UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

PLAN DE CIERRE DEL BLOQUE 2 DE LA CANTERA CENACA PERTENECIENTE A LA EMPRESA HOLCIM ECUADOR S.A., UBICADA EN LA PARROQUIA CHONGÓN, CANTÓN GUAYAQUIL, PROVINCIA DEL GUAYAS

AUTOR:

Byron Gonzalo Enríquez Mora

DIRECTOR:

Ing. Jimmy Stalin Paladines, Mg. Sc.

Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial.

LOJA - ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Ing. Jimmy Stalin Paladines, Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que el señor egresado **BYRON GONZALO ENRÍQUEZ MORA**, realizó el presente trabajo de tesis **"PLAN DE CIERRE DEL BLOQUE 2 DE LA CANTERA CENACA, PERTENECIENTE A LA EMPRESA HOLCIM ECUADOR S.A., UBICADA EN LA PARROQUIA CHONGÓN, CANTÓN GUAYAQUIL, PROVINCIA DEL GUAYAS".** Bajo mi dirección y supervisión, cumpliendo con las enmiendas y consideraciones necesarias. Por lo que faculto su presentación

Loja, 25 de Noviembre del 2015

.....

Ing. Jimmy Stalin Paladines, Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo **BYRON GONZALO ENRIQUEZ MORA,** declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:.....

Cédula: 1102454533

Fecha: 25 de noviembre del 2015

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo **BYRON GONZALO ENRIQUEZ MORA,** declaro ser autor de la tesis titulada: **"PLAN DE CIERRE DEL BLOQUE 2 DE LA CANTERA CENACA, PERTENECIENTE A LA EMPRESA HOLCIM ECUADOR S.A., UBICADA EN LA PARROQUIA CHONGÓN, CANTÓN GUAYAQUIL, PROVINCIA DEL GUAYAS"**, como requisito para optar el grado de **INGENIERO EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL;** Autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los veinticinco días del mes de noviembre del dos mil quince.

Firma: _____

Autor: Byron Gonzalo Enríquez Mora.

Cédula: 1102454533

Dirección: Ciudadela Mucho Lote, Manzana 2374, Villa 16 - Guayaquil

Correo electrónico: byronenriquezmora@gmail.com

Teléfono: 03-2688413 Celular 09985025684

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Jimmy Stalin Paladines, Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Jorge Enrique Gaona Pacheco, Mg. Sc.

Ing. Carlomagno Nixon Chamba Tacuri, Mg. Sc.

Ing. Jeanine Elizabeth Azanza González, Mg. Sc.

DEDICATORIA

A mi esposa e hijas y mi familia por ayudarme en todo momento, mientras realizaba mis estudios y por estar a mi lado en cada circunstancia de mi vida y de esta manera ayudarme a impulsar este proyecto. A mis padres porque me inspiraron el amor al estudio y el servicio a la comunidad.

Byron Gonzalo Enríquez Mora.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, padre maravilloso y bueno que me dio fuerza y fe para creer que lo parecía imposible fue posible terminar; a mis padre por inculcarme el deseo de superación desde los primeros años de mi vida; a mi esposa e hijas, razón de mi vida y por quien lucho para sacarlos adelante, esperando que este logro sea un estímulo para ellas, pues solo quien tiene sueños es capaz de hacerlos realidad. Al Ing. Stalin Paladines, por su apoyo total y su amistad desde los primeros años de mi carrera y a todos los profesores de la facultad de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, por compartir sus experiencias y enseñanzas en mi formación.

Byron Gonzalo Enríquez Mora.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA……...……i
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS.....ii
AUTORÍA.....iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO. iv
DEDICATORIA v
AGRADECIMIENTO.....vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS vii

1. TÍTULO. 1
2. RESUMEN..... 2
SUMMARY 4
3. INTRODUCCIÓN 6
4. OBJETIVOS. 7
4.1 Objetivo general. 7
4.2 Objetivos específicos 7
5. REVISIÓN DE LITERATURA. 8
5.1. Historia de la minería en el Ecuador. 8
5.1.1. La gran minería en el Ecuador..... 9
5.1.2. La minería a gran escala en Ecuador..... 9
5.1.3. La minería metálica en el Ecuador. 9
5.1.4. Caliza..... 10
5.1.4.1. Formación. 10
5.1.4.2. Utilización de la caliza. 12
5.1.5. La explotación minera de las rocas calizas para la fabricación de cemento y áridos. 13
5.1.6. Impactos ambientales de la fase de explotación..... 13
5.1.7. Plan de cierre. 15
5.2 Geología..... 16
5.2.1 Formación geológica..... 16
5.2.2 Estructura geológica. 16
5.2.3 Rumbo. 17
5.2.4 Buzamiento. 17
5.2.5 Roca. 17
5.2.5.1 Propiedades físicas 17
5.2.5.1.1 Isotropía y anisotropía 17
5.2.5.1.2 Densidad y peso específico..... 18
5.2.5.1.3 Adsorción y absorción de agua 18
5.2.5.1.4 Desorción de agua..... 18
5.2.5.1.5 Capilaridad. 19
5.3 Métodos de explotación a cielo abierto. 19
5.3.1 Cortas. 19

5.3.2 Descubiertas. 20
5.3.3 Terrazas. 21
5.3.4 Contorno. 22
5.3.5 Graveras. 23
5.3.6 Canteras. 24
5.3.7 Especiales o mixtos. 25
5.4 El agua. 26
5.4.1 Características. 26
5.4.1.1 Estructura 26
5.4.2 Propiedades físicas del agua. 27
5.4.3 Propiedades químicas del agua. 27
5.5 Suelo. 28
5.5.1 Componentes del suelo. 28
5.5.2 Etapas de formación del suelo. 28
5.5.3 Perfil del suelo. 29
5.5.4 Horizontes del suelo. 29
5.5.5 Propiedades físicas del suelo. 30
5.5.5.1 Color 30
5.5.5.2 Textura 30
5.5.5.3 Estructura 30
5.5.5.4 Propiedades químicas del suelo 31
5.5.5.4.1 Reacción del suelo (pH) 31
5.5.5.4.2 Capacidad de intercambio catiónico (cic) 31
5.6 El aire. 32
5.6.1 Norma de calidad de aire. 32
5.6.2 Monitoreo. 32
5.6.3 Condiciones de referencia. 32
5.6.4 Contaminantes del aire. 33
5.6.5 Contaminantes comunes del aire. 33
5.6.6 Diámetro aerodinámico. 33
5.6.7 Emisión. 33
5.6.8 Episodio crítico de contaminación. 33
5.6.9 Material particulado. 33
5.6.10 Método gravimétrico. 34
5.6.11 Material Particulado menor a 10 micrones (PM10). 34
5.6.12 Material Particulado menor a 2.5 micrones (PM2.5). 34
5.7 Ruido. 34
5.7.1 Decibel (Db). 35
5.7.2 Nivel de presión sonora. 35
5.7.3 Nivel de presión sonora continúo equivalente. 35
5.7.4 Ruido de fondo. 35
5.7.5 Fuentes fijas. 35
5.8 Estudio de impacto ambiental. 35
5.8.1 Plan de cierre de minas. 36
5.9 Criterios para el cierre. 36
5.9.1 Criterios para la estabilidad física. 36

5.9.2 Criterios para el agua de lluvia. 37
5.9.3 Medidas de cierre para la estabilidad física. 37
5.9.4 Taludes en el área de cantera. 37
5.9.5 Momento de aplicación de las actividades de cierre. 38
5.9.6 Actividades finales de cierre. 38
5.9.7 Monitoreo en el periodo post cierre. 38
5.9.8 Seguimiento de la estabilidad física en el periodo pos cierre. 38
5.10 Marco Legal 38
6. MATERIALES Y MÉTODOS 49
6.1. Materiales. 49
6.1.1. Materiales de campo. 49
6.1.2. Materiales de gabinete. 49
6.2. Método. 49
6.2.1. Trabajo de gabinete. 50
6.2.2. Enfoque metodológico. 52
6.2.3. Requisitos y consideraciones para el cierre. 53
7. RESULTADOS. 54
7.1 Alcance. 54
7.2 Ubicación geográfica. 54
7.3 Acceso. 55
7.4 Entorno físico. 59
7.4.1 Clima. 59
7.4.2 Dirección y velocidad del viento. 59
7.4.3 Precipitaciones y evaporación. 60
7.4.4 Hidrología. 63
7.4.5 Protocolo de muestreo ambiental. 64
7.4.6 Calidad de aire. 67
7.4.7 Muestre de ruido. 72
7.4.8 Calidad del recurso agua. 81
7.4.9 Suelo. 90
7.5 Componente biótico. 98
7.5.1 Flora. 98
7.5.2 Fauna. 99
7.5.3 Caracterización medio Biótico. 102
7.6 Descripción del entorno socioeconómico. 103
7.6.1 División política administrativa. 103
7.6.2 Área de influencia directa. 103
7.6.3 Área de influencia indirecta. 104
7.6.4 Población en el área de influencia del proyecto. 104
7.6.5 Estructura etárea y de sexo de la población. 105
7.6.6 Analfabetismo. 106
7.6.7 Vivienda. 107
7.6.8 Servicios básicos a las viviendas en el área de influencia. 107
7.6.9 Actividades productivas del sector. 108
7.6.10 Turismo y recreación. 109
7.6.11 Fuente de empleo. 111

7.7 Geología. 111
7.7.1 Geología regional. 111
7.7.2 Geología local. 112
7.7.3 Geomorfología. 118
7.8 Descripción de las labores mineras. 119
7.8.1 Exploración. 119
7.8.2 Labores mineras. 120
7.9 Explotación del bloque 2. 124
7.9.1 Levantamiento topográfico. 124
7.9.2 Explotación. 124
7.9.3 Destape. 124
7.9.4 Perforación. 125
7.9.5 Voladura. 126
7.9.6 Carguío y transporte de mineral. 130
7.9.7 Trituración. 132
7.10 Infraestructura. 133
7.10.1 Polvorín. 133
7.10.2 Escombreras. 134
7.11 Actividades de mantenimiento. 135
7.11.1 Maquinaría. 135
7.12 Plan de cierre del bloque 2 de la cantera de caliza. 136
7.12.1 Cantera. 136
7.12.2 Caminos. 143
7.12.3 Disposición final de residuos que permanecerán en el lugar. 144
7.13 Plan de cierre general de la mina. 145
7.14 Estimación de costos de la implementación de medidas de cierre y garantías. 157

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS. 158
9. CONCLUSIONES. 161
10. RECOMENDACIONES. 162
11. BIBLIOGRAFÍA 163
12. ANEXOS. 165
Anexo 1. Topografía del área de estudio. 165
Anexo 2. Mapa geológico del área de estudio. 166
Anexo 3. Mapa de los puntos de muestreo. 167

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas Bloque 2. 50
Tabla 2. Material particulado 61
Tabla 3. Condiciones ambientales 64
Tabla 4. Resumen técnico de resultados obtenidos PM10 y PM2.5. 65
Tabla 5. Nivel de presión sonoro. 70
Tabla 6. Condiciones ambientales promedio durante la realización del monitoreo (Diurno). 71
Tabla 7. Condiciones ambientales promedio durante la realización del momento (Nocturno). 71
Tabla 8. Corrección de nivel de ruido de fondo 72
Tabla 9. Resumen Técnico de resultados obtenidos diurno 73
Tabla 10. Resumen Técnico de resultados obtenidos nocturno 73
Tabla 11. Ubicación de pozos de agua subterránea. 81
Tabla 12. Resultados de análisis de muestreo de pozos de agua subterránea 82
Tabla 13. Ubicación de sedimentador 85
Tabla 14. Resultados de análisis de muestras en sedimentador 6. 85
Tabla 15. Análisis del suelo y comparación con los LMP. 92
Tabla 16. Especies y vegetación del área de estudio 94
Tabla 17. Cuadro de mamíferos más representativos del Bosque Cerro Blanco 95
Tabla 18. Aves representativas del Bosque Cerro Blanco G. A. 96
Tabla 19. Cuadro de aves Amenazadas del Bosque Cerro Blanco. 97
Tabla 20.Población del Área de influencia directa e Indirecta años 1990–2001 99
Tabla 21.Población por grandes grupos de edad asentada en el área de influencia directa e Indirecta 100
Tabla 22. Población por Sexo Asentada en el área de Influencia Directa e Indirecta 100
Tabla 23. Población de 10 años y más - Tasas de analfabetismo en el área de influencia del Proyecto. 100
Tabla 24. Viviendas ocupadas del área de influencia del proyecto 101
Tabla 25. Viviendas del área de influencia según disponibilidad de servicios básicos año 1990 102
Tabla 26. Actividades en el área de influencia. 102
Tabla 27. Afloramiento 1. 111

Tabla 28. Afloramiento 2. 111
Tabla 29. Afloramiento 3. 112
Tabla 30. Ángulo y altura global de cantera en bloque 2. 117
Tabla 31. Consumo promedio de explosivos. 123
Tabla 32. Equipos y maquinaria de la cantera 130
Tabla 33. Compromisos ambientales 141
Tabla 34. Programa anual de actividades del Plan de Manejo Ambiental del Bloque 2- Área Minera "Cenaca" 142
Tabla 35. Resumen de la Proyección Económica del plan de cierre conceptual del área de concesión minera Cenaca (Bloque 2). 157
Tabla 36. Resumen de costos de la reforestación-revegetación del Bloque 2. 158

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sedimentación calcárea marina actual 12
Figura 2. Explotación por banqueo descendente 20
Figura 3. Método de explotación Tumbado u horizontal descubierto 21
Figura 4. Sistemas de Explotación por medio de terrazas. 22
Figura 5. Sistema de explotación por contornos. 23
Figura 6. Sistema de explotación por graveras. 24
Figura 7. Sistema de explotación por Canteras 25
Figura 8. Sistema de explotación Mixto 25
Figura 9. Mapa de ubicación - Concesión Cenaca 50
Figura 10. Mapa de acceso a Holcim 51
Figura 11. Vista general del bloque 2. 52
Figura 12. Cantera Cenaca. 52
Figura 13. Precipitación Promedio por regiones (Amazónica, Costa y Sierra). 54
Figura 14. Precipitaciones mes de diciembre de 2013. 55
Figura 15. Precipitaciones mes de enero de 2014. 56
Figura 16. Precipitaciones mes de febrero de 2014. 56
Figura 17. Cuencas Hidrográficas 58
Figura 18. Equipo de Medición de Aire. 67
Figura 19. Equipo de Medición de Ruido 75
Figura 20. Esquema que representa los principales parámetros de diseño del Bloque 2. 117
Figura 21. Distribución de energía de las voladuras. 123
Figura 22. Esquema de encendido de la voladura con su respectivo orden de salida, 124
Figura 23. Registro de vibraciones en el proceso de voladura. 125
Figura 24. Planta de Procesamiento 127
Figura 25. Sistema proyectado para estabilizar taludes de pendientes 134
Figura 26. Tipos de señalización vertical 134
Figura 27. Señalización en Cantera(Señales Permanentes) 135
Figura 28. Esquema de diseño del cerco perimetral 137
Figura 29. Señalización en Caminos de Acceso(Señales Temporales) 138

1. TÍTULO.

PLAN DE CIERRE DEL BLOQUE 2 DE LA CANTERA CENACA PERTENECIENTE A LA EMPRESA HOLCIM ECUADOR S.A., UBICADA EN LA PARROQUIA CHONGÓN, CANTÓN GUAYAQUIL, PROVINCIA DEL GUAYAS.

2. RESUMEN.

El Bloque 2 se encuentra dentro del área minera Cenaca, tiene una extensión de 1.5 km, se encuentra en las inmediaciones del pie de monte del extremo Sureste de la cordillera Chongón sector Cerro Blanco. El área limita al Norte con el Bosque Protector Cerro Blanco, al Este con el bloque 1, al Oeste con el bloque 3 y al Sur con las instalaciones de la planta Guayaquil. La Planta Guayaquil (antes Planta Cerro Blanco) localizada en el sector Sur del Bloque 2, también propiedad de HOLCIM Ecuador, es la instalación de producción de cemento.

El área de estudio se localizada en la Costa Ecuatoriana, con temperaturas medias entre 25º a 31º, y existen allí 2 estaciones: la época de lluvias entre Diciembre a Abril y la seca desde Mayo a Noviembre.

Las áreas naturales están cubiertas de un bosque más o menos denso; la fauna está compuesta por mamíferos, reptiles y anfibios además se observan aves e invertebrado como crustáceos, arácnidos e insectos.

La Geología la integran calizas de la formación San Eduardo, limolitas de la Formación Las Masas y arcillas de la formación Ancón. El rumbo de las capas sedimentarias tiene dirección Este-Oeste y los buzamientos son hacia el Sur.

Se han establecido los siguientes ángulos: Angulo global 60 grados y Angulo de taludes de explotación 80 grados. Para el área de estudio (bloque 2).

Los procesos productivos para la exploración y explotación de materiales (caliza, arcillas y limonitas), llevados a cabo en el Bloque 2, son los siguientes:

- Exploración y Sondeos.
- Selección de Sitios de Explotación.
- Evaluación del sitio y determinación de ubicación de cargas.
- Perforación.
- Carga de Explosivos y Voladura.
- Transporte de material fragmentado.
- Trituración Primaria (Planta Guayaquil).

Las actividades contempladas en el plan de cierre son:

- *En la cantera*: modelamiento de taludes, control de escorrentía superficial, instalación de señalizaciones, análisis de la mejor alternativa para el cierre de cantera.

- *En los caminos*: arreglo de las vías de acceso, instalación de señalización.

- *En el manejo de residuos y otros*: retiro de escombros y disposición final de Residuos.

La secuencia de fases a seguir para el plan del cierre y abandono será la siguiente:

- Fase 1: Estudios previos.
- Fase 2: Período post cierre. (Incluirá monitoreo PM10, PM2.5 y ruido al menos durante 2 años.
- Fase 3: Etapa de abandono.

Considerando al Bloque 2 como un micro-cuenca, las cuales son:

Arborización y rehabilitación, con un total de 242 Has. Los bancos de explotación como en los taludes entre bancos, utilizando en este último caso, cuando se ameriten, la metodología de las geo-celdas.

El costo total de la propuesta de restauración sería de $ 323.234,00 dólares americanos, considerando todas las actividades a realizar.

Finalmente se realizan las conclusiones y recomendaciones en el sentido que es factible la propuesta de restauración del Bloque 2.

SUMMARY

Block 2 is located within the mining area Cenaca, it has an extension of 1.5 km, it is located in the immediate vicinity of the piedmont of the southern end - east of the mountain range Chongon, Cerro Blanco Sector. The area is bordered to the North with Cerro Blanco Protected Forest, to the east with Block 1, to the west with the block 3 and to the South with the premises of the Guayaquil plant. The Guayaquil Plant (formerly Cerro Blanco Plant) is located in the southern sector of Block 2, it is also property of Holcim Ecuador, is the installation of clinker and cement production.

The area under study is located in the Ecuadorian coast and the mean temperatures are between 25 ° to 31 °, and there are two seasons: the rainy season between December through April and the dry season from May to November.
The natural areas are covered by a more or less dense forest; its wildlife is composed of mammals, reptiles and amphibians there are also observed birds and invertebrates such as crustaceans, arachnids and insects.

The Geology is formed by limestones of the San Eduardo formation, siltstones of the Formation "Las Mazas" and of the formation Ancon. The course of the sedimentary layers has East-West direction and the dips are to the south.

There have been established the following angles: the overall angle 60 degrees and the angle of exploitation slopes 80 degrees, for the study area (Block 2).

The productive processes for the exploration and exploitation of materials (limestone, clay and limonite), carried out in Block 2, are the following:

- Exploration and surveys.
- Exploitation site selection.
- Site assessment and location determination of loads.
- Drilling.
- Explosives and blowing up charging.
- Transport of fragmented material.
- Primary shredding (Guayaquil Plant).

The activities referred to in the closure plan are:

- *In the quarry*: modeling of slopes, control of surface runoff, signaling installation, analysis of the best alternative for the closure of the quarry.

- *On the roads*: arrangement of the access roads, signaling installation.
- *In residue management and others*: debris removal and final disposition of the residues.

The sequence of phases to be followed for the closure and abandonment plan will be the following:

- Phase 1: Previous studies.

- Phase 2: post-closure period. (This will include the monitoring PM10, PM2.5 and noise for at least 2 years.

- Phase 3: Stage of abandonment.

Considering the Block 2 as a micro-basin, which are:

Tree planting and rehabilitation, within a total of 242 hectares. Banks exploitation as in the slopes between banks, using in this last case, when required, the methodology of the geo-cells.

The total cost of the proposed restoration would be from USA $ 323.234.00 considering all the activities to be undertaken.

Finally, conclusions and recommendations are made to the effect that the proposal of the restoration of the Block 2 is feasible.

3. INTRODUCCIÓN

Holcim Ecuador S.A. es una empresa perteneciente al grupo suizo Holcim, una de las compañías cementeras más grandes e importantes del mundo. Dedicado a la producción de cemento, agregados y hormigón, el grupo a través de Holcim Ecuador S.A., en este país opera:

- 1 planta de cemento,
- 1 molienda de cemento,
- 8 plantas de hormigón,
- 1 planta de agregados y
- 15 oficinas regionales de venta a lo largo del país.

Las actividades administrativas de Holcim Ecuador S.A. se concentran en el sector de San Eduardo, en la ciudad de Guayaquil.

Sin perjuicio de lo anterior, el presente documento, se refiere exclusivamente a la cantera de caliza localizada en la Concesión Minera Cenaca (Bloque 2) y considera entre otras cosas lo indicado en la nueva Ley Minera (2009), publicada el 29 de enero de 2009 en el Registro Oficial (Nº 517), Ley que deroga la Ley de Minería 126 del 31 de mayo de 1991, y entre otras cosas indica que: "El Cierre de Minas consiste en el término de las actividades mineras y el consiguiente desmantelamiento de las instalaciones utilizadas en cualquiera de las fases referidas previamente, si no fueren de interés público, incluyendo la reparación ambiental de acuerdo al plan de cierre debidamente aprobado por la autoridad ambiental competente", y El PLAN DE CIERRE DE MINAS debe incluir las siguientes actividades:

- Recuperación del sector o área.
- Plan de verificación de su cumplimiento.
- Impactos sociales y su plan de compensación.
- Garantías indicadas en la normativa ambiental vigente.
- Plan de incorporación a nuevas formas de desarrollo económico.

Se ha escogido el Bloque 2: que se ubica entre las quebradas Rocafuerte y quebrada San Agustín, de la cantera CENACA, en el cual centro el proyecto de investigación en

este Bloque se enfocó toda la información que se requiere para desarrollar el proceso investigativo y obtener los resultados más adecuados respecto al finalizar las operaciones mineras y CIERRE de MINA.

4. OBJETIVOS.

4.1 Objetivo general.

Proponer el Plan de cierre y la restauración de áreas disturbadas en el BLOQUE 2 de la concesión minera Cenaca

4.2 Objetivos específicos

- Describir la ubicación geográfica, el entorno físico, biológico y socioeconómico del Bloque 2 del área minera Cenaca.
- Describir el marco geológico general, indicando las principales unidades de roca, las discontinuidades geológicas del macizo rocoso y realizar el estudio estructural y de estabilidad en los actuales taludes presentes.
- Indicar las características de las labores mineras y las principales actividades operativas que se realizan en la cantera.
- Elaborar el plan de cierre, indicar su ámbito de aplicación, desarrollar los procedimientos, actividades que se ejecutarán durante el plan de cierre y después del mismo, presentar los resultados.
- Establecer las alternativas, propuestas y financiamiento para la restauración.
- Ejecutar el análisis del plan de cierre en relación al plan de manejo ambiental del bloque 2 del área minera Cenaca, indicando las garantías, destino final del área y la comparación con el plan de cierre que se propone.

5. REVISIÓN DE LITERATURA.

5.1. Historia de la minería en el Ecuador.

Se remonta a la época pre incásica. La primera explotación conocida se sitúa en los flujos de obsidiana de Mullumica en la Cordillera Real. En el periodo comprendido entre los años 900--1500 D.C.

El oro y la plata fueron extraídos principalmente de los ríos y también a partir de túneles en roca. Entre los lugares conocidos están Nambija, Zaruma y rio Santa Bárbara en el siglo XVI.

En 1897 la empresa SADCO (Southern American Development Company) pide el control de los depósitos de Zaruma hasta 1950, en el lapso de ese tiempo recupera 3,5 millones de onzas de oro y 17 millones de onzas de plata en el centro de operaciones de Portovelo.

Características:

- Por baja tecnología Ninguna seguridad industrial.
- Bajo control sanitario y de salud de los trabajadores.
- Carencia de técnicos.
- Bajo rendimiento de la producción.
- Inestabilidad y rotación de la fuerza de trabajo.
- Bajos salarios.
- Baja capacidad de inversión.
- Escasa inserción legal e institucional.

Consecuencias:

- Sociales.-2000 menores trabajan como "jancheros", delincuencia, prostitución, violencia, insalubridad, etc.
- Ambientales.-Contaminación e impunidad.
- Legales.-Falta de garantías a la inversión formal.

5.1.1. La gran minería en el Ecuador.

El Ministerio de Energía y Minas, la cantidad destinada para la actividad minera sería cinco millones de hectáreas, eso constituye el 20% del territorio nacional. De ellas dos millones de hectáreas son áreas protegidas y bosques protectores.

La minería a Cielo Abierto conocida también como minería a Rajo Abierto que es la que se está promocionando en el país, en América Latina y en el resto del mundo (en Estados Unidos el 97% de los minerales se extraen mediante está técnica).

5.1.2. La minería a gran escala en Ecuador.

En cuanto a estos dos proyectos Quimsacocha y Panantza-San Carlos, se prevé contratar su firma con las empresas en el año 2012, los proyectos están en fase de negociación y su firma ha sido postergada varias veces desde inicios de 2011. Los principales temas en discusión son el pago de regalías (al menos 5% según la ley de minería, mientras que las empresas exigirán entre 3,5% y4%), la inversión para la fase de construcción, así como el plazo del contrato.

Se prevé que estos proyectos traerán un promedio anual de 72 millones de dólares, tomando en cuenta el pago del impuesto a la renta, las regalías, el IVA y otros impuestos, incluyendo aduana e impuestos al capital.

Al momento del cierre de los proyectos, se espera un ingreso acumulado de 1.213 millones de dólares. Lastimosamente el plan nacional del desarrollo del sector minero no detalla sus estimaciones de los ingresos a ser generados por los dos proyectos más importantes: Mirador y Panantza-San Carlos. (Taipe J., 2012)

5.1.3. La minería metálica en el Ecuador.

Los estudios de exploración realizados hasta ahora, demuestran que el Ecuador cuenta con una importante existencia, cuantificada de minerales metálicos: 39 millones de onzas de oro, 190 millones de onzas de plata, 40.000 millones de libras de cobre, 1 millón de libras de molibdeno. El 80% de estas

reservas se ubican en las provincias de Zamora Chinchipe y Morona Santiago y están relacionadas a dos cinturones de minerales metálicos: uno de cobre-molibdeno y otro de oro-plata.

Chaucha y Quimsacocha en Azuay, Zaruma Gold en el Oro, Junín en Imbabura, Curipamba en Bolívar y otras, el mineral en forma de concentrado sea llevado a las fábricas metalúrgicas del sur oriente.

Así mismo, el monto de las reservas justifica realizar la planificación y ordenamiento de la región sur oriental y del país en forma racional y sostenida. En la planificación minera hay que considerar, que todo lo que se planifica se justifica con las reservas de minerales metálicos existentes en el subsuelo. (Paladines, 2011)

5.1.4. Caliza.

La caliza, o roca calcárea, es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio ($CaCO_3$), generalmente calcita, aunque frecuentemente presenta trazas de magnesita ($MgCO_3$) y otros carbonatos. También puede contener pequeñas cantidades de minerales como arcilla, hematita, siderita, cuarzo, etc., que modifican (a veces sensiblemente) el color y el grado de coherencia de la roca. El carácter prácticamente monomineral de las calizas permite reconocerlas fácilmente gracias a dos características físicas y químicas fundamentales de la calcita: es menos dura que el cobre (su dureza en la escala de Mohs es de 3) y reacciona con efervescencia en presencia de ácidos tales como el ácido clorhídrico. (C. Klein y C. S. Hurlbut, 1998)

5.1.4.1. Formación.

Por su aspecto blanco son muy distinguibles. Las calizas se forman en los mares cálidos y poco profundos de las regiones tropicales, en aquellas zonas en las que los aportes detríticos son poco importantes. Dos procesos, que generalmente actúan conjuntamente, contribuyen a la formación de las calizas:

- **Origen hídrico**

Esquema del proceso de formación de grutas y cuevas con estalactitas y estalagmitas en regiones calcáreas, debido a la química del Carbonato cálcico.

El carbonato de calcio ($CaCO_3$) se disuelve con mucha facilidad en aguas que contienen dióxido de carbono (CO_2) gaseoso disuelto, debido a que reacciona con este y agua para formar bicarbonato de calcio [$Ca(HCO_3)_2$], compuesto intermedio de alta solubilidad. Sin embargo en entornos en el que el CO_2 disuelto se libera bruscamente a la atmósfera, se produce la reacción inversa aumentando la concentración de carbonato de calcio (véase ley de acción de masas), cuyo exceso sobre el nivel de saturación precipita. De acuerdo a lo descrito, el equilibrio químico en solución sigue la siguiente ecuación:

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2$$

Esa liberación de CO_2 se produce, fundamentalmente, en dos tipos de entornos: en el litoral cuando llegan a la superficie aguas cargadas de CO_2 y, sobre los continentes, cuando las aguas subterráneas alcanzan la superficie. Este es el proceso fundamental de formación de grutas y cuevas con presencia de estalactitas y estalagmitas en muchas regiones calcáreas con piedras calizas[2] denominadas también Karsts, carsts o carsos. Estas últimas denominaciones de las regiones calcáreas provienen del nombre de la región eslovena de Carso, rica en estos minerales y paisajes.

- **Origen biológico**

Numerosos organismos utilizan el carbonato de calcio para construir su esqueleto mineral, debido a que se trata de un compuesto abundante y muchas veces casi a saturación en las aguas superficiales de los océanos y lagos (siendo, por ello, relativamente fácil inducir su precipitación). Tras la muerte de esos organismos, se produce en muchos entornos la acumulación de esos restos minerales en cantidades tales que llegan a constituir sedimentos que son el origen de la gran mayoría de las calizas existentes.

Actualmente limitada a unas cuantas regiones de las mareas tropicales, la sedimentación calcárea fue mucho más importante en otras épocas. Las calizas que se pueden observar sobre los continentes se formaron en épocas

caracterizadas por tener un clima mucho más cálido que el actual, cuando no había hielo en los polos y el nivel del mar era mucho más elevado. Amplias zonas de los continentes estaban en aquel entonces cubiertas por mares epicontinentales poco profundos. En la actualidad, son relativamente pocas las plataformas carbonatadas [marcada con el (1) en la Figura 1], desempeñando los arrecifes coralinos (2) un papel importante en la fijación del carbonato de calcio marino. (C. Marcos, J. Martínez y D. Rodrigo, 1962)

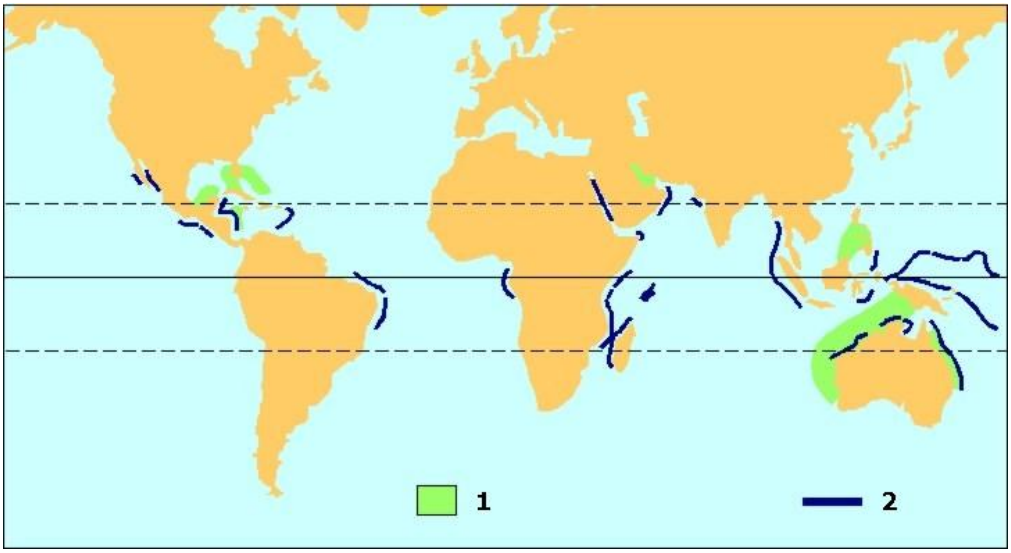

Figura 1. Sedimentación calcárea marina actual.
Fuente: Wikipedia (2015)

5.1.4.2. Utilización de la caliza.

Es una roca importante como reservorio de petróleo, dada su gran porosidad. Tiene una gran resistencia a la meteorización; esto ha permitido que muchas esculturas y edificios de la antigüedad tallados en caliza hayan llegado hasta la actualidad. Sin embargo, la acción del agua de lluvia y de los ríos (especialmente cuando se encuentra acidulada por el ácido carbónico) provoca su disolución, creando un tipo de meteorización característica denominada kárstica. No obstante es utilizada en la construcción de enrocamientos para obras marítimas y portuarias como rompeolas, espigones, escolleras entre otras estructuras de estabilización y protección.

La roca caliza es un componente importante del cemento gris usado en las construcciones modernas y también puede ser usada como componente principal, junto con áridos, para fabricar el antiguo mortero de cal, pasta grasa

para creación de estucos o lechadas para «enjalbegar» (pintar) superficies, así como otros muchos usos por ejemplo en industria farmacéutica o peletera. Se encuentra dentro de la clasificación de recursos naturales entre los recursos no renovables (minerales) y dentro de esta clasificación, en los no metálicos, como el salitre, el aljez y el azufre. (Wikipedia, 2015)

5.1.5. La explotación minera de las rocas calizas para la fabricación de cemento y áridos.

La explotación minera de las rocas calizas para la fabricación de cemento y áridos supone una degradación extraordinaria del paisaje afectado y de sus ecosistemas. La restauración de estos espacios, a medida que finaliza la explotación extractiva, es un proceso de enorme complejidad técnica: se requiere la reconstrucción del relieve, de los suelos, y de todos los niveles de organismos de los ecosistemas que se pretende recuperar, generalmente los existentes en las áreas circundantes a la explotación minera. Finalmente, se persigue la integración paisajística, tanto desde el punto de vista estético como funcional, de la cantera restaurada en su entorno. (Comisión Europea, 2015)

5.1.6. Impactos ambientales de la fase de explotación.

En el aire:

- Emisión del material particulado por las tronaduras y explosiones realizadas en esta fase.

- Tronaduras o voladuras en el caso de las tronaduras debido a las explosiones se emite a la atmósfera importantes concentraciones de reactivos químicos que son altamente tóxico y que están contenidos en los explosivos.

- Extracción y transporte de los minerales para posteriores tratamientos se emite gases por la quema de los materiales dentro de los distintos procesos y la utilización de maquinaria pesada con emisiones de diferentes reactivos tóxicos y químicos.

- Emisiones de ruidos y vibraciones asociada a la vibración de maquinaria pesada utilizada en las distintas actividades que implica la explotación de los yacimientos, un camión minero es capaz de cargar 340 toneladas en un solo viaje, las explosiones realizadas causan gran vibración.

En los suelos:

- Las actividades mineras y las construcciones de toda la infraestructura para la explotación causan pérdida de cubierta vegetal, producto de las faenas mineras.

