2	2	10	Media	
		Nivelación terreno	✓			-	4	1	3	2	4	14	Media	

Tabla 7. (Continuación)

COMPONENTE AMBIENTAL	FUENTE DE IMPACTO		IMPACTO	ETAPA			MAGNITUD DEL IMPACTO					RESULTANTE	RELEVANCIA	
	ÁREA	ACTIVIDAD		CONST.	OPER.	CIERRE	C	D	E	I	R			PO
Flora y Vegetación Terrestre	Accesos	Mejoramiento puntual accesos	Pérdida de cobertura vegetal	✓			-	4	1	2	2	4	13	Media
			Amenaza a especies con problema de conservación	✓			-	1	1	3	3	1	9	Baja
	Plataformas	Habilitación rampas y caminos plataformas	Pérdida de cobertura vegetal	✓			-	4	1	2	2	4	13	Media
			Amenaza a especies con problema de conservación	✓			-	1	1	3	3	1	9	Baja
Fauna Terrestre	Accesos y plataformas	Habilitación rampas y caminos plataformas y mejora puntual de accesos	Pérdida de cobertura vegetal	✓			-	4	1	2	2	4	13	Media
			Amenaza a especies con problema de conservación	✓			-	1	1	3	3	1	9	Baja
	Plataformas	Nivelación terreno	Modificación de hábitat	✓			-	1	1	3	3	1	9	Baja
			Amenaza a especies con problema de conservación	✓			-	1	1	3	3	1	9	Baja
	Plataformas	Nivelación terreno	Modificación de hábitat	✓			-	1	1	3	3	1	9	Baja
			Amenaza a especies con problema de conservación	✓			-	1	1	3	3	1	9	Baja
Arqueología	Accesos y plataformas	Perforación de pozos mineros	Alteración de hábitat	✓	✓		-	2	1	2	1	3	9	Baja
			Amenaza a especies con problema de conservación	✓	✓		-	2	1	2	1	3	9	Baja
	Accesos	Presencia de personas	Alteración de hábitos	✓	✓	✓	-	2	1	2	1	3	9	Baja
			Alteración de patrimonio cultural	✓	✓	✓	-	2	1	2	1	3	9	Baja

Tabla 7. (Continuación)

COMPONENTE AMBIENTAL	FUENTE DE IMPACTO		IMPACTO	ETAPA			MAGNITUD DEL IMPACTO					RESUL-TANTE	RELEVANCIA	
	ÁREA	ACTIVIDAD		CONST.	OPER.	CIERRE	C	D	E	I	R			PO
Paisajes	Plataformas	Plataformas y operación de perforaciones	Alteración del paisaje	✓	✓	✓	-	4	1	3	2	4	14	Media
Flora y fauna acuática	Plataformas	Manejo de rios de retorno de perforación	Contaminación de microflora y microfauna acuática		✓		-	2	2	3	1	1	9	Baja

C: Carácter; D: Duración; E: Extensión; I: Intensidad; R: Reversibilidad; PO: Probabilidad de Ocurrencia

Fuente: Los autores (2011).

A continuación se describe el impacto ambiental generado sobre los componentes ambientales por la perforación de pozos mineros en cada una de sus sub-actividades.

6.2.1. Componente calidad del aire

Se hace una correlación entre las sub-actividades, los impactos y sus respectivos atributos cualitativos en lo concerniente al componente calidad de aire, ver tabla 8.

Tabla No. 8. Valoración de impactos para el componente calidad del aire

ACTIVIDAD	IMPACTO	ETAPA	C	D	E	I	R	PO	RESULTANTE
Adecuación de accesos, rampas y caminos	Alteración calidad del Aire	CONSTRUCCIÓN	-	1	1	1	1	1	5
Transporte de insumos, personal		CONSTRUCCIÓN /OPERACIÓN/ CIERRE	-	1	1	1	1	1	5
Habilitación rampas y caminos plataformas		CONSTRUCCIÓN	-	1	1	1	1	1	5
Nivelación terreno		CONSTRUCCIÓN	-	1	1	1	1	1	5
Movimiento de tierra		CONSTRUCCIÓN	-	1	1	1	1	1	5

Fuente: Los autores (2011).

6. Impacto: Alteración Calidad del Aire por Transporte de Insumos y personal / Etapa de Construcción y Operación.

En la etapa de Construcción no serán utilizados camiones, se utilizará mano de obra (obreros), por lo tanto no se generan emisiones. En la etapa de Operación,

se generarán emisiones de material particulado debido a la utilización de máquinas de perforación que funcionan con combustible diesel. La circulación de vehículos y camiones en caminos de tierra para el transporte de personal y de insumos es mínima. Estas emisiones se consideran de poca significancia dado que serán temporales, esporádicas y mínimas. Durante la construcción el transporte de personal e insumos, será una vez al día. En operación, para transporte de personal se realizará un viaje por turno, es decir dos viajes diarios. Los insumos serán llevados hasta el sitio de plataforma en medios animales mulares y por transportes humanos utilizando personal obrero, debido a la pendiente superiores del terreno.

De acuerdo a lo anterior este impacto se califica como negativo, con una duración temporal, de extensión puntual, con una intensidad suave y muy baja, sus efectos son reversibles, presentando una probabilidad de ocurrencia improbable y un nivel de relevancia baja.

7. Impacto: Alteración de Calidad del Aire por Habilitación de accesos, rampas y caminos, Nivelación de Terreno y Movimiento de Tierra / Etapa de Construcción.

En etapa de Construcción no se generan emisiones de material particulado debido a que los movimientos de tierra producto de las excavaciones de material para la construcción de las piscinas, la habilitación de huellas y construcción de plataformas y piscinas, se hacen con mano de obra humana, sin utilizar maquinaria pesada.

Por lo tanto, de acuerdo a lo anterior este impacto se califica como negativo, con una duración temporal, de extensión puntual, con una intensidad suave y muy baja, sus efectos son reversibles, con una probabilidad de ocurrencia improbable y un nivel de relevancia baja.

8. Impacto: Alteración Calidad del Aire por Operación de Máquinas de perforación/Etapa de Operación.

Durante la etapa de Operación se generarán emisiones de gases de combustión por la operación de la máquina de perforación. Las perforaciones son del tipo DDH ó con recuperación de núcleo, por lo tanto no generan emisiones de material particulado. La máquina de perforaciones operará en forma continua las 24 horas diarias en un período de tiempo desconocido pero máximo de cinco años. El tipo de máquina influye notablemente en el tipo y en la calidad de emisiones. Por esta razón se utilizarán solamente máquinas nuevas con una antigüedad no superior a los cinco años.

Este impacto se califica como negativo, con una duración temporal, de extensión puntual, con una intensidad suave y muy baja, sus efectos son reversibles, con una probabilidad de ocurrencia improbable y un nivel de relevancia baja.

6.2.3. Componente ruido.

Se hace una correlación entre las sub-actividades, los impactos y sus respectivos atributos cualitativos en lo concerniente al componente ruido, ver tabla 9.

Tabla No. 9. Valoración de impactos para el componente ruido

ACTIVIDAD	IMPACTO	ETAPA	C	D	E	I	R	PO	RESULTANTE
Adecuación de accesos, rampas y caminos	Alteración nivel del Ruido	CONSTRUCCIÓN	-	1	1	1	1	1	5
Transporte de insumos, personal		CONSTRUCCIÓN /OPERACIÓN/ CIERRE	-	1	1	1	1	1	5
Habilitación rampas y caminos		CONSTRUCCIÓN	-	1	1	1	1	1	5

plataformas									
Nivelación terreno		CONSTRUCCIÓN	-	1	1	1	1	1	5
Movimiento de tierra		CONSTRUCCIÓN	-	1	1	1	1	1	5
Operación máquina perforación		OPERACIÓN	-	2	1	2	1	4	10

Fuente: Los autores (2011).

9. Impacto: Alteración Nivel de Ruido por Transporte de Insumos y Personal / Etapas de Construcción, Operación y Cierre.

Durante la etapa de Construcción, Operación y Cierre se pueden generar emisiones de ruido por transporte de personal e insumos. Estas emisiones se consideran de poca significancia por lo distantes de centros poblados y por el tipo de transporte a utilizar dentro del proyecto.

