

**ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL DERIVADO DE LA
EXPLOTACIÓN DEL CERRO ÑEMBY EN EL BARRIO CAAGUAZU**

NOELIA ISABEL BENITEZ VERA

Orientador: Prof. Lic. MSc. Geol. NARCISO CUBAS VILLALBA

Trabajo de Grado presentado a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención de la Licenciatura en Ciencias Mención Geología.

ASUNCIÓN – PARAGUAY

JULIO 2017

**ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL DERIVADO DE LA
EXPLOTACIÓN DEL CERRO ÑEMBY EN EL BARRIO CAAGUAZU**

Este trabajo de Grado fue aprobado por la Mesa Examinadora como requisito parcial para optar por el título de licenciatura, otorgado por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción.

NOELIA ISABEL BENITEZ VERA

Aprobado en la fecha 20 de julio de 2017.

Comité Asesor de Trabajo de Grado:

1. Prof. Dra. Ana María Castillo Clerici.....
2. Prof. MSc. Narciso Cubas Villalba.....
3. Prof. MSc. Higinio Moreno Resquín.....

.....
Prof. MSc. NARCISO CUBAS VILLALBA
Orientador

DEDICATORIA

Este trabajo es la culminación de un largo y duro camino, que quiero dedicar a muchas personas que me han ayudado a finalizar con éxito mi objetivo, especialmente a:

Dios.

A mis padres, Rosa Isabel Vera por su apoyo incondicional y Luciano Benitez quien desde lo más alto veló por mi bienestar y seguridad.

A mi compañero de lucha Diego Manuel Ruiz Díaz Cañete por el apoyo y confianza.

A mis hijos Santiago Manuel y Milena Isabel, por su paciencia, por saber esperar a su “mami”, hasta que llegara de clase, por soportar tantos fines de semana en casa estudiando a mi lado.

AGRADECIMIENTO

Expreso mis agradecimientos a:

Prof. Dr. Ana María Castillo por sus orientaciones.

Prof. Lic. MSc. Geol. Narciso Cubas por su
paciencia y dedicación.

Prof. Lic. MSc. Geol. Ángel María Spinzi
Mendonca por su colaboración y aporte.

INDICE

PORTADA.....	I
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS	IV
INDICE	V
LISTA DE FIGURAS	VII
RESUMEN	IX
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. JUSTIFICACIÓN	3
4. OBJETIVOS	4
4.1. Objetivo general.....	4
4.2. Objetivos específicos	4
5. HIPÓTESIS	4
6. MARCO TEÓRICO.....	5
6.1. Geología del área del Cerro Ñemby	5
6.2. Descripción del área de estudio.....	6
6.3. Impacto Ambiental.	7
6.3.1. Marco Legal.....	8
6.3.1.1. Ley 294/93 “Evaluación de impacto ambiental”	8
6.3.1.2. Decreto N° 14.281	8
6.3.1.3. Ley 3.180 “De minería”	9
6.3.2. Impacto Ambiental Producido por actividades Mineras.....	10
6.3.2.1. Impactos positivos.....	10
6.3.2.2. Impactos negativos	11
6.4. Ordenamiento territorial.....	12
6.4.1. Metodología a seguir para la elaboración de un mapa de ordenamiento minero	13
6.5. Explotación de canteras a cielo abierto	14
6.6. Aspectos sociales relacionados a la degradación del ambiente	15
6.7. Aplicación de imágenes satelitales a la restauración de minería a cielo abierto	15
6.7.1. Metodología en la aplicación de imágenes satelitales.....	17
6.7.1.1. Planificación de la restauración	17
6.7.1.2. Control de la restauración	18
6.8. Medidas mitigadoras.....	19
6.8.1. Rehabilitación de áreas degradadas	20
7. LOCALIZACIÓN	21
8. METODOLOGÍA.....	22
8.1. Área de estudio	22
8.2. Universo	22