- Se da la alteración o presación de ríos, arrastra los compuestos ácidos con la consecuente pérdida de la calidad de los suelos.
- Los humedales o áreas costeras son afectadas por la gran cantidad de sustancias tóxicas emitidas en esta fase.

- Modificación de la topografía de toda la zona en la que se realiza la extracción minera.

En el agua:

- La acidificación se da por eliminación de aguas ácidas de las minas y son potenciales contaminantes de cursos de aguas superficiales y subterráneas.

- En el caso de las minas de cobre la actividad minera libera al ambiente bajo ciertas condiciones de presión y temperatura, una serie de substancias que al mezclarse con los elementos químicos del agua forman el ácido sulfúrico el mismo que al llegar al agua provoca que aumente la acidez de esta.

- El cobre está asociado al azufre, encerrado en las rocas el azufre es inofensivo pero ya una vez expuesto al aire y al agua se convierte en ácido sulfúrico y reacciona con otras substancias tóxicas que también están presentes en la roca en un proceso que se denomina lixiviación ácida que consiste en la liberación e introducción de metales pesados en aguas superficiales y subterráneas, estas substancias envenenan a toda forma de vida en las aguas.

- La acidez en el agua es importante, esta tiene que tener un rango óptimo para que allí puedan vivir las especies animales y vegetales, cuando aumenta la acidez en el agua por la emisión de ácido sulfúrico y el azufre que está liberando la mina hace que la vida en al agua sea imposible.

- Afecta también a los seres humanos, la acidez hace que en la piel los poros se abran o se pierda la capa de grasa que normalmente tiene la piel humana. Esto provoca que las bacterias ingresen por el organismo generando infecciones de todo tipo como las digestivas, respiratorias, renales, etc. Además el organismo humano puede estar expuesto a otras consecuencias puesto ingiere los productos que se dan en el agua y el agua misma que ha perdido su calidad.

- Interrupción de los cursos de agua por remoción de materiales, construcción de carreteras o de obras auxiliares. (Acción Ecológica Alerta verde, 2014)

5.1.7. Plan de cierre.

El Plan de abandono se contempla en los Sistemas de Manejo Ambiental. Es requerido en la mayoría de países al cierre de una mina con el propósito de que los suelos sean rehabilitados ello incluye las siguientes medidas:

1.- El almacenamiento de relaves producidos en la fase de concentración en una superficie de material impermeable.

2.- La neutralización de ácidos, metales pesados y materiales radioactivos presentes en las piscinas de relaves y en la roca expuesta en la mina.

3.- La estabilización y cobertura de relaves y otros desechos.

4.- La cobertura de toda la superficie alterada por la actividad con su capa de tierra original.

5.- La reforestación con especies nativas.

6.- El traslado fuera del sitio de toda la maquinaria, equipos, insumos y otros elementos introducidos durante el proyecto.

Estos tendrían que ser los pasos a seguir para una rehabilitación del área intervenida por la actividad minera. Pero según el Minewatch, organización internacional cuya sede está en Inglaterra y que cumple con el papel de vigilar las actividades transnacionales mineras de todo el mundo "no existe sitio en el planeta donde se haya llevado cabo dicha operación y tampoco existen planes para hacerlo en el futuro" (Acción Ecológica Alerta verde, 2014)

5.2 Geología.

Es la ciencia que estudia la composición y estructura interna de la Tierra, y los procesos por los cuales ha ido evolucionando a lo largo del tiempo geológico.

En realidad, la Geología comprende un conjunto de "ciencias geológicas", así conocidas actualmente desde el punto de vista de su pedagogía, desarrollo y aplicación profesional. Ofrece testimonios esenciales para comprender la Tectónica de placas, la historia de la vida a través de la Paleontología, y cómo fue la evolución de ésta, además de los climas del pasado.

5.2.1 Formación geológica.

Formación geológica es una unidad lito estratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por unas propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes. Es la principal unidad de división lito estratigráfica. Pueden asociarse en unidades mayores (grupos), sub-dividirse (miembros) o diferenciarse unidades menores significativas (capas).

5.2.2 Estructura geológica.

Las estructuras geológicas determinan el desarrollo del relieve terrestre, ejemplo de ello se aprecia en las formas topográficas, las cuales se presentan como manifestaciones directas de las mismas en un área determinada, donde las masas de roca poseen algunas características o aspectos que constituyen una estructura.

5.2.3 Rumbo.

Se refieren todos los rumbos única y exclusivamente con respecto al Norte geográfico, sin importar el color de la aguja. Cualquier plano geológico posee un rumbo determinado y sólo uno, salvo los planos horizontales (ya que todas las líneas contenidas en ellas son líneas de rumbo, y por lo tanto existen infinitos rumbos)

5.2.4 Buzamiento.

(Inclinación) es el ángulo de inclinación de un plano geológico, como por ejemplo una falla, medido desde un plano horizontal. El buzamiento incluye tanto el valor del ángulo de inclinación como la dirección hacia la cual la roca está inclinada. Una buena manera de visualizar el buzamiento es imaginar que el agua descenderá siempre por la superficie rocosa según una línea paralela al buzamiento. La dirección de caída formará siempre un ángulo de 90° con la dirección.

5.2.5 Roca.

Una roca es una piedra muy dura y sólida. Para la geología, una roca es un sólido cohesionado que está formado por uno o más minerales. Los minerales más abundantes en una roca se conocen como minerales esenciales, mientras que los que aparecen en proporciones pequeñas se denominan minerales accesorios.

5.2.5.1 Propiedades físicas

5.2.5.1.1 Isotropía y anisotropía

Estos conceptos se utilizan para calificar el comportamiento de los materiales respecto de las direcciones del espacio. Así, un material es isótropo respecto de una propiedad determinada cuando esa propiedad no varía, al variar la dirección en la que se mida la propiedad. En este caso, se dice que la propiedad es escalar.

Por el contrario, un material es anisótropo cuando la propiedad varía según la dirección considerada. En este caso, la propiedad es vectorial.

5.2.5.1.2 Densidad y peso específico

Tanto la densidad como el peso específico son propiedades que no dependen de la dirección de medida, esto es, son propiedades escalares.

Aunque se utilizan indistintamente, los términos de densidad y peso específico no son idénticos.

- La densidad es la relación entre la masa y el volumen de la sustancia, midiéndose en unidades de masa/unidades de volumen (e.g., g/cc).

- El peso específico es la relación numérica entre el peso de un cuerpo y el peso de igual volumen de agua a 4°C, esto es la relación entre las densidades del cuerpo y la del agua. Esta propiedad es adimensional (no se expresa en términos de unidades determinadas) ya que es la relación entre dos cantidades con la misma dimensión. Dado que el volumen del agua varía con la temperatura, se toma como referencia la densidad del agua a 4°C.

Densidad = masa/volumen (gr/cc)
Peso específico = Densidad cuerpo/Densidad agua a 4°C.

5.2.5.1.3 Adsorción y absorción de agua

Estas propiedades se relacionan con la movilidad de vapor de agua o agua líquida en los materiales, esto es con la permeabilidad del medio a estas sustancias:

- Adsorción es la adhesión de moléculas de gases o de moléculas en solución a las superficies de los cuerpos sólidos con los que están en contacto.
  La higroscopicidad es la propiedad de los materiales de adsorber vapor de agua de la atmósfera.
- Absorción es la incorporación o asimilación de líquidos en el interior del sistema poroso del material. La succión de agua es la propiedad de los materiales de absorber agua líquida en contacto con los mismos.

5.2.5.1.4 Desorción de agua.

Los materiales localizados en contacto con el aire retienen cierta cantidad de humedad. La cantidad de agua retenida es función de las condiciones ambientas (temperatura y humedad relativa), así como de la naturaleza de las sustancias (hidrófilas o hidrófobas) y de la composición de la solución acuosa (agua pura vs. soluciones salinas). Si las condiciones ambientales cambian, por ejemplo, descendiendo la humedad relativa, el material tiende a ceder vapor de agua al medio aéreo, secándose. Este proceso de desorción de agua es inverso al de adsorción, aunque si la muestra se encuentra saturada en agua, es inverso al de absorción

5.2.5.1.5 Capilaridad.

El fenómeno de la capilaridad, cuyo resultado es el movimiento ascendente o descendente de un líquido en el interior de un tubo fino de un material sólido cuando éste es sumergido en el líquido, es debido a la existencias de fuerzas en la superficie de las sustancias sólida (ej. vidrio), líquida (ej. agua) y gaseosa (ej. aire) en contacto. Estas fuerzas se denominan de tensión superficial. La conjunción de estas fuerzas hace que las gotas de un líquido depositadas sobre la superficie de un material sólido presenten ángulos de contacto sólido-líquido variados en función de la naturaleza de los sólidos y líquidos. Así, los líquidos "mojan" a los sólidos cuando el ángulo de contacto está comprendido entre 0 y 90º, en cuyo caso el líquido asciende por el capilar. Si por el contrario la conjunción de fuerzas mencionada anteriormente condicionan que el ángulo de contacto sólido-líquido esté comprendido entre 90 y 180, el líquido no moja al material y desciende por el capilar. En consecuencia, el efecto que debe producir un material hidrofugante (protectivo o consolidante) aplicado sobre un material debe ser el de incrementar el ángulo de contacto del material pétreo, y obstaculizar el ascenso del agua por su sistema poroso. El efecto contrario es el obtenido por los agentes detergentes o jabones (i.e., tensoactivos).

5.3 Métodos de explotación a cielo abierto.

5.3.1 Cortas.

En yacimientos masivos o de capas inclinadas, la explotación se lleva acabo tridimensionalmente por banqueo descendente, con secciones verticales enforna troncocónica.

Estos métodos son los tradicionales de la minería metálica y se adaptaron en las últimas décadas a los yacimientos de carbón, introduciendo algunas modificaciones.

- La extracción, en cada nivel, se realiza en un banco con uno o varios tajos.
- Debe existir un desfase entre bancos afín de disponer de unas plataformas de trabajo mínimas para que operen los equipos a su máximo rendimiento y en condiciones de seguridad.
- Profundidad de hasta más de 300m.
- La vida de estas explotaciones suele ser grande, por lo general superior a los 15 o 20 años.
- Una vez alcanzada la fase de hueco inicial en un extremo del depósito, es factible efectuar el auto relleno. (Minero Ambiental, 2015)

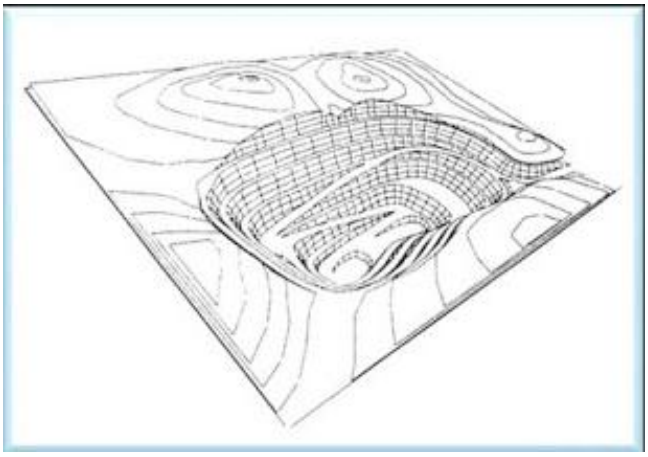

Figura 2. Explotación por banqueo descendente
Fuente: Minero Ambiental (2015)

5.3.2 Descubiertas.

Estos métodos se aplican en yacimientos tumbados u horizontales, con unos recubrimientos de estéril inferiores a los 50 m.

Consiste en el avance unidireccional de un módulo con un solo banco desde el que se efectúa el arranque del estéril y vertido de éste al hueco de las fases anteriores.

El mineral es entonces extraído desde el fondo de la explotación, que coincide con el muro del depósito.

La maquinaria que se utiliza depende del volumen de reservas extraíbles, siendo en las grandes minas de frecuente aplicación las dragalinas y, En las pequeñas, sino se justifican las fuertes inversiones en maquinaria, los equipos convencionales como los tractores de orugas las excavadoras hidráulicas, las palas cargadoras, etc.

Figura 3. Método de explotación Tumbado u horizontal descubierto
Fuente: Minero Ambiental (2015)

5.3.3 Terrazas.

Este método se basa en una minería de banqueo con avance unidireccional. Se aplica en yacimientos relativamente horizontales, de uno o varios niveles mineralizados y con recubrimientos potentes.

Permiten depositar el estéril en el hueco creado. Las profundidades que se alcanzan son importantes, existiendo una limitación de tipo Económico.

Los equipos y sistemas mineros que se utilizan son muy variados: discontinuos con equipos convencionales de carga y transporte y los continuos con transporte con cintas y trituración dentro de las propias explotaciones. (Minero Ambiental, 2015)

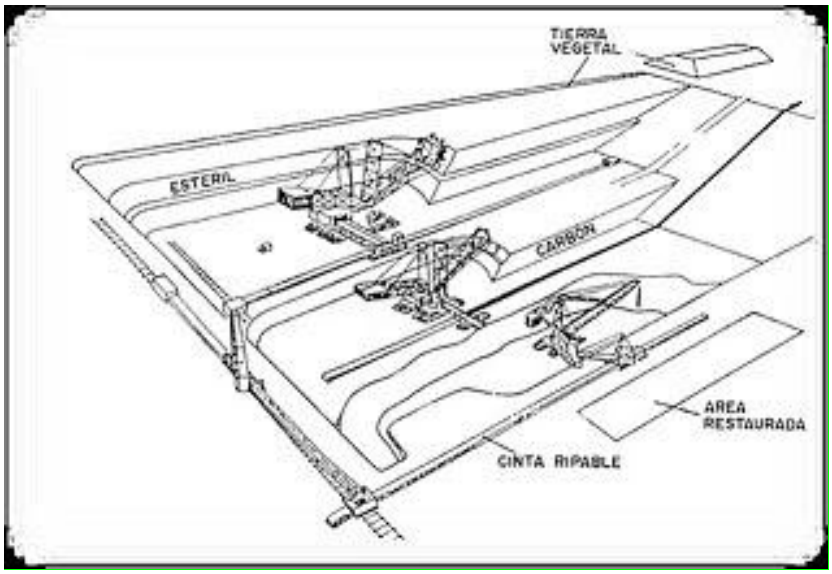

Figura 4. Sistemas de explotación por medio de terrazas.
Fuente: Minero Ambiental (2015)

5.3.4 Contorno.

Se aplica en yacimientos de carbón con capas tumbadas, de reducida potencia y topografía generalmente. Consisten en la excavación del estéril y del mineral en sentido transversal al afloramiento, hasta alcanzar el límite económico, dejando un talud de banco único y progresión longitudinal siguiendo el citado afloramiento. Desfavorable.

Es posible realizar una transferencia de los estériles para la posterior recuperación de los terrenos.

La maquinaria que se utiliza suele ser del tipo convencional, accionada por motores diésel. (Minero Ambiental, 2015)

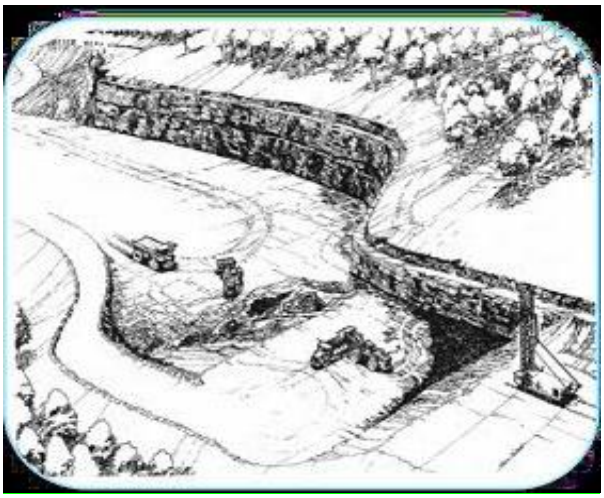

Figura 5. Sistema de explotación por contornos**.**
Fuente: Minero Ambiental (2015)

5.3.5 Graveras.

Los materiales detríticos, como son las arenas y las gravas, albergados en los depósitos de valle y terrazas de los ríos, son objeto de una explotación intensa debido a la demanda de dichos materiales por el sector de la construcción.

Las labores de arranque se efectúan directamente por equipos mecánicos. Las explotaciones en un solo banco, con una profundidad inferior a 20m.

Se utilizan equipos convencionales, como son las palas cargadoras de ruedas y los volquetes. Otros equipos mineros como son las dragas, las dragalinas o las raspas. (Minero Ambiental, 2015)

Figura 6. Sistema de explotación por graveras.
Fuente: Minero Ambiental (2015)

5.3.6 Canteras.

Canteras es el término que se utiliza para referirse a las explotaciones de rocas industriales, ornamentales y de materiales de construcción.

Constituyen, el sector más importante en cuanto a número (métodos más antiguos).

El método aplicado suele ser el de banqueo, con uno o varios niveles, gran número de canteras a media ladera.

Primero, donde se desea obtener un todo (fragmentado). En este tipo de explotación se dan canteras donde la extracción no es cuidadosa y se dan grandes alturas de banco.

El segundo, explotación cuidadosa de grandes bloques paralepipédicos, que posteriormente se cortan y elaboran. Estas explotaciones se caracterizan por el gran número de bancos que se abren para arrancar los bloques y la maquinaria especial con la que se obtienen planos de corte limpios. (Minero Ambiental, 2015)

Figura 7. Sistema de explotación por Canteras
Fuente: Estudio geológico de la cantera Cenaca

5.3.7 Especiales o mixtos.

Son explotaciones que se llevan a cabo combinando labores de superficie con labores subterráneas (minería "auger").

Después de haber efectuado la extracción parcial del mineral no explotable económicamente a cielo abierto mediante la utilización de equipos especiales que, situados en superficie, efectúan el arranque y transporte hasta el exterior. (Minero Ambiental, 2015)

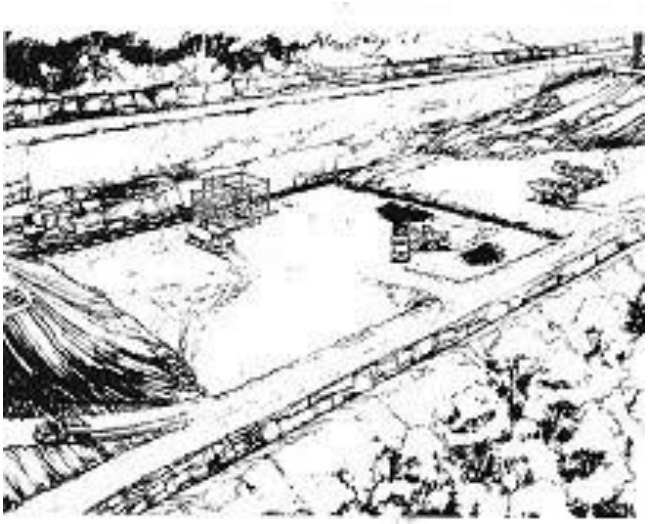

Figura 8. Sistema de explotación Mixto
Fuente: Minero Ambiental (2015)

5.4 El agua.

5.4.1 Características.

El agua cubre tres cuartas partes de la superficie de la Tierra (mares, ríos, lagos, etc.) y constituye del 50% al 90% por peso, de todas las plantas y animales.

El agua es igualmente el constituyente mayor de los seres vivos, estando incorporada a sus tejidos y órganos. Así, y a modo de ejemplo, podemos indicar que el tejido adiposo contiene entre un 22% y un 34% de agua, y en el hígado y corazón la proporción oscila entre un 70% y 80%. El tejido con mayor contenido en agua es el nervioso, con una proporción entre el 82% y 94%.

5.4.1.1 Estructura

La molécula de agua está formada por la unión de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno mediante enlaces covalentes (cada átomo de H de una molécula comparte un par de electrones con el átomo de O).

La electronegatividad del O es mayor que la del H por lo que los electrones compartidos se desplazan hacia el átomo de O.

El O posee cuatro electrones más sin compartir, lo que tiene dos consecuencias:

- La geometría triangular de la molécula.

- La presencia de una carga negativa débil en la zona donde se sitúan los electrones no compartidos.

Esto último junto con la menor electronegatividad de los átomos de H, crea una asimetría eléctrica en la molécula de agua que provoca la aparición de cargas eléctricas parciales opuestas, de manera que la zona de los electrones no compartidos del O es negativa y la zona donde se sitúan los H es positiva. Por eso, la molécula de agua tiene carácter dipolar.

5.4.2 Propiedades físicas del agua.

- Estado físico: sólida, liquida y gaseosa
- Color: incolora
- Sabor: insípida
- Olor: inodoro
- Densidad: 1 g./c.c. a 4°C
- Punto de congelación: 0°C
- Punto de ebullición: 100°C
- Presión crítica: 217,5 atm.
- Temperatura critica: 374°C

Las propiedades físicas del agua se atribuyen principalmente a los enlaces por puente de hidrógeno, los cuales se presentan en mayor número en el agua sólida, en la red cristalina cada átomo de la molécula de agua está rodeado tetraédricamente por cuatro átomos de hidrógeno de otras tantas moléculas de agua y así sucesivamente es como se conforma su estructura.

5.4.3 Propiedades químicas del agua.

- Reacciona con los óxidos ácidos
- Reacciona con los óxidos básicos
- Reacciona con los metales
- Reacciona con los no metales
- Se une en las sales formando hidratos
- Los anhídridos u óxidos ácidos reaccionan con el agua y forman ácidos oxácidos.
- Los óxidos de los metales u óxidos básicos reaccionan con el agua para formar hidróxidos. Muchos óxidos no se disuelven en el agua, pero los óxidos de los metales activos se combinan con gran facilidad.
- Algunos metales descomponen el agua en frío y otros lo hacían a temperatura elevada
- El agua reacciona con los no metales, sobre todo con los halógenos, por ej: Haciendo pasar carbón al rojo sobre el agua se descompone y se forma una mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno (gas de agua).

- El agua forma combinaciones complejas con algunas sales, denominándose hidratos.

El agua es, quizá el compuesto químico más importante en las actividades del hombre y también más versátil, ya que como reactivo químico funciona como ácido, álcali, ligando, agente oxidante y agente reductor

5.5 Suelo.

El término *suelo* se deriva del latín *solum*que significa piso o terreno. Desde el punto de vista técnico, suelo puede definirse como un cuerpo natural que se encuentra sobre la superficie de la corteza terrestre, conteniendo materia viva y soportando o siendo capaz de soportar plantas.

Desde el punto de vista edáfico: Es un medio poroso, biológicamente activo y estructurado, desarrollado en la superficie emergida de la Tierra.

5.5.1 Componentes del suelo.

Como medio para crecimiento de las plantas, el suelo puede describirse como un material natural complejo proveniente de rocas y materiales orgánicos descompuestos y desintegrados, que proporciona nutrimentos, humedad y soporte para las plantas terrestres.
Los cuatro componentes principales del suelo son: minerales, materia orgánica, agua y aire.

5.5.2 Etapas de formación del suelo.

El suelo se forma a partir de las rocas y con la participación de factores como el clima, relieve, tiempo, vegetación y organismos en general, se pueden considerar las siguientes etapas en su formación:

a) Debido a las acciones físicas o mecánicas, la intemperización de las rocas produce un desmenuzamiento o dispersión del material original.

b) Como consecuencia de esta subdivisión del material de donde proceden los suelos, se favorecen fuertes transformaciones químicas. Contribuyen los organismos del suelo mediante los productos que elaboran, se originan descomposiciones, pérdidas de sustancias y formación de compuestos.

c) Los productos así formados pueden reaccionar entre sí y formar nuevos minerales; pueden también producirse nuevas formas de materia orgánica (M.O.) con mayor poder de absorción y capacidad amortiguadora. Esta es la etapa más importante en el desarrollo del suelo.

d) Posteriormente estos productos pueden a su vez alterarse ya que el suelo se destruye y pasa a formar otro tipo diferente con capacidad de regeneración si las condiciones vuelven a ser las iníciales.

5.5.3 Perfil del suelo.

La unidad de estudio en los suelos es el perfil o sucesión de capas llamadas horizontes, más o menos desarrolladas y con características propias y definidas.

5.5.4 Horizontes del suelo.

Los horizontes principales de los suelos se designan con las letras mayúsculas O, A, B, C y R.

Horizontes O: Horizontes "orgánicos" cuya característica principal es su alto contenido de materia orgánica (más del 30%).

A los horizontes A, B, C y R se les denomina "horizontes minerales" y tienen menos del 30% de materia orgánica.

Horizonte A: Se caracteriza por una alta actividad biótica y la acumulación de materia orgánica (pero esta acumulación es menor a la de los horizontes orgánicos).

Horizontes B: Son comúnmente zonas de acumulación de materiales coloidales. Los horizontes A y B colectivamente constituyen el "Solum" o suelo verdadero.

Horizonte C: Es un horizonte mineral originado por la alteración física del lecho rocoso, es común designar como C a las capas endurecidas cercanas a la superficie del suelo (tepetate, caliche, etc.).

5.5.5 Propiedades físicas del suelo.

5.5.5.1 Color

Esta propiedad permite deducir rasgos importantes en el suelo: un color oscuro o negro indica contenido alto en materia orgánica, color blancuzco presencia de carbonatos y/o yesos, colores grises/verdes/azulados hidrometría permanente.

5.5.5.2 Textura

Esta división es muy importante, no sólo en términos de un sistema de clasificación, sino también en relación al crecimiento de las plantas y a los procesos de contaminación.

Muchas de las reacciones físicas y químicas importantes están asociadas con la superficie de las partículas. El área superficial aumenta en gran medida conforme disminuye el tamaño de las partículas más pequeñas (arcillas) son las más importantes en lo que se refiere a estas reacciones.

La textura del suelo está determinada por las proporciones relativas de arena, limo y arcilla que existen en los suelos. Se reconocen doce clases texturales del suelo.

5.5.5.3 Estructura

Con excepción de la arena, las partículas del suelo normalmente no existen en forma individual, sino más bien están dispuestas en agregados o grupos de partículas. La forma en que las partículas se agrupan, se denomina estructura del suelo. Existen cuatro tipos primarios de estructura basados en la forma y disposición de los agregados.

- ***Laminado o en placas**:* Cuando las partículas están dispuestas en torno a un plano horizontal. Este tipo de estructura puede existir en cualquier parte del perfil. Con frecuencia, la inundación de los suelos da este tipo de estructura en la superficie de los suelos. Se encuentra en los horizontes A en suelos de bosques y estratos arcillosos.

- ***Prismática**:* Las partículas están dispuestas en torno a una línea vertical, limitadas por superficies verticales relativamente planas. Esta estructura existe con frecuencia en los subsuelos y es común en zonas áridas y semiáridas. Se le encuentra en horizontes B.

- ***Bloques (angulares o sub-angulares):*** Se caracteriza por mostrar longitudes casi iguales en las tres dimensiones. Esta disposición es común en los subsuelos, sobre todo en las regiones húmedas. Se le encuentra en horizontes B

5.5.5.4 Propiedades químicas del suelo

5.5.5.4.1 Reacción del suelo (pH)

Un suelo ácido tiene una mayor concentración de iones hidrógeno que de iones hidroxilo, en tanto que un suelo alcalino exhibe la situación opuesta. Un pH neutro significa que los dos tipos de iones existen en cantidades iguales y se contrarrestan entre sí.

Para distinguir entre los grados relativos de acidez o alcalinidad de un suelo, se usa una escala de pH de 0 a 14. A la mitad de esta escala (pH 7.0), la reacción del suelo es neutra, en tanto que por debajo de este valor la reacción es ácida y por arriba, alcalina (básica).

5.5.5.4.2 Capacidad de intercambio catiónico (cic)

Debido a su estructura química, las partículas de arcilla y la materia orgánica descompuesta del suelo (humus) son eléctricamente activos y poseen carga negativa. Esto significa que los iones con carga eléctrica positiva (cationes) son atraídos y

retenidos por estos materiales del suelo. Los cationes en la solución del suelo o los adsorbidos en la superficie de la raíz de las plantas pueden intercambiar posiciones con los adsorbidos en la superficie del humus o las arcillas

5.6 El aire.

Aire O también llamado aire ambiente, es cualquier porción no confinada de la atmósfera, y se define como mezcla gaseosa cuya composición normal es, de por lo menos, veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y siete por ciento (77%) de nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica.

5.6.1 Norma de calidad de aire.

Es el valor que establece el límite máximo permisible de concentración, a nivel del suelo, de un contaminante del aire durante un tiempo promedio de muestreo determinado, definido con el propósito de proteger la salud y el ambiente. Los límites permisibles descritos en esta norma de calidad de aire ambiente se aplicaran para aquellas concentraciones de contaminantes que se determinen fuera de los límites del predio de los sujetos de control o regulados.

5.6.2 Monitoreo.

Es el proceso programado de colectar muestras, efectuar mediciones, y realizar el subsiguiente registro, de varias características del ambiente, a menudo con el fin de evaluar conformidad con objetivos específicos.

5.6.3 Condiciones de referencia.

Veinticinco grados centígrados (25ºC) y setecientos sesenta milímetros de mercurio de presión (760 mm Hg).

5.6.4 Contaminantes del aire.

Cualquier sustancia o material emitido a la atmósfera, sea por actividad humana o por procesos naturales, y que afecta adversamente al hombre o al ambiente.

5.6.5 Contaminantes comunes del aire.

Cualquier contaminante del aire para los cuales, en esta norma, se especifica un valor máximo de concentración permitida a nivel del suelo en el aire ambiente, para diferentes periodos de tiempo.

5.6.6 Diámetro aerodinámico.

Para una partícula específica, es el diámetro de una esfera con densidad unitaria (densidad del agua) que se sedimenta en aire quieto a la misma velocidad que la partícula en cuestión.

5.6.7 Emisión.

La descarga de sustancias en la atmósfera. Para propósitos de esta norma, la emisión se refiere a la descarga de sustancias provenientes de actividades humanas.

5.6.8 Episodio crítico de contaminación.

Es la presencia de altas concentraciones de contaminantes comunes en el aire y por periodos cortos de tiempo, como resultado de condiciones meteorológicas desfavorables que impidan la dispersión de los contaminantes previamente emitidos.

5.6.9 Material particulado.

Está constituido por material sólido o líquido en forma de partículas, con excepción del agua no combinada, presente en la atmósfera en condiciones normales. Se designa como PM2.5 al material particulado cuyo diámetro aerodinámico es menor a 2.5

micrómetros. Se designa como PM10 al material particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 micrómetros.

5.6.10 Método gravimétrico.

Determinación de la concentración basada en la diferencia de pesos de un elemento presente en una muestra. Para contaminantes comunes del aire, definidos en 4.1.1 del TULSMA LIBRO VI ANEXO 4, se establecen las siguientes concentraciones máximas permitidas.

5.6.11 Material Particulado menor a 10 micrones (PM10).

El promedio aritmético de la concentración de PM10 de todas las muestras en un año no deberá exceder de cincuenta microgramos por metro cúbico (50µg/m3). La concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder cien microgramos por metro cúbico (100 µg/m3), valor que no podrá ser excedido más de dos (2) veces en un año.

5.6.12 Material Particulado menor a 2.5 micrones (PM2.5).

Se ha establecido que el promedio aritmético de la concentración de PM2.5 de todas las muestras en un año no deberá exceder de quince microgramos por metro cúbico (15µg/m3). La concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder cincuenta microgramos por metro cúbico (50µg/m3), valor que no podrá ser excedido más de dos (2) veces en un año.

5.7 Ruido.

Las definiciones citadas en el Anexo 5 de los Límites Permisibles para Fuentes Fijas y Fuente Móviles y Vibraciones del TULSMA.

5.7.1 Decibel (Db).

Unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para describir niveles de presión, de potencia o intensidad sonora.

5.7.2 Nivel de presión sonora.

Expresado en decibeles, es la relación entre la presión sonora siendo medida y una presión sonora de referencia.

5.7.3 Nivel de presión sonora continúo equivalente.

Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles, que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total que el ruido medido.

5.7.4 Ruido de fondo.

Es aquel ruido que prevalece en ausencia del ruido generado por la fuente objeto de evaluación.

5.7.5 Fuentes fijas.

Elemento o conjunto de elementos capaces de producir emisiones de ruido desde un inmueble, ruido que es emitido hacia el exterior, a través de la colindancias del predio, por el aire y/o por el suelo. La fuente fija puede encontrarse bajo la responsabilidad de una sola persona física o social.

5.8 Estudio de impacto ambiental.

Los estudios de impacto ambiental son desarrollados con información bibliográfica disponible que reemplaza al EIA en aquellos casos en que las actividades no involucran un uso intensivo ni extensivo del terreno, tales como la aerofotografía, Aero magnetometría, geología de superficie, o se trate de actividades de reconocido poco impacto a desarrollarse en ecosistemas no frágiles.

Son estudios que el proponente elabora para contrastar la acción con los criterios de protección ambiental y que le ayuda a decidir los alcances del análisis ambiental más detallado.

5.8.1 Plan de cierre de minas.

El plan de cierre de minas es un instrumento de gestión ambiental conformado por acciones técnicas y legales efectuadas por los titulares de actividades mineras. Está destinado a adoptar las medidas necesarias antes, durante y después del cierre de operaciones, con la finalidad de eliminar, mitigar y controlar los efectos adversos al área utilizada o perturbada por la actividad minera, para que esta alcance características de ecosistema compatible con un ambiente saludable, adecuado para el desarrollo biológico y la preservación paisajista.

5.9 Criterios para el cierre.

En esta sección se presentan los criterios para diseñar las medidas de cierre y abandono en las operaciones de explotación.

Estos criterios, podrán orientar el re-diseño de las medidas o generación de nuevas alternativas, de acuerdo a los estándares y tecnología de la época en que se implemente el cierre.

Puesto que la explotación de las canteras se realiza mediante el método de"tajo abierto", las medidas de cierre estarán referidas principalmente a la estabilidad física de taludes en las canteras.

5.9.1 Criterios para la estabilidad física.

Al retirarse grandes volúmenes de rocas, se altera el balance de los esfuerzos de los materiales, por lo que es importante conocer tanto la estabilidad geodinámica como geotécnica del lugar, de otro lado es necesario tener en consideración eventos naturales como por ejemplo los sismos, puesto que la operación de extracción genera áreas con taludes que pueden tener cierta inestabilidad frente a estos fenómenos que

podrían llegar a tener gran intensidad y magnitud, para evitar eventos de riesgo se realizara el perfilado de taludes paralelamente a la explotación.

5.9.2 Criterios para el agua de lluvia.

El área donde se emplaza la explotación ha sido clasificada climáticamente como tropical, con ciclos de lluvia bien diferenciados.

Por tal razón, se tomarán medidas preventivas al momento de realizar el cierre, las cuales consisten en la construcción de zanjas de coronación y drenaje, limpieza de cauces, limpieza de sedimentado res esto con el objetivo de evitar que un eventual escurrimiento afecte la estabilidad física de los taludes, estas zanjas servirán como sistemas de drenaje en caso de eventos lluviosos extraordinarios como los del Fenómeno del Niño.

5.9.3 Medidas de cierre para la estabilidad física.

Las medidas de cierre para la estabilidad física se aplicarán tanto en la cantera de explotación de caliza y limolita.

5.9.4 Taludes en el área de cantera.

Al final de la operación y cierre de la cantera, los taludes deberán quedar estables y no habrá bloques desestabilizados, por la importancia de la estabilidad de los taludes de la cantera se consignan las medidas siguientes:

- Los taludes de la mina tendrá ángulos finales dependiendo del resultado que genere el estudio geo mecánico para la estabilidad de los mismos.

- Se dejara perfilados los taludes al momento de la explotación para evitar posibles deslizamientos del macizo rocoso.

- Se limitará el acceso a zonas que tuvieran riesgo de derrumbes, mediante letreros de advertencia, restricciones de acceso y vigilancia.

- Se implementarán evaluaciones post-cierre de la estabilidad de los taludes para tomar conocimiento de los resultados obtenidos en las medidas ejecutadas.