Este impacto se califica como negativo, con una duración temporal, de extensión puntual, con una intensidad suave y muy baja, sus efectos son reversibles, con una probabilidad de ocurrencia improbable y un nivel de relevancia baja.

10. Impacto: Alteración Nivel de Ruido por Habilitación de rampas y accesos para Conexión Plataformas, Nivelación de Terreno y Movimiento de Tierra/ Etapa de Construcción

Durante la etapa de construcción se generarán emisiones de ruido relacionadas con la operación de maquinaria utilizada para la nivelación de terrenos y movimiento de tierra. Estas emisiones se consideran de poca significancia por lo distantes de centros poblados y por el tipo de transporte a utilizar dentro del proyecto.

Este impacto se califica como negativo, con una duración temporal, de extensión puntual, con una intensidad suave y muy baja, sus efectos son reversibles, con una probabilidad de ocurrencia improbable y un nivel de relevancia baja.

11. Impacto: Alteración Nivel de Ruido por Operación Máquina de Perforación/
Etapa de Operación

Durante la etapa de operación se generarán emisiones de ruido producto de la operación de la máquina de perforación. Estas operarán 24 horas diarias, durante un máximo de cinco años. Estas emisiones se consideran de poca significancia, dado que se utilizarán únicamente máquinas nuevas de alta tecnología y no se encuentran poblaciones importantes en el área cercana al proyecto.

Este impacto se califica como negativo, con una duración a mediano plazo, de extensión puntual, con una intensidad media y muy baja y una reversibilidad reversible, con una probabilidad de ocurrencia improbable y un nivel de relevancia media.

6.2.3. Componente recursos hídricos subterráneos.

Se hace una correlación entre las subactividades, los impactos y sus respectivos atributos cualitativos en lo concerniente al componente recursos hídricos subterráneos, ver tabla 10.

Tabla No. 10 Valoración de impactos para el componente recursos hídricos subterráneos

ACTIVIDAD	IMPACTO	ETAPA	C	D	E	I	R	PO	RESULTANTE
Perforación de pozos mineros	Alteración caudales y cuerpos de agua subterránea	OPERACIÓN	-	4	1	4	3	2	14

Fuente: Los autores (2011).

12. Impacto: alteración de caudales y cuerpos de agua subterránea / Etapa de Operación

Debido a la ejecución de pozos mineros que muy seguramente alcanzarán colchones de agua y corrientes subterráneas, se considera posible causar impacto sobre los mismos. Las corrientes subterráneas no alcanzarán las corrientes superficiales debido a que serán selladas con modernos sellos llamados packers, los cuales irán a la profundidad adecuada, garantizando total sellado de pozo saltante.

Dado lo anterior, cuando no sea posible el sellado total de un pozo saltante, el impacto será de carácter negativo, con una duración permanente, de extensión puntual, con una intensidad fuerte y medianamente importante y una reversibilidad irrecuperable, con una probabilidad de ocurrencia desconocida y un nivel de relevancia media.

6.2.4. Componente geomorfología

Se hace una correlación entre las subactividades, los impactos y sus respectivos atributos cualitativos en lo concerniente al componente geomorfológico, tabla 11.

Tabla No. 11 Valoración de impactos para el componente geomorfología

ACTIVIDAD	IMPACTO	ETAPA	C	D	E	I	R	PO	RESULTANTE
Nivelación terreno	Modificación del relieve	CONSTRUCCIÓN	-	4	1	3	2	4	14

Fuente: Los autores (2011).

13. Impacto: Modificación de Relieve por Nivelación de Terreno / Etapa de Construcción

Debido a la construcción de plataformas, será necesario realizar la nivelación del terreno en las áreas donde se localizarán las plataformas, normalmente en terrenos con pendientes superiores al 60%. Esta actividad se realizará en forma previa al inicio de cada perforación y corresponde a la nivelación de un terreno de 5 m de ancho y 8 m de largo, en donde se instalará la máquina de perforación. Una vez finalizada las actividades de perforación, se restituirá el relieve del área con el material extraído previamente en los movimientos de tierra realizados. Sin embargo, debido a la misma pendiente del terreno, los taludes internos de las plataformas serán de difícil recuperación y en algunos casos es imposible dejar el terreno nivelado a las condiciones iniciales de línea base.

Los tipos de suelos según el Esquema de Ordenamiento Territorial EOT del municipio de California, para el área de influencia del proyecto son, principalmente de uso minero, con pequeñas áreas de bosques nativos con especies vedadas especialmente roble (*Quercushumboldtii*). No existen suelos aptos para agricultura y ganadería, sin embargo, muchos de ellos son utilizados para labores de cría y ceba de ganado bovino con praderas incipientes de pastos Kikuyo y gramas naturales. Es decir que tienen una vocación pecuaria pero con bajos rendimientos.

Dado lo anterior, este impacto es de carácter negativo, con una duración permanente, de extensión puntual, con una intensidad fuerte y no importante y una reversibilidad Recuperable, con una probabilidad de ocurrencia cierta y un nivel de relevancia media.

6.2.5. Componente recursos hídricos superficiales

Se hace una correlación entre las subactividades, los impactos y sus respectivos atributos cualitativos en lo concerniente al componente recursos hídricos superficiales, ver tabla 12.

Tabla No. 12. Valoración de impactos para el componente recursos hídricos superficiales

ACTIVIDAD	IMPACTO	ETAPA	C	D	E	I	R	PO	RESULTANTE
Manejo de lodos de retorno de perforación	Alteración caudal quebradas/contaminación del agua	OPERACIÓN	-	2	2	3	1	1	9
Abastecimiento de agua	Alteración caudal quebradas y fuentes hídricas	OPERACIÓN	-	2	2	3	1	3	11

Fuente: Los autores (2011).

14. Impacto: Afectación Caudal Quebradas y fuentes hídricas/Etapa de Operación.

Durante la etapa de operación del proyecto se extraerá agua desde las quebradas Páez, la Perezosa, Angosturas, Barrientos, San Andrés, San Juan y Aserradero en diferentes puntos concesionados por la autoridad ambiental (CDMB). El consumo de agua que se requerirá corresponde a un máximo de 1,5 L/s. para cada máquina de perforación con un máximo de 10 máquinas dentro del proyecto. La extracción será sólo durante la etapa de operación cuya vida útil es de un máximo de 5 años.

De acuerdo a aforos puntuales que se han realizado en las diferentes quebradas concesionadas, el agua captada conserva los caudales ambientales mínimos o remanentes ambientales de acuerdo a la norma prevista para otorgar dichas concesiones.

Este impacto se considera de carácter negativo y con una duración a mediano plazo, de extensión local, con una intensidad media y medianamente importante y una reversibilidad Reversible, con una probabilidad de ocurrencia probable y un nivel de relevancia Baja.

6.2.6. Componente Suelo

Se hace una correlación entre las subactividades, los impactos y sus respectivos atributos cualitativos en lo concerniente al componente suelo, ver tabla 13.

Tabla No. 13 Valoración de impactos para el componente suelo

ACTIVIDAD	IMPACTO	ETAPA	C	D	E	I	R	PO	RESULTANTE
Manejo de lodos de retorno de perforación	Contaminación de suelos	OPERACIÓN	-	2	1	3	2	2	10
Nivelación terreno	Pérdida de suelo	CONSTRUCCIÓN	-	4	1	3	2	4	14

Fuente: Los autores (2011).

15. Impacto: Pérdida de Suelo por Habilitación de rampas y caminos para Conexión de Plataformas, Nivelación del Terreno-Etapa de Construcción

Este impacto se refiere principalmente a la ocupación del suelo por las distintas obras a realizar en el área del proyecto, específicamente la habilitación de rampas y caminos que sirvan de conexión con plataformas para el traslado de máquinas de perforación y las plataformas. El ancho de los caminos y rampas de acceso será de un máximo de 2 m. La longitud es inmensamente dependiente de las ubicaciones de las plataformas, pero se estima que puede cubrir áreas importantes de la zona del proyecto.