8.3. Muestra.....	22
8.4. Unidad de análisis	23
8.5. Muestreo.....	23
9. RESULTADOS.....	24
9.1. Resultado de las encuestas.....	24
9.2. Análisis multitemporal de la expansión de la cantera	28
9.3. Análisis de la proximidad de cursos de agua.....	32
9.4. Análisis del perfil de elevación de la cantera.....	33
9.5. Análisis del material particulado en el aire.....	33
9.6. Análisis fisicoquímico del agua.....	37
10. DISCUSIÓN	40
11. RECOMENDACIONES	43
12. CONCLUSIÓN	44
13. BIBLIOGRAFÍA	45
14. ANEXOS	47
15. GLOSARIO.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1: Cantera del Cerro Ñemby, vista panorámica.....	7
Figura N° 2: Metodologías empleadas en la restauración de una explotación minera a cielo abierto	16
Figura N° 3: Parte del sistema de decisiones del DSS utilizado en la definición del mapa de restauración	17
Figura N° 4: Perspectiva de la zona de <i>As Pontes</i> , mostrando el escenario previsto para el año 2010 una vez finalizada la explotación minera y la restauración.....	18
Figura N° 5: La ciudad de Ñemby ubicada en el Departamento Central extraído de <i>Google Earth</i>	21
Figura N° 6: Foto aérea del Cerro Ñemby escala 1:50.000 del año 1965, proveído por el Instituto Geográfico Militar	29
Figura N° 7: Foto aérea del Cerro Ñemby escala 1:20.000 del año 1994, proveído por el Instituto Geográfico Militar	29
Figura N° 8: Imagen satelital del Cerro Ñemby del año 2003, extraído de <i>Google Earth</i>	30
Figura N° 9: Imagen satelital del Cerro Ñemby del año 2017, extraído de <i>Google Earth</i>	30
Figura N° 10: Análisis multitemporal de la explotación de la cantera Cerro Ñemby.....	31
Figura N° 11: Imagen satelital del Cerro Ñemby del año 2017 en relación al Río Paraguay, extraído de <i>Google Earth</i>	32
Figura N° 12: Imagen satelital del Cerro Ñemby en relación al Arroyo Ñemby, extraído de <i>Google Earth</i>	32
Figura N° 13: Imagen satelital del perfil de elevación del Cerro Ñemby, extraído de <i>Google Earth</i>	33

Figura N° 14: Análisis de material particulado fino realizado por el Laboratorio de Investigación de la Atmósfera y Problemas Ambientales – LIAPA.....	34
Figura N° 15: Análisis de material particulado fino realizado por el Laboratorio de Investigación de la Atmósfera y Problemas Ambientales – LIAPA.....	34
Figura N° 16: Análisis de material particulado fino realizado por el Laboratorio de Investigación de la Atmósfera y Problemas Ambientales – LIAPA.....	35
Figura N° 18: Análisis de material particulado grueso realizado por el Laboratorio de Investigación de la Atmósfera y Problemas Ambientales – LIAPA.....	36
Figura N° 19: Análisis de material particulado grueso realizado por el Laboratorio de Investigación de la Atmósfera y Problemas Ambientales – LIAPA.....	36
Figura N° 20: Condiciones meteorológicas de la Ciudad de Ñemby.....	36
Figura N° 21: Actividad religiosa (Día de la Cruz) realizada en el Cerro Ñemby.....	47
Figura N° 22: Cuerpo de agua utilizado por las personas en épocas de intenso calor, extraído del Diario ABC color.....	48
Figura N° 23: Sector Noroeste del Cerro Ñemby.....	48
Figura N° 24: Inmediaciones del Cerro Ñemby, utilizado como vertedero de residuos sólidos.....	49
Figura N° 25: Sector Noreste utilizado como vertedero de residuos sólidos y presencia de casas precarias.....	49
Figura N° 26: Vertedero de residuos sólidos en el sector Norte del Cerro Ñemby.....	50
Figura N° 27: Cárcavas producidas por el agua de lluvia con material depositado.....	50
Figura N° 28: Vista panorámica de la explotación del Cerro Ñemby.....	51
Figura N° 29: Xenólitos de dunita en nefelinita de la Formación Ñemby.....	51
Figura N° 30: Desarrollo de estructura columnar en nefelinitas de la Formación Ñemby.....	52
Figura N° 31: Otra toma de la estructura desarrollada en la nefelinita de la Formación Ñemby.....	52

ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL DERIVADO DE LA EXPLOTACIÓN DEL CERRO ÑEMBY EN EL BARRIO CAAGUAZU

Autor: NOELIA ISABEL BENITEZ VERA

Orientador: Prof. Lic. MSc. NARCISO CUBAS VILLALBA

RESUMEN

El Cerro Ñemby, se encuentra ubicado en el centro de la urbanización de la ciudad de Ñemby, en el Paraguay Oriental, con una elevación aproximada de ciento sesenta metros; la misma se trata de una manifestación magmática en forma de plug. Los estudios petrográficos realizados por León (1976), Gadea y Palmieri (1979) demostraron que estas rocas contienen en cantidad abundante olivino en forma de fenocristales y microcristales esparcidos en la masa. El olivino es una forsterita, a más de los minerales citados abundan los piroxenos y magnetitas. Estas rocas son de carácter alcalino dado por la presencia de nefelina que en forma anhédrica se encuentra rodeando a los minerales de alta temperatura que han cristalizado en primer término. En algunos sectores de la cantera se observan disyunciones columnares con una suave inclinación, también podemos observar un cuerpo de agua producto de las precipitaciones.

El impacto ambiental es toda modificación del medio ambiente provocada por obras o actividades humanas que tengan como consecuencia positiva o negativa, directa o indirecta, afectar la vida en general, la Biodiversidad, la calidad o una cantidad significativa de los recursos naturales o ambientales y su aprovechamiento (Ley N° 294/93), debido a la explotación de la cantera por varios años se observó el deterioro del paisaje, del medio físico y biológico, además del socioeconómico en las personas, debido al fuerte impacto sobre el entorno humano.

Los resultados obtenidos en este estudio indican que el impacto generado por la explotación de la cantera en los habitantes del Barrio Caaguazú ha sido considerable, esto genera la importante decisión de hacer frente a esta problemática generando y divulgando sistemáticamente el conocimiento del entorno, y promover una nueva cultura y participación popular.

Debemos potenciar el desarrollo sostenible, adecuando el territorio para realizar actividades mineras que no causen impactos severos sobre los

ecosistemas y las personas.

Palabras claves: Cerro Ñemby, impacto ambiental, impacto social.

Autor: NOELIA ISABEL BENITEZ VERA

Orientador: Prof. Lic. MSc. NARCISO CUBAS VILLALBA

RESUMO

Cerro Ñemby, está localizado no centro da urbanização da cidade de Ñemby, no Paraguai Oriental, com uma altitude aproximada de um cento e sessenta metros, é uma manifestação magmática na forma de plugue. Estudos petrographic por Leon (1976), e Palmieri Gadea (1979) mostraram que estes rochas contêm abundantes montante em forma de olivina microcristais fenocristais e dispersos na massa. Olivina é uma forsterita, minerais mais abundantes piroxênio e disse magnetitas. Essas rochas são carácter alcalino dado pela presença de nefelina que é moldada anhedrica minerais circundantes alta temperatura cristalizado em primeiro lugar.

Em alguns setores da disjunção Pedreira colunar com um declive suave são observados, também podemos observar a precipitação do produto corpo de água.