5.9.5 Momento de aplicación de las actividades de cierre.

Algunas tareas a implementarse como parte del cierre serán simultáneas con la actividad de explotación (concurrentes) y otras serán posteriores, al final de las labores mineras.

5.9.6 Actividades finales de cierre.

Al final de las labores de explotación se implementarán las medidas antes indicadas: limpieza y estabilización de taludes, remoción de suelos afectados por derrames de combustibles (de ser necesario), y monitoreo de la estabilidad de taludes.

5.9.7 Monitoreo en el periodo post cierre.

Para evaluar la eficacia de las medidas implementadas en la etapa de cierre se realizará un seguimiento de las acciones y resultados de las medidas, el monitoreo de las medidas de post-cierre abarcará la estabilidad física de taludes.

5.9.8 Seguimiento de la estabilidad física en el periodo pos cierre.

Los taludes serán monitoreados mediante inspecciones visuales, el monitoreo de estabilidad física se realizará en forma semestral, esto permitirá prevenir posibles deslizamientos en la etapa de post cierre, además, se realizará la limpieza y el mantenimiento de las zanjas de drenaje

5.10 Marco Legal

El marco legal que norma las actividades de cierre y restauración de áreas disturbadas por la explotación en la República del Ecuador, está dada por:

De la Constitución de la República del Ecuador tenemos:

Título II: Derechos

Capítulo II: Derechos del Buen Vivir

Sección Segunda: Ambiente sano

Art. 14.- Se reconoce el de la población de vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay.-Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados .

Capítulo VII: Derechos de la naturaleza

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tiene el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

Ley De Minería

Última modificación: 16-jul-2013

Art. 21.- **Actividad minera nacional**.- La actividad minera nacional se desarrolla por medio de empresas públicas, mixtas o privadas, comunitarias, asociativas y familiares, de auto gestión o personas naturales, de conformidad con esta ley.

El Estado ejecuta sus actividades mineras por intermedio de la Empresa Nacional Minera y podrá constituir compañías de economía mixta. Las actividades mineras públicas, comunitarias o de autogestión, mixtas y la privada o de personas naturales, gozan de las mismas garantías que les corresponde y merecen la protección estatal, en la forma establecida en la Constitución y en esta ley.

Del Reglamento Ambiental para Actividades mineras de la República del Ecuador tenemos:

Capítulo II.

De la administración ambiental minera

Art. 5.- Responsabilidad de los titulares mineros y de sus contratistas.

Los titulares mineros serán responsables civil, penal y administrativamente por las actividades y operaciones de sus contratistas ante el Estado ecuatoriano, el Ministerio del Ambiente y los ciudadanos en general; por lo tanto será de su directa y exclusiva responsabilidad la aplicación de todos los subsistemas de naturaleza ambiental establecidos en la normativa vigente y en particular las medidas de prevención,

mitigación, compensación, control, rehabilitación, reparación, cierres parciales y, cierre y abandono de minas, sin perjuicio de la que solidariamente tengan los contratistas.

Se establece además la responsabilidad señalada a los contratistas o asociados del titular minero para la exploración, explotación, beneficio, procesamiento, fundición, refinación, transporte, comercialización de minerales, cierre y abandono de minas, así como aquellos autorizados para instalar y operar plantas de beneficio mineral, procesamiento, fundición o refinación. La responsabilidad del titular minero en estos casos es solidaria.

Quienes obtuvieron del Ministerio Sectorial la autorización para aprovechar libremente los materiales de construcción tendrán las mismas obligaciones y responsabilidades.

Si la actividad observada es ejecutada por contratistas o asociados según se ha señalado en el artículo anterior, la responsabilidad por la acción observada recae solidariamente en el o los titulares mineros.

Capítulo V

Del control, seguimiento y monitoreo de las actividades mineras

Art. 53.- Auditoría ambiental de cumplimiento.- Los titulares mineros que realicen actividades de exploración, explotación, beneficio, procesamiento, fundición, refinación, transporte y comercialización, y los de libre aprovechamiento, presentaran al Ministerio cada año a partir de la emisión de la licencia ambiental y posteriormente cada año hasta el cierre y abandono de la actividad minera objeto de licenciamiento, una auditoría ambiental de cumplimiento.

En la auditoría ambiental, entre otros aspectos, se determinará el nivel de cumplimiento de las actividades mineras auditadas en función de los siguientes criterios:

Conformidad (C).- Esta calificación se da a toda actividad, instalación o práctica que se ha realizado se encuentra dentro de las restricciones, indicaciones o especificaciones expuestas en el plan de manejo ambiental y la normativa aplicable.

No conformidad menor (NC).- Esta calificación implica una falta leve al plan de manejo ambiental y /o normas aplicables, bajo los siguientes criterios: fácil corrección o remediación; evento de magnitud pequeña, extensión puntual, poco riesgo e impactos menores e implica la obligación de su corrección inmediata.

No conformidad mayor (NC+).- Esta calificación implica una falta grave frente al plan de manejo ambiental y/o normas aplicables bajo los siguientes criterios: corrección o remediación de carácter difícil, corrección o remediación que requiere mayor tiempo y recursos económicos, el evento es de magnitud moderada a grande, los accidentes potenciales pueden ser graves o fatales y evidente despreocupación falta de recursos o negligencias en la corrección de un problema menor o si se producen repeticiones periódicas de no conformidades menores.

La auditoría ambiental de cumplimiento deberá incluir un plan de acción con las medidas específicas para levantar las no conformidades, establecidas un cronograma de planificación de las medidas y el presupuesto correspondiente.

Las medidas propuestas, en caso de no conformidades mayores no deberán superar los 5 años, y, obligan al titular minero a mantener vigentes las correspondientes garantías.

Capítulo VI

Disposición técnico ambiental en general

Art. 59.- Empleo de métodos equipos y tecnologías.- Los concesionarios mineros están obligados a realizar sus actividades de prospección, exploración, explotación, beneficio, procesamiento, fundición y refinación empleando métodos que prevengan, minimicen o eliminen los daños al suelo, al agua, al aíre, a la biota, y a las concesiones y poblaciones colindantes.

En todas las fases y operaciones de actividades mineras, se utilizarán equipos y materiales que correspondan a tecnología aceptadas en la industria minera, compatibles con la protección con el medio ambiente.

Una evaluación comparativa de compatibilidad ambiental de las tecnologías propuestas se realizará en el respectivo estudio o actualizaciones de planes de manejo ambiental, según sea el caso.

Capitulo IX.

Disposiciones técnicos - ambientales, específicas para beneficio, procesamiento y refinación, transporte y cierre.

Art. 122.- Cierre de operaciones y abandono del área.- Cuando por agotamiento de las reservas de mineral, o por cualquiera de las causales de caducidad, renuncia o extinción de los derechos mineros, contemplados en la ley de minería, se produzca el cierre de operaciones del proyecto minero en cualquiera de sus fases, deberán

realizarse adecuadamente las operaciones de desmantelamiento de campamento, de acuerdo a lo establecido en el plan de manejo ambiental y específicamente en al plan de cierre y abandono.

El área será reacondicionada de acuerdo a lo establecido en los estudios ambientales presentados, y previa consulta, planificación y aprobación de las autoridades pertinentes, se podrá adecuar para su uso en otros fines especialmente culturales o recreativos.

Los titulares y ex titulares de derechos mineros que hubiesen producido daños al sistema ecológico, alteración al medio ambiente o pasivo ambientales serán responsables de la rehabilitación, compensación y reparación de los daños causados por efectos de sus actividades mineras realizadas antes y después del cierre de operaciones de la concesión, respectivamente, sin perjuicio de las responsabilidades civiles y/o penales a las que hubiere lugar. Las responsabilidades por daños ambientales producidos en el desarrollo de un proyecto minero son imprescriptibles.

SUSTITUIR EL LIBRO VI DEL TEXTOUNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE POR EL SIGUIENTE:

LIBRO VI DE LA CALIDAD AMBIENTAL TÍTULO I DISPOSICIONES PRELIMINARES

Art. 1 Ámbito.- El presente Libro establece los procedimientos y regula las actividades y responsabilidades1 públicas y privadas en materia de calidad ambiental. Se entiende por calidad ambiental al conjunto de características del ambiente y la naturaleza que incluye el aire, el agua, el suelo y la biodiversidad, en relación a la ausencia o presencia de agentes nocivos que puedan afectar al mantenimiento y regeneración de los ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos de la naturaleza.

Art. 2 Principios.- Sin perjuicio de aquellos contenidos en la Constitución de la República del Ecuador y las leyes y normas secundarias de cualquier jerarquía que rijan sobre la materia, los principios contenidos en este Libro son de aplicación obligatoria y constituyen los elementos conceptuales que originan, sustentan, rigen e inspiran todas las decisiones y actividades públicas, privadas, de las personas naturales y jurídicas, pueblos, nacionalidades y comunidades respecto a la gestión sobre la calidad ambiental, así como la responsabilidad por daños ambientales.
Para la aplicación de este Libro, las autoridades administrativas y jueces observarán los principios de la legislación ambiental y en particular los siguientes:

Preventivo o de Prevención.- Es la obligación que tiene el Estado, a través de sus instituciones y órganos y de acuerdo a las potestades públicas asignadas por ley, de adoptar las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño.

Precautorio o de Precaución.- Es la obligación que tiene el Estado, a través de sus instituciones y órganos y de acuerdo a las potestades públicas asignadas por ley, de adoptar medidas protectoras eficaces y oportunas cuando haya peligro de daño grave o irreversible al ambiente, aunque haya duda sobre el impacto ambiental de alguna acción, u omisión o no exista evidencia científica del daño.

El principio de precaución se aplica cuando es necesario tomar una decisión u optar entre alternativas en una situación en que la información técnica y científica es insuficiente o existe un nivel significativo de duda en las conclusiones del análisis técnico-científico. En tales casos el principio de precaución requiere que se tome la decisión que tiene el mínimo riesgo de causar, directa o indirectamente, daño al ecosistema.

Contaminador-Pagador o Quien Contamina Paga.- Es la obligación que tienen todos los operadores de actividades que impliquen riesgo ambiental de internalizar los costos ambientales, asumiendo los gastos de prevención y control de la contaminación así como aquellos necesarios para restaurar los ecosistemas en caso de daños ambientales, teniendo debidamente en cuenta el interés público, los derechos de la naturaleza y el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. El principio en mención se aplica además en los procedimientos sancionatorios o en los de determinación de obligaciones administrativas o tributarias de pago.

Corrección en la Fuente.- Es la obligación de los Sujetos de Control de adoptar todas las medidas pertinentes para evitar, minimizar, mitigar y corregir los impactos ambiéntales desde el origen del proceso productivo; Este principio se aplicará en los proyectos y en adición a planes de manejo o de cualquier naturaleza previstos en este Libro.

Corresponsabilidad en materia ambiental.- Cuando el cumplimiento de las obligaciones ambientales corresponda a varias personas conjuntamente, existirá responsabilidad compartida de las infracciones que en el caso se cometan y de las sanciones que se impongan.

De la cuna a la tumba.- La responsabilidad de los Sujetos de Control abarca de manera integral, compartida, y diferenciada, todas las fases de gestión integral de las sustancias químicas peligrosas y la gestión adecuada de los residuos, desechos peligrosos y/o especiales desde su generación hasta su disposición final.

Responsabilidad objetiva.- La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Responsabilidad Extendida del productor y/o importador.- Los productores y/o importadores tienen la responsabilidad del producto a través de todo el ciclo de vida del mismo, incluyendo los impactos inherentes a la selección de los materiales, del proceso de producción de los mismos, así como los relativos al uso y disposición final de estos luego de su vida útil.

De la mejor tecnología disponible.- Toda actividad que pueda producir un impacto o riesgo ambiental, debe realizarse de manera eficiente y efectiva, esto es, utilizando los procedimientos técnicos disponibles más adecuados, para prevenir y minimizar el impacto o riesgo ambiental.

Reparación Primaria o In Natura.- Es la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas cuando haya cualquier daño al ambiente, sin perjuicio de las sanciones correspondientes, procurando el retorno a la condición inicial o previa al daño*

Art. 47 Del cierre de operaciones y abandono del área o proyecto.- Los Sujetos de Control que por cualquier motivo requieran cerrar las operaciones y abandonar,

traspasar o cerrar las áreas o sus actividades en las categorías III y IV, deberán ejecutar el plan de cierre y abandono conforme lo aprobado en el Plan de Manejo Ambiental respectivo; adicionalmente, deberán realizar una Auditoría Ambiental de entrega del área conforme los lineamientos establecidos por la Autoridad Ambiental Competente, para lo cual de no contar con un documento estándar provisto por la autoridad ambiental, deberán presentar los respectivos Términos de Referencia para su aprobación. (Registro Oficial, 2015)

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Materiales.

6.1.1. Materiales de campo.

Entre los instrumentos empleados se tiene:

- Brújula,
- Martillo geológico
- Cámara fotográfica,
- Cinta métrica,
- Teléfonos celulares,
- GPS,
- Estación total, etc.

6.1.2. Materiales de gabinete.

- Computadora portátil,
- Calculadora
- Carpetas

6.2. Método.

Plan de Cierre Conceptual del Bloque 2 como preámbulo se toma como base la nueva ley de minería en lo que respecta al cierre de operaciones de una faena minera, y en el actual Reglamento Ambiental para Actividades Mineras, el aspecto fundamental a considerar en el cierre es el ambiental, a través de la evaluación de impactos ambientales, el plan de manejo ambiental y la correspondiente auditoría ambiental. En la legislación y normativa consultada no se hace mención a aspectos técnicos ni seguridad en lo referente al cierre. Si se menciona el aspecto de seguridad y técnicas de explotación de canteras durante la operación, como se menciona en el actual reglamento de seguridad minera.

Según la referida norma, todas las operaciones de desmantelamiento y reacondicionamiento de las áreas se realizarán de conformidad con lo previsto en los estudios ambientales a presentarse antes del inicio de actividades, al momento de la evaluación del impacto ambiental. Al efecto se cuenta con la consulta, planificación y aprobación de la autoridad competente. Es responsabilidad del titular de los derechos minero remediar los daños al ambiente que se produzcan antes y con posterioridad al cierre de operaciones, así como rehabilitar y compensar los daños y alteraciones al ambiente cuyo origen directo sean las actividades mineras concluidas en el bloque 2 , en consecuencia y de acuerdo a la legislación ecuatoriana establece la obligación de que el contaminador debe adoptar las medidas, y en base a esto aplicamos en este capítulo la metodología respectiva para la realización de esta investigación.

6.2.1. Trabajo de gabinete.

- Procesamiento de datos,
- Análisis e interpretación de resultados,
- Confirmación de la hipótesis y la Elaboración del informe final.

- ***Describir la ubicación geográfica, el entorno físico, biológico y socioeconómico del Bloque 2 del área minera Cenaca.***

  Lo que se pretende demostrar con este objetivo es la ubicación y calidad del entorno en donde se encuentra el área de estudio.

  1. Recopilación de información
  2. Análisis de la información
  3. Redacción del informe

- ***Describir el marco geológico general, indicando las principales unidades de roca, las discontinuidades geológicas del macizo rocoso y realizar el estudio estructural y de estabilidad en los actuales taludes presentes.***

  Recopilación de información, para ello se obtuvo la carta geológica de la concesión CENACA Datum PSAD 56, en tipo de coordenadas UTM; escala 1:5000; cuya base fue realizada por la empresa Holcim.

Posteriormente se procede a desarrollar el mapa geológico local aprovechando los afloramientos producto de la explotación, en un total de tres afloramientos identificados Afloramiento 1, 2 y 3; esta caracterización se realizó ayudado de una plantilla cuya descripción se la ubica en anexos.

La información obtenida en campo fue ubicado en un plano utilizando la relación de los afloramientos, llegamos a un mapa DATUM PSAD 56, UTM, escala 1:5000.

- ***Indicar las características de las labores mineras y las principales actividades operativas que se realizan en la cantera.***

Sobre la base del levantamiento Topográfico del sector DATUM PSAD 56, UTM, escala 1:5000, curvas de nivel cada 2 metros y previa la recopilación de información IN SITU del bloque 2 se realizado la planimetría de las labores.

Posteriormente se indica los parámetros de explotación basándose en los estudios geo mecánicos que establecen parámetros de seguridad y maquinaria a ser utilizada en la misma, debemos indicar que una fuente de información primaria son el estado y documentación de los trabajos de explotación realizada por la empresa.

Finalmente en el documento se establece todos los parámetros de explotación y labores secundarias de apoyo en el documento, ayudados por su respectivo plano.

- ***Elaborar el plan de cierre, indicar su ámbito de aplicación, desarrollar los procedimientos, actividades que se ejecutarán durante el plan de cierre y después del mismo, presentar los resultados.***

Caracterizo el medio físico, biótico y socio económico, cada componente fue analizado de forma individual, en el caso del medio físico (agua – aire – suelo – ruido) se compararon con la normativa ambiental vigente en nuestro país.

En función de los análisis de campo realizados en función de los parámetros se procede a realizar un plan de cierre cuyo alcance es el bloque 2 de la cantera CENACA.

- ***Establecer las alternativas, propuestas y financiamiento para la restauración; Ejecutar el análisis del plan de cierre en relación al plan de manejo ambiental del bloque 2 del área minera Cenaca, indicando las garantías, destino final del área y la comparación con el plan de cierre que se propone.***

6.2.2. Enfoque metodológico.

Para la realización de este Plan de Cierre (conceptual), se utilizó un análisis de tipo predial del área de la Faena Minera, para lo cual en base a la información entregada por el mandante (Planos, topografía, fotografías y estudios ambientales) se generó un plano con las instalaciones de la faena y topografía del sector.
El cuadrante será la unidad de referencia, en caso de identificarse instalaciones u obras al interior del cuadrante.

Una vez determinados el cuadrante que formarán parte del área de interés y por tanto, consideradas en el Plan de Cierre, se procede a identificar, cuantificar y cubicar las obras, instalaciones, estructuras y equipos dentro del cuadrante, para lo cual se debe disponer de la mayor cantidad de información, lo que implica trabajar en base a estudios o trabajos anteriores, así como levantamientos de nueva información (actividades de terreno).

Este tipo de análisis permite que el Plan de Cierre sea un proceso dinámico, que evoluciona con el tiempo. Una faena minera puede sufrir cambios en el transcurso de un par de años, por lo cual al ir agregando cuadrantes según sea la expansión de la faena, sólo se debiesen incluir las actividades y costos del Plan de Cierre, en lo correspondiente a la nueva instalación o estructura (por ejemplo expansión de botaderos, tendido eléctrico, etc.).

6.2.3. Requisitos y consideraciones para el cierre.

Este Plan de Cierre es Parcial pues sólo considera el área del bloque 2, quedando en funcionamiento la Planta Guayaquil.

Además este Plan de Cierre es Definitivo, ya que no considera la utilización de la Cantera para otra actividad relacionada con la faena minera. Además según lo indicado en el artículo 27 "Cierre de Operaciones Mineras" de la Nueva Ley de Minería las exigencias mínimas que se debe incluir en un Plan de Cierre, corresponden a:

• Recuperación del sector o área.
• Plan de verificación de su cumplimiento.
• Impactos sociales y su plan de compensación.
• Garantías indicadas en la normativa ambiental vigente.
• Plan de incorporación a nuevas formas de desarrollo económico.

En lo referente a la recuperación del sector o área, para este Plan de Cierre se propone la reutilización del área de la cantera con un fin paisajístico.

Con la implantación de estos espacios verdes se ha mejorado la calidad del paisaje de los terrenos que integran las propiedades circundantes al Bloque 2, brindando un entorno más agradable que mejora la calidad visual del sector y además sirvan como pantallas vegetales que enmascaren a las cicatrices del terreno que ha dejado el avance de la explotación minera, confinen las emisiones atmosféricas y la generación de polvo productos de las actividades ligadas a la obtención de las materias primas y operaciones productivas de la planta de cemento.

La implementación de este programa se ha basado en la selección de los espacios, de acuerdo a la propiedad, uso y aptitud de los suelos, las condiciones climáticas y la definición de proyecciones de su uso a efecto de no interferir en futuros proyectos, tanto mineros como de expansión de las instalaciones de la planta.

Debido a estos antecedentes, para el Plan de Cierre se optó por la reforestación-revegetación, con una visión de recuperación paisajística y no de uso forestal o agrícola de los suelos recuperados.

7. RESULTADOS.

7.1 Alcance.

El presente proyecto pretende establecer la mejor alternativa para el cierre de cantera del bloque 2 haciendo un análisis de forma analítica los diversos impactos que producen la explotación de materia prima en el Bloque 2, utilizando resultados del análisis de muestras sostenidas por parte de Holcim Ecuador. Luego de tener los resultados poder hacer una comparación con el TULSMA y sugerir medidas para por medio de un plan de cierre tomar acciones que pueda mitigar en unos casos y controlar en otros los impactos causados por la explotación de calizas empleadas como materia prima para la fabricación del cemento.

Dicho trabajo evidenciará realmente cual es la mejor alternativa para el control de impactos en el medio ambiente. Además dicho trabajo a portará a la empresa para que de forma paralela a la explotación se pueda implementarla y de esta forma minimizar costos y afectaciones al medio ambiente, también servirá como material bibliográfico a la UNL.

7.2 Ubicación geográfica.

El área del presente estudio comprende la totalidad del área de CENACA, siendo ésta de 2450 hectáreas. El bloque del presente estudio es de 53 Ha.

La concesión se localiza al NW de la Ciudad de Guayaquil a 420 Km desde Quito. Está ubicada sobre el talud meridional de la cadena montañosa que es parte de la Cordillera Chongón-Colonches. El área de estudio se encuentra ubicado en la parte norte de la Planta Guayaquil se localiza dentro de la concesión, en el km 18.5 de la vía Guayaquil-Salinas (ver Mapa 1 en Anexos).

El área de investigación bloque 2 se encuentra ubicado en el Área Cenaca Sector Cerro Blanco, Parroquia Chongón, Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas.

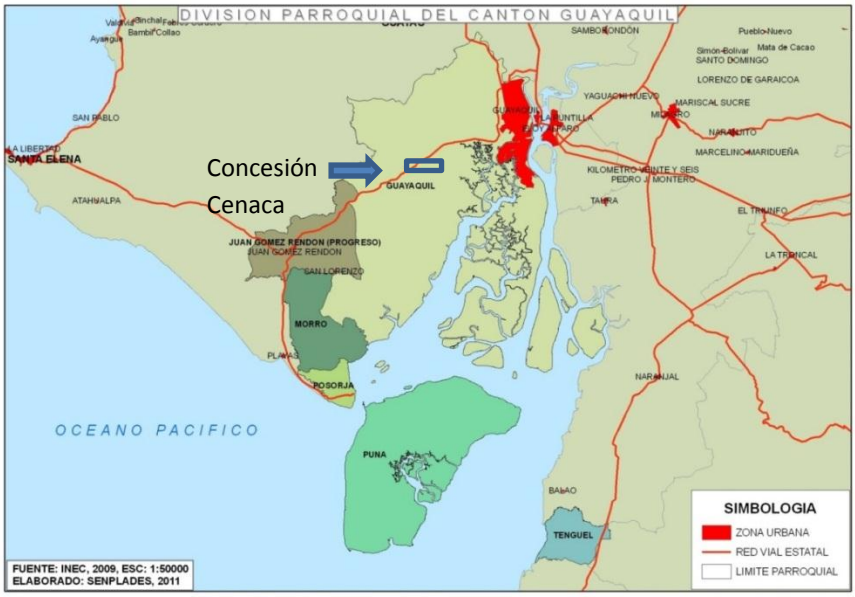

Figura 9. Mapa de ubicación - Concesión Cenaca.
Fuente: Estudio geológico de la Empresa Holcim.

Coordenadas del Bloque 2

Las coordenadas pertenecen al Datum UTM PSAD 56 Zona 17Sur

Tabla 1. Coordenadas Bloque 2.

X	Y
608371.8913	9759185.6972
608354.3875	9760096.9017
607769.0874	9760057.7584
607636.5964	9759373.9074

Fuente: El Autor

7.3 Acceso.

El área se encuentra a 420 Km de la ciudad de Quito, y se puede llegar desde la capital hasta la ciudad de Guayaquil por vía aérea desde el aeropuerto de Tababela hasta el aeropuerto José Joaquín de Olmedo en la ciudad de Guayaquil, las diversas

empresas hacen un tiempo promedio de 50 minutos, y desde el aeropuerto por vía terrestres hasta la Planta Holcim por la autopista Guayaquil Salinas en un tiempo de 30 minutos. Por vía terrestre desde Quito a Guayaquil en un tiempo de 10 horas, existe una gran cantidad de cooperativas de transporte que prestan el servicio.

Luego de llegar a la planta se recorre 3 km hasta llegar al bloque 2 que es el área de estudio. Las vías de ingreso tienen la misma característica que la autopista.

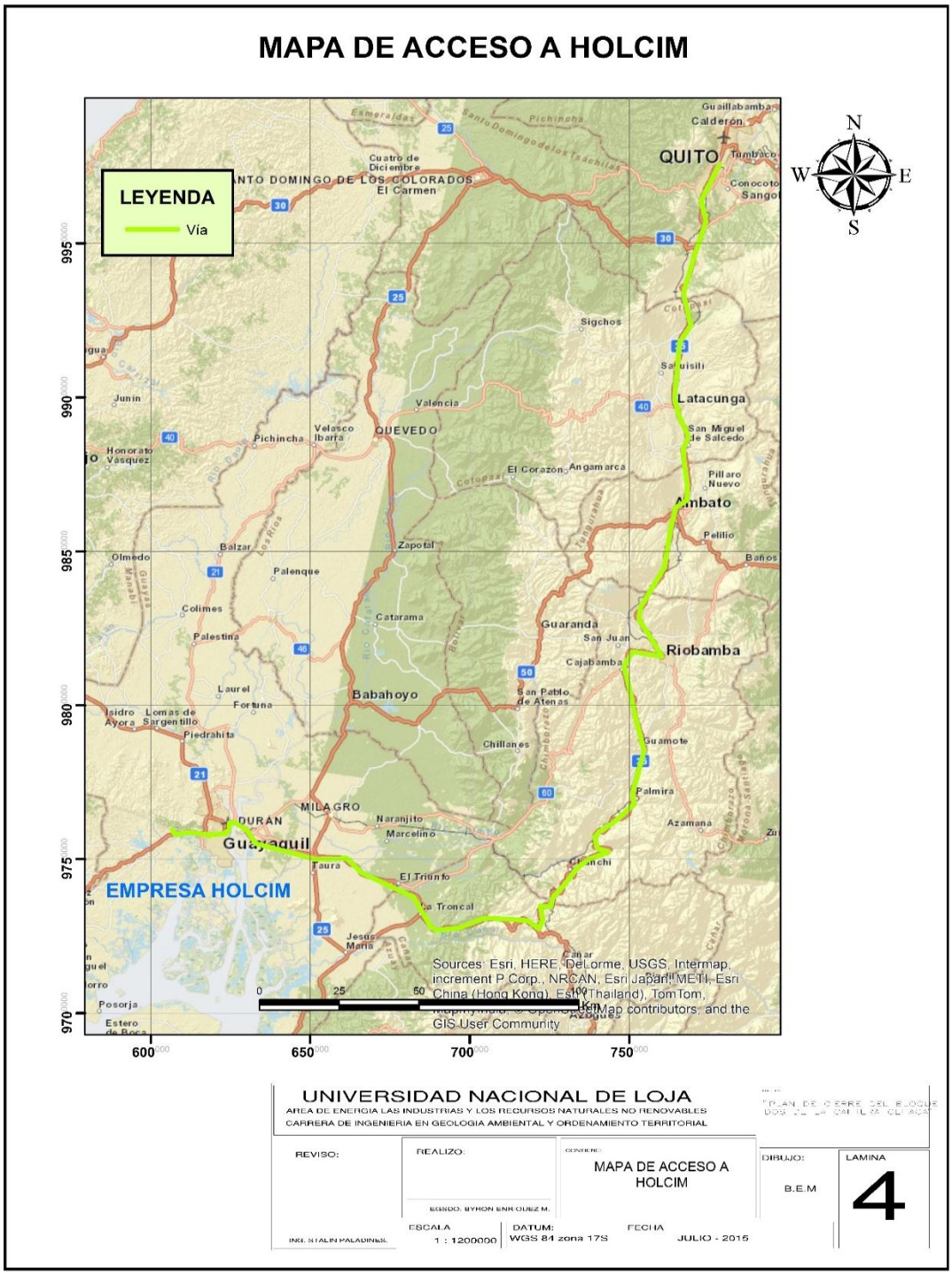

Figura 10. Vista general del bloque 2.
Fuente: Universidad Nacional de Loja.

Figura 11. Vista general del bloque 2.
Fuente: El autor.

Figura 12. Cantera Cenaca.
Fuente: Monitoreo de rehabilitación cantera Cenaca (Holcim Ecuador).

7.4 Entorno físico.

7.4.1 Clima.

El clima del bloque 2 es el resultado de la combinación de varios factores. Por su ubicación en plena zona ecuatorial, el área de estudio tiene una temperatura cálida durante casi todo el año. No obstante, su proximidad al Océano Pacífico hace que las corrientes de Humboldt (fría) y de El Niño (cálida) marquen dos períodos climáticos bien diferenciados. Uno lluvioso y húmedo, con calor típico del trópico, que se extiende diciembre a abril (conocido como invierno que corresponde al verano austral); y el otro seco y un poco más fresco (conocido como verano que corresponde al invierno austral), que va desde mayo a diciembre.

La precipitación anual es del 80% en el primero y del 20% en el segundo. La temperatura promedio oscila entre los 20 y 27 °C, un clima tropical benigno si consideramos la latitud en que se encuentra la ciudad. La combinación de varios factores da como resultado el clima de Guayaquil. Debido a su ubicación en plena zona ecuatorial, la ciudad tiene una temperatura cálida durante casi todo el año.

Las operaciones del BLOQUE 2 se ubican en el faldeo de la Cordillera de Chongón, una franja montañosa con orientación WNW-ESE que se levanta hasta 400 m.s.m, por sobre el estuario del Golfo de Guayaquil (el área de estudio se encuentra en una altura de 36 a 204 msnm.). La franja montañosa forma el límite entre la cuenca del Río Guayas, que se extiende más hacia el norte y la cuenca del Río Chongón, donde se ubica el Bloque 2.

7.4.2 Dirección y velocidad del viento.

En el área del proyecto existen dos direcciones predominantes de vientos, Sur-Oeste y Sur-Este. Típicamente, estas dos direcciones predominantes ocurren en forma periódica durante un día. Así, entre las 10:00 horas y las 17:00 horas, el viento predominante tiene dirección Este-Sur-Este, con variantes desde el Sur-Este y Este.

Entre las 20:00 horas y las 9:00 horas, la dirección predominante del viento es desde el Oeste-Sur-Oeste, con una variante desde el Sur-Oeste. Las velocidades de viento

varían entre 1,0 y 2,5 m/s, es decir, se trata de vientos de baja velocidad. La velocidad de viento promedio total durante el período actual es de 1,2 m/s, obtenida a partir de los datos de la estación meteorológica Cerro Blanco.

7.4.3 Precipitaciones y evaporación.

Según el gráfico de precipitación promedio en el área de estudio, para los meses diciembre - febrero. Las precipitaciones se incrementan en las tres regiones, en mayor porcentaje en la región costa con 28%, región Sierra 17%, y Región Amazónica 3 %.

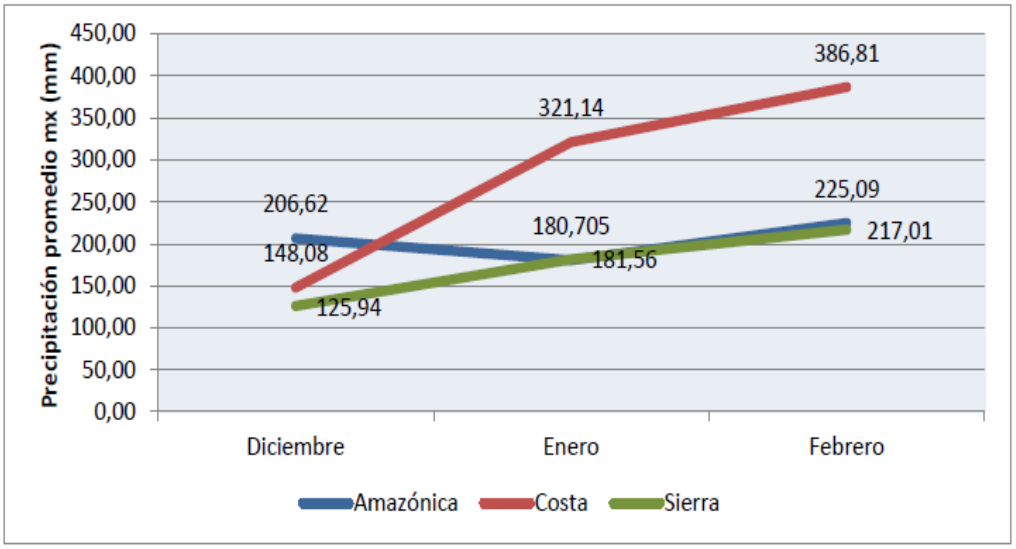

Figura 13. Precipitación Promedio por regiones (Amazónica, Costa y Sierra).
Fuente: INAMHI, 2014.

Diciembre 2013:

- Región amazónica.- precipitación promedio (206 mm); provincia Zamora Chinchipe, Sucumbíos, Orellana y Pastaza
- Región costa.- precipitación promedio (148 mm); provincia Los Ríos, Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsáchilas
- Región Sierra.- precipitación promedio (126 mm); Provincia Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha y Bolívar.

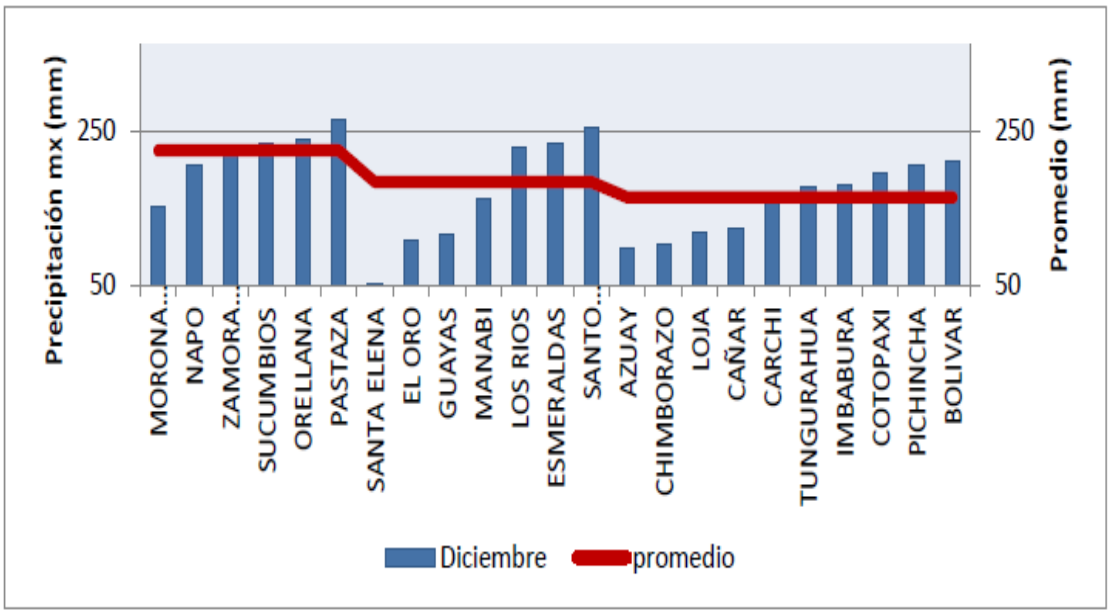

Figura 14. Precipitaciones mes de diciembre de 2013.
Fuente: INAMHI, 2014.