Los tipos de suelos según el Esquema de Ordenamiento Territorial EOT del municipio de California, para el área de influencia del proyecto son, principalmente de uso minero, con pequeñas áreas de bosques nativos con especies vedadas especialmente roble (*Quercushumboldtii*). No existen suelos aptos para agricultura y ganadería, sin embargo, muchos de ellos son utilizados para labores de cría y

ceba de ganado bovino con praderas incipientes de pastos Kikuyo y gramas naturales. Es decir que tienen una vocación pecuaria pero con bajos rendimientos.

En función de lo anterior, este impacto se considera de carácter negativo, con una duración permanente, de extensión puntual, con una intensidad media y medianamente importante y una reversibilidad Recuperable, con una probabilidad de ocurrencia cierta y un nivel de relevancia media.

6.2.7. Componente flora y vegetación terrestre.

Se hace una correlación entre las subactividades, los impactos y sus respectivos atributos cualitativos en lo concerniente al componente flora y vegetación terrestre, ver tabla 14.

Tabla No. 14. Valoración de impactos para el componente flora y vegetación terrestre

ACTIVIDAD	IMPACTO	ETAPA	C	D	E	I	R	PO	RESULTANTE
Mejoramiento puntual accesos	Pérdida de cobertura vegetal	CONSTRUCCIÓN	-	4	1	2	2	4	13
	Amenaza a especies con problema de conservación	CONSTRUCCIÓN	-	1	1	3	3	1	9
Habilitación rampas y caminos plataformas	Pérdida de cobertura vegetal	CONSTRUCCIÓN	-	4	1	2	2	4	13
	Amenaza a especies con problema de conservación	CONSTRUCCIÓN	-	1	1	3	3	1	9
Nivelación terreno	Pérdida de cobertura vegetal	CONSTRUCCIÓN	-	4	1	2	2	4	13
	Amenaza a especies con problema de conservación	CONSTRUCCIÓN	-	1	1	3	3	1	9

Fuente: Los autores (2011).

16. Impacto: Pérdida de Cobertura Vegetal por habilitación de rampas y caminos para Conexión de Plataformas, Nivelación del Terreno-Etapa de Construcción.

Durante la etapa de construcción del proyecto el potencial impacto sobre la flora y vegetación estará dado por la habilitación de rampas y caminos para conexión de plataformas y traslado de máquinas de perforación. Estas habilitaciones contemplan un ancho máximo de 2m y una longitud incierta pero amplia. Aunque existen áreas importantes de suelos con coberturas de bosques de especies vedadas como el roble (*Quercushumboltii*) con otras especies menos comunes de siete cueros, y especies introducidas como el eucalipto. Estas especies no serán alteradas por cuanto el trazado de rampas y caminos se hará esquivando su ubicación. Para el caso de especies introducidas se tiene el permiso correspondiente de aprovechamiento forestal.

Tabla No. 15. Especies vegetales arbóreas más comunes presentes en el área del proyecto

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Roble	Quercushumboltii
Siete cueros	Tibouchinas P.
Eucalipto	Eucaliptus grandis

Fuente: Los autores (2011).

En relación a las plataformas, éstas involucran la intervención de 40 m² y mantienen las mismas condiciones de apertura y cierre que para la elaboración de rampas caminos y accesos. Las plataformas serán ubicadas en concertación con el departamento de geología, de manera que sean lo más convenientemente posible desde el punto de vista geológico y ambiental. Es decir, que puedan suplir la información necesaria con el menor impacto posible.

Dada las condiciones anteriores, este impacto se considera de carácter negativo, con una duración permanente, de extensión puntual, con una intensidad media y no importante y una reversibilidad Recuperable, con una probabilidad de ocurrencia cierta y un nivel de relevancia media.

17. Impacto: Amenaza de Especies con Problemas de Conservación por Habilitación de rampas y caminos para Conexión de Plataformas, Nivelación del Terreno-Etapa de Construcción.

El diseño del proyecto considera la no intervención de vegetación en estado de conservación. Los estudios biológicos desarrollados en el área, sirvieron como base para la definición de la huella de acceso y la localización específica de las Plataformas de perforación, de manera de no intervenir vegetación sensible en algún estado de conservación. Igualmente, en la etapa de construcción se contará con un profesional permanente que supervise los trabajos. Asimismo, los bosques no serán intervenidos por las actividades del proyecto, por cuanto los sectores con este tipo de vegetación fueron expresamente evitados en el diseño inicial.

Dada las consideraciones especiales que se han tenido en cuenta en relación a la no afectación de especies protegidas, este impacto se considera de carácter negativo y con una duración a corto plazo, de extensión local, con una intensidad media y medianamente importante y una reversibilidad Reversible, con una probabilidad de ocurrencia improbable y un nivel de relevancia Baja.

7.2.8. Componente fauna terrestres

Se hace una correlación entre las subactividades, los impactos y sus respectivos atributos cualitativos en lo concerniente al componente fauna terrestre, ver tabla 16.

Tabla No. 16. Valoración de impactos para el componente fauna terrestre

ACTIVIDAD	IMPACTO	ETAPA	C	D	E	I	R	PO	RESULTANTE
Habilitación rampas y caminos plataformas y mejora puntual de accesos	Modificación de hábitat	CONSTRUCCIÓN	-	1	1	3	3	1	9
	Amenaza a especies con problema de conservación	CONSTRUCCIÓN	-	1	1	3	3	1	9
Nivelación terreno	Modificación de hábitat	CONSTRUCCIÓN	-	1	1	3	3	1	9
	Amenaza a especies con problema de conservación	CONSTRUCCIÓN	-	1	1	3	3	1	9
Perforación de pozos mineros	Alteración de hábitos	OPERACIÓN	-	2	1	2	1	3	9
Transporte de insumos, personal		CONSTRUCCIÓN /OPERACIÓN/ CIERRE	-	2	1	2	1	3	9
Personal		CONSTRUCCIÓN /OPERACIÓN/ CIERRE	-	2	1	2	1	3	9

Fuente: Los autores (2011).

18. Impacto: Modificación de Hábitat por Habilitación de rampas y caminos para Conexión de Plataformas, Nivelación del Terreno-Etapa de Construcción.

Se ha considerado que habrá una modificación del hábitat animal, durante el período de habilitación de huellas para la conexión de plataformas, tanto para llegar al sistema de plataformas como entre ellas.

La actividad producirá, durante el período de construcción, un impacto de carácter negativo con una duración a corto plazo, de extensión puntual, con una intensidad media y medianamente importante, con un grado de reversibilidad Irrecuperable y una probabilidad de ocurrencia improbable y un nivel de relevancia Baja.

19. Impacto: Amenaza Especies con Problemas de Conservación por la Habilitación de rampas y caminos para Conexión de Plataformas, Nivelación del Terreno-Etapa de Construcción.

Se ha considerado que puede haber una amenaza sobre especies de fauna con problemas de conservación, pero que el mismo diseño y trazado del proyecto, puede contrarrestar este impacto.

La actividad producirá, durante el período de construcción, un impacto de carácter negativo con una duración a corto plazo, de extensión puntual, con una intensidad media y medianamente importante, con un grado de reversibilidad Irrecuperable y una probabilidad de ocurrencia improbable y un nivel de relevancia Baja.

20. Impacto: Alteración de Hábitos por Operación Máquina de perforación y Transporte de Insumos y personal en etapa de Construcción, Operación y Cierre.

La operación de la máquina de perforación, podrá ocasionar molestias y alteración de hábitos a la fauna mayor que circula por los alrededores. Se espera que esta perturbación provoque un alejamiento de fauna, llevándola a ocupar áreas vecinas.

El impacto será de carácter negativo, tendrá una duración a mediano plazo, con una extensión puntual, de intensidad media y baja, de reversibilidad Reversible y una probabilidad de ocurrencia Probable y un nivel de relevancia Baja.

6.2.10. Componente arqueología

Se hace una correlación entre las subactividades, los impactos y sus respectivos atributos cualitativos en lo concerniente al componente arqueológico, ver tabla 17.