Impacto ambiental qualquer alteração no meio ambiente causados por obras ouatividades que têm conseqüência positiva ou negativa, direta ou indiretamente humanos, afetam a vida em geral, a biodiversidade, a qualidade ou quantidade significativa de recursos naturais ou ambientais e foi observada de utilização (Lei Nº 294/93), devido à operação da pedreira por vários anos deterioração paisagem , ambiente físico e biológico, sócio-bem económico nas pessoas, devido ao forte impacto sobre o ambiente humano.

Os resultados obtidos neste estudo indicam que o impacto gerado pela exploração da pedreira no Cerro Ñemby nas populações locais tem sido Caaguazú significativa, isso cria a decisão importante para resolver este problema de forma sistemática geração e difusão de conhecimento do ambiente, e promover uma nova cultura e participação popular.

Devemos promover o desenvolvimento sustentável, adaptando o território para realizar atividades de mineração não causam graves impactos sobre os ecossistemas e as pessoas.

Palavras-chave: Cerro Ñemby, impacto ambiental, impacto social

1. INTRODUCCIÓN

El medio ambiente comprende el conjunto de factores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinado, que influyen en su vida y afectarán a las generaciones futuras. La explotación de los recursos naturales que se encuentran en el medio ambiente son un problema suscitado por la urbanización y el crecimiento demográfico, a razón de que mientras más habitantes tenga una ciudad necesitará más calles, casas, edificios, etc. y por ende utilizarán más recursos naturales, los cuales no siempre son renovables como el caso del petróleo, acuíferos, etc.

El cerro Ñemby, se encuentra en el Departamento Central localizado en una zona urbana, constituye una elevación de 176 metros de altura. El cerro Ñemby pertenece a la Provincia Alcalina de Asunción que reúne litologías clasificadas, nefelinitas y ankaratritas, con tendencia sódica con nódulos mantélicos, emplazados en el Terciario; las mismas se hallan tectónicamente asociados al riff de Asunción, concentrándose en su porción occidental, marcando una intensa actividad tectono-magmática en el Cenozoico (Velázquez, 1996).

El impacto ambiental generado por la explotación de una cantera a cielo abierto generalmente resulta negativo para el aire, suelos, agua, cultivos, flora, fauna y salud humana al igual que el ruido y vibraciones que pueden ser producidos, disminuyen la capacidad auditiva y pueden afectar significativamente a los sistemas nervioso y circulatorio, además de los daños materiales que se pueden suscitar como son las grietas en las casas.

La otra cara de la moneda sin embargo, considerando todos los problemas que conlleva la explotación a cielo abierto de una cantera, son las personas que trabajan en las empresas dedicadas a la explotación de dichas canteras, la mayoría se encuentra viviendo en los alrededores y el cese del trabajo representa la pérdida del sustento diario, trayendo consigo problemas como delincuencia, pobreza, ocupación de las áreas abandonadas, etc.

Estos son los aspectos que enfocaremos en este trabajo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente trabajo trata de la problemática **ambiental y social** derivada de la explotación de la cantera del cerro Ñemby, el mismo ha sido explotado por un lapso de cincuenta y cuatro años por la empresa Concret-Mix S.A. para la obtención de piedra triturada. La explotación de canteras a cielo abierto trae una serie de consecuencias negativas tanto para la salud de los pobladores de los alrededores así como también para el ecosistema mismo, debido a la degradación del paisaje y contaminación del aire, suelo y agua.

La explotación del cerro Ñemby ha cesado en octubre del año 2016 debido a la presión por parte de un grupo de pobladores de la ciudad de Ñemby, debido al riesgo que representa la utilización de dinamita en la explotación de la cantera, que venía provocando fisuras y derrumbes de casas aledañas al cerro, además la cortina de polvo que generaba las explosiones, causaban diversas enfermedades.

No podemos dejar de mencionar que en dicha cantera persiste la acumulación de agua (laguna artificial), la cual es utilizada por los pobladores como lugar de esparcimiento en épocas de intenso calor, sin tener en cuenta los riesgos que puede suscitar, debido al peligro de derrumbes o el grado de contaminación que puede tener esta laguna artificial.