Enero 2014

- Región amazónica.- precipitación promedio (180 mm); provincias Orellana y Pastaza
- Región costa.- precipitación promedio (321 mm); provincias Esmeraldas, Los Ríos, Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas
- Región Sierra.- precipitación promedio (181 mm); Provincias Bolívar, Cotopaxi, Loja y Pichincha.

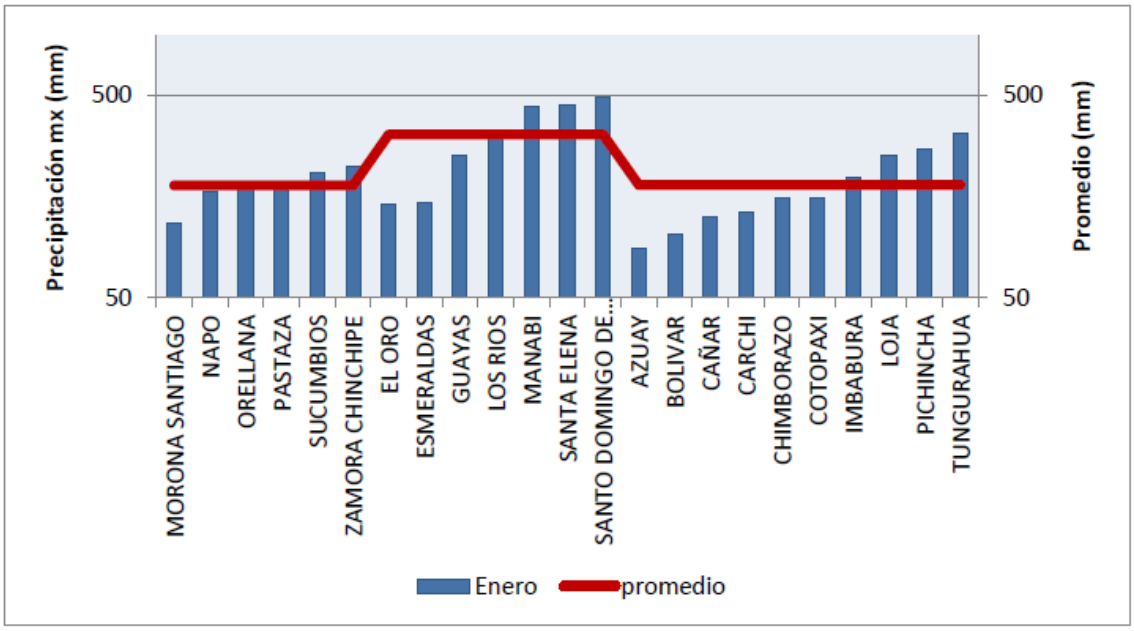

Figura 15. Precipitaciones mes de enero de 2014.
Fuente: INAMHI, 2014.

Febrero 2014

- A continuación se describen las provincias con precipitaciones mayores al promedio obtenida en las tres regiones para el mes de febrero.
- Región amazónica.- precipitación promedio (255 mm); provincias Orellana y Pastaza
- Región costa.- precipitación promedio (386 mm); provincias Esmeraldas, Los Ríos, Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas
- Región Sierra.- precipitación promedio (217 mm); Provincias Bolívar, Cotopaxi, Loja y Pichincha.

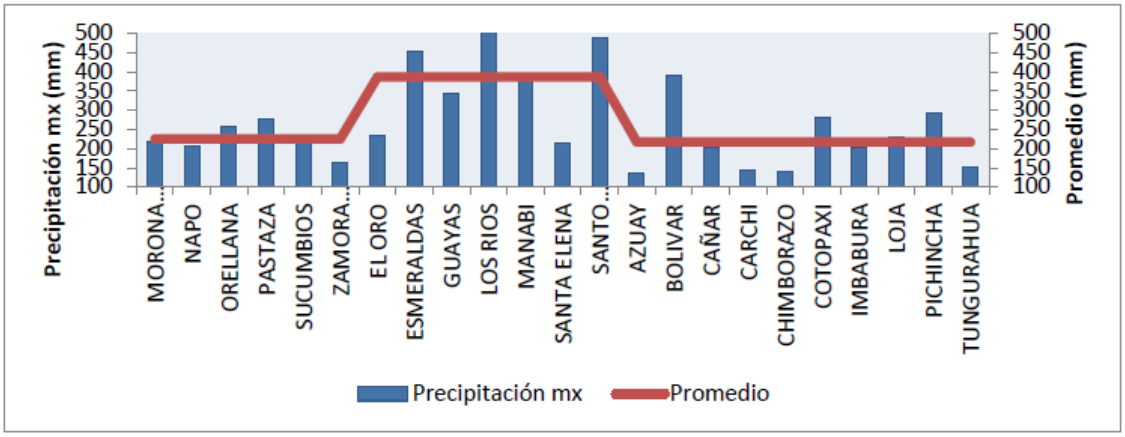

Figura 16. Precipitaciones mes de febrero de 2014.
Fuente: INAMHI, 2014.

7.4.4 Hidrología.

El área de estudio (BLOQUE 2), se localiza dentro de la cuenca del Río Chongón, la cual posee un área de drenaje de 593 Km^2. Esta cuenca hidrográfica pertenece al sistema hidrográfico Zapotal que posee 5738 km^2 de extensión.

La cuenca del Río Chongón es una de las 23 cuencas que desaguan al Golfo de Guayaquil.

Entre los cerros de la Cordillera Chongón, que demarcan además la cuenca hidrográfica en mención, se originan una serie de riachuelos estacionales los cuales vierten sus aguas a los esteros que desembocan en el Golfo de Guayaquil.

El desarrollo de un sistema hidrológico es muy incipiente a causa del clima mayormente seco a lo largo de la mayor parte del año (10 meses). Los ríos tienen agua solamente cuando se presentan picos importantes de lluvia en los dos meses de la estación lluviosa (enero y febrero) con un régimen de pluviosidad alto, sobre los 500 mm/año.

En la zona de relieve alto (Franja Norte) o Cordillera Chongón Colonche propiamente dicha los cauces fluviales han logrado excavar quebradas de regular importancia, espaciadas cada 1 o 2 km, formando un drenaje sub-paralelo.

De Oeste a Este se tienen las siguientes quebradas dentro del área de estudio BLOQUE 2:

Quebrada Rocafuerte, quebrada Aguariza, quebrada San Agustín. Las 3 quebradas forman parte del sistema fluvial del río Aneta que desemboca en el estero Puerto Hondo,

El estero de Puerto Hondo es parte del sistema deltaico-estuarino del río Guayas con conexión directa hacia el mar a través del Estero Salado y por tanto con influencias de la marea.

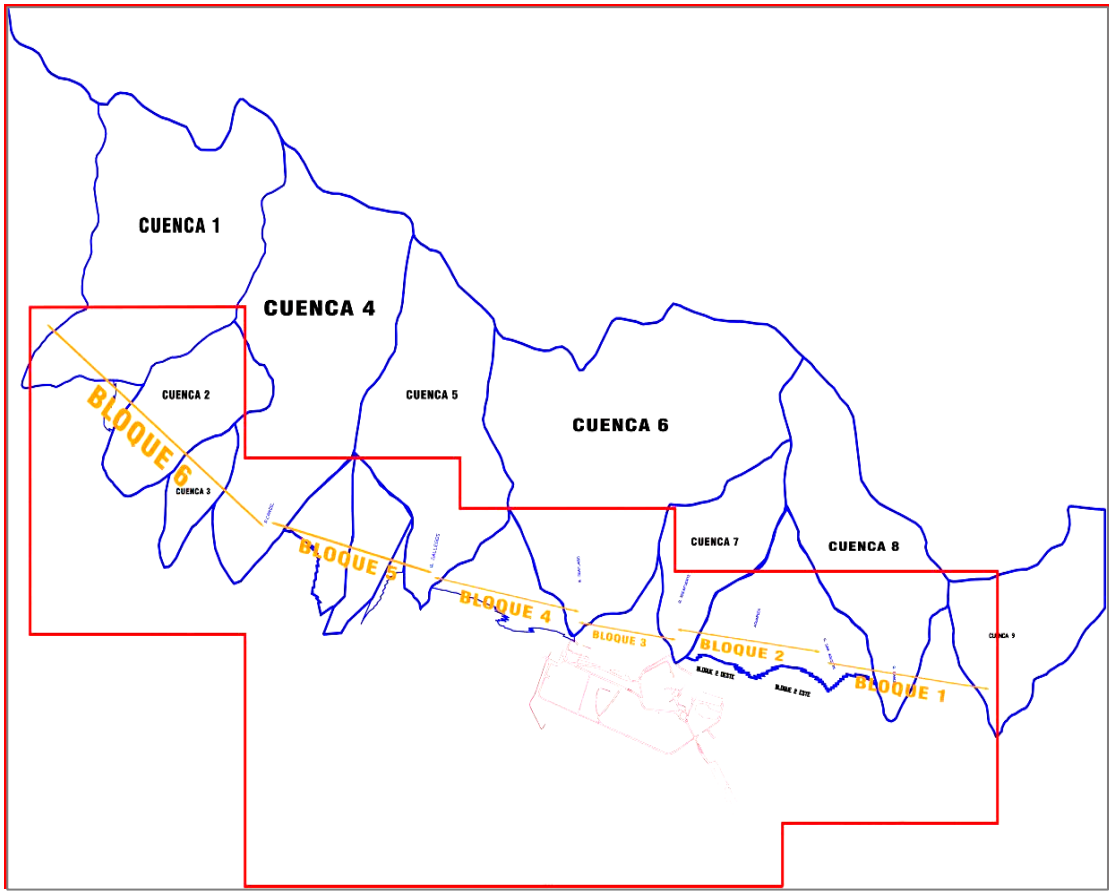

Figura 17. Cuencas Hidrográficas.
Fuente: Autor.

7.4.5 Protocolo de muestreo ambiental.

7.4.5.1 Introducción

El Protocolo de Muestreo establece procedimientos y metodologías que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Muestreo. Su aplicación contribuye al cumplimiento de las normas ambientales y la protección de los ecosistemas.

La aplicación de los procedimientos establecidos en el Protocolo de Muestreo representa asimismo una herramienta de evaluación, fiscalización y mejora del área de estudio. A través de la aplicación de este instrumento se contribuye a realizar una verificación del funcionamiento de las medidas de minimización de la contaminación, si existiesen.

El presente Protocolo de Muestreo Ambiental establece los parámetros para el seguimiento de la calidad de los diferentes componentes ambientales que podrían ser afectados durante la ejecución de las labores de explotación de calizas en el Bloque 2.

7.4.5.2 Aspectos generales

7.4.5.2.1 Descripción del área de monitoreo

La Concesión Minera CENACA (BLOQUE 2); con un área aproximada de 53 Ha., es una concesión dedicada a la extracción de caliza para su utilización en la fabricación de cemento, por lo que todas sus actividades de extracción se inician con la preparación de bancos y la perforación de hoyos, en donde se colocan explosivos para luego ser trasportados hacia la trituradora primaria continuando con su proceso de beneficio hasta obtener el material utilizado para la fabricación de cemento

7.4.5.2.2 Usos del agua, suelo y aire

- **Agua:** Con lo que respecta al agua se realizará un muestreo a las aguas superficiales y subterráneas (pozos).

- **Suelo:** Los suelos en el Bloque 2 son aptos para soportar una sucesión de cultivos con manejo adecuado. Su área de distribución es muy amplia y se encuentra asociada a climas húmedos, su fertilidad es buena. Lo que los convierte en suelos aptos para desarrollar actividades agrícolas.

- **Aire:** Los incendios forestales son el principal foco de contaminación del aire, (en las zonas productivas). Y las actividades de extracción y transporte de materiales pétreos constituyen un foco de contaminación atmosférica importante.

7.4.5.3 Normativa

El Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades Mineras, está obligado a poner en marcha y mantener los programas de previsión y control ambiental. Los

Programas de Monitoreo de Calidad de Agua, Aire y Suelo deben establecer el monitoreo de los parámetros fisicoquímicos, biológicos, metales y/o cianuros; para garantizar el registro de la calidad de agua, suelo y aire respectivamente.

El presente proyecto de muestreo de calidad de agua se basa en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria TULSMA. En donde se contemplan los parámetros que deben ser determinados mediante análisis de Laboratorio.

La norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

En la norma técnica se determina o establece:

a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros determinados en la Norma Oficial Ecuatoriana, se deberán aplicar los métodos establecidos en el manual "Standard Methodsfor the Examination of Water and Waste water", en su más reciente edición. Además deberán considerarse las siguientes Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN):
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo.

El programa de muestreo establece puntos de control para realizar el muestreo.

7.4.6 Calidad de aire.

Muestreo de aire: El número de estaciones necesarias y su ubicación deben basarse en criterios, objetivos y procedimientos claros. Cuando menos, una estación de muestreo de aire debe localizarse a 300 m. en sotavento de la fuente principal de emisiones y a una altura de 1,5 m. sobre el nivel del suelo

7.4.6.1 Escalas del muestreo

La escala del muestreo de la calidad del aire debe ser compatible con el objetivo del muestreo en un lugar, a una escala espacial apropiada y representativa, para así facilitar la localización física de las estaciones de muestreo.

La escala de representatividad espacial relativa a cada contaminante se define para establecer la relación entre los objetivos de muestreo y localización física de la estación de muestreo. De acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) se aplican seis escalas de representatividad espacial para ubicar los sistemas de muestreo, donde cada escala espacial se diseña para cumplir con los objetivos específicos de muestreo.

Tabla 2. Material particulado.

Categoría de Escala	Definición
Microescala	Define las concentraciones en volúmenes de aire asociados con dimensiones de área de algunos metros hasta 100 metros.
Escala Media	Define concentraciones típicas de áreas que pueden comprender dimensiones desde 100 metros hasta 0.5 kilómetros.
Escala Local	Define concentraciones en un área con uso de suelo relativamente uniforme, cuyas dimensiones abarcan de 0.5 a 4.0 kilómetros.
Escala Urbana	Define todas las condiciones de una ciudad con dimensiones en un rango de 4 a 50 kilómetros.
Escala Regional	Define generalmente un área rural de geografía razonablemente homogénea y se extiende desde decenas hasta cientos de kilómetros.
Escala Nacional o Global	Las mediciones que corresponden a esta escala representan concentraciones características de la nación o del mundo como un todo.

Fuente: Autor

7.4.6.2 Selección de parámetros a monitorear

Los contaminantes atmosféricos son producidos por fuentes fijas y móviles, los cuales pueden generar problemas a lo largo de su desplazamiento y generar contaminantes secundarios (lluvia ácida u ozono). El alto costo para el monitoreo de la calidad del aire con equipos automáticos en las redes no permite monitorear todos los contaminantes que se generan, por lo que las redes de monitoreo registran contaminantes que representan la calidad del aire de un área determinada.

7.4.6.3 Frecuencia del monitoreo y periodos de muestreo

El término frecuencia de monitoreo indica el número de muestras que se tomarán o llevarán a cabo en un intervalo de tiempo, en un punto o en un área de muestreo. La frecuencia del monitoreo de cada uno de los contaminantes depende de los objetivos del monitoreo.

La extracción de materia prima por parte de HOLCIM Ecuador, se realiza en el Área de Concesión Minera CENACA (BLOQUE 2), por lo cual la empresa ha desarrollado mediciones de material particulado orientadas a determinar el impacto por dicho material en la zona. Si bien, se tienen emisiones de material particulado en las chimeneas de hornos, molinos y enfriadoras de la Planta de producción, debe destacarse que la mayor influencia de las actividades de cantera se producen en la zona próxima al área de estudio (Bloque 2), por lo cual mediciones desarrolladas en los predios de la Planta Guayaquil, son representativas de las concentraciones originadas por las actividades mineras.

La calidad del aire en el Bloque 2 es afectada principalmente por las emisiones de gases y polvo que producen las diferentes operaciones que se desarrollan en el lugar, fundamentalmente en lo que tiene que ver con el transporte.

Se determinó la concentración de material Particulado PM10 en 3 puntos específicos dentro del área minera de estudio Bloque 2. (Ver anexo 3)

El estándar de calidad del aire ambiente según la Legislación Ambiental señala que las concentraciones de PM10 no deben sobrepasar el valor de 50 microgramos por metro cúbico de aire (50 µg/m3) para la media aritmética anual de todas las muestras y que la concentración máxima en 24 horas de todas las muestras colectadas, no deberá exceder de 150 microgramos por metro cúbico de aire (150 µg/m3), valor que asimismo, no podrá ser excedido más de dos (2) veces en un año.

7.4.6.4 Condiciones operativas de las instalaciones

El Bloque 2 del área Minera "CENACA", se encuentra ubicada en la Parroquia Chongón, cantón Guayaquil, provincia del Guayas, hace aproximadamente 35 años, tiempo en el cual ha venido extrayendo caliza para la fabricación de cemento.

7.4.6.5 Descripción de procedimientos y datos del análisis

Tipo de medición realizada:

- **PM 10 (**Partículas con un diámetro Aerodinámico ≤10 micrómetros). Y
- **PM 2.5 (**Partículas con un diámetro Aerodinámico ≤2.5 micrómetros).

Procedimiento y Método de Medición utilizado:

Método Gravimétrico; PEE/IPSOMARY/02-06; PEE/IPSOMARY/03-06

7.4.6.6 Condiciones ambientales

En la siguiente tabla se muestran las condiciones ambientales promedio durante la realización del muestreo:

En el Anexo 3 se ubican los puntos de muestreo de calidad de aire en el área de estudio

Tabla 3. Condiciones Ambientales.

Puntos Descripción	Fecha	Temperatura °C	Humedad relativa %	Presión Atmosférica mmHg	Nubosidad (Octas)
PM10 P2.Bloque 2 –Pozo Km. 15 607860E-9758890N±3	24-25 de abril del 2014	25.6	59.6	752	6/8
PM2.5 P2.Bloque 2 –Pozo Km. 15 607860E-9758890N±3	24-25 de abril del 2014	25.8	59.6	752	6/8
PM10 P3.Rocafuerte F.C 608085E-9758187N±3	25-26 de abril del 2014	26.2	59.7	755	6/8
PM2.S P3. Rocafuerte F.C 608085E-9758187N±3	24-25 de abril del 2014	26.5	59.6	756	6/8
PM10 P6.Sector Norte Bloque 2 608089E-9759540N±3	29-30 de abril del 2014	25.2	59.5	740	7/8
PM2.S P6.Sector Norte Bloque 2 608089E-9759540N±3	29-30 de abril del 2014	25.0	59.3	741	7/8
Descripción de Eventualidades Encontradas / Condiciones especiales: P2, P3, P6. No presentó ninguna eventualidad durante la medición					

Fuente: Informe de análisis material particulado aire ambiente # 14-035 (6-05-14).

Tabla 4. Resumen Técnico de Resultados Obtenidos PM10 y PM2.5.

Resumen Técnico de Resultados Obtenidos PM10 y PM2.S						
Puntos	**Ubicación / Coordenada**	**Parámetro**	**Valor encontrado µ/m^3 N**	**Valor Máximo permisible**	**Evaluación**	**Incertidumbre expandida K=2 Expresada en %**
P2.	Bloque 2 –Pozo Km. 15 607860E-9758890N±3	PM10 N	86	100 µ/m^3	CUMPLE	±7%
		PM2.5 N	14	50 µ/m^3	CUMPLE	±12%
P3.	Rocafuerte F.C 608085E-9758187N±3	PM10 N	45	100 µ/m^3	CUMPLE	±7%
		PM2.5 N	17	50 µ/m^3	CUMPLE	±12%
P6.	Sector Norte Bloque 2 608089E-9759540N±3	PM10 N	55	100 µ/m^3	CUMPLE	±7%
		PM2.5 N	13	50 µ/m^3	CUMPLE	±12%

Fuente: Informe de análisis material particulado aire ambiente # 14-035 (6-05-14)

Criterios:

- Las mediciones de Material Particulado fueron realizadas en el periodo comprendido del 24 de abril al 01 de mayo del 2014, dentro del BLOQUE 2. - Área Minera "Cenaca".

- Los resultados obtenidos indican que todos los puntos cumplen con el límite para PM10 y PM2.5 durante 24 horas continuas de monitoreo, establecido por la Legislación Ambiental vigente.

- Las mediciones de los puntos P2., P3., P6., de PM10 fueron realizadas con un equipo PQ100, el cual está aprobado por la EPA para la medición de partículas, sin embargo este es un equipo que no nos proporciona datos

Figura 18. Equipo de Medición de Aire (P2).
Fuente: Informe de análisis material particulado aire ambiente # 14-035 (6-05-14).

7.4.7 Muestre de ruido

7.4.7.1 Criterios para el muestreo del ruido

Es la calibración, para lo cual existen dos tipos:

- **Calibración de campo:** Es aquella que se realiza durante el monitoreo de ruido, antes y después de cada medición.

  Antes e inmediatamente después de cada serie de mediciones, se debe verificar la calibración del sistema completo empleando un calibrador acústico clase 1 o clase 2, acorde a IEC 60942:2003. En todos los casos se puede utilizar un calibrador clase 1 para cualquier clase de sonómetros; en cambio, un calibrador clase 2 únicamente se puede utilizar en sonómetros clase 2.

  En caso que los sonómetros sean usados por más de 12 horas, éstos deben ser calibrados en campo al menos 1 ó 2 veces en el día. Esta calibración no suprime la calibración de laboratorio.

  Se debe verificar que los calibradores cumplan con los requisitos establecidos en IEC 60942, y deberá ser verificado por un laboratorio acreditado cada año

- **Calibración de laboratorio:** Es aquella que se realiza en un laboratorio especializado y la que cumple con la norma internacional IEC 60942 (1988).

7.4.7.2 Identificación de fuentes

Existen las siguientes Fuentes de ruido:

- **Fijas Puntuales.-**Las fuentes sonoras puntuales son aquellas en donde toda la potencia de emisión sonora está concentrada en un punto. Se suele considerar como fuente puntual una máquina estática que realiza una actividad determinada.

  La propagación del sonido de una fuente puntual en el aire se puede comparar a las ondas de un estanque. Las ondas se extienden uniformemente en todas direcciones, disminuyendo en amplitud según se alejan de la fuente. En el caso ideal de que no existan objetos reflectantes u obstáculos en su camino, el sonido proveniente de una fuente puntual se propagará en el aire en forma de ondas esféricas.

- **Fijas Zonales o de Área.-**Las fuentes sonoras zonales o de área, son fuentes puntuales que por su proximidad pueden agruparse y considerarse como una única fuente. Se puede considerar como fuente zonal aquellas actividades generadoras de ruido que se ubican en una zona relativamente restringida del territorio, por ejemplo: zona de discotecas, parque industrial o zona industrial en una localidad.
  En caso la localidad cuente con un Plan de Ordenamiento Territorial, el operador podrá consultarlo con la finalidad de identificar las zonas donde se ubiquen las fuentes fijas zonales o de área.

- **Móviles Detenidas.-**Un vehículo es una fuente de ruido que por su naturaleza es móvil, y genera ruido por el funcionamiento del motor, elementos de seguridad (claxon, alarmas), aditamentos, etc.

  Este tipo de fuente debe considerarse cuando el vehículo sea del tipo que fuere (terrestre, marítimo o aéreo) se encuentre detenido temporalmente en un área

determinada y continúa generando ruidos en el ambiente. Tal es el caso de los camiones en áreas de construcción (como los camiones de cemento, que por su propia actividad generan ruido), o vehículos particulares que están estacionados y que generan ruido con sus alarmas de seguridad.

- **Móviles Lineales.-**Una fuente lineal se refiere a una vía (avenida, calle, autopista, vía del tren, ruta aérea, etc.) en donde transitan vehículos. Cuando el sonido proviene de una fuente lineal, éste se propagará en forma de ondas cilíndricas, obteniéndose una diferente relación de variación de la energía en función de la distancia. Una infraestructura de transporte (carretera o vía ferroviaria), considerada desde el punto de vista acústico, puede asimilarse a una fuente lineal.

7.4.7.3 Tipos de ruido

De acuerdo a la NTP ISO 1996-1 existen varios tipos de ruido. Sin embargo, para efectos del presente protocolo, se considerarán los siguientes:
En función al tiempo:

- **Ruido Estable:** El ruido estable es aquel que es emitido por cualquier tipo de fuente de manera que no presente fluctuaciones considerables (más de 5 dB) durante más de un minuto. Ejemplo: ruido producido por una industria o una discoteca sin variaciones.
- **Ruido Fluctuante:** El ruido fluctuante es aquel que es emitido por cualquier tipo de fuente y que presentan fluctuaciones por encima de 5dB durante un minuto. Ejemplo: dentro del ruido estable de una discoteca, se produce una elevación de los niveles del ruido por la presentación de un show.
- **Ruido Intermitente:** El ruido intermitente es aquel que está presente sólo durante ciertos periodos de tiempo y que son tales que la duración de cada una de estas ocurrencias es más que 5 segundos. Ejemplo: ruido producido por un comprensor de aire, o de una avenida con poco flujo vehicular.
- **Ruido Impulsivo:** Es el ruido caracterizado por pulsos individuales de corta duración de presión sonora. La duración del ruido impulsivo suele ser menor a 1 segundo, aunque pueden ser más prolongados. Por ejemplo, el ruido

producido por un disparo, una explosión en minería, vuelos de aeronaves rasantes militares, campanas de iglesia, entre otras.

En función al tipo de actividad generadora de ruido:

- Ruido generado por el tráfico automotor.
- Ruido generado por el tráfico ferroviario.
- Ruido generado por el tráfico de aeronaves.
- Ruido generado por plantas industriales, edificaciones y otras actividades productivas, servicios y recreativas.

7.4.7.4 Normas de seguridad

Esta sección establece los cuidados a tener en cuenta para evitar sufrir daños personales y materiales durante el desarrollo del monitoreo de agua.

- Definir la ruta para llegar al sitio de muestreo. Si es posible, realizar una visita de reconocimiento y evaluación del sitio para adoptar las medidas de seguridad necesarias y de esta forma reducir al mínimo cualquier riesgo.
- Verificar las condiciones meteorológicas donde se pretende trabajar; tomar las medidas necesarias.
- Respetar las políticas de tomas y seguimiento establecidas por organismos superiores.
- Tener cuidado con los preservantes. Usar guantes, lentes y ropa de trabajo para realizar la preservación de las muestras. Evitar salpicaduras.
- Tener cuidado con los equipos portátiles, evitando hacer lecturas directas sobre ríos caudalosos y profundos, es mejor hacer las mediciones cogiendo la muestras en un recipiente limpio.
- Tener cuidado con los equipos portátiles, al hacer lecturas directas en los efluentes industriales y domésticos advertir de la presencia aceites y grasas, petróleo, elevada temperatura, aguas negras etc., que pudieran deteriorar los electrodos del equipo. Solicitar al laboratorio una solución desinfectante de lavado especial, para este tipo de trabajos.

El tráfico de vehículos que ingresan y salen del área minera es una de las fuentes que producen ruido en el sector. Esta vía es utilizada principalmente por vehículos particulares y por los camiones o volquetes que transportan material.

En el área minera el ruido proviene de las actividades de extracción, especialmente durante las voladuras y en el arranque, carguío, transporte, trituración y clasificación de los materiales, labores que se desarrollan exclusivamente en el día.

Para la determinación del cumplimiento de la norma ambiental sobre generación de ruidos, se realizará un informe de muestreo (sel fmonitoring) .

Tabla 5. Nivel de Presión Sonoro.

TIPO DE ZONA SEGÚN ZONA DEL SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE Np Seq dB(A)	
	De 06H00 a 20H00	De 20H00 a 06H00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial Mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial Mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

Fuente: Norma Tulsma. Acuerdo 028.

7.4.7.5 Condiciones operativas de las instalaciones

La Área Minera "CENACA", se encuentra ubicada en la Parroquia de Chongón, cantón Guayaquil, provincia del Guayas, hace aproximadamente 35 años, tiempo en el cual ha venido extrayendo caliza para la fabricación de cemento.

Durante las mediciones de Material Particulado las operaciones en la Planta fueron normales.

7.4.7.6 Condiciones ambientales

Tabla 6. Condiciones ambientales promedio durante la realización del muestreo (Diurno).

Puntos	Fecha	Temperatura °C	Humedad relativa %	Velocidad y Dirección del Viento m/s	Nubosidad
P12. Probosque 608621E – 9759214N ±3	05 de mayo del 2014	31.1	60.0	0.2	6/8
P15. Escombrera 4 Bloque 2 607384E – 9758696N ±3	05 de mayo del 2014	30.1	59.5	0.1	6/8
P16. Aviario 608022E – 9758625N ±3	05 de mayo del 2014	30.5	59.5	0.2	6/8

Fuente: Informe de ensayo ruido ambiente Nº 14-045 (9-05-14)

Tabla 7. Condiciones ambientales promedio durante la realización del momento (NOCTURNO):

Puntos	Fecha	Temperatura °C	Humedad relativa %	Velocidad y Dirección del Viento m/s	Nubosidad
P12. Probosque 608621E – 9759214N ±3	02 de mayo del 2014	28.4	60.8	0.2	N.A.
P15. Escombrera 4 Bloque 2 607384E – 9758696N ±3	06 de mayo del 2014	29.7	60.0	0.2	N.A.
P16. Aviario 608022E – 9758625N ±3	06 de mayo del 2014	29.6	59.7	0.2	N.A.

Fuente: Informe de ensayo ruido ambiente Nº 14-045 (9-05-14).

7.4.7.7 Descripción de eventualidades encontradas muestreo diurno.

P12. Trabajos realizados con perforadoras, cargadoras; paso de tanqueros.

P15. Paso constante de vehículos pesados.

P16. Paso de camiones y vehículos livianos.

7.4.7.8 Descripción de eventualidades encontradas muestreo nocturno.

P12. Aproximadamente a 500 metros, se realizaban trabajos de carga de materia prima a los camiones.

P15. Ingreso y salida de vehículos pesados.

P16. No se registraron eventualidades durante la medición.

Tabla 8. Corrección de nivel de ruido de fondo

	CORRECIÓNPOR NIVEL DE RUIDO DE FONDO	
Correcciones Aplicables	**Diferencia aritmética entre NPSeq de la fuente fija y NPSeq de ruido de fondo dB (A)**	**Corrección**
	10 ó mayor	0
	De 6 a 9	-1
	De 4 a 5	-2
	3	-3
	Menor a 3	Nula

Fuente: Informe de ensayo ruido ambiente Nº 14-045 (9-05-14).

Valor de nivel de emisión de ruido de la fuente fija.

Tabla 9. Resumen técnico de resultados obtenidos - diurno.

Puntos	Valor encontrado NPSeq dB (A)	Ruido de fondo	Factor de corrección	Valor corregido dB (A)	Valor máximo permisible NPSeq dB (A)	Evaluación	Incert. dB (A)
P12. Probosque 608621E – 9759214N ±3	60.8	50.6	0	60.8	70	CUMPLE	±3.6
P15. Escombrera 4 Bloque 2 607384E – 9758696N ±3	63.8	57.6	-1	62.8	70	CUMPLE	±3.4
P16. Aviario 608022E – 9758625N ±3	63.6	59.8	-3	60.6	70	CUMPLE	±3.1

Fuente: Informe de ensayo ruido ambiente Nº 14-045 (9-05-14).

Valor de nivel de emisión de ruido de la fuente fija.

Tabla 10. Resumen técnico de resultados obtenidos - nocturno**.**

Puntos	Valor encontrado NPSeq dB (A)	Ruido de fondo	Factor de corrección	Valor corregido dB (A)	Valor máximo permisible NPSeq dB (A)	Evaluación	Incert. dB (A)
P12. Probosque 608621E – 9759214N ±3	57.2	37.0	0	57.2	65	CUMPLE	±2.4
P15. Escombrera 4 Bloque 2 607384E – 9758696N ±3	63.3	37.0	0	63.3	65	CUMPLE	±3.1
P16. Aviario 608022E – 9758625N ±3	53.6	37.0	0	53.6	65	CUMPLE	±2.2

Fuente: INFORME DE ENSAYO RUIDO AMBIENTE Nº 14-045 (9-05-14).

Las mediciones de Ruido Ambiente en horario diurno y nocturno se realizaron del 29 de abril al 06 de mayo del 2014, en el bloque 2 - Área Minera "Cenaca", ubicada en la Parroquia Chongón Km. 18 de Vía a la Costa (Ver Mapa 3 en Anexos).

- A continuación se detallan los resultados obtenidos de las mediciones de ruido:

Monitoreo diurno

- Los resultados obtenidos de los puntos, P12., P15., P16., indican que cumplen con el límite de 70 dB(A) establecido en la Legislación Ambiental Ecuatoriana.

Monitoreo nocturno

- Los resultados de los puntos P12., P16., indican que cumplen con el límite de 65 dB(A) establecido en la Legislación Ambiental Ecuatoriana.
- Los puntos P15., la columna de evaluación no aplica, ya que a cada valor reportado se le suma y resta el valor estimado de incertidumbre con un factor de cobertura K=2 que nos brinda una confianza del 95%, con lo cual el rango esperado en el que se encuentra el valor real puede estar dentro como fuera del límite permitido por la Legislación Ecuatoriana.
- En aquellas situaciones en que se verifiquen conflictos en la definición del uso de suelo, para la evaluación de cumplimiento de una fuente fija, será la Entidad Ambiental de control correspondiente la que determine el tipo de uso de suelo descrito en la tabla anterior.

Figura 19. Equipo de Medición de Ruido (P12)
Fuente: Informe de ensayo ruido ambiente Nº 14-045 (9-05-14).

7.4.8 Calidad del recurso agua.

Muestreo del agua:

7.4.8.1 Criterios de ubicación de puntos de control de agua

El Protocolo de Monitoreo debe establecer algunas reglas para la ubicación de las estaciones de monitoreo, las cuales deben ser consideradas para el establecimiento de la ubicación del punto de control.

La definición de los puntos de monitoreo depende de los objetivos que se requiera alcanzar. Para el establecimiento de la Línea Base se deben considerar los principales cuerpos de agua del área de influencia de la zona de estudio, que determinará la probabilidad del impactado causado por las actividades económicas y poblacionales.

Según el tipo de fuente de agua, se debe considerar los siguientes criterios generales:

- Ubicación de las fuentes contaminantes (vertimientos de aguas residuales industriales y domésticas, terrenos agrícolas, botaderos de residuos sólidos, pasivos ambientales mineros, etc).
- Determinar la naturaleza geológica en la cuenca.
- Ubicación de las fuentes de captación de agua para consumo humano y riego.
- Accesibilidad: a los puntos de muestreo (rápido y seguro) y la representatividad, es decir que el punto de muestreo debe ser ubicado en un lugar que presente un flujo regular (sin turbulencia y de profundidad homogénea) y que permita el aforo y de ser posible permita tener una referencia para su futura ubicación. El uso de imágenes satelitales son de gran ayuda al momento de tomar la mejor decisión de donde ubicar los puntos de monitoreo, sin embargo la ubicación definitiva debe realizarse en campo.
- Adicionalmente, los puntos de monitoreo se ubicaran aguas arriba de cualquier cruce de las carreteras con el cuerpo de agua, salvo que sea objetivo de la evaluación.

7.4.8.2 Frecuencia del muestreo

Los cambios que de manera natural o de forma inducida ocurren en el cuerpo de agua determinará la frecuencia de monitoreo. Lo que se trata es de medir los cambios sustanciales que ocurren en el tiempo (en determinados periodos) para establecer un nivel de referencia, hacer el seguimiento periódico y realizar el pronóstico de las variaciones de los parámetros físico químicos, orgánicos, microbiológicos y de caudal que ocurren en el cuerpo de agua.

Adicionalmente se requiere la evaluación periódica de los resultados recientes para determinar la necesidad de incluir parámetros adicionales o variar la frecuencia de monitoreo o si alguno de los parámetros debe suprimirse o analizarse con menor o mayor frecuencia. Se deberá estar preparado para cambiar la frecuencia de monitoreo en respuesta a los datos o las observaciones de campo. Es recomendable hacer el monitoreo inicialmente con mayor frecuencia, identificar todas las variables y luego disminuir la frecuencia en forma apropiada.