Tabla No. 17 Valoración de impactos para el componente arqueológico

ACTIVIDAD	IMPACTO	ETAPA	C	D	E	I	R	PO	RESULTANTE
Presencia de personas	Alteración de patrimonio cultural	CONSTRUCCIÓN /OPERACIÓN/ CIERRE	-	2	1	1	1	1	6

Fuente: Los autores (2011).

21. Impacto: Alteración del Patrimonio Cultural por Presencia de Personal / Etapas de Construcción, Operación y Cierre.

El personal contratado para el proyecto, puede provocar, por desconocimiento de su importancia, la alteración (por recolección de restos) y/o destrucción parcial o total de las estructuras y objetos que se puedan encontrar presentes, especialmente restos indígenas o vestigios de actividades precolombinas, si se tiene en cuenta que la zona presenta evidencias no comprobadas de explotaciones rudimentarias de oro y plata por parte de estas civilizaciones. El estudio en este caso es mucho más complejo pero los restos arqueológicos y las evidencias están directamente relacionados con la actividad minera, por lo tanto el valor es más histórico que arqueológico.

En este caso el impacto sería de carácter negativo, de una duración a mediano plazo, de extensión puntual, con una intensidad suave y muy baja, de reversibilidad Reversible y una probabilidad de ocurrencia Improbable y un nivel de relevancia Baja.

6.2.10. Componente paisaje

Se hace una correlación entre las subactividades, los impactos y sus respectivos atributos cualitativos en lo concerniente al componente paisajístico, ver tabla 18.

Tabla No. 18. Valoración de impactos para el componente paisajístico

ACTIVIDAD	IMPACTO	ETAPA	C	D	E	I	R	PO	RESULTANTE
Plataformas y operación de perforaciones	Alteración del paisaje	CONSTRUCCIÓN /OPERACIÓN/ CIERRE	-	4	1	3	2	4	14

Fuente: Los autores (2011).

22. Impacto: Alteración del Paisaje por construcción de Plataformas, caminos, rampas de acceso y Operación de máquinas de perforación / Etapa de Construcción, Operación y Cierre.

Este componente es seriamente afectado por la construcción de plataformas, caminos y rampas y en menor proporción afectado por la ubicación de máquinas de perforación ya que esta labor es más temporal.

Por la pendiente del terreno, superior en muchos casos al 60%, los tajos realizados para nivelar el terreno para la ubicación de plataformas, ajenas a los elementos paisajísticos advertidos en el área, ejercerán una modificación de las características de pristinidad del paisaje; siendo de muy difícil recuperación los taludes internos de las plataformas, dejando una evidencia permanente en el relieve.

Por esta razón se considera un impacto negativo, de duración permanente, de extensión puntual, con una intensidad fuerte pero no importante, con un grado de reversibilidad Recuperable y una probabilidad de ocurrencia Cierta y un nivel de relevancia Alta.

En relación a la presencia de máquinas de perforación, se considera un impacto de muy baja significancia porque el carácter es temporal, localizado y la población está acostumbrada a la actividad minera desde hace varios siglos.

6.2.11. Componente flora y fauna acuática

Se hace una correlación entre las subactividades, los impactos y sus respectivos atributos cualitativos en lo concerniente al componente paisajístico, ver tabla 19.

Tabla No. 19. Valoración de impactos para el componente de la flora y fauna acuática

ACTIVIDAD	IMPACTO	ETAPA	C	D	E	I	R	PO	RESULTANTE
Manejo de lodos de retorno de perforación	Contaminación de microflora y microfauna acuática	OPERACIÓN	-	2	2	3	1	1	9

Fuente: Los autores (2011).

23. Impacto: Contaminación de microflora y microfauna acuática por manejo de lodos de perforación / Etapa de Operación.

La ejecución de las perforaciones mineras producirá un lodo compuesto por agua, roca fragmentada extraída de la propia perforación y aditivos, que es inocuo. Estos lodos deben ser dispuestos en las piscinas de retornos de lodos, que se encuentran impermeabilizadas y donde la roca fragmentada se decanta y el agua pasará a un tratamiento físico – químico, para finalmente ser vertido en el punto de vertimiento estipulado por la Autoridad ambiental.

En este caso el impacto sería de carácter negativo, de una duración a mediano plazo, de extensión local, con una intensidad media, de reversibilidad Reversible y una probabilidad de ocurrencia Improbable y un nivel de relevancia Baja.

6.2. EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN EL MEDIO HUMANO

Las actividades del proyecto y los impactos que pueden generar sobre el componente socioeconómico durante la construcción, operación y cierre del

proyecto, pueden ser analizadas desde varios puntos de vista: para la comunidad del área de influencia es considerado un impacto positivo porque representa desarrollo, progreso y fuente de empleo principalmente. Sin embargo, para las comunidades del área metropolitana de Bucaramanga, es decir del entorno regional del proyecto, puede ser considerado un impacto negativo porque representa un riesgo para la potabilidad del agua que capta el acueducto metropolitano. Aunque de carácter incierto, porque la población desconoce totalmente las labores mineras y esta etapa no contempla el uso de productos como el cianuro y el mercurio, los cuales son el principal temor de estas comunidades.

24. Impacto: socio-económico en etapa de Construcción, Operación y Cierre.

El área donde se inserta el proyecto involucra un territorio de tradición minera con registros de actividades precolombinas y más recientemente por parte de españoles (1760), franceses (1913), japoneses (1963), canadienses (1995) y brasileros (2011). Los cuales han desarrollado actividades mineras con diferentes tecnologías que hacen del distrito minero una cultura totalmente minera que no se asombra ante los cambios por estar totalmente habituada a esta labor.

Desde el punto de vista económico, el proyecto representa en términos laborales, una oportunidad muy importante de fuente de ingresos y de mejoramiento de la calidad de vida. Aunque altera la vocación de pequeños mineros a empleados y contratistas de grande minería, representa un estilo de vida más seguro, estable y mejor remunerado, toda vez que no depende de la suerte como si lo es para el pequeño minero debido a su escasa tecnología.

Desde el punto de vista social, representa un cambio en los hábitos de entretenimiento, de comportamiento y de cultura. El pequeño minero tiende a ser bohemio, hasta cierto grado alcohólico y vive en un ambiente familiar incipiente, en

condiciones de pobreza aunque despilfarran dinero. El empleado de la gran minería, cambia sus hábitos de consumo de bebidas embriagantes, porque debe cumplir con unos horarios establecidos. Además valora más el salario porque representa un mayor esfuerzo físico y tiende a adquirir bienes para su hogar que mejoran su calidad de vida (muebles, enseres, mejoramiento de vivienda, educación etc.).

De acuerdo a lo señalado anteriormente, el impacto no aparece relacionado en documento por cuanto es el único impacto analizado que ha sido considerado de carácter positivo, aunque el concepto no puede ser generalizado por cuanto pueden existir diferencias de criterio, especialmente motivadas por apreciaciones apasionadas o por desconocimiento del proceso minero moderno.