El establecimiento de una frecuencia de monitoreo de calidad de agua superficial dependerá de factores como:

- Objetivos del programas de muestreo y la vigilancia
- Presupuesto destinado para llevar a cabo el programa de muestreo
- Estacionalidad de la cuenca (época seca, época de lluvias, etc.)
- La ocurrencia de eventos extraordinarios (Huaycos, accidentes, derrame de sustancias toxicas, etc.).

7.4.8.3 Metodología de muestreo

La etapa de recolección de muestras es de trascendental importancia. Los resultados de los mejores procedimientos analíticos serán inútiles si no se recolecta y manipula adecuadamente las muestras.

7.4.8.4 Aguas subterráneas

Los pozos de aguas subterráneas normalmente son perforados hasta alcanzar el nivel freático. Antes de iniciar el muestreo se debe determinar la profundidad del nivel estático del pozo. Se utiliza una sonda con línea con graduación métrica. La profundidad del nivel de agua se determina en el momento en que la sonda toca la superficie del agua y envía una señal luminosa y sonora que indica que se ha alcanzado el nivel estático del pozo.

El procedimiento para realizar el muestreo de aguas subterráneas es el siguiente:

- Introducir el medidor de nivel de agua previamente descontaminado al pozo con la finalidad de conocer el nivel del agua subterránea.
- Las muestras se tomaran utilizando una bomba de profundidad. El método recomendable por la mínima alteración sobre el régimen de agua es de bombas peristálticas de bajo flujo. Este método en cuanto sea posible utilizarlo garantiza la obtención de muestras representativas de agua subterránea.
- Todos los pozos deberán ser purgados antes de tomar las muestras, de esta manera se podrá asegurar que el agua que se extraiga para análisis de calidad del agua represente las condiciones del acuífero y no del agua almacenada en el pozo.
- Antes de cualquier evacuación o muestreo, todas las bombas y otros equipos que no sean descartables, deben ser previamente descontaminados.
- Para el procedimiento de purga se deben conocer la profundidad del pozo, el nivel del agua del pozo y el radio del tubo PVC del pozo; con esta información se deberá calcular el volumen de agua a extraer para purgar el pozo. La fórmula a usar será la siguiente:

$$V = 3\pi\,(H_{pozo} - H_{agua})\,(d/2)^2$$

7.4.8.5 Actividades de muestreo

7.4.8.5.1 Trabajo de pre-campo

El trabajo de campo se inicia con la preparación del material necesarios para la toma de muestra y la selección del personal capacitado para el desarrollo del monitoreo. En ocasiones los cuerpos de agua a evaluar se encuentran distantes y alejados de las ciudades, es por ello que es necesario verificar con una lista de chequeo (checklist) que se tienen todos los implementos para salir al campo.

Es necesario contar con un mapa de la cuenca donde se ha establecido previamente los puntos de monitoreo considerados. De ser posible, las coordenadas de cada punto deben ser introducido en un GPS para facilitar su ubicación. En caso que los puntos de monitoreo se encuentren en un lago, laguna o mar, también será necesario tener un mapa de los puntos de muestreo a evaluar.

El trabajo de pre campo consiste en preparar con anticipación los materiales de laboratorio, buffers de pH y conductividad, plan de trabajo, lista de chequeo, formatos de campo (hoja de campo), equipos portátiles, mapa con los puntos de monitoreo, movilidad, baterías de equipos, etc. Este trabajo previo tiene como objetivo cubrir todo los elementos indispensables para llevar a cabo un monitoreo de forma efectiva.

7.4.8.5.2 Trabajo de campo

Al llegar al punto de muestreo se debe hacer una observación previa del lugar, para establecer el punto más apropiado para recolectar la muestra y continuar con los siguientes pasos:

- Anotar las observaciones del cuerpo de agua (color, presencia de residuos, olor, presencia de vegetación acuática, presencia de vegetación ribereña, actividades humanas, presencia de animales, etc).
- Tomar lectura de las coordenadas del punto de muestreo e indicar el sistema al cual corresponde.
- Prepara los frascos a utilizar de acuerdo con la lista de parámetros a evaluar.

- Las muestras de agua serán recolectadas y preservadas teniendo en cuenta cada uno de los parámetros considerados.
- Proceder con el rotulado de los frascos. El transporte de los frascos, agua destilada y preservantes debe realizarse de preferencia en coolers para evitar su contaminación.
- Almacenar las muestras en el recipiente térmico (cooler) de forma vertical y considerando que los frascos de vidrio se encuentre apropiadamente protegidos evitando su rompimiento.
- Tomar las lecturas de los parámetros de campo (T, pH, C.E, O.D, TSD, Turbiedad, etc). Las mediciones pueden ser realizadas directamente en el cuerpo de agua siempre y cuando las condiciones lo permitan (seguridad de equipos y representatividad de la lectura) o de lo contrario tomar una muestra en un recipiente apropiado para lecturas considerando que la lectura del O.D se debe realizar de manera inmediata.

7.4.8.5.3 Toma de muestras por parámetro

Las muestras de agua deberán ser recogidas en frascos de plástico o frascos de vidrio, lo cual dependerá del parámetro a analizar. Asimismo el volumen necesario de muestra queda determinado por método analítico empleado por el laboratorio responsable de los análisis. Para la toma de muestras en ríos evitar las áreas de turbulencia excesiva, considerando la profundidad, la velocidad de la corriente y la distancia de separación entre ambas orillas.

- La toma de muestra se realizará en el centro de la corriente a una profundidad de acuerdo al parámetro a determinar.
- Para la toma de muestras en lagos y pantanos, se evitará la presencia de espuma superficial.
- La toma de muestras, se realizará en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico.
- Considerar un espacio de alrededor del 1% aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión de la muestra.

7.4.8.6 Calidad de agua subterránea

En el área de estudio se presentan tres escenarios geológicos posibles para el análisis de las aguas subterráneas:

- Rocas antiguas consolidadas.
- Rocas antiguas arcillosas consolidadas: Grupo Ancón.
- Sedimentos cuaternarios no consolidados.

Rocas antiguas consolidadas.- En el área de estudio, afloran las formaciones Guayaquil, San Eduardo y Las Masas que también lo hemos denominado Franja Norte (por encima de la cota 40 m). En este sector e incluso en toda el área positiva, incluyendo la vertiente Norte (formación Cayo) las rocas son naturalmente bien cementadas careciendo por tal motivo de una porosidad primaria que es el micro espacio poroso entre granos minerales, por lo que la única porosidad con que se cuenta para la existencia de reservorios acuíferos es la de tipo secundario ocasionada por el fractura miento de la roca. Además es conocido que la recarga de los acuíferos se realiza por efecto de la escorrentía natural después de la lluvia, pero el clima más bien seco solo permite una recarga muy limitada durante la estación lluviosa.

Por otro lado por la existencia de las quebradas hace que los niveles freáticos sean también profundos, siendo además conocido que los acuíferos naturales son más profundos a medida que se acerca a las partes más altas de los relieves positivos. Este comportamiento de los acuíferos naturales explica por qué en las perforaciones que se realizan y que pueden alcanzar hasta 90 m en vertical, no se encuentra normalmente agua subterránea. Sin embargo en dos perforaciones de varias decenas de metros de profundidad realizadas sobre las calizas (una atrás del laboratorio y otra al pie del Sector 2 conocida como "el manantial") en el límite con la llanura, se encontró agua subterránea que fluye incluso en verano.

Rocas antiguas arcillosas consolidadas.- El Grupo Ancón que sobre-yace a las rocas más duras de las formaciones las Masas, San Eduardo y Guayaquil está conformado por arcillolitas que son rocas de grano muy fino, compactas, que al meteorizarse producen arcillas, y son muy poco permeables. Por tal motivo no

desarrollan acuíferos sino más bien acuitardos, es decir zonas que impiden el paso y la acumulación de aguas subterráneas en medio de sus porosidades.

La falta de permeabilidad de las rocas del Grupo Ancón en el contacto con las limolitas, de la formación Las Masas es la causa de las acumulaciones de agua que se presentan en los huecos que quedan al explotar las calizas de las unidades 1 a 3. Allí se han formado lagunas que se mantienen con agua durante todo el estiaje favoreciendo a la compañía que mantiene de esta manera una reserva de agua natural para riego de vías.

También la compañía ha habilitado una gran laguna de varias hectáreas de extensión en el lado Oeste de la entrada principal, la misma que está localizada totalmente sobre estas rocas arcillosas y constituye también una reserva estratégica de agua para usos industriales. En la conexión por canales desde las quebradas con la laguna, se encuentran otros pequeños reservorios sobre las arcillolitas Ancón.

Sedimentos cuaternarios no consolidados.- Los sedimentos cuaternarios depositados en las orillas de los cauces naturales tienen asegurada una recarga anual y son generalmente buenos acuíferos en cualquier parte por su gran porosidad y poca consolidación. Sin embargo, debido al poco desarrollo de los espesores de estos sedimentos en el área de estudio, estos acuíferos no son importantes.

Muestreo en pozos de aguas subterráneas

En el área de estudio, Bloque 2 existen 2 pozos de agua subterránea que se detalla en la tabla 11 a continuación:

Tabla 11. Ubicación de Pozos de Agua Subterránea.

Pozo	Coordenadas UTM	Altura	Referencia
Pozo 1	606600 E 9759200 N	40 msnm.	Atrás del laboratorio
Pozo 2	608059 E 9759289 N	32 msnm.	En las laderas del Sector 2 cerca del km 15

Fuente: Autor

En el lugar donde se ubica el pozo # 2, existe un afloramiento subterráneo que forma una laguna de agua donde está ubicado el pozo. En el sitio, aflora agua en época

invernal, mientras que en época seca la presión disminuye y se bombea para extraer el agua a las lagunas que están a la entrada de la planta.

Actualmente el agua proveniente del pozo es utilizada en la Planta Guayaquil para el desarrollo de actividades domésticas. El agua que aflora escurre a través de una Quebrada del manantial del sitio Bomba de Agua de Pozo y forma un curso de agua semi-permanente que se incrementa durante la época invernal.

De los análisis realizados, a los pozos de agua subterránea, se obtuvo que los parámetros como pH (7,5), dureza total (120) ppm, sólidos totales disueltos (689 ppm) y conductividad eléctrica (988 µS/cm), se encuentran dentro de los límites máximos permisibles estipulados en la Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua del RLGAPCCA del TULSMAN.

Tabla 12. Resultados de Análisis de Muestreo de pozos de agua subterránea.

PARAMETRO	UNIDAD	Medición	LMP*	Evaluación
pH	-	7.5	5-9	Cumple
Dureza total	mg/l	120	500	Cumple
Solidos disueltos totales	mg/l	689	1600	Cumple
Conductividad eléctrica	uS/cm	988	1500	Cumple

Fuente: Autor. *LMP.- Límite máximo permitido

7.4.8.6.1 Calidad de aguas superficiales

Los cursos de drenaje ubicados sobre los 160 msnm. son cursos estacionales y se forman principalmente durante la época de lluvia. Por este motivo no existe información sobre la calidad de las aguas superficiales en estos cauces. La información existente corresponde a las caracterizaciones realizadas a la calidad del agua descargada desde los sedimentadores de agua lluvia ubicados posteriores a las áreas de canteras y áreas de almacenamiento de materiales y previo ingreso a los ramales del Estero Puerto Hondo y Estero Salado respectivamente.

Las caracterizaciones de aguas de escorrentías se realizan a los efluentes descargados desde los sedimentadores existentes en las instalaciones, los cuales

fueron construidos a fin de prevenir y evitar el arrastre de sólidos desde las zonas de explotación hacia los cuerpos y cauces de agua, ubicados aguas abajo de la zona del proyecto.

Tabla 13. Ubicación de Sedimentador.

N°	Coordenadas	Ubicación
S6	X: 606997 Y: 9759876	En la quebrada Rocafuerte (aguas arriba) que nace en la cordillera y pasa por atrás de la planta y llega hasta la trituradora de arcilla.

Fuente: El Autor

Los resultados de análisis de agua en el sedimentador han sido realizados por el Laboratorio "Grupo Químico Marcos S.A" (G.Q.M) en Marzo del 2014.

En la Tabla 16 se presentan los resultados de los parámetros analizados además de los valores de referencia con los que se podrá comparar y evaluar la calidad del agua presente en las lagunas y quebradas. Los resultados de los análisis permiten identificar la calidad del agua que es descargada desde las lagunas de sedimentación hacia los cauces de agua cercanos y cuerpos de agua en la zona del proyecto como el Estero Salado.

Los parámetros analizados se comparan con los Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce, correspondiente al TULSMA, Anexo 1, Acuerdo 028, criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas y de estuario.

Tabla 14. Resultados de Análisis de Muestras en Sedimentador 6.

PARAMETRO	UNIDAD	Medición	LMP	Evaluación
pH	-	7.88	5-9	Cumple
Solidos suspendidos totales	mg/l	13	100	Cumple
Solidos disueltos totales	mg/l	200	1600	Cumple
Cloruros	mg/l	13.89	1000	Cumple
Sulfatos	mg/l	96.4	1000	Cumple
Aceites y grasas	mg/l	0.03	0.3	Cumple
TPH	mg/l	0.36	20	Cumple
DQO	Mg/lO_2	11.8	250	Cumple
DBO	mg/l	0.14	100	Cumple
Vanadio	mg/l	3.01	5	Cumple
Zinc	mg/l	0.09	5	Cumple
Cromo	mg/l	0.14	0.5	Cumple
Plomo	mg/l	<0.1	0.2	Cumple
Mercurio	mg/l	<0.01	0.005	Cumple
Cobre	mg/l	0.19	1.0	Cumple
Cadmio	mg/l	<0.02	0.02	Cumple
Níquel	mg/l	0.07	2.0	Cumple

Fuente: Informe de Ensayos Reporte Laboratorio Grupo Químico Marcos S.A.
*LMP.- Límite máximo permitido

El resultado de los parámetros analizados de la muestra de agua provenientes del sedimentador se encuentra dentro de los límites máximos permisibles respecto a descarga a un cuerpo de agua dulce (Ver Mapa 3 en Anexos).

7.4.9 Suelo.

7.4.9.1 Muestreo de suelo

Se debe tener en consideración los siguientes aspectos al momento de la formulación del Muestreo de Identificación:

- Se determina el Área de potencial Interés sobre la base de la investigación histórica y el levantamiento técnico (inspección) del sitio.
- Los contaminantes (parámetros) que se analicen serán aquellas sustancias químicas de interés toxicológico o ecotoxicológico generados por las actividades y procesos principales, secundarios y auxiliares, que se desarrollan o se desarrollaron en el sitio de estudio.
- Cuando en base a la investigación histórica y la inspección del sitio se considere que hay información concluyente sobre el origen, fuente y tipo de la posible contaminación del suelo, el número de puntos de muestreo se determinará respetando el número mínimo de puntos de muestreo, aportando información que valide los resultados obtenidos y enfocado en el área y los compuestos de potencial interés.
- Cuando no se tiene previo conocimiento de la distribución del contaminante se podrá optar primero por una distribución sistemática, por ejemplo una Rejilla regular, en el Área de Potencial Interés.
- La profundidad del muestreo dependerá del tipo de suelo y contaminante a estudiar, y debe ser debidamente justificado, siendo necesario el muestreo a lo largo de la perforación, incluyendo su documentación geológica.
- En casos de perforaciones a diferentes profundidades, las muestras deben ser tomadas por cada metro de profundidad que se perfore, considerando la estratigrafía local. La longitud del núcleo de perforación a muestrear no debe ser mayor a un metro.
- Para puntos de muestreo con profundidades igual o menores a 3 m, todas las muestras tomadas deben ser analizadas.

7.4.9.2 Muestreo de comprobación de la remediación

Tiene como objetivo demostrar que las acciones de remediación implementadas en un suelo contaminado, alcanzaron de forma estadísticamente demostrable, concentraciones menores o iguales a los valores establecidos en el Estudio de Impacto Ambiental. Los resultados serán incorporados en el Informe de culminación de acciones de remediación que será presentado a la entidad de fiscalización ambiental correspondiente.

El número de puntos de muestreo (NPM) en el fondo se calculará según la siguiente ecuación:

$$NPM = 18 + 2.34 * A$$

Dónde:

NPM: Número de puntos de muestreo;
A: Superficie en hectáreas.

Para el muestreo del suelo se tomara los siguientes criterios en base los métodos a utilizarse:

SISTEMA	APLICACIÓN AL DISEÑO DE MUESTREO	VENTAJAS Y DESVENTAJAS
CALICATAS	Suelo de superficie suave, con profundidad de 0-100 cm	Barato; fácil para usar, capacidad de profundidad limitada.
SONDEOS MANUALES	Suelo duro, con profundidad de 0-100 cm	Relativamente fácil de usar; capacidad de profundidad limitada; costos bajos.
ZANJAS	Todo tipo de suelo, hasta 4m	Fácil de usar, capacidad de profundidad limitada. Requiere del uso de retroexcavadora.
SONDEOS LINER	Suelo arenoso, hasta 20m	Buen rango de profundidad; calificado para el muestreo de suelos con contaminantes volátiles; costos más elevados.
SONDEOS SEMIMECÁNICOS	Suelo rocoso o arenoso, hasta 10m	Buen rango de profundidad; puede requerir de dos a más operadores; costos medios.
SONDEOS MECÁNICOS	Todo tipo de suelo, grandes profundidades	Buen rango de profundidad, generalmente empleado para ganar acceso a horizontes de suelo más profundos; requiere de mano de obra experimentada, costo más elevado.

Figura 20. Sistema de muestreo de acuerdo a la profundidad de la muestra.
Fuente: Guía sobre suelos contaminados, Gobierno de Aragón, 2004, adaptado.

7.4.9.3 Metodología de muestreo

7.4.9.3.1 Materiales para guardar y transportar muestras

Las características del recipiente deben ser compatibles con el material del suelo y los agentes contaminantes en estudio a muestrear, deben ser resistentes a la ruptura y

evitar reacciones químicas con la muestra y/o pérdidas por evaporación. Debe evitarse en lo posible el uso de agentes químicos para conservar muestras de suelo, salvo que las metodologías lo estipulen. Para su conservación es conveniente mantenerlas en lugares frescos (4 a 6 °C), aplicables en contaminantes orgánicos. El volumen del contenedor debe ser aproximadamente el mismo de la muestra, a fin de minimizar el espacio vacío. Cuando se trate de COV's o elementos volátiles, no es recomendable la toma de muestras de suelos por trasvase debido a las pérdidas y subestimaciones a las que estas últimas conducen, esto es aún más importante y válido si se pretende realizar una evaluación de riesgos del sitio.

7.4.9.3.2 Etiquetado

- La etiqueta debe ser colocada en un lugar visible y no sobrepasar el tamaño del recipiente y adherida adecuadamente para evitar su pérdida.
- La etiqueta que acompañe a la muestra, debe contar con la siguiente información como mínimo: número o clave única de identificación, lugar del muestreo, nombre del proyecto, y la fecha y hora del muestreo, nombre de la empresa así como las iniciales de la persona que toma la muestra.
- La impresión de los datos en la etiqueta, debe realizarse con tinta indeleble.
- Inmediatamente de la toma de muestra se debe proceder al etiquetado y registro de la muestra.
- Cada muestra debe ser etiquetada en el orden:

  - ✓ Nombre del lugar
  - ✓ Medio
  - ✓ Compuesta o puntual
  - ✓ Descripción del lugar de la muestra
  - ✓ Fecha
  - ✓ Coordenadas GPS (si se conocen)
  - ✓ Nombre del investigador

7.4.9.3.3 Condiciones de seguridad de las muestras

- Considerar los pre-tratamientos in situ de las muestras, según determinadas operaciones requeridas como por ejemplo el filtrado, adición de reactivos, de preservantes, etc.
- El traslado de la muestra deberá ser realizado con los cuidados requeridos para evitar su deterioro, para ello deben ser embaladas asegurando la completa inmovilidad de los recipientes que las contienen durante el transporte.
- Las muestras que requieran temperatura y condiciones de almacenamiento especial deben ser transportadas en contenedores adecuados.
- El traslado de las muestras al laboratorio se debe hacer dentro de los plazos recomendados.
- Para la seguridad y limpieza en la manipulación de la muestra, se debe incluir guantes de látex-k, agua deionizada, lentes de seguridad, toallas de papel, mascarilla para polvos y franelas. Usar etiquetas adheribles, marcador indeleble, cinta adhesiva y bolígrafos.
- No se deben analizar muestras cuyos sellos hayan sido violados

7.4.9.3.4 Determinación de puntos de muestreo

La hipótesis planteada acerca de la distribución espacial de la contaminación en el emplazamiento debe orientar la distribución y selección de los puntos de muestreo, de allí que sea pertinente la división de la zona en estudio en áreas de potencial interés en función a la probabilidad de encontrar contaminación. Se debe identificar aquellas áreas que presenten una distribución similar en cuanto a la contaminación (zonas con afectación localizada y zonas en las que se sospeche afectación no localizada), discriminadas de aquellas en las que se tiene constancia de que nunca fueron utilizadas con fines industriales dentro del emplazamiento (zonas no probable de afectación). Así el esfuerzo se debe centrar en las áreas donde haya mayor incertidumbre o mayor probabilidad de existencia de contaminantes y en la que la variabilidad de la distribución de la contaminación sea mayor.

Para la identificación y definición de los tipos de suelos existentes en la zona del proyecto, se utiliza la clasificación que aparece en el Mapa de Suelos del Ecuador editada por el PRONAREG en 1986 a escala 1:1'000.000. En este mapa se sigue la

norma USDA (US SoilTaxonomy) que establece una primera gran división en ORDENES en base a su desarrollo, éstos se subdividen en SUBORDENES en base al clima y a la geomorfología, y éstos a su vez en GRAN GRUPO en base a la roca de origen.

7.4.9.4 Tipos de suelos

7.4.9.4.1 Suelos de la Franja Norte (cotas > 40 m)

Son los suelos residuales desarrollados sobre las rocas más duras de las formaciones Las Masas, San Eduardo y Guayaquil ricas en carbonatos y sílice, las mismas que conforman los relieves de colinas de tipo Chevrón, con altas pendientes naturales y disectadas por pequeñas quebradas de régimen torrencial durante las pocas lluvias del año más importantes en los meses de febrero y marzo, mientras el resto del año se mantienen secas.

Estos suelos aparecen en el Mapa de Suelos del Ecuador con la denominación de Mx2 que corresponden al Orden Molisol (suelos minerales con superficie muy oscura, de gran espesor, ricos en carbón orgánico -epipedónmóllico-, ricos en bases y de alta fertilidad), suborden Ustoll (áreas subhúmedas o secas, con sequías frecuentes y fuertes) y Gran Orden Hapludoll (en rocas sedimentarias o volcano-sedimentarias).

Efectivamente estos suelos son en general de poco espesor, muy oscuros especialmente los desarrollados en las calizas y margas de las formaciones Las Masas y San Eduardo, o pardo rojizos los desarrollados sobre las lutitas silíceas de la formación Guayaquil; no presentan horizontes arcillosos, pero están mezclados con clastos rocosos de la formación sub-yacente y tienen pH neutro a alcalino.

7.4.9.4.2 Suelos de la Franja Sur (cotas < 40 m)

Son los suelos residuales desarrollados sobre las arcillolitas y areniscas del Grupo Ancón en un área fuertemente erosionada, con geoformas planas, tipo piedemonte en suave glacis erosivo.

En el Mapa de Suelos del Ecuador aparecen con la simbología lv1 y están clasificados como Orden Inceptisol (incipiente desarrollo en superficies geomórficas jóvenes), Sub-orden Tropept (altas temperaturas ambientales, alta densidad aparente y pocas

arcillas amorfas), Gran Grupo Ustropept (desarrollado en rocas sedimentarias antiguas areniscas y arcillas). Son suelos de color pardo oscuro, poco desarrollados, arcillosos, bentoníticos, vérticos, pesados, duros, saturados con bases, con pH neutro a ligeramente alcalino.

7.4.9.4.3 Suelos aluviales y coluviales

Son suelos transportados que se encuentran en los sitios donde las quebradas desembocan sus caudales desde la Franja Norte hacia la Franja Sur, depositando su carga sedimentaria de material aluvial y coluvial. Son suelos de poco espesor con predominancia de clastos de lutita silícea y calizas y mezclas de arcillas negras y rojizas.

7.4.9.5 Calidad del suelo

Para el análisis del suelo se toma la muestra en una plataforma en el Bloque 3, que sirvió para el acopio de coke, con la finalidad de poder identificar la magnitud de contaminación existente y de esta forma poder mitigar en gran parte la contaminación con medidas de prevención de carácter ingenieril.
Cordenadas del muestreo:

X: 606131
Y: 9759945

Los resultados de los análisis se compararon con los límites máximos permisibles (LMP) expuestos en el TULSMA, Anexo 2, tabla 2 criterios de remediación – industrial, con lo cual se determinó que la mayoría de los parámetros analizados no cumplen con la normativa ambiental ya que se encuentran sobre los LMP como se indica en la Tabla 17, por ende es necesario realizar un proceso de depuración del suelo.

Tabla 15. Análisis del suelo y comparación con los LMP.

Parámetro	Unidades	Resultado	LMP	Evaluación
Arsénico	mg/Kg	< 2.5	5	Cumple
Bario	mg/Kg	350	200	No cumple
Cadmio	mg/Kg	0.62	0.5	No cumple
Cobalto	mg/Kg	11.3	10	No cumple
Cobre	mg/Kg	74.01	30	No cumple
Cromo	mg/Kg	54.9	20	No cumple
Mercurio	mg/Kg	<0.050	0.1	No cumple
Molibdeno	mg/Kg	<0.500	2	No cumple
Níquel	mg/Kg	36.8	20	No cumple
Plomo	mg/Kg	<10	25	Cumple
Selenio	mg/Kg	<0.10	1	Cumple

Fuente: Grupo químico marcos. Análisis de suelo del Bloque 3.

7.4.9.6 Criterios técnicos de la calidad del componente físico

- De acuerdo a los resultados obtenidos del muestreo de aire se concluyó que los valores están dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la legislación ambiental ecuatoriana (TULSMA).

- Según los análisis obtenidos del muestreo de ruido se determinó que los valores del monitoreo diurno y nocturno están dentro de los límites máximos permisibles establecidos en el TULSMA.

- Según los análisis obtenidos del muestreo de agua se determinó que los valores están dentro de los límites máximos permisibles establecidos en el TULSMA. Con excepción del mercurio que no cumple.

- Según los análisis obtenidos del muestreo de suelo se determinó que los parámetros de bario, cadmio, cobalto, cobre cromo y níquel no están dentro de los límites máximos permisibles establecidos en el TULSMA, debido a que la muestra se tomó de una plataforma que sirvió de almacenamiento de coke.

7.5 Componente biótico.

7.5.1 Flora.

El Bloque 2 de la concesión minera CENACA se encuentra ubicada en una altitud comprendida entre los 18 y 210 m.s.n.m, dentro de la zona o región de endemismo tumbesina, que abarca un área de 130.000 Km^2 de bosque seco tropical, distribuidos en Ecuador y Perú, dispersos desde el sur de la provincia de Esmeraldas, Ecuador hasta el Norte del Departamento de Lima en Perú.
En esta región se comparten a 95 especies de aves de rango de distribución restringido, es decir que únicamente viven en este tipo de ecosistema.

Las Zonas de Vida de acuerdo a Holdridge (1967), identificada para la Concesión Minera CENACA (Bloque 2) y sus alrededores corresponde a Bosque Seco Tropical (BsT) principalmente. Según Cañadas (1983), la zona de estudio se localiza en el Bosque Muy Seco Tropical, y Bosque Seco Tropical donde existen además varios tipos de vegetación según la topografía y geografía del área. La misma se encuentra a diferentes altitudes, desde el nivel del mar hasta los 600 msnm., aproximadamente y la temperatura media anual oscila entre los 23° y 26°. Sin embargo, se encuentran variaciones dependiendo de la cercanía al manglar, quebradas y vientos.

La vegetación en las áreas naturales de esta formación están cubiertas de un bosque predominantemente deciduo más o menos denso, rodeado de sabanas, algunas inundables y durante el invierno se cubre todo de verdor y presenta la apariencia de una vegetación exuberante y perennifolia.

Tabla 16. Especies y Vegetación del área de estudio

Especie	Nombre *Científico*	Observaciones	COTA msnm
Bototillo	*Cochlospermun vitifolium,*	Ambientes subhúmedos	>40
Amarillo	*Centrolobium ochtoxylum*	Ambientes subhúmedos	>40
Bálsamo	*Myroxilon balsamun,*	Ambientes subhúmedos	>40
Algodón nativo	*Gossipium bar barensis*	Ambientes subhúmedos	>40
Muyuyo	*Cordia lutea.*	Ambientes subhúmedos	>40
Guayacán	*Tabebuia guayacan, T. crysantha.*	Ambientes subhúmedos	>40
algarrobos	*Prosopis juliflora.*	Ambientes subhúmedos	>40
Guachapelí	*Albizia guachapele.*	Ambientes subhúmedos	>40
Ceibos	*Ceiba trichistandra.*	Zona más seca	<40
Pigio	*Cavallinesia platanifolia.*	Zona más seca	<40
palo santo	*Bursera graveo*	Zona más seca	<40
Florón	*Ipomea sp.*	Zona más seca	<40

Fuente: Cierre de cantera Cenaca - Holcim Ecuador.

7.5.2 Fauna.

7.5.2.1 Mamíferos

El Bosque, del cual forma parte el bloque 2 área de investigación de este proyecto tiene registrado un total de 54 especies de mamíferos y otras siete especies constan en el listado para la región (Parker and Carr 1992). Las especies de mamíferos son típicas de Bosque seco tropical. En el siguiente cuadro citan las especies más representativas:

Tabla 17. Cuadro de Mamíferos más representativos del Bosque Cerro Blanco

MAMIFEROS	NOMBRE CIENTIFICO	OBSERVACIONES
Mono aullador	*Alouattapalliata*	
Mico	*Cebu salbifrons*	
Venado	*Odocoileus virginianus*	
Venado	*Mazama americana*	peligro de extinción
Sahino	*Tayas su pecari*	
Sahino	*Tayas. Tajacu*	
Cusumbo	*Nasu anarica*	
Oso Hormiguero	*Tamandua tetradactyla*	
Mapache	*Procyon cancrivorous*	
Jaguar	*Pantheraonca*	Peligro extinción
Puma	*Felis concolor*	
Tigrillo	*Felis pardalis*	
Yaguarundí	*Felis yagouarandi*	
Ardillas	*Sciurus granatensis*	
Ardillas	*Sciurius stramineus*	Especie restringida
Rata Espinosa	*Proechimys decumanus*	
Puerco Espín	*Coendurothschildi).*	

Fuente: Cierre de cantera Cenaca-holcim Ecuador.

De las especies mamíferos que se encuentra en el Bosque Protector Cerro Blanco, las especies grandes como el jaguar (Panthera onca) , Tigrillo Chico (Leopardus tigrinus), (Artibeus fraterculus), (Mazama americana) se encuentran amenazados de extinción según el libro Rojo y además se encuentra especies de distribución restringida a la Región Tumbesina, como la ardilla Sciurus stramineus.

7.5.2.2 Aves

En el sector del área de estudio (Bloque 2), se puede encontrar aves tanto en la zona poblada, carreteras, manglar, bosque seco, bosque de transición y bosque de garúa. Las aves son animales vertebrados que se han adaptado a vivir y anidar en estructuras metálicas y de concreto, se alimentan con recursos que pueden estar en ocasiones contaminados y muchas veces soportan ruidos que para los seres humanos podrían ser extremos.

El Bosque Protector Cerro Blanco, es un sitio prioritario para la conservación de aves en la Región Tumbesina según Best&Kessler (1995) y es un "Key área" (área clave) del Ecuador para Wege& Long (1995).

El BPCB posee un listado de 219 especies de aves y la lista oficial ha sido realizada por Dennos Sheets (2005), de los cuales 30 tiene rangos naturales registrados y 24 que son endémicos de la zona de endemismo Tumbesino del suroeste del Ecuador.

Además alberga 9 especies de aves globalmente amenazadas:

Tabla 18. Aves Representativas del Bosque Cerro Blanco G. A**.**

Aves	Nombre cientifico	Observaciones
Gavilán Dorsigris	*Leucopternis occidentalis*	Globalmente amenazadas
Paloma ventriocracea	*Leptotila ochraceiventris*	Globalmente amenazadas
Jilguero azafranado	*Carduelis siemiradzkii*	Globalmente amenazadas
Colaespinacolanegra	*Synalla xistithys*	Globalmente amenazadas
Roscahojascapuchifurra	*Hylocry ptusery throcephalus*	Globalmente amenazadas
Mosqueritopechigris	*Lathrotric cusgriseipectus,*	Globalmente amenazadas
Mosquero real	*Onycharhyn chus occidentalis*	Globalmente amenazadas
Chachalaca cabecirrufa	*Ortalisery throptera*	Globalmente amenazadas
Papagayo de Guayaquil	*Ara ambigua guayaquilensis,*	Globalmente amenazadas

Fuente: Cierre de cantera Cenaca-holcim Ecuador**.**

Posee además una diversidad de especies rapaces, 15 especies de gavilanes y *elanios y 6 especies de halcones.*

El BPCB siendo una de las cuatro áreas protegidas a nivel nacional, alberga siete o más especies de aves globalmente amenazadas.

El Bosque Protector Cerro Blanco protege seis especies de aves casi amenazadas (near – threatenedspecies) registradas en el Libro Rojo de las Aves del Ecuador (Granizo et al 2002). Es decir que el 1,74 % de su población de aves del Bosque Protector Cerro Blanco está casi amenazada, y estas son los siguientes:

Tabla 19. Cuadro de Aves Amenazadas del Bosque Cerro Blanco**.**

Aves	Nombre científico	Observaciones
Tinamú Cejiblanco	*Crypturellus btransfasciatus*	Especie casi amenazada
Gavilán Plomizo	*Leucopternis plúmbea*	Especie casi amenazada
Perico	*Caretirrojo Aratingaerythrogenys*	Especie casi amenazada
Cabezón Pizarroso	*Pachyram phusspodiurus*	Especie casi amenazada
Tangara Negriblanca	*Conothrau pisspeculigera.*	Especie casi amenazada

Fuente: Cierre de cantera Cenaca-holcim Ecuador**.**

Por la gran cantidad de aves endémicas y/o globalmente amenazadas el Bosque Protector Cerro Blanco ha sido declarado la Segunda Área para la Importancia de Aves (AICA) en el Ecuador, por Aves & Conservación /Birdlife International en 1998. Actualmente existen 108 AICAS y el BPCB es la EC026.

La aves, actualmente aprovechan cualquier espacio y lo reclaman como su territorio, y muchas veces es difícil desalojarlas si el hábitat que se les ofrece es ligeramente satisfactorio para su supervivencia; incluso algunas especies, por su excelente adaptación al nuevo medio y rápida reproducción, podrían convertirse en plagas.

Las edificaciones, postes, alambres de luz, acequias, rejas, muros, parques, cercas vivas, plantas ornamentales, jardines, césped, explanadas como pistas de aterrizaje, entre otros, se han constituido para ciertas aves en nuevos hábitats, los cuales pueden ser calificados como hábitats urbanos. Las aves migratorias también utilizan estos hábitats, aunque simplemente estén de paso.

7.5.3 Caracterización medio Biótico.

Flora

Actualmente se está sembrando en las áreas ya explotadas especies como son: Guachapelí, mu yuyo, ceibos, higuerilla, camotillo y chaya, que son especies de fácil adaptación para acelerar la recuperación paisajística.

Fauna

De las 54 especies de mamíferos, en el área de influencia de la cantera se ha podido observar la presencia de monos aullador, venado (peligro de extinción), oso hormiguero, tigrillo, ardilla, y murciélagos, y con lo que respecta a las 219 especies de aves se observa la presencia de gavilán dorsigris, paloma ventriocracea, jilguero

azafranado, papagayo de Guayaquil, gavilán, perico. el resto de especies a emigrado hacia la zona protegida del bosque Cerro Blanco

7.6 Descripción del entorno socioeconómico.

7.6.1 División política administrativa.

El bloque 2 perteneciente a la concesión minera CENACA se localiza en la ex-parroquia rural de Chongón, la que según se dispone en la Ordenanza Reformatoria de Delimitación Urbana de la Ciudad de Santiago de Guayaquil, publicada en el Registro Oficial No. 828 del 9 de diciembre de 1991, pasa a formar parte del área urbana de la Ciudad de Guayaquil, Cabecera del cantón Guayaquil y capital de la Provincia del Guayas. Ubicada hacia el oeste de la Ciudad, a la altura del kilómetro 17 ½ de la vía a la Costa, y en las inmediaciones de la Cordillera Chongón-Colonche.

La vía de acceso a las instalaciones se sitúa al Sur de la misma, a partir de la autopista Guayaquil – Salinas. La planta dista 1,5 km de la mencionada autopista.

7.6.2 Área de influencia directa.

A efectos de determinar la población humana que podría beneficiarse o verse afectada por las actividades de explotación minera de CENACA, es necesario realizar una distinción de las principales actividades a ser ejecutadas entre las que están la explotación de materiales y el transporte interno del mismo hacia el área de trituración de la Planta Guayaquil.

La definición del área de influencia directa, desde el punto de vista de lo social, considera la presencia de realidades naturales y sociales (asentamientos humanos, industriales, carreteras, entre otros), elementos que permitirán ubicar con mayor precisión la población que podría estar expuesta de forma directa.

Con estas consideraciones se puntualiza que la población localizada en el área de influencia directa del proyecto es:

1. La población que labora en las instalaciones de la Planta Guayaquil.

2. La población ocupada en las instalaciones industriales y los asentamientos humanos cercanos a la concesión minera, en un radio de 2 km, limitados: hacia el Oeste con el Recinto Nueva Esperanza y el antiguo asentamiento de la Comuna Casas Viejas; al Este y Norte, terrenos de Holcim y Cerro Blanco; y, hacia el sur, la empresa ELECTROQUIL, la carretera Guayaquil – Salinas y Campamento del Grupo de Intervención y Rescate (GIR).

7.6.3 Área de influencia indirecta.

La población cercana al área de influencia directa, formaría parte del área de influencia indirecta, la que puede ser ubicada geográficamente en el Recinto San Jerónimo y Urbanización Valle Alto, al suroeste; el área dispersa de la Comuna Casas Viejas al noroeste; el Recinto Puerto Hondo, las urbanizaciones Laguna Club, Portofino, Terra Nostra, Vía al Sol y Cooperativa 24 de Mayo, al sureste; y Urbanización Torres del Salado Km. 12,5 al noreste.

7.6.4 Población en el área de influencia del proyecto.

La Ciudad de Guayaquil, en donde se asienta el Área de Concesión Minera CENACA, contaba con un total de 1.508.444 habitantes para 1990. Para el año 2001 (año en que se realizó el VI Censo de Población) se registró una población de 1.985.379 habitantes. Proyecciones realizadas por el INEC, estiman 2.168.319 habitantes en el año 2006.

El censo del 2001 registró en el área de influencia directa e indirecta del proyecto un total de 2.011 y 5.635 habitantes respectivamente. Se estima para el año 2006, en el área de influencia directa e indirecta del proyecto, un total de 2.226 y 6.252 habitantes respectivamente.

También se considera como población con posibilidad de ser afectada por las actividades mineras, aquella que entra al área por razones de trabajo, como es el caso de los trabajadores de los establecimientos económicos del área o de personal contratista.

Con una baja probabilidad de ocurrencia podrían transformarse en población afectada los usuarios de la vía Guayaquil – Salinas, que por prevención o contingencia no puedan utilizar la vía en un momento determinado, siendo su número indeterminado.

Tabla 20. Población del Área de Influencia Directa e Indirecta años 1990 – 2001.

Área de Influencia	Población 1990	Población 2001
Directa		
Diámetro de 2 kilómetros	757	2 011
Total	757	2 011
Indirecta		
San Jerónimo	1 285	2 687
Puerto Hondo	730	997
Comuna Casas Viejas (área dispersa)	204	389
Cooperativa 24 de Mayo	423	720
Urbanización Laguna Club	0	447
Urbanización Porto fino	0	160
Urbanización Torres del Salado	0	25
Km 12.5	139	210
Total	**2 761**	**5 635**
Área de influencia Directa + Indirecta Total	**3 538**	**7 646**

Fuente: Cierre de cantera Cenaca-holcim Ecuador**.**

7.6.5 Estructura etárea y de sexo de la población.

La estructura por edad y sexo de una población permite conocer grupos especiales (niños, jóvenes, viejos, etc.) que pudieren presentar alguna condición de vulnerabilidad a ciertas emisiones al medio que pueda generar la Planta Guayaquil. Un análisis por grandes grupos de edad muestra que la población comprendida entre los 0 a los 14 años representa el 31,9% y el 31,7% del área de influencia directa e representa el 62,6% de la población total; la menor proporción, 5,6 %, en el área de influencia total la constituye el grupo de edad de 65 y más (Ver Tabla 31).

Tabla 21. Población por grandes grupos de edad asentada en el área de influencia directa e Indirecta.

Área De Influencia	Grupos de edad			Población 2001
	0 - 14	15 - 64	> 65	
Directa	642	1 264	105	2 011
Indirecta	1 784	3 526	325	5 635
Total	**2 426**	**4 790**	**430**	**7 646**

Fuente: INEC "Censo de Población y Vivienda 1990".

Al analizar la composición por sexo de la población del área de influencia de la Planta Guayaquil (Tabla 32) existe un predominio de la población masculina, especialmente en el área de influencia directa, explicable por encontrarse un campamento policial (GIR).

Tabla 22. Población por Sexo Asentada en el área de Influencia Directa e Indirecta

Área de influencia	Sexo		Población 2001	*índice de masculinidad
	Hombre	Mujer		
Directa	1 077	934	2 011	115.3
Indirecta	2 902	2 733	5 635	106.2
Total	**3 979**	**3 667**	**7 646**	**108.5**

Fuente: INEC "Censo de Población y Vivienda 1990".

7.6.6 Analfabetismo.

La tasa de analfabetismo, medido sobre la población de 10 años y más de edad, muestra niveles muy altos en el área en relación al promedio registrado para la ciudad de Guayaquil (4,7 %), ver Tabla 33

Tabla 23. Población de 10 años y más - Tasas de Analfabetismo en el área de Influencia del Proyecto.

Área de influencia	Población 10 años y mas	Población Analfabeta	(%) Tasa de analfabetismo
Directa	1567	118	7.5
Indirecta	4419	359	8.1
Total	**5986**	**477**	**8.0**

Fuente: INEC "Censo de Población y Vivienda 1990"

7.6.7 Vivienda.

Se registra en el área de influencia un total de 2.096 viviendas para el 2001, correspondiendo al área de influencia directa 593 viviendas. Las viviendas ocupadas totalizan 1.685 que si se las relaciona con la información del censo de población del año 1990, se destaca un incremento relativo del 145,6% en la construcción de viviendas con fines residenciales (ver Tabla 31). A partir del último censo, especialmente el área de influencia indirecta, se ha dinamizado por la construcción de nuevas urbanizaciones que están en proceso de difusión y venta de viviendas.

Tabla 24. Viviendas ocupadas del área de Influencia del Proyecto.

Área de Influencia	Viviendas 1990	Viviendas 2001	% de Incremento
Directa	151	438	190.1
Indirecta	535	1247	133.1
Total	**686**	**1685**	**145.6**

Fuente: INEC "Censo de Población y Vivienda 1990".

En el área de influencia del proyecto, existe en promedio 4,5 ocupantes por viviendas, mostrando una reducción en relación al año 1990, cuando el promedio fue de 5,2 ocupantes.

7.6.8 Servicios básicos a las viviendas en el área de influencia.

La información disponible sobre servicios básicos a las viviendas en el área de influencia corresponde al año 2001, fecha de realización del último censo de población, las cuales se resumen en la Tabla 32.

El déficit de servicios es alto en el área de influencia: el 50,3 % de las viviendas no recibe el agua para consumo humano por tubería; y el 90,6 % del total de viviendas del área de influencia no poseen sistema de eliminación de aguas servidas por red pública.

Tabla 25. Viviendas del área de influencia según disponibilidad de Servicios Básicos año 1990

Área de Influencia	Abastecimiento de agua		Eliminación Aguas	
	Red Publica	Otra Forma	Red Publica	Otra Forma
Directa	215	223	61	377
Indirecta	408	407	57	758
Total	**623**	**630**	**118**	**1135**

Fuente: INEC "Censo de Población y Vivienda 1990".

7.6.9 Actividades productivas del sector.

Durante los días 21 y 22 de Abril del 2006 se realizó un recorrido a lo largo de la vía a la Costa con el objetivo de identificar y registrar las actividades comerciales y educativas existentes en este sector.

La observación inició desde el Km 12 vía a la costa hasta el Km 21 a la altura del peaje. Para efectos de tener una cuantificación de los datos observados en la Tabla 33 se agrupan las actividades más significativas:

Tabla 26. Actividades en el área de Influencia.

Actividades	Entidades
Entidades Educativas	12
Urbanizaciones	6
Viviendas asentadas en la vía	23
Comunidades	5
Fábricas de alimentos balanceados	2
Constructoras e industrias de materiales de construcción	4
Fabricas medianas de cal	4
Exportadora de productos del mar	1
Finca ganadera	2
Vivero	1
Estación de bombeo	1
Canteras	3
Zona protegida	1
Plantas Industriales	2
Restaurantes	1
Fundaciones	2
Iglesias	2
Gasolineras	1
Terrenos	5

Fuente: INEC "Censo de Población y Vivienda 1990".

7.6.10 Turismo y recreación.

A lo largo de la Vía a la Costa existen algunos sitios de recreación entre los que se encuentran principalmente la Comuna Puerto Hondo, el Bosque Protector Cerro Blanco y Parque El Lago.

A continuación se presenta una breve descripción de estos lugares:

- **Bosque protector Cerro Blanco**

Con la conformación del BPCB y su mantenimiento a través de la fundación pro-bosque que es auspiciado por parte de Holcim, el Bosque Protector Cerro Blanco es uno de los pocos remanentes de bosque seco tropical que se mantienen en el Ecuador y en la región de endemismo Tumbesina. Es un área de importancia para la Conservación de las Aves, AICA, reconocida mundialmente por BirdLife International y el Ministerio del Ambiente. Se encuentra en un Hot Spot a nivel internacional para la conservación de fauna y flora mundial (Mittermeir&Mittermeir, 2000).
El Bosque Protector Cerro Blanco es un espacio natural dentro del cantón Guayaquil, vecino de zonas urbanas en amplio desarrollo y de instituciones educativas preescolares, escolares, secundarias y superiores, que invita a ser visitado constantemente. Dentro de la Fundación Pro-bosque existen láminas de guías de aves y de flora de Cerro Blanco, así como libros con listados de las aves del sector y libros con la investigación sobre el Papagayo de Guayaquil (Ara ambigua) en vida silvestre y la reproducción en cautiverio de esta ave emblemática para Guayaquil.

- **Puerto Hondo**

Ubicado en el Km 17 en la Comuna del mismo nombre, Puerto Hondo es un centro eco-turístico, administrado por Fundación Natura y Pro-Bosque, quienes han reeducado y concienciado a los moradores de la zona sobre la importancia que representa salvaguardar las áreas verdes, así como las especies animales.

Este lugar, además de educar a los visitantes, también permite incrementar el ingreso económico de algunas familias de la zona y utilizar el manglar de forma sostenida.

Existen cuatro especies de manglares: rojo, blanco, negro y jelí. En la copa de los árboles de mangle se puede observar, a veces una que otra culebra. Existen varias especies de aves como garzas, el pájaro vago, y la lora frentiroja, entre otras. En el estero se puede pescar algunas clases de peces como corvinas, lisas, róbalos, mojarras. Y entre las raíces de los mangles se pueden ver las conchas, mejillones, ostiones, jaibas, cangrejos.

El principal atractivo es el paseo en canoa, el cual tiene una 1 hora de duración aproximadamente. Se lo realiza en grupo de máximo 8 personas, con chalecos salvavidas, un guía y un remador; a lo largo de un extenso brazo de mar, en el transcurso del recorrido se puede deleitar con la presencia de algunas especies de manglares que existen en la zona.

En el pequeño malecón que tiene la comuna de Puerto Hondo, puede descansar en las bancas o en el mirador terrestre.

- **Área de recreación parque El Lago**

Parque El Lago está ubicado en el Km. 26 de la Vía a la Costa y posee un área total de 40.600 hectáreas, de las cuales 2.600 hectáreas corresponden al Espejo de Agua, 14.000 hectáreas forman el Bosque Protector y las 24.000 hectáreas restantes son de la Cuenca de los ríos Chongón y Bedén.

En él se concentran varios hábitats: bosque deciduo, vegetación arbórea, lago, matorral desértico, etc. Además, existen dos zonas de vida principal, el Bosque seco tropical y el Bosque muy seco tropical.

La vegetación original está constituida por árboles como el como el amarillo, bálsamo, colorado, madera negra, beldaco. Especies como guachapeli, bototillo, barbasco, cascol, malva, algarrobo, guamo, uña de gato, jigua, roble, ceibos, etc. son dignos de admiración.

Existen más de 160 especies de aves, en el Lago, las más comunes son el pato arborícola, el cormorán, la garza blanca, el zampullín, pelícano, fragatas, gavilanes, martín pescador, tórtolas, jilgueros, gorriones, golondrinas, papagayos, pericos y más.

En el bosque se encuentran mamíferos como: venados, jaguares, tigrillos, monos, micos, guatusas, zarigüeyas, perezosos, mapaches, murciélagos, ardillas, entre otros.

En el Lago, los peces están representados de manera predominante por la tilapia, especie de apetecible carne e ideal para la pesca deportiva.

Al mismo tiempo que disfruta de un ecosistema paradisíaco; Parque El Lago es un sitio para relajarse, donde los visitantes pueden disfrutar de picnics, paseos por el lago, caminatas y ejercicios, en un ambiente agradable y digno de ser compartido.

- **Canal Cedegé Trasvase**

El trasvase es una obra de gran importancia para la Península de Santa Elena al dotar de agua a extensas zonas aptas para la agricultura y que ahora se encuentran en proceso de desarrollo agrícola. El trasvase atraviesa el Sector 5 mediante un túnel en la cota 40 msnm. aproximadamente en su centro, por lo que la explotación de caliza en este sector deberá ser más cuidadosa, al tener que respetar un corredor de 40 m a cada lado del túnel.

7.6.11 Fuente de empleo.

De acuerdo al EIA la población afectada de forma directa es de 757 y 7646 de forma indirecta, actualmente podemos decir que estas cifras aumentaron en un 30 %, por la construcción de la nueva línea de producción de Clinker.

El alfabetismo así mismo se redujo drásticamente de 7.5% de personal directo a 0% y de los indirectos de 8.1 a 1%, gracias a los programas de apoyo a la educación mediante los convenios que tiene la empresa con los GAPGU.

7.7 Geología.

7.7.1 Geología regional.

La zona de estudio se encuentra en la estribación meridional de la Cordillera Chongón-Colonche (CCC), la cual constituye el principal rasgo orográfico de la Costa

Ecuatoriana y en la cual afloran las rocas más antiguas de la costa ecuatoriana, desde el Basamento Cretácico (formación Piñón) a la altura de la población de Pascuales, la formación Cayo de edad cretácica en las faldas septentrionales, hasta las formaciones paleocenas y eocenas en la falda meridional, entre las cuales se encuentra la Caliza o Formación San Eduardo como principal recurso minero utilizado en la fabricación de cemento.

(Grupo Ancón). Estos últimos se dividen en una unidad inferior arcillosa y facies superiores arenosa depositadas durante el Eoceno Superior.
Por último, generalmente más hacia el centro del estuario, se encuentran los depósitos cuaternarios aluviales poco consolidados.

Las unidades sedimentarias han sido afectadas por dos tipos de deformaciones estructurales, tales como:

- Fallas inversas y pliegues asociados con una tectónica compresiva que ha inducido a un desplazamiento vertical de las calizas, parcialmente por sobre las facies silici clásticas; y
- Fallas normales con rumbos destrales y sinestrales, asociadas con una tectónica de rasgamiento lateral, que han generado desplazamientos de cientos de metros en dirección Norte-Sur.

Para propósitos hidrogeológicos, se concluye que el alto contenido de finos presente en las unidades sedimentarias reduce la permeabilidad. Tal como fue demostrado en la investigación geofísica (Holcim - Hidrogeocol, 2006), la circulación de aguas subterráneas probablemente se concentra aledaña a las zonas de fallas y sectores cársticos dentro de las calizas masivas.

7.7.2 Geología local.

En el área de estudio Bloque 2, se encuentran rocas de la Formación Guayaquil, Formación San Eduardo, Formación Las Masas. Las edades correspondientes a estas unidades se han extractado del reciente libro titulado "MICROPALEONTOLOGIA ECUATORIANA" escrito por Ordóñez, M., Jiménez, N. & Suárez, J. (2006), publicado

bajo el patrocinio de PETROPRODUCCION, Filial de PETROECUADOR, y el Centro de Investigaciones Geológicas de Guayaquil (CIGG).

7.7.2.1 Estratigrafía

Formación Guayaquil (KTcg) [Maastrichtiense a Paleoceno Tardío]. Constituye la parte superior del Grupo Cayo y aflora en la parte alta de la Cordillera Chongón-Colonches, está constituida por una secuencia monótona de lutitas silíceas pardas a negras, lutitas tobáceas, y capas decimétricas de chert negro nodular y bandeado, tobas areniscas y lutitas físiles, con laminación plano-paralela. Su espesor puede llegar a los 450 metros.

El contacto inferior con la Formación Cayo es gradacional y el superior, con la Formación San Eduardo, es aparentemente concordante y transicional rápido según las observaciones del autor de este informe.
En el área la concesión, la Formación Guayaquil está bien expuesta en toda la zona septentrional de la concesión y en la parte sur del Bosque Protector, y siempre se halla buzando al SSW con ángulo de 20 a 35 grados (ver Mapa Geológico del ANEXO 2).

Formación San Eduardo (Ese) [Paleoceno Tardío a Eoceno Medio]. Conformado por una serie de calizas turbidíticas de aguas profundas (calizas clásticas, calcarenitas, calciruditas y calcilutitas con chert nodular esporádico) [Vivar, 1994; Angelettiet al., 1980].

En el área de la concesión CENACA, la Formación San Eduardo se extiende de E a W a lo largo de 10 kilómetros, y ha sido subdividida en 4 unidades, llamadas, de base a techo estratigráfico como **U4, U3, U2** Y **U1** (ver lámina 5). La formación infrayace aparentemente concordantemente a las calcilutitas y lutitas de la Formación Las Masas y tiene un espesor de hasta 150 metros en los Bloques 1 y 2. Esto demuestra que las facies del San Eduardo se van acuñando en dirección al Oeste y se hacen más potentes o gruesas en dirección al Oriente del área de estudio.

Para la nomenclatura de calizas en los registros litológicos, se seguirá en este informe la terminología de Dunham (1962) y de Folk (1962) para la clasificación de calizas.

Durante el 2006 y 2007, la empresa MICUBESA perforó 5460.30 metros en la Formación San Eduardo, atravesándose desde la unidad de las limonitas de la Formación Las Masas hasta el tope de la Formación Guayaquil.

La unidad U-1 es la unidad de mejor calidad en CENACA, con el menor contenido de SO3 y mayor contenido de CaO; está constituída por calizas 6 decimétricas a métricas de tipo mundstonesmicríticos y esparíticos de color beige claro a gris claro, packstones y grainstones fosilíferos gris claro, con láminas centimétricas y milimétricas, muy esporádicas y discontinuas de marga oscura a shale calcáreo.

En la Unidad 1 predomina una facies de calizas de colores beige y gris claro.

La unidad U2. Está conformada por una serie de capas sub-paralelas y onduladas decimétricas de wackestones intraclásticos, margas oscuras y shales orgánicos calcáreos, de colores gris medio a gris oscuro. Es común encontrar pirita diseminada y glauconita en esta unidad. Su espesor y facies es bastante uniforme a lo largo de todo el yacimiento de CENACA, variando entre 6 a 10 metros de espesor estratigráfico. Es una unidad sulfurosa e Infrayace concordantemente a la unidad U1.

La unidad U3. Esta unidad está constituida predominantemente por una facies gris clara de calizas de relativa alta ley, con intercalaciones esporádicas de estratos decimétricos de margas con alto contenido de azufre y materia orgánica, calizas margosas gris claro, wackestones, y shales oscuros decimétricos.

La unidad U4. Esta unidad está constituida por una serie de facies gris oscuro a negro sulfurosas y orgánicas, por variación lateral de facies, pasan a ser calizas de relativa alta ley, con intercalaciones esporádicas de estratos decimétricos de margas ricas en azufre y materia orgánica, en los Bloques 1 y 2. Infrayacen concordantemente a la unidad U3 y sobreyacen concordantemente a la Formación Guayaquil.

En general la Unidad 4 muestra un cambio lateral de espesor, y de composición química muy marcado, pasando de intercalaciones decimétricas de wackestones, packstones, mudstones y margas en los Bloque 1 y 2 hasta series de calcilutitas y lutitas silíceas (liditas) en los bloques 5 y 6. La Unidad 4 puede variar de 15 a 50 metros de espesor estratigráfico en la Concesión CENECA.

Formación Las Masas (Elm) *[Eoceno Medio – Eoceno Tardío].* En el área de estudio, esta formación está compuesta por una serie de limolitasdecimétricas cálcico-montmorilloníticas con intercalaciones de lutitas calcáreas y láminas milimétricas de areniscas de grano grueso a medio y lodolitas. Esta formación representa el comienzo de un cambio de facies calcáreas a siliciclásticas la cual se va transformando en una serie turbidítica fina y ocasionalmente olistostrómica denominada Grupo Ancón. Como sus sistemas de diaclasamiento. Dicha formación aflora muy bien en el sector sur este del bloque 2, en contacto concordante suprayaciendo la Unidad U-1 de la Formación San Eduardo. El espesor de la Formación Las Masas en el área de CENACA varía de 35 a 60 metros, teniendo un promedio de 50 metros de espesor estratigráfico.

Mineralógicamente, las limolitas de la Formación Las Masas contienen esqueletos de diatomeas y esponjas. Igualmente, hay presencia de cuarzo (cerca de un 47% en promedio), montmorillonita (15%), calcita (27%), clinoptilolita [una zeolita](8%) y algo de cristobalita (3%) [*sensu*MATTHES, 2005].

Durante el 2006 y 2007, la empresa MICUBESA perforó 1209.5 metros en la Fm Ancón, en *la unidad Ean-2*, y se puedo establecer que existe una zona de oxidación y lixiviación de cerca de 25 a 30 metros de espesor, de la cual se ha lavado o lixiviado gran parte del azufre. Por debajo de esa superficie, lo valores promedio de SO3 ascienden bruscamente a 0.9 o mayores valores porcentuales.

Dicha zona de oxidación se está aprovechando en la actualidad como reemplazo de las arcillas de la unidad Ean-1. Con base en estas zonas de oxidación, la Unidad Ean-2 se puede subdividir en dos zonas *no-estratigráficas*: una *zona de facies meteorizadas* que se denominará en este informe como zona *Ean-2b*, y una *zona de facies no-meteorizadas* con altas concentraciones de azufre, denominada aquí como *Ean-2a*. 10 (Ver anexo 2)

7.7.2.2 Estructura.

Toda el área de estudio se trata de un monoclinal buzante entre 25 a 35 grados al SSW, el cual ha sido quebrado y deformado por diferentes tipos de tectónica:

- Tectónica compresiva. Ella ha sido la generatriz de la FALLA 1 que hace doblar bruscamente la secuencia Eocena en varios puntos, incrementando el buzamiento de las capas hacia el sur y en ocasiones poniéndolas en posición vertical y sub-vertical ha invertido.

Y esta situación descrita tan exactamente arriba, es lo que se observa claramente en el Bloque 4 de la concesión CENACA. La FALLA 1 (falla cabalgante hacia el sur) es la causante de deformación por pliegue de arrastre en la secuencia Eocena. Dado que la falla parece ser de alto ángulo, tal vez el término *FALLA INVERSA* sea más exacto que FALLA CABALGANTE.

En general, también se han observado pequeños pliegues cabalgantes hacia el sur, en las calizas, de lo cual se hablará en un trabajo futuro. Dichos pliegues son claro producto de una tectónica compresiva con direccionamiento vectorial hacia el sur.

- Tectónica distensiva. Ocasionalmente se observan microfallamientos normales centimétricos en las arcillolitas de la unidad Ean-1, que no son cartografiables a la escala de este estudio. La tectónica distensiva parece ser muy secundaria en el área de este estudio y parece ser mayormente generada por efectos gravitacionales muy locales, o por ajustes de microfallamientos satelitales de los fallamientos de rumbo principales o de la FALLA 1.

Es probable que la tectónica regional esté gobernada por la gran Falla de Guayaquil y que los fallamientos de rumbo observados en la concesión CENACA sean tan solo pequeñas fallas satélite paralelas a dicha gran falla-madre. Obviamente es especulación geológica, pero es una especulación con sentido y con buenas evidencias de campo (y con control de GPS), pues, existe gran probabilidad de que sea cierta, lo cual es interesante desde el punto de vista científico. Y más aún, este estilo estructural de bloques desplazados lateralmente tendrá un efecto en el cálculo final de reservas explotables de caliza, limolitas, areniscas y arcillolitas en la concesión CENACA.

7.7.2.3 Afloramientos

La descripción de los afloramientos se detalla en las siguientes tablas:

Tabla 27. Afloramiento 1.

COORDENADAS **X:**	TIPO DE AFLORAMIENTO **NATURAL ( )** **ARTIFICIAL (X)**	POTENCIA DEL AFLORAMIENTO **10m**	LONGITUD DEL AFLORAMIENTO**11.2 m**	MEDIDAS ESTRUCTURALES **DIRECCION NE** **INCLINACIÓN 20°**
	DESCRIPCIÓN LITOLOGICA Roca Caliza **Meteorización** **Física** Se encuentra muy meteorizada debido a los efectos del intemperismo. **Química** cambio de composición química convirtiéndose en calizas de matriz arcillosa **Biológica** Presencia de raíces de plantas autóctonas **DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA** Se ha observado pequeños pliegues cabalgantes hacia el sur. .			

Fuente: Autor.

.

Tabla 28. Afloramiento 2.

COORDENADAS **X:**	TIPO DE AFLORAMIENTO **NATURAL ( )** **ARTIFICIAL (X)**	POTENCIA DEL AFLORAMIENTO **10m**	LONGITUD DEL AFLORAMIENTO **47.88m**	MEDIDAS ESTRUCTURALES **DIRECCION NW** **INCLINACIÓN 20°**
	DESCRIPCIÓN LITOLOGICA Roca Caliza **Meteorización** **Física** Calizas margosas de color beis de la Formación San Eduardo (U4) sobreyacen concordantemente a las lutitas tobáceas, y capas decimétricas de chert negro nodular y bandeado con un alto grado de meteorización de la Formación Guayaquil. **Química** cambio de composición química muy marcada de calizas a margas. **Biológica** Influencia de las raíces de la vegetación en la del afloramiento**.** **DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA** Contacto geológico de la formación san Eduardo y la formación Guayaquil. .			

Fuente: Autor.

Tabla 29. Afloramiento 3.

COORDENADAS **X:**	TIPO DE AFLORAMIENTO **NATURAL ( ) ARTIFICIAL (X)**	POTENCIA DEL AFLORAMIENTO **10m**	LONGITUD DEL AFLORAMIENTO **9.5m**	MEDIDAS ESTRUCTURALES **DIRECCION NE INCLINACIÓN 25°**
		DESCRIPCIÓN LITOLOGICA Contacto caliza limolita **Meteorización** **Física** Calizas margosas de color beis de la Formación San Eduardo (U1) sobreyacen concordantemente a las limolitas meteorizadas de la Formación Las masas **Química** Cambio de composición química muy marcada de calizas a margas. **Biológica** Las limolitas de la Formación Las Masas contienen esqueletos de diatomeas y esponjas. Igualmente, hay presencia de cuarzo. **DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA** Contacto geológico de la formación san Eduardo y la formación Las Masas Guayaquil.. .		

Fuente: Autor.

7.7.3 Geomorfología.

La Cordillera Chongón-Colonche nace en la ciudad de Guayaquil (cerros Santa Ana y El Carmen) y avanza en dirección Oeste hasta la concesión minera CENACA y desde allí curva ligeramente hacia el NNO hasta intersectar con la línea de costa al Norte de la población de San Pedro de Valdivia. Desde ese punto hacia el Norte, la cordillera toma el nombre de Cordillera Costanera (CCO) ya que continúa a lo largo de la Costa Ecuatoriana hasta la altura de la ciudad de Esmeraldas.

El elemento orográfico conocido como CCC es una geoforma alargada de dirección NNO y 431 m.s.n.m. de altura máxima, que se destaca por encima del relieve costanero al Norte del área de estudio; esta geoforma es un producto de la erosión diferencial a lo largo de varios millones de años, debido a que las rocas arcillosas del Grupo Ancón, con la tendencia a formarse un valle paralelo de la misma dirección excavado sobre dichas rocas, permitiendo al conjunto más duro constituido por las

formaciones Las Masas, San Eduardo y Guayaquil destacarse como elemento positivo en el paisaje geológico.

La concesión minera CENACA (BLOQUE2) se encuentra en parte (franja Norte cotas > 40 m) sobre el elemento positivo de la CCC donde se encuentran los afloramientos de caliza de la formación San Eduardo y de limolitas de la formación Las Masas y en parte (franja Sur, cotas > 40 m) sobre la zona deprimida y plana donde afloran las arcillolitas del Grupo Ancón.

7.8 Descripción de las labores mineras.

7.8.1 Exploración.

Esta actividad consiste en el sondaje del área minera para su investigación litológica y química con la finalidad de analizar cualitativamente y cuantitativamente los volúmenes de material existente, es decir, a través de estos sondeos se determina la calidad de las calizas, limolitas y arcillas.

Los sondeos son perforaciones en diámetro entre 2 y 3 pulgadas, con profundidades promedio de 100 metros. Durante la primera fase de operación de la faena (1979 - 1982), se han realizado 1.529 m. de sondajes estimándose unos 170 millones de toneladas de material.

HOLCIM Ecuador, ha planificado extender la explotación de sus áreas de extracción de materias primas (caliza, arcillas y limonitas) al interior de su Área de Concesión Minera CENACA. El área de Concesión Minera CENACA, está ubicada en el cantón Guayaquil, se extiende desde el Km 14 hasta el Km 22 de la vía la Costa, en las inmediaciones del pie de monte del extremo sur – este de la Cordillera Chongón sector Cerro Blanco (EIAA CENACA, 1998). El área limita al Norte con el Bosque Protector Cerro Blanco, al Este con canteras de otros propietarios, al Sur con terrenos y áreas de amortiguamiento de HOLCIM.

El límite Oeste de los sectores de extracción de materia prima lo conforma la Planta Guayaquil, también propiedad de HOLCIM Ecuador, y la cual es la instalación de producción de Clínker y Cemento.

Durante esta ampliación se tiene como meta efectuar la exploración de las calizas y arcillas de la concesión minera como paso previo a la selección de las áreas que se continuarán explotando. También es importante decidir en qué orden será la explotación de las áreas, lo que dependerá fundamentalmente de los resultados de los sondeos requeridos en la actual etapa de exploración. El proyecto considera realizar aproximadamente 100 sondeos, cubriendo toda el área de mayor potencial de reservas en la concesión minera. Para ello se construirán accesos a cada sondeo (trochas, vías) para la logística, llevar y traer personal, agua, combustible para la perforadora y transportar muestras.

Adicionalmente, en cada punto de sondeo es necesario hacer una plataforma nivelada de 7x7 metros con el objeto de ubicar correctamente la máquina de perforación.

7.8.2 Labores mineras.

7.8.2.1 Parámetros mineros – técnico del bloque 2

Se asume explotar la mayor cantidad de reservas ("caliza útil") con el menor coeficiente de destape (estéril/mineral) dejando In situ, cierta cantidad de ellas, como bermas de seguridad en los límites finales de la cantera. Estas bermas se constituyen principalmente de roca de la unidad IV.

Adicionalmente, garantizar la estabilidad del borde de liquidación final, al norte, con la inclusión de dos inter-rampas, reducción del ángulo de talud global y con ello aumentar el factor de seguridad en los taludes.

De las tablas de reservas analizadas, No. 2 y 3 se sugiere la explotación, en cualquiera de las dos opciones, decidiendo por aquella que tiene el menor coeficiente de destape (0.27 en tabla No.2) bajo los siguientes conceptos:

- Cota máxima de explotación: 168 msnm
- Cota máxima de profundización: 24 msnm
- Reservas de caliza, unidad I + III: 23,130,792 toneladas
- Reservas de estéril, unidad II + IV: 5,977,338 toneladas
- Vida útil del yacimiento: 93 meses

El arranque, empezará por los niveles superiores del bloque 2, para descender progresivamente hasta la cota 24 msnm. Dirigiendo la explotación en sentido este-oeste y/o viceversa.

Para la explotación, se han considerado los siguientes parámetros geométricos principales:

- Altura vertical de banco: 12 metros
- Angulo del talud del banco: 80 grados
- Ancho de bermas de seguridad, en límite final de la cantera: 15 metros

- Profundidad máxima de cantera:
    - Bloque 2E y 2W.- hasta cota 24 msnm.
        - Sector quebrada Rocafuerte al perfil 33.- hasta cota 60 msnm
        - Sector desde perfil 34 al este.- hasta cota 24 msnm

7.8.2.2 Diseño de la cantera

- Angulo de talud y altura global:
    - Angulo de talud global de la cantera, entre 37 a 39 grados
    - Angulo promedio, de estratificación de las capas de caliza, varía desde 28 a 40 grados. (Ver cortes geológicos)
    - Angulo del banco en liquidación, 80 grados
    - Altura máxima de cantera: 144 metros

- Plataforma de trabajo y bermas:
    - Plataformas de trabajo oscilarán entre 30 y 70 metros, según se descienda en la explotación.
    - Ancho de las bermas de seguridad en liquidación, entre 15 a 24 metros.

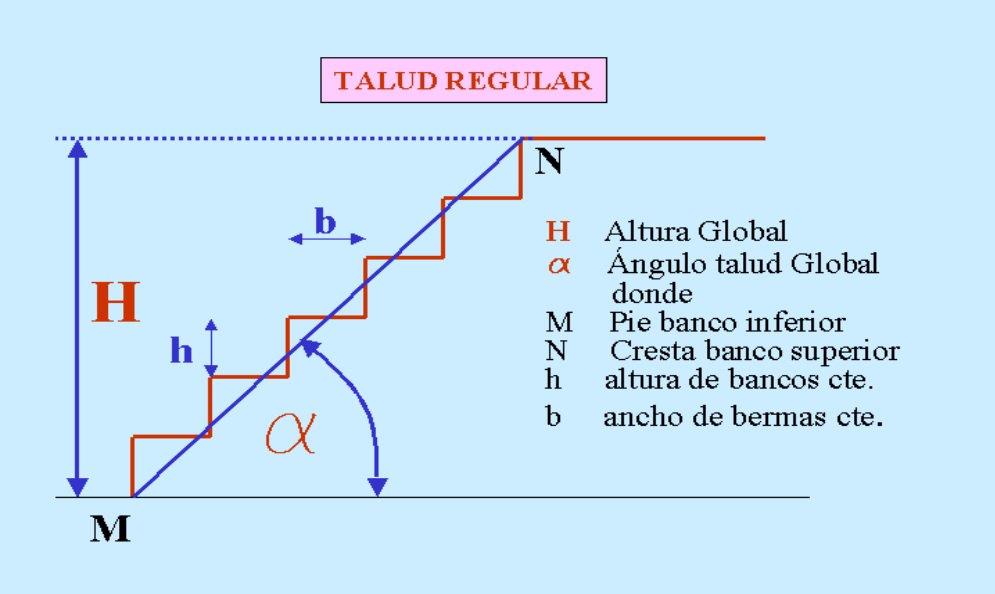

Figura 20. Esquema que representa los principales parámetros de diseño del Bloque 2.
Fuente: Cenaca.