7. PROTOCOLOS DE GESTIÓN AMBIENTAL DURANTE LA PERFORACIÓN DE POZOS MINEROS EN EL DISTRITO MINERO DE VETAS - CALIFORNIA

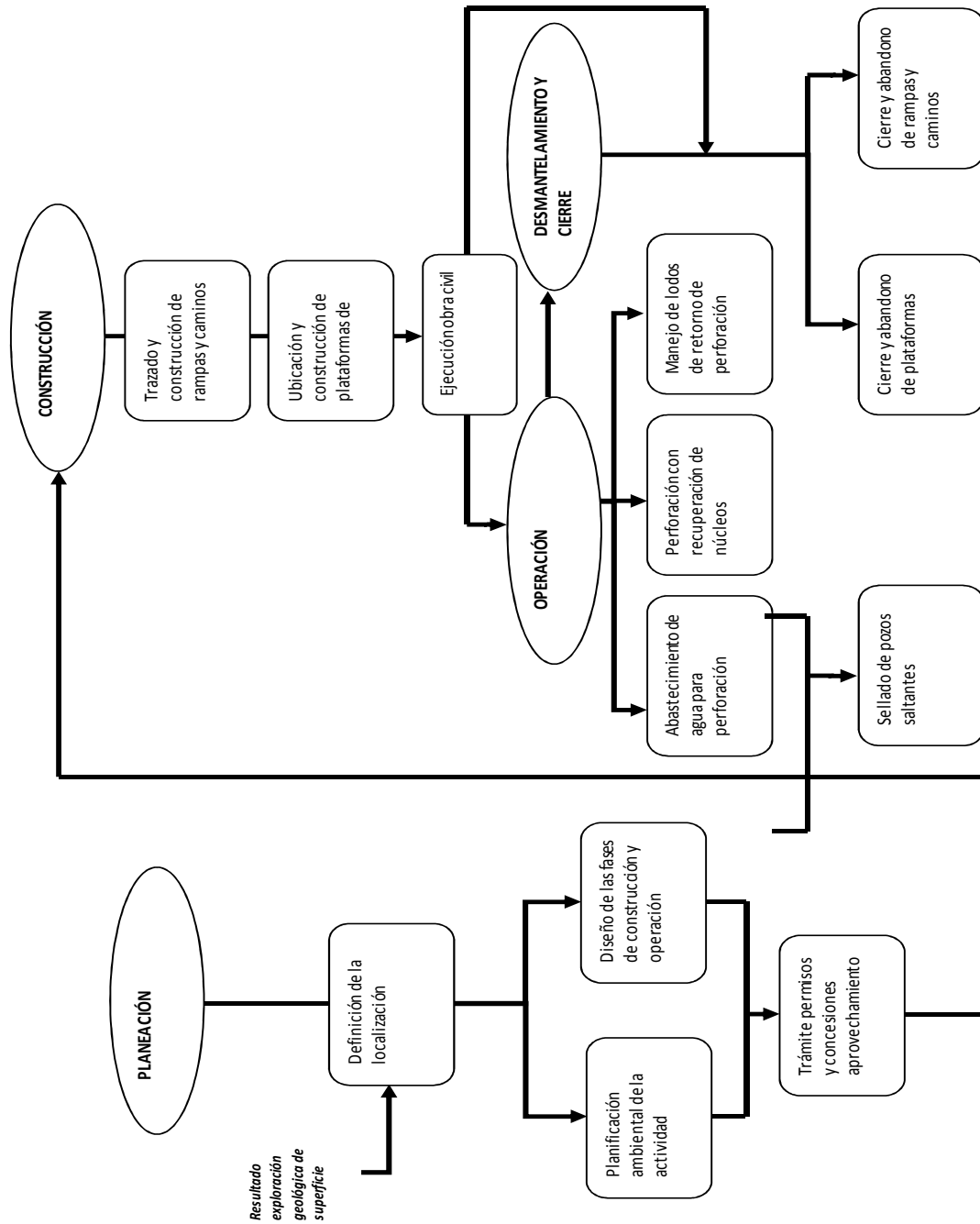
Con base en la evaluación de impacto ambiental para la perforación de pozos mineros con recuperación de núcleos en el distrito minero de Vetas – California, se desarrolló un protocolo de procedimientos ambientales, con la intención de mitigar los efectos potenciales durante las diferentes fases y actividades del proceso.

Las diferentes actividades son:

1. Trazado y construcción de rampas y caminos
2. Ubicación y construcción de plataformas de perforación
3. Abastecimiento de agua para perforación
4. Perforación con recuperación de núcleos
5. Manejo de lodos de retorno de perforación
6. Sellado de pozos saltantes
7. Cierre y abandono de plataformas
8. Cierre y abandono de rampas y caminos

En la figura 5, se muestra en un diagrama de flujo, el esquema de las actividades para la perforación de pozos mineros.

Figura No. 5 Esquema general de la perforación de pozos mineros



Fuente: Los autores (2011).

7.1. TRAZADO Y CONSTRUCCIÓN DE RAMPAS Y CAMINOS.

Sin perjuicio de las normas de seguridad industrial, salud ocupacional y el código interno de trabajo, los siguientes son los requisitos mínimos ambientales necesarios para el desarrollo de trazado y construcción de rampas y caminos de acceso para equipos de perforación.

1. El ancho máximo de rampas y caminos no debe superar los 2 m.
2. Trazar de acuerdo a la pendiente del terreno, de manera que permita el tránsito normal de personas y animales de carga. Pendientes no superiores al 60%.
3. Realizar el trazado de manera que no afecte especies vedadas (roble *Quercushumboldtii*) ni especies nativas de importancia social como el vichachá (agrás) y el siete cueros (*TibouchinasP*).
4. La capa vegetal debe ser almacenada en costales y colocada en sitios que permitan su conservación, para posterior utilización en labores de recuperación.
5. El suelo debe ser almacenado en costales y dispuesto al costado de rampas y caminos de manera que sirva de soporte y se evite la pérdida por escorrentía o por acción eólica.
6. El paso de quebradas y corrientes hídricas superficiales debe hacerse en rampas de madera que eviten el contacto de personas, animales e insumos, con el agua.
7. En todos los casos se debe proteger el talud externo de manera que el suelo no se pierda por deslizamientos o movimientos en masa de cualquier tipo.

7.2. UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS DE PERFORACIÓN

1. La ubicación debe ser concertada con el departamento de geología, con el fin de lograr el mayor beneficio en términos de información geológica y de conservación ambiental.
2. No puede afectar especies vedadas tanto faunísticas como florísticas.
3. Debe conservar la ronda mínima de quebradas, canales naturales y corrientes superficiales (30 m) y de nacimientos (100 m a la redonda).
4. Debe evaluarse geotécnicamente el sitio de plataforma, de manera que no represente un riesgo de deslizamiento o alteración significativa del entorno.
5. Para condiciones topográficas donde el terreno presente pendientes muy fuertes (más del 60%), el tamaño de plataformas no superará los 40 m² con dimensiones de 8 m x 5 m.
6. La capa vegetal debe ser almacenada en costales y colocada en sitios que permitan su conservación, para posterior utilización en labores de recuperación.
7. El suelo debe ser almacenado en costales y dispuesto al costado de rampas y caminos de manera que sirva de soporte y se evite la pérdida por escorrentía o por acción eólica.
8. En todos los casos se debe proteger el talud externo de manera que el suelo no se pierda por deslizamientos o movimientos en masa de cualquier tipo.

7.3. ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA PERFORACIÓN

1. Ubicación georeferenciada de puntos de captación, aplicando los principios ambientales de prevención, mitigación, corrección, compensación.

2. Captaciones laterales para evitar saturación por aumentos de caudal, conservando el caudal ambiental o caudal mínimo.
3. Construir trincheras, desarenadores, redes y trazados conservando el componente suelo.
4. Debe efectuarse un control permanente de redes de conducción para evitar fugas de agua que puedan ocasionar deslizamientos de suelo.
5. Utilizar válvulas de cierre en las plataformas de perforación para regular el consumo de agua.
6. El sobrante de agua debe ser conducido por redes hasta la quebrada o canal natural más cercano a la plataforma de perforación.

7.4. PERFORACIÓN CON RECUPERACIÓN DE NÚCLEOS

Comprende la perforación de pozos mineros propiamente dicha y contempla la preparación, ubicación del equipo de perforación con todos sus componentes, la operación y posterior abandono o cierre. Bajo ninguna circunstancia se dará inicio a una perforación sin el lleno de los requisitos expuestos a continuación. Los requisitos mínimos son:

1. Instalar los tanques para el tratamiento de lodos de perforación en lugares estables y seguros. Mediante mangueras conducir los lodos de retorno hasta las piscinas de decantación.
2. Las piscinas o tanques dispuestos para retornos de perforación, en la plataforma, deben tener barrera de contingencia a manera de protección en la eventualidad de un rebose.

3. Los recipientes que contengan lodos de perforación y combustibles deben estar siempre tapados y en lugares en donde no obstaculicen la movilidad en la plataforma.