7.8.2.3 Criterios geo mecánicos

Para el diseño de la explotación, se han tomado en cuenta las recomendaciones estipuladas en la Sección 8 del informe presentado a Holcim por parte de la Sociedad Geoconsultora Ltda. (GC)

- Aplicación del concepto de talud irregular, con berma de seguridad
- Altura de talud: 70 metros
- Angulo del talud global del borde norte: 40 grados
- Angulo del talud global del borde sur: 75 a 80 grados

Con lo expuesto, el resultado final de diseño de taludes en el Bloque 2, es el indicado en la Tabla 43.

Tabla 30. Ángulo y altura global de cantera en bloque 2.

Perfiles	Angulo Global (*)	Altura global	Angulo Global Según GC
Nº	(grados) (**)	m.	(grados)
33	47	20.3	49
34	31	142.0	35
35	30	136.0	36
36	33	106.7	39
37	28	141.7	35
38	30	153.0	34
39	33	117,7	38

Fuente: Estudio geo mecánico de taludes-Carlos Soto- 2006.

(*) En el borde norte de liquidación de cantera.
(**) Angulo global propuesto que sigue la sinuosidad del contacto entre la unidad III y IV en unos casos, en los otros casos manteniendo los parámetros de altura del banco, ángulo del banco y berma.

En el bloque 2 se asume que la sala de yeso será reubicada de manera que la cantera puede alcanzar la profundidad propuesta, en el tramo comprendido entre los perfiles 34 y 35.

7.8.2.4 Producción.

Para evaluación minera, se asume el concepto de "caliza útil" para crudo, a la caliza de unidades I, y unidad III. Mientras que para "roca estéril", se denominan a la unidad II y unidad IV.

Con ello en mente, se calculan los respectivos coeficientes de destape.

La explotación programada de caliza es 250,000 toneladas mensuales, en compósitos que incluyen, principalmente, calizas de unidad I, y de unidad III para ser transportadas a la trituradora primaria, ubicada a la entrada del bloque 4.

La roca estéril, deberá explotarse en un promedio mensual de 100,000 toneladas, para descubrir zonas de "caliza útil". Será depositada en la nueva escombrera ubicada en las inmediaciones del actual patio de acopio de clinker, cercana a la actual sala de yeso.

7.9 Explotación del bloque 2.

7.9.1 Levantamiento topográfico.

El trabajo se inicia con un levantamiento a detalle de cada uno de los frentes, para determinar exactamente las áreas de los pasivos ambientales así como también las áreas que no han sido intervenidas, luego de ubicar el área de destape se procedía a marcar la malla de perforación con la ayuda de la estación total en base a la planificación de cantera.

7.9.2 Explotación.

El sistema de explotación de las calizas del yacimiento corresponde a una extracción a cielo abierto, tradicional y que comprende las operaciones unitarias típicas que son:

a) Preparación de los bancos de explotación, destape
b) Perforación,
c) Voladura,
d) Carguío,
e) Transporte por dumper,
f) Trituración.

7.9.3 Destape.

Se realiza mediante el uso de un tractor D10-L (Caterpillar). El trabajo consiste en el retiro de la vegetación y limpieza de la capa vegetal que cubre el yacimiento de caliza, esta capa tiene un espesor de 40 cm. aproximadamente, luego es transportada hacia un punto de acopio destinado para el almacenamiento de toda la capa de suelo

retirada en el yacimiento, sobre la formación Las Masas, junto a los taludes explotados que será utilizado en la rehabilitación.

La elección de un esquema de explotación a tajo abierto permite trabajar con varias expansiones en forma simultánea, este esquema debe definir cuantos equipos operan por banco y cuantos frentes de trabajo deben de estipularse para los niveles de producción requeridos.

En el caso de las arcillas, debido a la menor dureza de las mismas, no se utilizan explosivos ni se requiere de trituración para su utilización, siguiéndose los siguientes pasos:

a) Limpieza de suelo y acopio de material en la mina con buldózer,
b) Carguío con cargadora frontal, y excavadora
c) Transporte con dumper

Actualmente se ha explotado parcialmente las reservas existentes aproximadamente un 40%

7.9.4 Perforación.

Una vez habilitadas las vías de acceso y la rampa o plataforma de voladura se procede a efectuar las perforaciones en las cuales se colocarán los explosivos. Para esta actividad se utiliza una perforadora con movilización propia y ruedas tipo oruga metálicas, equipada con equipo absorbente de aire (ciclón) que permite recoger el polvo de la perforación. Los huecos alcanzan la profundidad deseada en general de 13 a 14 m. y de 4 a 5 pulgadas de diámetro. Son perforados en los puntos de intersección de una malla de 4.5 o 5. Los huecos no son verticales, sino ligeramente inclinados para avanzar paralelamente a los taludes de las bermas a explotarse.

El mallado de 2 líneas para voladuras se lo usa especialmente en las cercanías de los sitios que tienen edificaciones como es el caso del bloque 2, con el fin de reducir el impacto por vibraciones y ruidos sobre las estructuras existentes.

El equipo extractor de ripios y polvo está ubicado en la boca del pozo, el mismo que separa el detrito grueso (fragmentos de hasta 5 mm) y lo sedimenta en un primer colector y el detrito fino o polvo lo lleva hasta colectores especiales y los desecha al suelo en pequeños montones. Esta separación cumple doble función: Por un lado disminuyen el impacto del polvo en la atmósfera y por otro lado el polvo recogido en un recipiente se constituye en una muestra representativa del pozo perforado que sirve para ser enviado (previo cuarteo) al laboratorio de la compañía, donde se analiza mediante fluorescencia de rayos X, el SO3, el CaO y el SiO2. La calidad del material es analizada con el programa *QUARRYMASTER* usando los datos del laboratorio y junto con la experiencia del geólogo se determina en el campo el material que entra al proceso industrial o el que se considera estéril.

7.9.5 Voladura.

Las voladuras se efectúan en base al siguiente diseño de carga que se efectúa en cada perforación:

Primero se coloca la carga de fondo de 3,5 m de longitud y 50 kg de peso (Anfo aluminizado en la estación seca o hidrogel en la estación lluviosa). Encima de la carga de fondo se colocan los iniciadores de la explosión pentolitas (boosters") y faneles, que en superficie se conectan en serie que une a todas las perforaciones con el fin de enviar la carga eléctrica para conseguir la detonación controlada, luego viene la carga de columna de 6 m de longitud y 74 kg de peso (con Anfo normal) y en la temporada invernal se utiliza emulsiones. El pozo se termina de recargar con un tapón de material rocoso usando los mismos ripios de las perforaciones o piedra chispa, de una longitud de 3 a 4 m.

- Anfo es un explosivo cuya composición es principalmente nitrato de amonio (94 %) y un 6 % de diesel.

- El Anfo aluminizado tiene mayor poder explosivo que el Anfo normal y sirve para lograr una mejor fragmentación en la base de la voladura y de este modo obtener un mejor acabado de la próxima plataforma, una vez que se haya explotado el material detonado.

La detonación de los hoyos no es simultánea (se detonan pozo a pozo) para evitar que se sumen las vibraciones y las ondas de ruido produciendo efectos negativos al medio ambiente, por tal motivo se ha programado que las cargas detonen hueco a hueco, de tal modo que si hay 2 o 3 líneas de hoyos cargados, se utilice micro retardos para evitar que los hoyos traslapen; el retardo entre cada hoyo que detonan es de 25 y 17 ms (milisegundos) de tal manera que la explosión en total solamente dura entre 200 y 300 ms.

Las vibraciones resultantes de la explosión son monitoreadas en sitios ubicados entre 200 y 400 m de la explosión, la misma que utiliza un equipo especializado marca INSTANTEL el cual mide frecuencias, velocidad elástica de partículas, tiempo de la explosión y nivel de ruido. Se debe señalar que no existen normas nacionales para monitoreo de voladuras, por lo que se siguen las normas de EEUU. Revisando los monitores que se conservan en archivo, se ha comprobado que las actividades de voladura que se efectúan en la cantera Cenaca, no sobrepasan los límites permitidos por las normas ambientales internacionales en cuanto a vibraciones y ruidos y al contrario, son muy inferiores al límite, por ejemplo, las vibraciones producen en promedio un desplazamiento elástico con una velocidad de 1,5 mm/s y frecuencias entre 12 y 25 Hertz, mientras que según las normas USBM R18507 y OSMRE el límite permisible de velocidad para esas frecuencias está entre 20 y 40 mm/s, es decir en promedio 20 veces mayor.

Es importante señalar que para efectuar las explosiones de una manera segura, la compañía exige a sus operadores que se siga fielmente el Procedimiento para Voladura de Rocas en Cantera (ACB0-100- PO03). Este procedimiento es en síntesis el siguiente:

1. El personal encargado informa al Coordinador, la hora y lugar de la voladura. En general ésta se realiza después de finalizar la jornada normal de trabajo.
2. Se delimita el área de voladura con cinta de seguridad y letreros.
3. Se verifica la profundidad de los huecos y la dosificación del explosivo.
4. Se efectúa y verifica las conexiones.
5. Se ubican vigilantes en los accesos al sitio de la voladura.
6. Se activa sirena y se ejecuta la voladura.
7. Se verifica si todos los explosivos fueron detonados.

8. Se ordena el reingreso a la cantera.

En relación a la hora de voladura con el fin de disminuir los riesgos de interferencia con el tránsito de los empleados y/o operaciones industriales se realizan en horarios que impliquen menores riesgos, generalmente después de la jornada laboral y con horarios que varían en invierno y verano.

Actualmente por medio del Software JKSimblast se diseñan conexiones y carga con explosivos de los hoyos perforados, logrando simular la secuencia de encendido y distribución de energía de las voladuras.

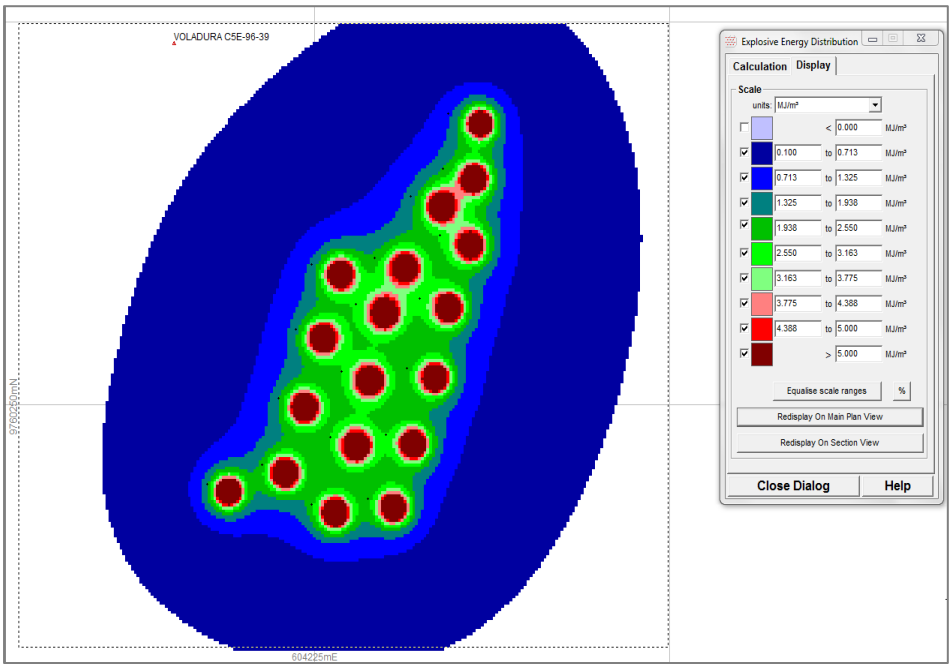

Figura 21. Distribución de energía de las voladuras.
Fuente: Cenaca.

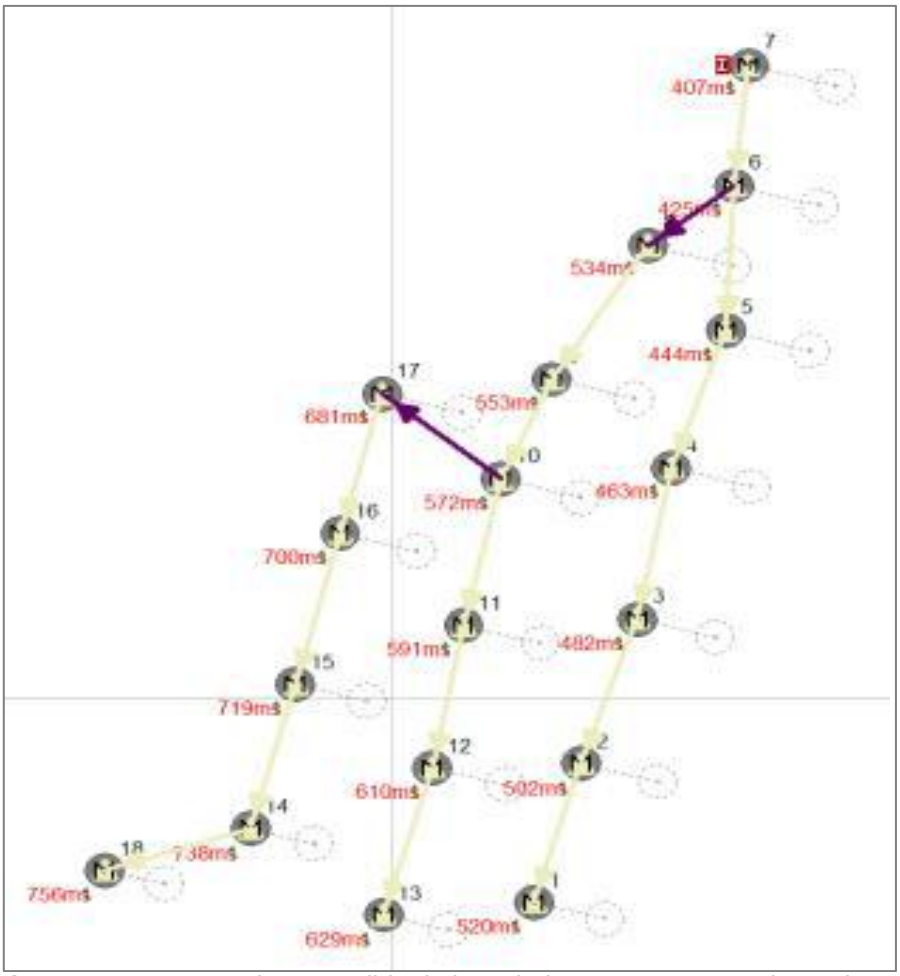

Figura 22. Esquema de encendido de la voladura con su respectivo orden de salida, en base a los microretardos.
Fuente: Autor.

Tabla 31. Consumo promedio de explosivos**.**

Longitud carga de fondo	5.4 m.
Peso de la carga de fondo	60 Kg.
Longitud de la carga de columna	4,6 m.
Peso de la carga de columna	74 Kg.
Longitud de taco	3 m.
Peso total	134 Kg.
Consumo especifico	0.20 Kg. / ton

Fuente: Autor

Adicionalmente al encendido de la voladura se realiza un monitoreo de vibraciones y ruido de la misma.

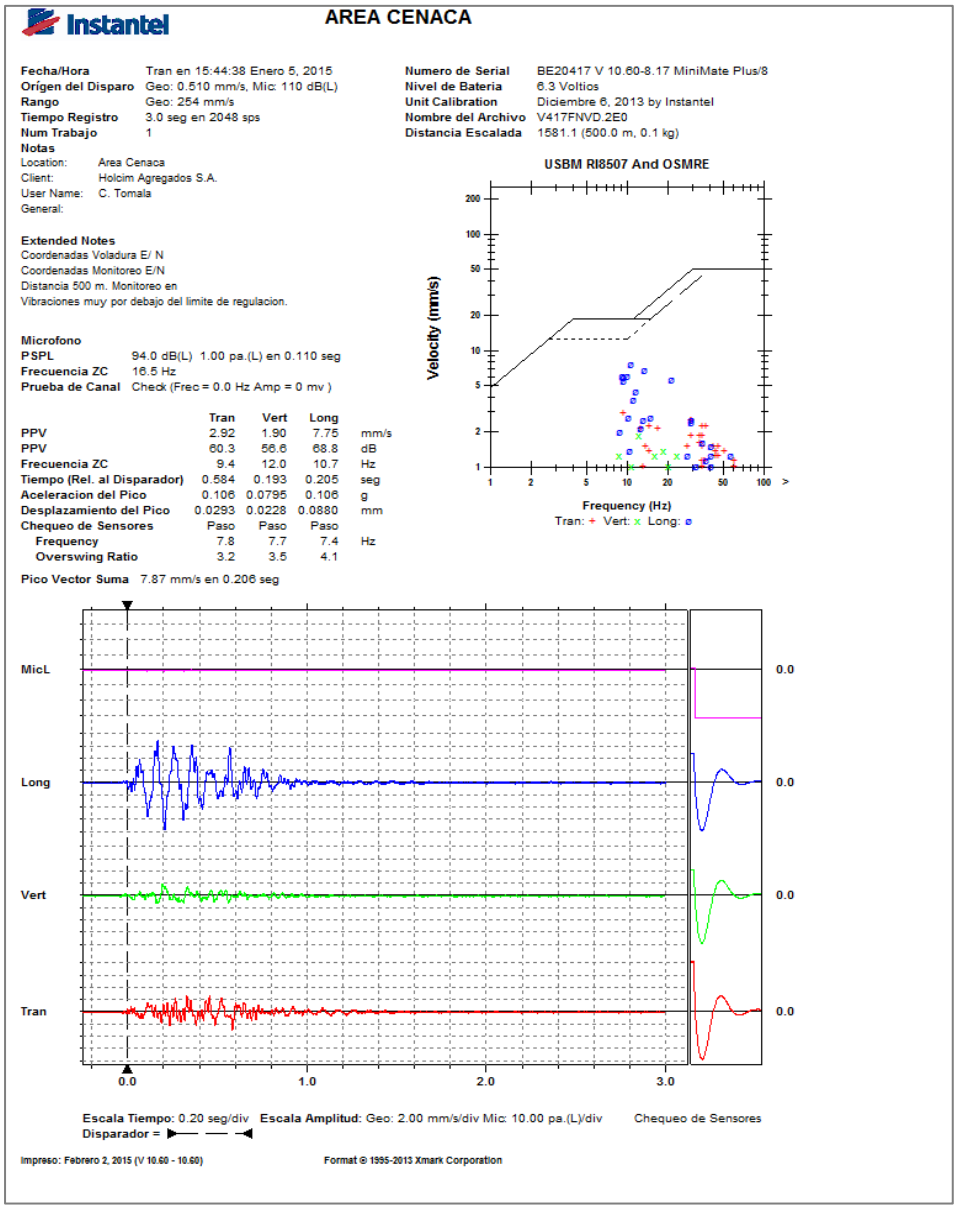

Figura 23. Registro de vibraciones en el proceso de voladura.
Fuente: Autor

7.9.6 Carguío y transporte de mineral.

En cada voladura se obtienen hasta 20.000 Ton de material in situ y fragmentado en las dimensiones adecuadas para su laboreo. Los materiales al mismo tiempo que son clasificados, se los levanta con cargadoras frontales (generalmente 2) y coloca en camiones de gran capacidad (> 60 ton) y se los transporta a la próxima etapa del proceso, que pueden ser según sea el caso a trituración y/o a un patio de almacenaje o escombrera.

Se efectuará con el siguiente equipo:

- 7dumpers CAT 775 de 60 toneladas de capacidad
- Dos palas cargadoras frontales CAT 990

Se ha estimado que la composición de la flota de carguío y transporte alcanzaría la taza de 1,400 ton por hora, a distancia promedio de 3.0 Km.

Lo dicho se basa en registros promedios estadísticos de trabajo y estimaciones según fabricante, en el carguío y transporte desde el bloque 2 hacia trituradora primaria, resumidos a continuación:

- Tiempo de carguío: 2 a 5 minutos
- Velocidad promedio de circulación: 20 a30 Km./hora
- Tiempo del ciclo: 16 a 20 minutos
- Viajes por hora-dumper: 3.0

Sin embargo, las principales vías de transporte, deben construirse con la gradiente más baja posible, no muy sinuosas, suficientemente anchas y buena capa de rodadura, de manera que se incremente el rendimiento antes señalado.

Adicionalmente, procurar mejoras en las vías, para eliminar puntos de pérdida, como el sector comprendido entre el homogenizador de caliza, hasta la salida del stock intermedio.
Se debe tomar en consideración la disponibilidad mecánica promedio del 85 % en todos los equipos de cantera.

Figura 24. Planta de Procesamiento.
Fuente: Autor.

7.9.7 Trituración.

El material calcáreo explotado pasa primero por una trituradora primaria giratoria de marca Norberg que procesa 1.500 ton/h y produce sectores < 8 pulgadas de diámetro (20 cm), luego es llevado mediante banda transportadora hasta una zaranda que separa los fragmentos < 10 cm de diámetro, mientras que los materiales de mayor diámetro son enviados a una trituradora secundaria con capacidad de procesar

1100 ton/hora que rompe el material hasta tamaños inferiores a 10 cm de diámetro. Este tamaño es el adecuado para la fase siguiente que es su almacenamiento en capas en un patio circular con techo (prehomogenizador) con capacidad para 65.000 ton. Al enviar el material para la molienda se produce una homogenización, como paso previo para alimentar el proceso de fabricación de Clínker en la Planta Guayaquil.

7.10 Infraestructura.

7.10.1 Polvorín.

En el caso de las calizas, por tratarse de un sistema en el cual se emplean explosivos, la compañía ha implementado un polvorín o un sitio de almacenamiento temporal o de tránsito de los explosivos, adecuado de acuerdo a las máximas normas de seguridad que aconseja la técnica. El polvorín se encuentra en la orilla izquierda de la Quebrada Guayjaso. El Polvorín está constituido por:

- 2 bóvedas contiguas, con paredes y techo de hormigón armado, con ventilación frontal consistente en 3 ventanas cuadradas de ½ m de lado, protegidas con rejas de varilla de hierro de 1 pulgada de diámetro. Cada bóveda tiene 8 m de frente, 40 m de fondo y 3 m de alto.
- 1 galpón para el almacenamiento del Nitrato de amonio y accesorios, construido en mampostería de 8 m de frente y 12 m de fondo, y 3 m de alto, con techo de plancha metálica, bien ventilado con malla en la parte superior de las paredes. El galpón se encuentra construido unos 5 m aguas arriba de las bóvedas al final del camino de acceso.
- Las 3 construcciones están conectadas a un pararrayos de acuerdo a la norma ecuatoriana**.**

Las bóvedas se encuentran confinadas a los costados y en la parte trasera por un terraplén de suelo. En cada bóveda hay tres compartimentos donde se conservan por separado los fulminantes, los boosters (o dinamita) y pequeñas cantidades de emulsión (hidrogel). El galpón solo se lo usa para el almacenamiento de nitrato y polvo de aluminio.

Todas estas instalaciones tienen capacidad suficiente para almacenar todos los elementos necesarios para operar por lo menos un semestre. Las emulsiones, que solo se las utiliza en invierno cuando está lloviendo en el sitio de voladura, son almacenadas en un reservorio especial localizado en la escombrera de piedras; desde este lugar el hidrogel se lo lleva al sitio de voladura en un camión especial con tanque y bomba para aplicar la cantidad requerida al pozo.

Para el almacenamiento de explosivos se aplican las normas de seguridad establecidas por los fabricantes de explosivos (Explocem), las cuales constan en las hojas MSDS que han sido colocadas en las instalaciones del polvorín; además para reforzar estas medidas se aplica el Procedimiento de Recepción, Transporte y Almacenamiento de Explosivos (ACB0-100-PO04).

En el polvorín no se mantiene guardia permanente, pero se tiene instala das cámaras de seguridad monitoreadas las 24 horas. y toda la operación está conforme a las normas dictadas por el ejército ecuatoriano que es la entidad estatal que controla el movimiento de explosivos en la planta, mediante visitas semestrales. Se cumple además con todo lo que estipula la Ley de Fabricación, Importación, Exportación, Comercialización y Tenencia de armas, Municiones, Explosivos y Accesorios (Decreto Supremo No. 3757), y el Reglamento de Seguridad Minera.

7.10.2 Escombreras

La definición de "escombro" en minería es aquel material que no puede ser utilizado en las condiciones actuales de industrialización, y que no es necesariamente estéril en el recurso que se explota. Así, no se puede desechar la idea de que en algún momento futuro en base a nuevos avances de la tecnología, tales materiales pueden ser utilizados productivamente y en ese caso se convierte en una fuente importante del recurso, sobre todo por su bajo costo de explotación.

El material considerado estéril, en especial aquel que se explota en las unidades estratigráficas 2 y 4, con altos valores de arcilla silícea, azufre y menores contenidos de carbonato de calcio, es enviado a los sitios establecidos para su almacenamiento, los cuales se conocen como escombreras o sitios de acumulación de escombros.

En las instalaciones de CENACA se han habilitado cuatro áreas de acumulación de escombros, al Sur del Sector 4, en la parte plana sobre afloramientos del Grupo Ancón, al costado Sur de la vía que da servicio a la cantera y en la parte sur del bloque 2. A continuación se describen las 4 escombreras y la numeración que le damos es solo en base a su tamaño actual:

7.11 Actividades de mantenimiento.

La operación del taller de mantenimiento de maquinaria pesada (taller automotriz) es de responsabilidad IIASA (CATERPILLAR). En la empresa IIASA laboran 15 personas.

El taller automotriz se divide en dos áreas específicas: Edificio de Mantenimiento y Taller, y Área de Lavado de Maquinaria Pesada. En ambos edificios, la empresa HOLCIM ha montado una planta de tratamiento de aguas residuales con una recirculación de aguas tratadas. Otras medidas incluyen prácticas de manejo de residuos propios de taller. La evaluación de estas prácticas es el objetivo de la siguiente sección de este informe.

El área de taller incluye un sitio de almacenamiento y de despacho de combustible Diesel. El almacenamiento se efectúa en dos tanques principales, con capacidad total de 10 000 galones.

Existe un área de recepción de combustible, en la cual un camión cisterna transfiere el producto limpio hacia los tanques principales de almacenamiento y un área de despacho con surtidor automático el cual consta con las seguridades en caso de derrames.

7.11.1 Maquinaría.

En la actualidad existen 21 equipos o maquinaria pesada utilizada para las distintas fases operativas de la explotación minera, entre los cuales hay perforadoras, tractores, motoniveladoras, cargadores, camiones, etc., En la Tabla 32 se presenta un detalle de dicha maquinaria:

Tabla 32. Equipos y Maquinaria de la cantera

Equipo	Marca	Modelo	Capacidad	Cantidad
Perforadora	Atlas Copco	T35	25m/h	1
Perforadora	Atlas Copco	D65	30 m/h	2
Tractor	Caterpillar	D10R	800t/h	2
Motoniveladora	Caterpillar	140G	150HP	1
Cargadora	Caterpillar	990G	1000t/h	2
Cargadora	Caterpillar	988G	500t/h	2
Excavadora	Caterpillar	390G	1000t/h	1
Camión	Caterpillar	775G	60ton	9
Taquero	JAC	2014	5000gls	1
Total				**21**

Fuente: Autor.

7.12 Plan de cierre del bloque 2 de la cantera de caliza.

Medidas aplicadas al Cierre de Mina:

7.12.1 Cantera.

- **Estabilización de taludes**

Tal como se indica, previo al inicio de las actividades de cierre, deben estar elaborados los estudios específicos requeridos para el Cierre de la Faena.

La estabilidad del terreno es uno de los factores que se maneja desde la operación misma de la mina, ya que dicha operación se realiza utilizando el método de terraceo, con lo cual se logran taludes y bermas que por su configuración son muy estables.

Sin embargo, si el estudio específico de estabilidad de taludes así lo indicara, durante el cierre se deberán implementar las correspondientes medidas adicionales, asociadas a garantizar la estabilidad de los taludes.

Para efectos del presente plan de cierre, se considera sólo la nivelación y perfilado del terreno de las terrazas y taludes de la cantera.

- **Subsolado**

La explotación de la cantera mediante el uso de maquinaria pesada(retroexcavadora), la que circula por las diferentes terrazas, trae como consecuencia la compactación del suelo; reduciendo la infiltración del suelo y un aumento de la escorrentía superficial, provocando que se dificulte la recuperación del suelo de las terrazas.

La experiencia en otros países en recuperación de canteras, señala que uno de los principales requisitos en la regeneración de canteras es la regulación hídrica, para lograr un aumento de la humedad del suelo el cual debe ser constante, lo que se logra con un control de la escorrentía y la infiltración.

Por estas razones es que se propone el subsolado de las terrazas, el cual consiste en soltar el suelo compactado, mediante un arado de brazos rígidos a una profundidad aproximada de 30cm. Se debe tener en cuenta la humedad del suelo, pues un suelo demasiado húmedo provoca que el subsolador sólo realice un corte vertical en el suelo, no lográndose el objetivo que es quebrar y disgregar el suelo. Con el subsolado se consigue una mayor incorporación de humedad en el suelo.

- **Reforestación-revegetación**

Como la regeneración espontánea de la capa vegetal en una cantera es un proceso demasiado lento y según lo señalado en el capítulo anterior, se propone en este Plan de Cierre, realizar una reforestación-revegetación de los taludes.

Se recomienda además realizar estudios durante la etapa de explotación, de las especies que mejor se adapten a las condiciones presentes en la cantera (tipo de suelo, clima), para lo cual se pueden implementar viveros en las terrazas de los niveles 244,132 y 120.

De acuerdo a lo señalado en el ***Estudio de Impacto Ambiental Ampliatorio***, gran parte de la información biológica se encuentra en la biblioteca de la Fundación Pro-bosque, investigaciones levantadas por estudiantes universitarios nacionales (Universidad de Guayaquil, Universidad Técnica del Chimborazo) e internacionales (Universidad de Texas, Niágara College) para sus tesinas y tesis de pregrado y post grado. Señalando además que es muy importante sistematizar esa información, actualizarla periódicamente y tratar de llenar los vacíos de información existente. Publicar, socializar el estudio y mantener un monitoreo constante para ajustar metodologías para la recuperación del área con enfoque eco sistémico.

En base a los antecedentes entregados en el "programa de reforestación – revegetación área de estudio Bloque 2, se establece para la reforestación de terrazas y sectores sin pendiente, la siembra de especies nativas de árboles, como pueden ser higerilla, chaya, muyuyo, huasango.

Para estabilizar los taludes de pendientes inclinadas y lograr revegetar el talud, se utilizará malla de sombra tipo Rachel El terreno presenta intersticios que permitirían la siembra, sin embargo, falta adherencia en los taludes, la cual se entregaría mediante la malla Rachel.

El procedimiento consiste en emparejar el talud, colocar y estacar la malla sobre el talud para posteriormente rellenar con tierra los "bolsones" formados por la malla y sembrar las semillas en cada bolsón.

Para realizar la siembra que cubra la cara frontal de los taludes, se utilizarán especies nativas de tipo rastreras. Para posibilitar su posterior germinación se debe cuidar que las semillas queden dispuestas en la parte superior del relleno de cada bolsón

Se utilizan estacas de madera de 30 cm de largo y 1,5 pulgadas de diámetro, en una secuencia intercalada de 0,8 m en la horizontal y 1 m en la vertical, tal como se aprecia en la Figura 18.

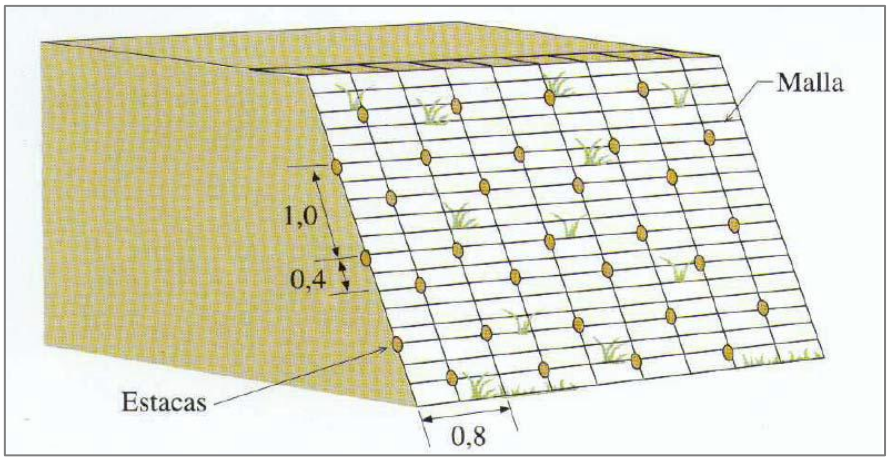

Figura 25. Sistema proyectado para estabilizar taludes de pendientes inclinadas.
Fuente: Plan de cierre Cenaca.

- **Instalación de señalizaciones**

Junto con la señalética instalada en los caminos de acceso, se instalará señalética informativa en el perímetro de los diferentes bloques que componen el bloque 2 de la cantera, indicando el tipo de propiedad y advertir a personas externas a la faena del riesgo de transitar por la zona (Posibles caídas y derrumbes). Para el diseño de la señalética a implementar se utilizó como base la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 439.

Existirán tres tipos de señalización vertical:
Señales de Aviso de Peligro, que advierten a los conductores y operadores la existencia de peligro y la naturaleza de éste.

Señales de Reglamentación, que indican al usuario de la vía la existencia de ciertas limitaciones prohibiciones y restricciones que regulan el uso del camino contravención a las normas.

Señales Informativas, con el objeto de guiar al usuario del camino en el curso de su viaje y cuya violación constituye un riesgo al no proporcionarle la debida visibilidad.

Adicional, se exceptúan las señales: Ceda el Paso, Pare, Permitido Estacionar. Sus colores son blancos, rojos y negros.

Figura 26. Tipos de señalización vertical.
Fuente: Agencia Nacional de Transito

En el área de la cantera se usarán las siguientes señalizaciones:

Figura 27. Señalización en Cantera (Señales Permanentes)
Fuente: Autor.

- **Control de escorrentía**

En el Informe de Evaluación Hidrológica Preliminar - Planta Guayaquil, se pueden apreciar Lagunas de Amortiguación y Decantación en Bloques Abandonados. Los resultados de los cuatro bloques son suficientes para contener un volumen importante como es el obtenido para un período de retorno de 500 años (usualmente una magnitud de 100 años de período de retorno sería suficiente).

Es importante recalcar que el comportamiento del nivel freático del manto inferior de las lagunas no supera la cota de fondo de las canteras (24 m.s.n.m.), por lo que estas son un depósito apropiado como acuífero regulador de crecida, evitando la alteración del entorno aguas abajo. Un aspecto a considerar es que, según se señala en el mismo informe Hidrológico, el caudal de agua subterránea potencialmente interceptada es muy inferior al que genera una crecida.

Se establece por lo tanto, que la forma de resolver el tema del Manejo de Aguas Lluvias corresponde a las siguientes actividades:

1. Reducir el impacto de las excavaciones remanentes después del cierre, permitiendo el anegamiento del fondo de las excavaciones con aguas superficiales, formándose lagunas que amortigüen la escorrentía excesiva durante tormentas extremas ;
2. Reperfilamiento de los bordes de las lagunas, de tal modo de dejar un talud estable y sin material removible; y
3. Desarrollar un proyecto de forestación arbustiva en el piso de las terrazas hasta las zonas de inundación, delimitadas según información entregada en el Informe de Evaluación Hidrológica Preliminar.

Sin embargo, cabe destacar que en el mismo Informe de Evaluación Hidrológica Preliminar, se reconoce la escasez de datos hidrogeológicos que aportaron al estudio (se utilizó un balance hídrico simplificado y un modelo conceptual básico), que expliquen mejor el comportamiento de las aguas subterráneas.

Por lo tanto, durante la ingeniería de detalle, se establece la necesidad de realizar estudios específicos Hidrogeológicos (previos al cierre), que permitan contar con

información necesaria para prevenir efectos negativos aguas abajo luego de disponer las canteras como lagunas de amortiguación, aun cuando éstas posiblemente permanezcan inundadas en el fondo permanentemente, como es el caso observado en el bloque 4 a la fecha.

- **Cierre de accesos**

Se considera implementar cierres perimetrales sólo alrededor de las áreas proyectadas para las Lagunas de Amortiguación, las cuales coinciden con la cota mínima del perímetro de excavación.

De esta manera, los cierres perimetrales sumarían un total de 1.5 km lineales mediante un cerco de 1,8 m de altura de alambre púa. Para la construcción, se realizarán excavaciones para la habilitación de pollos rellenados con hormigón pobre (H-5), donde se instalarán postes impregnados de 5' cada 3 metros y diagonales (5') que darán la estabilidad al poste tensor. Luego se requiere la instalación, anclaje y tensado de la malla mediante alambre púa galvanizado 18, clavos y grapas galvanizadas.

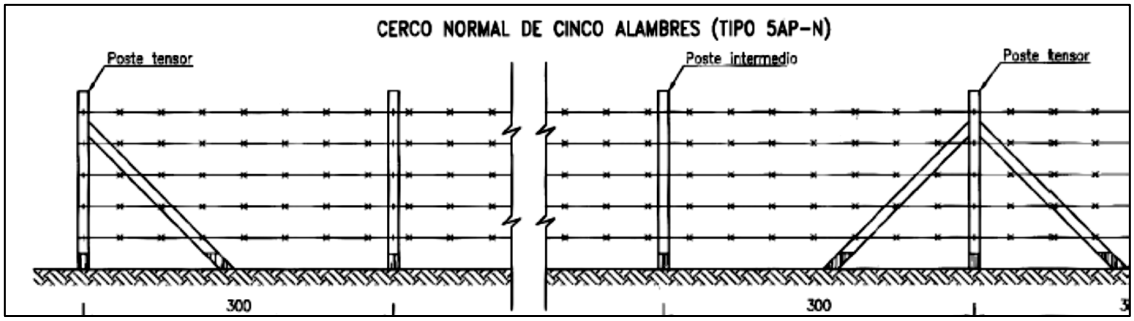

Figura 28. Esquema de diseño del Cerco Perimetral.
Fuente: Autor.

Para cada cierre perimetral, se proyectan preliminarmente portones de acceso en los caminos de servicios que conectan las canteras.

Ya que se trata de áreas de anegamiento ante eventuales tormentas extremas, mediante el cierre de accesos se pretende eliminar o disminuir los riesgos hacia personas externas a la faena.

7.12.2 Caminos.

7.12.2.1 Caminos que se dejarán transitables, y los que deberán ser cerrados.

Los caminos internos de la cantera, se modifican o desaparecen según la extensión de ésta, pero se deben mantener caminos de servicio para realizar las actividades de seguimiento y verificación. Una vez finalizadas las actividades de inspección, se procederá al cierre de estos caminos internos deservicio (subsolado y reforestación).

Los caminos que lleven hacia la cantera (desde otro lugar) y que no serán ocupados durante el seguimiento del cierre, deberán ser clausurados, para lo cual se propone la instalación de barreras, consistentes en un bloque de geometría trapezoidal de 12.75 m3 construido de tierra, sobre el cual se realiza una siembra de alguna especie arbustiva que lo proteja de la erosión. El segmento del camino que se encuentre dentro del área de la cantera, es decir, desde el bloqueo hacia el interior de la cantera, se subsolará y reforestará.

En los accesos controlados y bloqueados, se instalará señalética, que informe sobre el tipo de propiedad y la prohibición de entrar. Cabe destacar que durante el desarrollo de las actividades de cierre de la cantera, se ha de continuar el humedecimiento de las vías con agua, tal como se da durante la etapa de operación, acción que ha de realizarse hasta que cesen completamente las actividades de explotación y de cierre.

7.12.2.2 Instalación de señalizaciones.

En los caminos de acceso al área de la cantera, se instalará señalética vial e informativa. Para el diseño de la señalética a implementar se utilizó como base la Norma Técnica Ecuatoriana NTE - INEN 439: Colores, señales y símbolos de seguridad.

Figura 29. Señalización en caminos de acceso (Señales temporales)
Fuente: Plan de Cierre CENACA.

7.12.3 Disposición final de residuos que permanecerán en el lugar.

Como norma general, se ha considerado el retiro de todos los residuos (excepto material estéril), ya sea se hayan generado durante la fase de operación, o bien durante la fase de cierre y según lo señalado anteriormente, los lugares de disposición final deberán contar con las debidas autorizaciones.

Respecto al material estéril excedente removido como parte de la explotación minera, como ya se mencionó en el (control de escorrentía), será acopiado durante la etapa de operación en las zonas delimitadas para las escombreras.

Como parte del proceso operacional, los taludes de las escombreras son estabilizados. Sólo si el estudio específico así lo indicara, durante el cierre se deberán implementar medidas adicionales.

En la etapa de cierre, en las escombreras se realizará un subsolado del terreno y se reforestará con especies nativas.

7.13 Plan de cierre general de la mina.

Los compromisos ambientales, se refieren a las etapas a realizar por parte de la compañía Minera, tanto durante la operación como en la etapa de cierre de la faena.

La nueva Ley Minera, en su artículo 78 contempla, en lo referente a "Estudios de impacto ambiental y Auditorías Ambientales, que "Los titulares de concesiones mineras y plantas de beneficio, fundición y refinación, previamente a la iniciación de las actividades mineras en todas sus etapas, de conformidad a lo determinado en el inciso siguiente, deberán efectuar y presentar estudios de impacto ambiental en la fase de exploración inicial, estudios de impacto ambiental definitivos y planes de manejo ambiental en la fase de exploración avanzada y subsiguientes, para prevenir, mitigar, controlar y reparar los impactos ambientales y sociales derivados de sus actividades, estudios que deberán ser aprobados por el Ministerio del Ambiente, con el otorgamiento de la respectiva Licencia Ambiental."

Además señala que "*Todas las fases de la actividad minera y sus informes ambientales aprobatorios requieren de la presentación de garantías económicas determinadas en la normativa ambiental legal y reglamentaria vigente."* Junto con lo anterior, los titulares de derechos mineros están obligados a presentar una *auditoría ambiental anual* que permita a la entidad de control monitorear, vigilar y verificar el cumplimiento de los planes de manejo ambiental.

El Reglamento Ambiental de Actividades Mineras se indica que los estudios orientados a una gestión ambientalmente adecuada de la actividad minera, se clasifican en:

• Evaluación de Impacto Ambiental; y,

• Auditoría Ambiental.

El artículo 12 Evaluación de Impacto Ambiental, de éste capítulo, señala que "*El plan de manejo ambiental comprenderá también aspectos de seguimiento, evaluación, monitoreo, y los de contingencia y cierre de operaciones, con sus respectivos programas y presupuesto*".

Además el artículo Nº 13 (Auditoría Ambiental), indica que se debe presentar una Auditoría Ambiental a la Subsecretaría de Protección Ambiental del Ministerio de Energía y Minas, cada año a partir de la vigencia del título minero, hasta su vencimiento, y que seis meses antes de que la autoridad minera dicte la resolución respecto del cierre de operaciones, los titulares de derechos mineros presentarán la correspondiente Auditoría Ambiental. Esto con la finalidad de que la Subsecretaría conozca y analice el cumplimiento del plan de manejo ambiental y de las obligaciones dispuestas en la normativa vigente, para su correspondiente aprobación u observación.

En el caso de las empresas cementeras, se tiene que dos de las mayores empresas del rubro, para controlar las emisiones de partículas y de residuos de la quema de combustibles a la atmósfera, han implementado un sistema de filtros; además de desarrollar programas de compensación para mejorar el manejo de determinadas áreas ricas en biodiversidad, y realizar planes de reforestación en las áreas afectadas en el proceso de explotación (canteras). Junto con lo anterior realizan actividades para el desarrollo comunitario.

Tabla 33. Compromisos Ambientales.

Medidas Propuestas	Efecto Esperado
Riego de Vías internas de la cantera.	Control del polvo generado por el tráfico de vehículos y maquinaria.
Mantenimiento de áreas reforestadas y espacios verdes internos.	Ayudar en el establecimiento y desarrollo de las especies sembradas. Tanto en la operación como en el cierre.
Medición de material particulado (PM10).	Conocer material particulado menor a 10 micras y poder determinar la influencia durante las operaciones de cierre.
Monitoreo de gases de vehículos	Conocer nivel de opacidad de los vehículos que trabajan en la etapa de cierre
Monitoreo de Ruido y vibraciones	Conocer nivel de ruido y vibraciones generado durante la etapa de cierre.

Fuente: EIA de cantera Cenaca- Holcim Ecuador.

Tabla 34. Programa anual de actividades del Plan de Manejo Ambiental del Bloque 2- Área Minera "Cenaca"

PROGRAMA ANUAL DE ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL BLOQUE 2- AREA MINERA "CENACA"							
ITEM	**MEDIDA PROPUESTA**	**EFECTO ESPERADO**	**RESPONSABLE**	**EJECUCIÓN**			**DESCRIPCIÓN DE MEDIDA**
				APLICACIÓN	**FRECUENCIA**	**FECHA**	
MEDIDAS CORRECTORAS Y MITIGANTES							
1	Riego de vías internas de la cantera	Control de generación de polvo debido al tráfico de los vehículos sobre las vías de dumpers del circuito de producción minera	Coordinador operaciones Materias Primas	- Meses secos mayor frecuencia - Meses lluviosos frecuencia depende de presencia de lluvias	- 2 recorridos de mañana, 2 recorridos de tarde y 2 recorridos de noche (estación seca). - 1 recorrido diario en estación lluviosa	Enero a Diciembre	El Recorrido del tanquero de 5000gal. es de aproximadamente 3000m. promedio contados desde el sector Bloque 1 Oeste, bloque 4 y bloque 5. . El riego del circuito de labor minera es permanente en las 12 horas de trabajo en estación seca; pero en estación lluviosa depende de la presencia de la pluviosidad.
2	Mantenimiento vial en cantera CENACA	- Mantener vías libres, despejadas y en buen estado; y controlar el polvo generado por el tráfico de vehículos - Mejorar las condiciones de seguridad y tránsito de los caminos	Coordinador operaciones Materias Primas	Permanente	12 hr. Diarias	Enero a Diciembre	El esquema de estos trabajos incluye mantenimiento vial de las vías en operación desde el bloque 2 hasta el bloque 4. Para la aplicación de esta medida se usará una Motoniveladora para del reconformado de la capa de rodadura, retiro de piedras caídas de camiones en la vía y en las plataformas de carga sobre las que se disponen las voladuras de roca. Además se requerirá de colocar materiales finos sobre la capa de rodadura, para luego pasar la motoniveladora y tender materiales para que el peso de vehículos los compacte.

		de cantera, para la circulación del equipo caminero.					
3	Mantenimiento de drenajes naturales	- Ayudar a que el agua drene libremente en época lluviosa. - Ayuda a drenaje natural a mantener cauce natural.	Coordinador operaciones Materias Primas	Previo al inicio de lluvias	Anual	Noviembre a Diciembre	Esta medida se mantiene debido a la necesidad de mantener limpias las cunetas y canales, para minimizar los riesgos de rotura de las vías y obstrucción en la circulación del agua en época lluviosa. Los materiales desalojados serán enviados a la escombrera de estériles o a las áreas reforestadas.
4	Limpieza de sedimentadores	- Ayudar a que los sedimentadores cumplan el objetivo de retener mayor cantidad de sólidos producto de la erosión. - Disminuir el riesgo de obstrucción de drenajes naturales	Coordinador operaciones Materias Primas	Previo al inicio de lluvias	Anual	Noviembre a Diciembre	Esta medida se realiza debido a la necesidad de mantener limpios los drenajes naturales, para minimizar los riesgos de desbordamientos y obstrucción del cauce de las quebradas. Para la limpieza de los 3 sedimentadores de las quebradas: Guayajaso, Rocafuerte parte alta y parte baja,. Los materiales desalojados serán reusados en las áreas reforestadas o enviados a la escombrera de estériles o reutilizados como ripio para mantenimiento vial.

MEDIDAS COMPENSATORIAS							
PROGRAMA DE REFORESTACIÓN-REVEGETACIÓN (REHABILITACIÓN)							
5	Mantenimiento de áreas reforestadas CENACA	- Ayudar a especies sembradas a establecerse y adaptarse al sitio - Mantener cobertura vegetal sobre las superficies desnudas	Coordinador de Gestión Ambiental Minera	Todo el año	En época lluviosa cada 2 meses y en época seca cada 3 meses	Enero a Diciembre	Se realizará mantenimiento (corte de maleza, poda, raleo y reemplazo) 2 veces en la estación lluviosa y cada 3 meses en estación seca. El valor calculado está en base al costo por pago a proveedor de servicio externo experto en recuperación del ecosistema seco tropical.
6	Rehabilitación mediante Reforestación y Revegetación	- Recuperar superficie alterada por explotación minera y mitigar el impacto visual.	Coordinador de Gestión Ambiental Minera	Una sola vez	Anual	Enero a Diciembre	Continuar con la aplicación del Plan de Rehabilitación, mediante la reforestación y revegetación de las áreas liquidadas de acuerdo al Plan de Cierre y Abandono, utilizando especies forestales nativas y para procurar la recuperación natural de la vegetación y reinserción de la biodiversidad. Se aprovechará la experiencia e instalaciones del Vivero de la Fundación Pro-Bosque, para la provisión de árboles, especies vegetales y asesoría en la aplicación de medidas de recuperación del terreno afectado. Además se plantea como modelo para la recuperación de los terrenos, la siembra de estacas en los muros de seguridad y taludes y esparcimiento de semillas de especies nativas, que ayuden a la recuperación natural de la vegetación en los niveles de cantera liquidados.

7	Manejo y aprovechamiento de suelo en áreas en Rehabilitación	Recuperación y reutilización de suelo vegetal	Coordinador de Gestión Ambiental Minera Coordinación de Materias Primas	De acuerdo al avance de descapote de nuevos frentes de explotación	Estacional	Abril a Diciembre	El suelo que recubre los materiales aprovechables de las canteras de caliza, limolita y arcilla, será recuperado y transportado hasta los sitios planificados a rehabilitar, en función de las necesidades en los programas de Revegetación-Reforestación. El costo está calculado en base al uso de 2 cargadoras (cat990 costo/ hora $150-cat 988 costo/hora $100) 3 dumper (cat775 costo/hora $100) para mover 110000 ton de suelo vegetal durante los meses de abril a diciembre.
8	Abastecimiento de agua para áreas rehabilitadas	Ayudar a especies sembradas a crecimiento y desarrollo	Coordinador de Gestión Ambiental Minera	En época de seca	Estacional	Abril a Diciembre	Las áreas reforestadas y revegetadas serán regadas por intermedio de 1 tanquero, con el fin de mejorar su desarrollo y crecimiento. Los costos están calculados en base al precio unitario de los viajes $40/viaje tanquero de 5000gal; se realizan 4 viajes diarios en los 9 meses secos.
PROGRAMA DE DESARROLLO COMUNITARIO							
9	Fortalecimiento ODBs y tejido social Chongón	Fortalecimiento comunitario, a través de las organizaciones de base	Fundación Holcim Ecuador	Todo el año	Permanente	Enero a Diciembre	Fortalecer a las organizaciones de base y el tejido social del sector Chongón, mediante el mejoramiento de la organización, la ejecución de iniciativas y gestión pública, así como el acompañamiento al CAP.
10	Escuelas interactivas	Contribuir a mejorar la calidad y acceso a la educación en la zona de Chongón	Fundación Holcim Ecuador	Todo el año	Permanente	Enero a agosto	Mejorar la calidad de la educación, mediante la utilización de la tecnología digital y la aplicación de estándares de calidad

		Guayaquil.					
11	Educación básica superior fexubke estraordinaria (EBSFE)	Contribuir a mejorar la calidad de la educación en la zona de Chongón Guayaquil.	Fundación Holcim Ecuador	Año escolar	Permanente	Mayo a mayo	Mejorar el acceso educativo a jóvenes de 15 a 20 años, con rezago escolar.
12	Educación para todos	Contribuir a mejorar la calidad de la educación en la zona de Chongón Guayaquil.	Fundación Holcim Ecuador	Todo el año	Permanente	Enero a Diciembre	Mejorar el desempeño docente en las de las escuelas del circuito educativo y Ampliar las oportunidades educativas y de capacitación de la población que reside en la zona de Chongón.
PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN, DIFUSIÓN y CONCIENCIACIÓN							
12	Difusión, capacitación y concienciación ambiental	Concienciar ambientalmente al personal que labora en la explotación minera	Coordinador de Capacitación - Coordinador de Gestión Ambiental Minera	Todo el año	Trimestral	Enero a Diciembre	- Se dictarán 4 charlas de diferentes tópicos realacionados sobre aspectos ambientales, que recibirá el personal involucrado en las actividades de explotación minera y materias primas. - Además el personal de canteras y materias primas participará en el Programa Voluntariado Reforestación de áreas en Rehabilitación. - A todo el personal que visita la cantera y que entra a trabajar por primera vez al área de canteras se le da una inducción, en el que se incluyen temas ambientales en canteras. - Se deja abierta la posibilidad de asistencia a cursos especializados sobre medio ambiente, para técnicos y operadores de la explotación

							minera. Costo calculado en base al dictado de 8hr ($50) más los materiales y logísitica.
13	Difusión y capacitación en salud ocupacional y seguridad laboral.	Concienciar al personal involucradas en las operaciones mineras sobre la prevención de accidentes laborales.	Coordinador de Capacitación - Coordinador de Gestión Ambiental Minera	Todo el año	Permanente	Enero a Diciembre	- A todo el personal que visita y/o que entra a trabajar por primera vez al área de canteras, es obligación que reciban Inducción de canteras, el cual incluye temas de seguridad y protocolos a aplicarse en canteras. - El personal de la explotación mineral, recibe diariamente el Programa "5 minutos de seguridad", donde se revisan las alertas de seguridad que ocurren en otras operaciones, para evitar que vuelvan a ocurrir en nuestras operaciones. - Se deja abierta la posibilidad de asistencia a cursos especializados sobre seguridad y medio ambiente, para técnicos y operadores de la explotación minera.
14	Difusión de temas de manejo ambiental a stakeholders de área de influencia directa	Difunidir temas ambientales en las comunidades del área de infuencia y cumplir con lo establecido en Reglamento Ambiental Minero.	Coordinador de Gestión Ambiental Minera	Todo el año	Trimestral	Enero a Diciembre	Para difundir las actividades y temas mabientales ante la comunidad, se aprovechará el CAP Guayaquil, el cual es el espacio de diálogo entre el Titular Minero y las comunidades del área de influencia. Además se difundirán los Informes de Desarrollo Sostenible a los grupos de relación. Se dará apertura a las instituciones públicas, educativas y privadas a visitar las operaciones mineras y observar en el sitio la aplicación de medidas ambientales. Se enviarán informes trimestrales de seguimiento del PMA al Ministerio de Ambiente

							y se incluirán en los informes de producción minera, los informes de monitoreos de calidad del aire del área de influencia del área minera.
PROGRAMA DE EVALUACION, SEGUIMIENTO Y MONITOREO							
15	Medición de material particulado (PM10)	Determinar concentración de material particulado menor a 10 micras. En área de influencia de óperaciones mineras	Coordinador de Gestión Ambiental Minera	Requisito legal	Semestral	Mayo y Nov.	Se continuará con la realización de 8 mediciones de PM10 dos veces al año (Puerto Hondo, Materias Primas, Comedor planta, Sector Norte Bloque 2, Club Rocafuerte, vía a caseta de NOx, Escombrera Bloque 4 y Sur Mina de arcilla). El costo de cada punto de monitoreo es de US$300**** contratado a laboratorio externo de monitoreo ambiental acreditado ante OAE.
16	Medición de material particulado (PM2.5)	Determinar concentración de material particulado menor a 2.5 micras. En área de influencia de óperaciones mineras	Coordinador de Gestión Ambiental Minera	Requisito legal	Semestral	Mayo y Nov.	Se continuará con la realización de 8 mediciones de PM2.5 dos veces al año (Puerto Hondo, Materias Primas, Comedor planta, Sector Norte Bloque 2, Club Rocafuerte, vía a caseta de NOx, Escombrera Blouqe 4 y Sur Mina de arcilla). El costo de cada punto de monitoreo es de US$300**** contratado a laboratorio externo de monitoreo ambiental acreditado ante OAE
17	Medición de niveles de ruido ambiental	Conocer nivel de ruido ambiente en linderos de la planta	Coordinador de Gestión Ambiental Minera	Requisito legal	Semestral	Mayo y Nov.	Medición de ruido ambiente en 16 sitios diferentes de muestreo (de acuerdo a mapa de monitoreo de ruidos, 16 puntos diurnos y 16 puntos nocturnos) contratado a laboratorio externo de monitoreo ambiental acreditado ante OAE. Costo unitario por punto es de US$35****.

18	Muestreo de agua en los drenajes naturales	Determinar calidad del agua y la influencia de la explotación en la carga de sedimentos.	Coordinador de Gestión Ambiental Minera	Requisito legal	Anual	Marzo	Se tomará 1 muestra individual en los siguientes puntos: 1.- Sedimentador de bloque 5, 2.- Laguna bloque 4, 3.- Sedimentador quebrada Guayjaso; 4.- Sedimentador quebrada Rocafuerte (parte alta); 5.- Sedimentador junto a trituradora de arcilla; 6.- Quebrada bloque 2; 7.- Quebrada atrás galpón de AFR y 8.- Laguna entrada a planta.
19	Monitoreo de opacidad de vehículos	Conocer nivel de opacidad de los vehículos que trabajan en las operaciones mineras	Coordinador de Gestión Ambiental Minera	Una vez al año	Anual	Octubre	Determinar el porcentaje de opacidad de las emisiones de escape mediante el método de aceleración libre del equipo minero usado en las operaciones del área minera (fuentes fijas móviles con motor a diésel). Actualmente existe un promedio de 20 equipos operando en la explotación minera CENACA.
20	Medición de niveles de vibración originados por las voladuras en área minera	Determinar los niveles de vibración generados por disparos de voladuras	Coordinador operaciones Materias Primas	Requisito legal	Semanal	Enero a Diciembre	Monitoreo de por lo menos 1 voladura semanal. Resultados serán comparados con las normas internacionales que limitan este parámetro, ya que nuestro país no tiene legislación que la regule. El costo UN. de referencia es de USD$100 ya que estos monitoreos se los realizará con equipo propio (sismógrafo minimate plus y una cámara de alta velocidad).
21	Monitoreo de Material particulado (PM10 Y PM2.5) en Fundación Pro-Bosque	- Determinar concentración de PM10y PM2.5 producto a operaciones Bloque 1W	Coordinador de Gestión Ambiental Minera	Permanente	Semanal	Enero a Diciembre	Se realizará monitoreo de PM10 y PM2.5 de 24hr., durante todo el año cada semana (52 semanas), en las instalaciones de la Fundación Pro-Bosque. El costo de cada punto de monitoreo es de US$200****, el contrato a laboratorio externo de monitoreo ambiental acreditado ante el OAE.

22	Monitoreo de ruido ambiental en Fundación Pro-Bosque	Conocer nivel de ruido ambiente generado por las operaciones en el Bloque 1W	Coordinador de Gestión Ambiental Minera	Permanente	Semanal	Enero a Diciembre	Medición semanal de ruido ambiente en las instalaciones de la Fundación Pro-Bosque, contratado a laboratorio externo de monitoreo ambiental el contrato a laboratorio externo de monitoreo ambiental acreditado ante el OAE. Costo unitario por punto es de US$35****.
23	Monitoreo de Vibración en Fundación Pro-Bosque	Determinar los niveles de vibración generados por disparos de voladuras en el bloque 1W	Coordinador de Gestión Ambiental Minera	Permanente	Semanal	Enero a Diciembre	Monitoreo semanal de las voladuras que se realicen en el bloque 1W o sector cercano. Resultados serán comparados con la norma que consta en el TULSMA o la que internacionales aplique, ya que nuestro país no tiene legislación que la regule vibraciones por voladuras. Contrato a laboratorio externo de monitoreo ambiental acreditado ante el OAE.

Fuente: Autor.

7.14 Estimación de costos de la implementación de medidas de cierre y garantías.

El costo estimado del Plan de Cierre se obtiene a través de una proyección económica, asociada a las actividades y/o medidas propuestas o identificadas.

Para la estimación de los costos asociados al cierre de la faena, se incluyeron las siguientes instalaciones: cantera, caminos, depósitos de estériles.

Nota: Se recuerda que plan conceptual está basado en los antecedentes de la operación y cubre sólo el área del Bloque 2.

Los costos unitarios se calculan en base a los costos de cada una de las actividades.

Para la definición de alternativas para el cierre de las actuales actividades, obras o instalaciones de la faena y estimación de costos asociados, se consideraron condiciones de borde en función a los antecedentes entregados por HOLCIM Ecuador S.A.

Tabla 35. Resumen de la Proyección Económica del Plan de Cierre Conceptual del Área de concesión minera Cenaca (Bloque 2).

ARBOLES A REFORESTAR		
Boque	**Area a reforestar (m2)**	**Arboles**
Bloque 2	241750	6981

SUELO PARA REFORESTACION		
Boque	**Area a reforestar (m2)**	**SUELO (M3)**
Bloque 2	241750	120875

Fuente: Autor.

Tabla 36. Resumen de costos de la Reforestación-revegetación del Bloque 2.

PROYECTO REFORESTACION-REVEGETACION PLAN DE REHABILITACION				
RUBRO	**COSTO**			**TOTAL USD**
PREPARACION DEL TERRENO	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	
Excavadora para caguio de suelo	**hr**	687	65	44655,0
Excavadora para perfilado de talud	**hr**	120	65	7800,0
Tierra vegetal	**m3**	120875	0	0,0
Volquetas para transporte de suelo	**Hr**	1374	25	34350,0
Arboles 1 m. de altura	**Un**	6896,32	3	20689,0
Excavadora para Balconeo de suelo	**Hr**	687	65	44655,0
Subtotal 1				**152149,0**
INSUMOS	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	
Fosforo	**Saco**	172,48	20	3449,6
Balizas	**Un**	6896,32	1	6896,3
Semillas	**kilos**	3240,4992	20	64810,0
Fito sanitarios	**Lt**	324,048	40	12961,9
Subtotal 2				**88117,8**
SIEMBRA Y MANTENIMIENTO ANNUAL	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	
Siembra	**Un**	6896,32	1	6896,3
Mantenimiento	**Arbol**	6896,32	1,5	10344,5
Sistema de riego por goteo	**bloque**	1,28	50000	64000,0
Reemplazo de especies muertas (20%)	**Un**	345,28	5	1726,4
Subtotal 3				**82967,2**
GRAN TOTAL				**323234,0**

Fuente: Autor.

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

En la explotación de las canteras a lo largo del tiempo se ha realizado el destape de la cantera y el material estéril producto del desencape se lo ha transportado a las escombreras, actividad que ocasiona mayor costos de transporte afectando los costos de producción, considerando estos parámetros para el cierre del bloque 2, se ha decidido llevar paralelamente la explotación con la rehabilitación , transportando el suelo producto del desencape a los bancos ya explotados para su recuperación y reforestación, se debería tomar como buena práctica para la explotación de las empresas afines, realizando una explotación sostenible y sustentable y amigable a la biodiversidad y medio ambiente.

La conservación de la biodiversidad es esencial para Holcim pues las operaciones de las canteras tienen impactos en el entorno natural. Holcim a desarrollaron un Sistema de Manejo de Biodiversidad que es integral al ciclo de vida de los sitios y cuya aplicación se fundamenta en la Directiva de Biodiversidad que es obligatoria a todas las compañías del grupo.

Es muy importante que las empresas que realizan faenas mineras tengan un plan de Acción de Biodiversidad. Se ha definido que un sitio sensible es aquel donde la biodiversidad es de importancia global o nacional y el potencial impacto es medio o superior, es muy importante que sea parte integral del plan de rehabilitación del sitio e incluye un conjunto de acciones y metas para mantener o acrecentar la biodiversidad del área.

Además las empresas mineras tienen que habilitar la administración del sitio para mantener o mejorar los valores de biodiversidad durante la fase operativa y posterior al cierre de proyecto; deben tener objetivos claros y medibles, los objetivos deben estar relacionados con hábitats, especies o procesos naturales, la supervisión tiene que ser basada en estándares ecológicos aceptados.

En el bloque 2 se ha levantado una línea base para poder controlar la calidad del agua ya que por encontrarse en una zona montañosa en la temporada invernal las quebradas que rodean este bloque tienen un aporte importante a la cuenca del río Chongón, además es muy importante el mantenimiento que se debe dar a los drenajes naturales y artificiales, siendo un requerimiento legal del plan de manejo ambiental, cabe señalar que en caso del área de estudio, Bloque 2 es muy importante el mantenimiento de sedimentadores, cunetas de coronación, limpieza de canales para evitar la erosión de los taludes y poder controlar la estabilidad.

Por lo general en las empresas mineras los desechos de las construcciones civiles serán dispuestos en los lugares establecidos en el plan y los suelos contaminados serán retirados, mientras que en el caso nuestro como el estudio es del bloque 2 no se

generaran desechos de estas características ya que en esta área de estudio no se encuentra edificación alguna.

9. CONCLUSIONES

- El bloque 2 por encontrarse en la parte norte de las instalaciones de la planta su medio físico y biológico y socioeconómico se ha visto afectado de forma directa.

- Geologicalmente, el bloque 2 se nota la presencia de la formación Guayaquil y subyacente a esta la formación san Eduardo la cual es el recurso económico para la empresa encontrando las unidades U1,U2,U3 y U4 de las cuales se aprovecha como materia prima la U1,U3 y considerando como material estéril la U2 y U4 además es muy importante indicar como se han visto afectada la estabilidad de los taludes por la presencia de fallas que estaría afectando al macizo rocoso.

- Las actividades de explotación se están realizando de forma ordenada y planificada, con los respectivos parámetros técnicos establecidos para esta labor tomando en cuenta, los estudios geo mecánicos de diseño y considerando los estándares de seguridad que aplican a esta operación.

- En el plan de cierre se ha considerado tanto el medio físico biótico y socioeconómico actual, como plan pos cierre de la cantera, para lograr minimizar el impacto y de esta manera poder aplicar las medidas de mitigación de las mismas.

- La alternativa propuesta para el plan de cierre se ha elegido la reforestación es la más idónea para aprovechar el suelo producto del desencape.

- Es muy importante considerar dentro del presupuesto de la explotación los recursos para el plan de cierre para hacerlo de forma equitativa en los años que dure la explotación y no tener inconveniente con los recursos en el pos cierre de la misma.

- La ejecución del plan de cierre se debe dar un seguimiento continuo con la ayuda de auditorías externas, por lo menos de forma semestral para evitar desvíos y ser corregidos a tiempo ya que es parte de los compromisos adquiridos en EIA.

10. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda continuar con los monitores para poder identificar anomalías del proceso y corregir de forma inmediata.

- Se recomienda hacer mapeos geológico de las zonas explotadas para poder identificar a tiempo posibles deslizamientos y así minimizar los riesgos existentes.

- Cumplir con los parámetros técnico mineros y de seguridad en base a la planificación de cantera.

- El plan de cierre se cumpla de forma objetiva para de esta manera minimizar la afectación al medio físico, biótico y socioeconómico además se debe cumplir con las medidas de compensación establecidas en este plan.

- Se recomienda que la explotación se la realice de forma paralela a la rehabilitación, para que se aproveche el material de desencape y sea transportado a las zonas ya explotadas y disminuir en buena forma el impacto visual de la explotación de la cantera.

- Se recomienda elaborar un cronograma para las auditorias semestrales que se requieren, las mismas que servirán para la elaboración de informes que por ley se debe presentar al estado.

11. BIBLIOGRAFÍA

Abuja (1991). Mamíferos, *Revista Politécnica de información técnico científica, Vol. 16 Nº 3*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

Acción Ecológica Alerta Verde (2014) Algunos Aspectos sobre la minería en el Ecuador. Recuperado de: https://noalamineria.wordpress.com/algunos-aspectos-sobre-la-mineria-en-el-ecuador/

Blyth F.G.H., De Freitas M.H. (2000). *Geología para ingenieros (séptima edición)*. México, D.F: Editorial Continental.

Brailovsky A.E. y Foguelman D., (1995*). Memoria verde, Historia ecológica de Argentina*. Argentina: Editorial Sudamericana.

Bristol C.R. ET Hoffstetter R. (1977). *Léxico Estratigráfico del Ecuador*. París, Francia: Centre National de la Recherche Scientifique.

Bustillo Revuelta M. y López Jimeno. (1997). *Manual de evaluación y diseño de explotaciones mineras* (primera edición). Madrid, España: Editorial Entorno Gráfico.

Cañadas L., (1983). *El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador*. Quito, Ecuador: MAG –PRONAREG

Conesa Fez. V., Vítora. (2000). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (Tercera edición)*. Madrid, España: Editorial Multi-Prensa.

Definicion.de (2008-2015). *Definición de roca*. Recuperado de: http://definicion.de/roca/#ixzz3LA5FmGhv

Dirección General de Gestión de Salud. (2005). *Protocolo de muestreo para la calidad del suelo*. Perú.

Franco R. (2010). *Estudio geológico de Cenaca*. Guayaquil, Ecuador.

Klein C. y Hurlbut, C. S. (1998). *Manual de mineralogía (cuarta edición)*. Editorial Reverté.

Marcos C., Martínez J. y Rodrigo D. (1962). *Química.* Ediciones SM

Minero Ambiental. (2015). *Métodos de explotación a cielo abierto*. Recuperado de: http://mineroambiental.blogspot.com/2012/05/metodos-de-explotacion-cielo-abierto.html

Ministerio de Medio Ambiente y, Ministerio De Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2013). *Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las Plantas de Tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales*. Lima, Perú.

Ministerio de Agricultura y Autoridad Nacional Del Agua. *Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Autoridad Nacional Del Agua – DGCRH*. Dirección General De Gestión De Los Recursos Hídricos. Perú.

Ministerio del Ambiente. (2014). *Guía para el muestreo de suelos.*

Paladines A. (2011). *La minería metálica en el Ecuador.* Recuperado de: http://www.naturalezaycultura.org/docs/MineriaMetalica.pdf

Siga Consultores. (2009). *Estudio de impacto ambiental Mina Cenaca*. Guayaquil, Ecuador.

Soto C. (2006). *Estudio geomecánico de taludes - Planta Holcim Ecuador.* Guayaquil.

Taipe J. (2012). *La minería en el Ecuador*. Recuperado de: http://www.slideshare.net/johannataipe/la-mineria-en-el-ecuador-por-johannataipe

12. ANEXOS

Anexo 1. Topografía del área de estudio.

Anexo 2. Mapa geológico del área de estudio.

Anexo 3. Mapa de los puntos de muestreo