De igual forma deben poseer barreras de contingencia y el suelo estar protegido con un elemento impermeable (geotextil) y con material absorbente. No puede estar a la intemperie.

4. La plataforma debe permanecer aseada y libre de cualquier tipo de residuos sólidos.
5. Verificar la instalación de barreras con sacos de suelo en el talud externo para minimizar el impacto sobre el componente suelo.
6. Verificar el almacenamiento de la capa vegetal y suelo para posteriormente ser reutilizada en la recuperación de la plataforma.
7. La plataforma de perforación debe ser techada con material impermeable que ofrezca protección a los trabajadores y al área de trabajo en caso de lluvias.
8. Todas las plataformas de perforación deben estar dotadas, mínimo, con un botiquín de primeros auxilios y un extintor de incendios.
9. Para el manejo de los residuos sólidos se debe realizar reciclaje en la fuente. Para tal fin en la plataforma se dispondrá de recipientes plásticos rotulados con el nombre del material que van a recibir.
10. Durante la operación debe existir un sistema de comunicación entre los encargados de perforación, el departamento de geología y el departamento ambiental. Informando en forma inmediata eventos como: pérdida de presión de pozo, pérdida de retorno de perforación, recuperación de retorno de perforación, hallazgo de pozos saltantes o acuíferos, profundidad del evento.

7.5. MANEJO DE LODOS DE RETORNO DE PERFORACIÓN

Los fluidos utilizados en el programa de perforación, deben ser especialmente polímeros y bentonitas de origen orgánico o en su defecto con un grado de degradación, disolución o integración al ambiente tal, que puedan ser catalogados como biodegradables. Pero en todo caso, cuando se presenten retornos que deban ser tratados, esto debe hacerse bajo las siguientes condiciones:

1. Ubicación de recipientes plásticos con capacidad entre 500 y 1000 L en las plataformas, por debajo del nivel de salida del pozo de perforación. Que permita la ubicación de una trampa grasa y su posterior conducción.
2. Instalación de redes de conducción de lodos, desde las plataformas de perforación hasta los sitios de tratamiento y recuperación.
3. Construcción de piscinas de tratamiento de lodos, provisionales o permanentes, en sitios equidistantes, que permitan darle un manejo adecuado a los lodos de retorno. El caudal de diseño debe ser acorde a las condiciones generales del plan de perforación de acuerdo al número de máquinas, número de pozos proyectados, posibles caudales de retorno etc. Se recomienda diseñar y construir tres (03) grupos de piscinas de tratamiento, donde cada grupo conste de dos (02) piscinas paralelas, con capacidad de 30 m³, el tratamiento mínimo a realizar será así:
4. Esperar el llenado de una de las piscinas.
5. Retirar grasas, material flotante y cuerpos extraños, con una malla y se empacan en bolsa costal.
6. Regular el pH del lodo presente en la piscina, a un nivel neutro (6-7). Se evalúan in-situ algunas variables de los requisitos mínimos permitidos para vertimientos (Decreto 1594 del 84 y Decreto 3930 de 2010).

7. Preparar una mezcla de floculante biodegradable a base de extracto de caña de azúcar y se aplica en una concentración al 1 x 1000.
8. Aplicar tratando de cubrir toda el área de la piscina tratada.
9. Diluir en forma manual o mecánica, agitando durante unos cinco minutos.
10. Dejar reposar un tiempo mínimo de una hora. Se evalúan nuevamente algunos de los requisitos mínimos permitidos para vertimientos (Decreto 1594 del 84 y Decreto 3930 de 2010).
11. Verter el agua en el punto autorizado para vertimientos por la autoridad ambiental.
12. Recuperar los lodos de perforación.
13. Almacenar en sacos de fibra.
14. Exponer en el patio de secado durante varios días.
15. Mezclar con suelo.
16. Dejar en descomposición durante seis meses.
17. Mezclar con capa vegetal.
18. Disponer como horizonte B en programas de recuperación de áreas afectadas en labores de revegetalización.

7.6. SELLADO DE POZOS SALTANTES

Cuando se presenten pozos saltantes dentro del programa de perforación, los encargados deberán informar inmediatamente al departamento ambiental, los

datos de profundidad, caudal y presión. Durante el sellado se sigue el siguiente procedimiento, que debe ser de estricto cumplimiento.

1. Una vez el departamento de geología determina el final del pozo de perforación en donde se halla un pozo saltante, se determina la profundidad a la cual fue hallado, su caudal y el tramo de roca de mayor porcentaje de recuperación (RQD) para proceder a sellarlo.
2. Para el sellado utilizar una empaquetadura (packer), el cual es un cilindro de 1 m de largo con un diámetro variado de acuerdo al diámetro del pozo perforado (NQ, PQ, BQ etc.), de caucho reforzado con una banda de acero, con cabeza y corona en acero, con una apertura para inyectarle nitrógeno desde una bala o cilindro, a través de una manguera plástica reforzada de ¼ de pulgada.
3. El packer se introduce hasta el mejor RQD por encima del pozo saltante. Se infla a una presión aproximada de 22 bares o 350 psi.
4. Una vez sellado el pozo saltante, se espera media hora para evaluar posibles fugas de agua o alguna falla en el sellado. Si el sellado es total, se procede a retirar la válvula de presión de nitrógeno.
5. Aplicar una mezcla de cemento, bentonita (5%) e impermeabilizante tipo 1, a todo el pozo de perforación hasta alcanzar la superficie. Se deja fraguar durante 24 horas. Se evalúan nuevamente posibles fugas de agua.

7.7. CIERRE Y ABANDONO DE PLATAFORMAS DE PERFORACIÓN

Una vez alcanzada la profundidad del pozo de perforación y se decida el traslado de máquina a otra plataforma o a otro lugar, se procede al desmantelamiento y recuperación inmediata.

1. La plataforma debe quedar libre de residuos industriales, reciclables y orgánicos.
2. Si la recuperación implica la nivelación total del terreno, se deben recuperar los suelos almacenados y disponerlos nuevamente en el sitio de plataforma. Compactar con vibro mecánica de acción manual.
3. Colocar tubos o canales de drenaje.
4. Aplicar una capa superficial de materia orgánica, bien sea recuperando los sacos almacenados o adicionando si así se requiere.
5. Sembrar especies de acuerdo a las condiciones previas del suelo (coberturas, forrajeras, praderas o rastrojos).
6. En caso que la recuperación no implique la nivelación del terreno, porque las fuertes pendientes no lo permiten, proceder a disponer nuevamente la capa vegetal almacenada, adicionar materia orgánica si el suelo lo requiere y sembrar cobertura de acuerdo a las condiciones iniciales (coberturas, forrajeras, praderas o rastrojos).
7. Aplicar riego si el clima lo requiere.
8. Realizar seguimiento hasta la recuperación total.

7.8. CIERRE Y ABANDONO DE RAMPAS Y CAMINOS

Generalmente las rampas de acceso por ser utilizadas esporádicamente para el traslado de máquinas de perforación de un sitio a otro, tienen una recuperación rápida y casi en forma natural, salvo algunas que requieren ayuda antrópica, la cual se hace siguiendo el mismo procedimiento que se hace para recuperar plataformas de perforación. Sin embargo, no ocurre lo mismo con la recuperación

de caminos y accesos, los cuales por el alto tránsito de personas y animales de carga, requiere un manejo diferente. Si el camino no va a ser utilizado posteriormente por habitantes de la zona o por obreros del mismo proyecto, se procede a su recuperación.

1. Recuperar el suelo almacenado durante la construcción.
2. Disponer el suelo de manera que no haya pérdida por escorrentía o por acción eólica.
3. Compactar con una vibro mecánica de acción manual.
4. Recuperar la capa vegetal almacenada durante la construcción.
5. Adicionar materia orgánica si el suelo lo requiere.
6. Sembrar cobertura de acuerdo a las condiciones iniciales del suelo (coberturas, forrajeras, praderas o rastrojos).
7. Aplicar riego si las condiciones de clima lo exigen.
8. Realizar seguimiento hasta su recuperación total.

CONCLUSIONES

1. La comparación entre las legislaciones ambientales en el sector minero de los países de Latinoamérica, arroja como resultado que en la mayoría de los países no hay mayores obstáculos a la exploración minera, sin embargo son laxas y permisivas en la gestión ambiental. Si se considera que una inadecuada gestión ambiental durante la actividad de la perforación de pozos mineros puede generar efectos negativos permanentes en el entorno y que la ejecución de la etapa exploratoria no garantiza la continuidad de las etapas restantes; en buena medida se respalda entre la opinión pública el argumento que la minería en cualquier forma no es sustentable y genera el rechazo de las comunidades que se encuentran en el área de influencia del proyecto minero.
2. Aunque la legislación minero – ambiental en Colombia no contempla la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental o en su defecto una Declaración de Impacto Ambiental durante la etapa de exploración minera, si exige al concesionario la presentación de una póliza minero –ambiental; además de acogimiento a los criterios y lineamientos de la guía minero ambiental de exploración para la planificación de Los Trabajos de Exploración (LTE) y adaptarlos a las condiciones específicas del proyecto minero. Sin embargo, no detalla los programas y procedimientos de gestión ambiental para las actividades de exploración geológica del subsuelo (apertura de túneles y galerías, ejecución de perforaciones mineras) que debe seguir el concesionario minero, pese a que son las actividades más generadoras de impactos ambientales durante la etapa exploratoria, como se hace énfasis en este documento.
3. Las metodologías existentes para la evaluación de impactos ambientales son múltiples, sin embargo para las actividades de la etapa de exploración minera

deben considerarse factores como la planificación y gestión. Es fundamental el contexto regional y territorial del emplazamiento ambiental, de igual manera es un requerimiento esencial, el conocimiento técnico (know how) y la normatividad legal que rige a la actividad a analizar. La evaluación de impactos ambientales contribuye al mejoramiento de la calidad en el proceso y proporciona evidencias suficientes para determinar la generación de algún impacto significativo en las actuaciones propuestas.

4. La aplicación en el distrito minero de Vetas – California, que cuenta con un ecosistema muy frágil ambientalmente, permitió orientar la metodología de evaluación de impactos hacia los medios físico, biológico y construido. Del documento se desprende que la relevancia de los impactos ambientales en estos componentes naturales fluctúa entre baja y media. Los componentes más impactados son el paisaje y los recursos hídricos subterráneos, durante las fases de construcción y operación del programa de perforaciones mineras. Estas alteraciones se deben mitigar porque los efectos negativos pueden ser de larga duración e irreversibles en el medio ambiente.

Este es sólo un caso de aplicación y probablemente en otros entornos donde se planeen la ejecución de un programa de perforaciones mineras, se presenten mayores riesgos en otros componentes, particularmente flora y fauna terrestre. Definitivamente, los componentes ambientales con impactos insignificantes debido a la ejecución de perforaciones mineras son la calidad del aire, la flora y microfauna acuática, y la arqueología. Un impacto positivo por cuenta de la perforación de pozos mineros y particularmente por generación de expectativas en el medio humano es el componente socio-económico.

5. Es necesario que los concesionarios mineros cuenten con documentos de buenas prácticas de gestión ambiental para las actividades donde la guía minero – ambiental de exploración no cuenta con protocolos o procedimientos específicos, acordados entre los actores gubernamentales, académicos y privados del sector minero – ambiental. Lo anterior permite una gestión ambiental que cumpla con las exigencias de las normas internacionales y se convierta en un compromiso de desarrollo sustentable con las comunidades de la zona de influencia del proyecto minero.

RECOMENDACIONES

1. La guía minero ambiental de exploración debe ser adaptada a las condiciones específicas de cada proyecto, si bien la ley no exige Licencia Ambiental y por ende Estudios de Impacto Ambiental, si es conveniente elaborar una evaluación de impactos ambientales del proyecto minero, con base en las condiciones específicas del entorno.
2. Se le debe dar especial interés a la actividad de perforación de pozos mineros, por ser la que mayores impactos genera al medio ambiente. Se pueden y deben elaborar protocolos específicos a cada proyecto de exploración, especialmente en los programas de perforación.
3. Identificar aquellos componentes ambientales físicos, biológicos y construidos susceptibles de ser impactados por las actividades de exploración para diseñar programas de prevención, protección, corrección o compensación ambiental para mitigar las actuaciones durante la etapa de exploración.
4. Identificar aquellos componentes socio - ambientales impactados en forma positiva durante la etapa de exploración minera porque sirven de referente para potenciar sus efectos durante la evaluación socioeconómica del ciclo restante del proyecto minero.

BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard practice for rock core drilling and sampling of rock for site investigation. D2113-08. West Conshohocken, Estados Unidos : ASTM, 2008. 20 p.

AUSTRALIA. DEPARTMENT OF ENVIRONMENT AND RESOURCE MANAGEMENT. Code of environmental compliance for exploration and mineral development projects. [En línea]. Brisbane: El Departamento, enero de 2001. [Citado el: 01 de junio de 2011.] Disponible en internet: <<http://www.derm.qld.gov.au/register/p00448aa.pdf>>.

BUENO, Jesús. Yacimientos de uranio y otros metales en la región de la Baja, municipio de California, departamento de Santander. Bogotá D.C. : Instituto geológico nacional, 1955. Informe No. 1143.

CANTER, Larry. Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto. Traducido por Ignacio Español et al. Madrid : Mc Graw-Hill / Interamericana de España S.A.U., 1998. 841 p.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 9 (24, enero, 1979). Por la cual se dictan medidas sanitarias. Bogotá D.C.: El Congreso, 1979. 82 p.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 84 (27, diciembre, 1989). Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales y se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia. Bogotá D.C.: El Congreso, 1989. 18 p.

----- Ley 13 de 1990 (15, enero, 1990). Por la cual se dicta el Estatuto General de Pesca. Bogotá D.C.: El Congreso, 1990. 28 p.

----- Ley 99 (22, diciembre, 1993). Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: El Congreso, 1993. 94 p.

----- Ley 373 (06, junio, 1997). Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Bogotá D.C.: El Congreso, 1997. 5 p.

----- Decreto – Ley 2811 (18, diciembre, 1974). Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Bogotá D.C.: El Ministerio, 1974. 103 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Decreto 1541 (28, julio, 1978). Por el cual se reglamenta la parte III del libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 “De las aguas no marítimas” y parcialmente la Ley 23 de 1973. Bogotá D.C.: El Ministerio, 1978. 85 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Decreto 1608 (30, julio, 1978). Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre. Bogotá D.C.: El Ministerio, 1978. 59 p.

----- Decreto 1715 (8, agosto, 1978). Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje. Bogotá D.C.: El Ministerio, 1978. 2 p.

-----. Decreto 2857 (13, octubre, 1981). Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-Ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: El Ministerio, 1981. 12 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 1140 (07, mayo, 2003). Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2003. 3 p.

-----. Decreto 3100 (30, octubre, 2003). Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2003. 12 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 3440 (21, octubre, 2004). Por el cual se modifica el Decreto 3100 de 2003 y se adoptan otras disposiciones. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2004. 5 p.

-----. Decreto 838 (23, marzo, 2005). Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2005. 16 p.

-----. Decreto 1220 (21, abril, 2005). Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2005. 20 p.

----- . Decreto 500 (20, febrero, 2006). Por el cual se modifica el Decreto 1220 del 21 de abril de 2005, reglamentario del Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2006. 3 p.

----- . Resolución 601 (04, abril, 2006). Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2006. 13 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 627 (07, abril, 2006). Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2006. 30 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Metodología general para la presentación de estudios ambientales. ZAPATA, Diana Marcela; et al (eds.). Bogotá D.C. : El Ministerio, 2010. 72 p.

----- . Resolución 651 (29, marzo, 2010). Por la cual se crea el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire - SISAIRE. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2010. 3 p.

----- . Decreto 3930 (25, octubre, 2010). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2010. 29 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Decreto 1713 (06, agosto, 2002). Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y

la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2002. 60 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Resolución 541 (14, diciembre, 1994). Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación. Bogotá D.C.: El Ministerio, 1994. 4 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Decreto 948 (05, junio, 1995). Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. Bogotá D.C.: El Ministerio, 1995. 57 p.

----- . Resolución 909 (01, enero, 1996). Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 005 de 1996 que reglamenta los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel, y se definen los equipos y procedimientos de medición de dichas emisiones y se adoptan otras disposiciones. Bogotá D.C.: El Ministerio, 1996. 10 p.

----- . Decreto 1791 (4, octubre, 1996). Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal. Bogotá D.C.: El Ministerio, 1996. 25 p.

----- . Guía de manejo ambiental para proyectos de perforación de pozos de petróleo y gas. [En línea]. Versión 1. Bogotá D.C. : El Ministerio, agosto de 1999. [Citado el: 01 de junio de 2011.] Disponible en internet:

<http://www.acp.com.co/assets/documents/desarrollo%20operaciones/ambiental/documentos/guias/guia_ambiental_perforacion2009.pdf>.

COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Manual de evaluación de estudios ambientales: criterios y procedimientos. Compilado por Alberto Federico Mouthon Bello...[et al.]. Bogotá D.C. : El Ministerio, 2002. 252 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Glosario técnico minero. [En línea]. Bogotá D.C. : El Ministerio, agosto de 2003. [Citado el: 01 de junio de 2011.] Disponible en internet:

<<http://www.simco.gov.co/simco/Portals/0/planvallejo/Glosario%20Minero.pdf>>.

-----Términos de referencia: los trabajos de exploración (LTE) y programa de trabajos y obras (PTO) para materiales y minerales distintos del espacio y fondo marino. Bogotá D.C. : El Ministerio, 2001. 40 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA - MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Guía minero ambiental de exploración. Bogotá D.C. : Los Ministerios, 2001. 111 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Decreto 02 (11, enero, 1982). Por el cual se reglamentan parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas. Bogotá D.C.: El Ministerio, 1982. 19 p.

----- Resolución 8321 (04, agosto, 1983). Por la cual se dictan normas sobre Protección y Conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos. Bogotá D.C.: El Ministerio, 1983. 12 p.

----- . Decreto 1594 (26, junio, 1984). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título 1 de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la parte III - Libro I - del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a Usos del Agua y Residuos Líquidos. Bogotá D.C.: El Ministerio, 1984. 52 p.

----- . Resolución 19622 (31, diciembre, 1985). Por la cual se adopta un procedimiento para análisis de la calidad del aire. Bogotá D.C.: El Ministerio, 1985. 7 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL. Resolución 02400 (22, mayo, 1979). Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. Bogotá D.C.: El Ministerio, 1979. 126 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Resolución 005 (09, enero, 1996). Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel, y se definen los equipos y procedimientos de medición de dichas emisiones y se adoptan otras disposiciones. Bogotá D.C.: Los Ministerios, 1996. 21 p.

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 979 (03, abril, 2006). Por el cual se modifican los artículos 7º, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995. Bogotá D.C.: La Presidencia, 2006. 8 p.

COLOMBIA. UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Informe final módulo I: Caracterización distritos mineros. Bogotá D.C. : UPME, 2004. 396 p.

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. Actualización de la compilación de leyes mineras de catorce países de América Latina y el Caribe. Compilado por E. Chaparro. Informe técnico de la CEPAL. Santiago de Chile : Naciones Unidas, 2002. Vol. II, Serie Recursos naturales e infraestructura: 43. ISSN 1680-9017.

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. Conceptos básicos para entender la legislación ambiental aplicable a la industria minera en los países andinos. Informe técnico de la CEPAL. Santiago de Chile : Naciones Unidas, 2008. Serie Recursos naturales e infraestructura: 134. ISSN 1680-9017.

ENVIRONMENTAL LAW ALLIANCE WORLDWIDE. Guía para evaluar EIAs de proyectos mineros. [En línea]. 1ª Ed. Eugene, Estados Unidos : ELAW, julio de 2010. [Citado el: 01 de junio de 2011.] Disponible en internet: <<http://www.elaw.org/files/mining-eia-guidebook/Guia%20%20para%20Evaluar%20EIAs%20de%20Proyectos%20Mineros.pdf>>.

FRANCO, Luís; AREVALO, Ana Silvia. Environmental considerations for geothermal drilling in El Salvador. En: Short course on geothermal drilling, resource development and power plants (16-22, enero: Santa Tecla, El Salvador). Memorias. Santa Tecla, El Salvador : United Nations university - Geothermal training programme y LaGeo, 2011. 7 p.

LEGIS. Régimen legal del medio ambiente. Editado originalmente por J.L. Chalela. 54ª Ed. Bogotá D.C. : LEGIS EDITORES S.A., 1997-2011. 816 p.

MÉXICO. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA. Norma oficial mexicana NOM-120-ECOL-1997. (19, nov, 1998). Que

establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa.. Ciudad de México : La secretaría, 1998. 16 p.

OLARTE SÁNCHEZ, Leonardo. Diseño de un modelo de estudio geológico y gestión de un título minero para materiales de arrastre durante la etapa de exploración. Trabajo de grado Geólogo. Bucaramanga, Colombia : Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Físico-químicas. Escuela de Geología, 2006. 108 p.

PNUMA - UNDESA.Environmental guidelines for mining operations. [En línea]. Nueva York : Naciones Unidas, 1998. [Citado el: 01 de junio de 2011.] Disponible en internet: <commdev.org/files/814_file_UNEP_UNDESA_EnvGuidelines.pdf>.

RIBEIRO DE ALMEIDA, Josimar y MOREIRA SOARES, Paulo Sergio, [ed.].Análisis y evaluaciones de impactos ambientales. Río de Janeiro : CETEM/MCT, 2008. 360 p.

RICHARDS, Jeremy. Sustainable development and the mineral industry. En: SEG newsletter. Enero de 2002. No. 48.

RICAURTE DE BEJARANO, Margarita.Código de minas comentado. Bogotá D.C. : Universidad Externado de Colombia, 2005. 590 p.

SRK CONSULTING. Estudio de impacto ambiental “Exploración minera proyecto Catanave”. [En línea]. Capítulo 6. Evaluación de impacto ambiental. Santiago de Chile : Southern copper corporation – Agencia en Chile, noviembre de 2009. [Citado el: 01 de junio de 2011.] Disponible en internet: <https://www.e-seia.cl/archivos/Cap6_Evaluacion_Impacto.pdf>.

-----, -----, [En línea]. Capítulo 9. Fichas resumen. Santiago de Chile : Southern copper corporation – Agencia en Chile, noviembre de 2009. [Citado el: 01 de junio de 2011.] Disponible en internet: <https://www.e-seia.cl/archivos/Cap_9_Fichas_Resumenes.pdf>.

UNIÓN TEMPORAL VECTOR - INGETEC. Estudio de impacto ambiental “Proyecto Angostura”. [En línea]. Capítulo 1. Introducción. Bogotá D.C. : Greystar Resources Ltd., diciembre de 2009. [Citado el: 01 de junio de 2011.] Disponible en internet: <http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosAmbiente/licencias/edictos/cap_1_introducci%C3%B3n.pdf>.

UNIÓN TEMPORAL VECTOR - INGETEC. Estudio de impacto ambiental “Proyecto Angostura”. [En línea]. Capítulo 2. Descripción del proyecto. Bogotá D.C. : Greystar Resources Ltd., diciembre de 2009. [Citado el: 01 de junio de 2011.] Disponible en internet: <http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosAmbiente/licencias/edictos/cap_2_angostura.pdf>.

-----, -----, [En línea]. Capítulo 3. Descripción y caracterización ambiental del área de influencia Zonificación Ambiental. Bogotá D.C. : Greystar Resources Ltd., diciembre de 2009. [Citado el: 01 de junio de 2011.] Disponible en internet: <http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosAmbiente/licencias/cap_3_zonificacion_ambiental.pdf>.

WOLFF CARREÑO, Erwin, et al. Geological setting, mining and reduction of mercury vapor contamination in the gold-silver district of Vetás-California (Santander, Colombia). En: *Episodes*. Diciembre de 2005. Vol. 28, no. 4. p. 252-256.