Sin embargo esto ha tenido su impacto social sobre otro grupo de pobladores ya que esto generó la pérdida de fuentes laborales de los trabajadores de la planta de producción. Además después del cese de la actividad el sitio se ha convertido en aguatero de malvivientes. Por todo esto, se asienta la necesidad de comprender ¿Cuál es el impacto ambiental derivado de la explotación del cerro Ñemby en el barrio Caaguazú? ¿Cómo repercute en los pobladores del barrio Caaguazú el cese o no de la explotación de la cantera del Cerro Ñemby? y así poder tomar decisiones que favorezcan el bienestar de la comunidad.

3. JUSTIFICACION

La explotación de canteras representa un fragmento importante de la minería que se realiza a cielo abierto, el objetivo principal es el de aportar materiales para las construcciones edilicias, así como también de empedrados. La minería se caracteriza por generar un gran impacto al ambiente debido a que la mayoría de las personas o empresas que realizan esta actividad no prestan la debida atención en cuanto a seguridad laboral y minimización de impactos. Es por eso que surge la necesidad de conocer los diferentes impactos que puede ocasionar la explotación de la cantera del Cerro Ñemby.

No podemos dejar de mencionar la influencia de esta explotación en la población del barrio Caaguazú, quienes han sufrido sus efectos por aproximadamente cincuenta y cuatro años.

El presente trabajo se realizó con la finalidad de proveer información sobre el impacto ambiental y social provocado por la explotación de la cantera del Cerro Ñemby, de tal forma a mitigarlos, en primera instancia podemos proponer un periodo de recuperación de la cobertura vegetal así sea con especies introducidas así como también la creación de una laguna artificial, en segunda instancia establecer controles topográficos y geotécnicos en los taludes para evitar riesgos de derrumbes, el control de la salud de las personas que se encuentran en la zona afectada por el polvo generado por las explosiones, convertir el lugar en un atractivo turístico y de esparcimiento para la comunidad y visitantes de manera a generar fuentes de trabajo para los pobladores y la verificación periódica de las medidas recomendadas, orientadas a vigilar el adecuado desarrollo ambiental y social.

Dicha información podría ser útil para investigaciones futuras de manera a tenerse en cuenta para la planificación de futuras explotaciones de canteras y el ordenamiento territorial.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

- Analizar y Evaluar los impactos ambientales y sociales generados como consecuencia de la explotación de la cantera del Cerro Ñemby en su área de influencia.

4.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar la geología y geomorfología del área.
- Describir las características físicas y química del agua que se encuentra en la cantera del Cerro Ñemby.
- Analizar el material particulado existente en el aire en el barrio Caaguazú de la ciudad de Ñemby.
- Evaluar la degradación del paisaje y la vegetación, producto de la explotación de la cantera del Cerro Ñemby por medio de imágenes satelitales y fotos aéreas antiguas.
- Proponer medidas de mitigación a fin de reducir los efectos en la población del barrio Caaguazú producidos por la explotación de la cantera del cerro Ñemby.

5. HIPÓTESIS

Hi: El impacto ambiental y social generado en el barrio Caaguazú por la explotación de la cantera del Cerro Ñemby fue perjudicial para los pobladores del barrio, debido a que no se tomaron las medidas de mitigación de riesgos tras el cierre de dicha cantera.

Ho: El impacto ambiental y social generado en el barrio Caaguazú por la explotación de la cantera del Cerro Ñemby no fue perjudicial para los pobladores del barrio.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. Geología del área del Cerro Ñemby

Harrington (1950), se refiere a necks y plutones de edad dudosa, constituidos ante todo por rocas básicas, estas rocas volcánicas atraviesan a las areniscas rojas del Triásico.

Putzer (1962), describe rocas magmáticas post-triásicas, se trata de shonkinitas, essexitas, sienitas alcalinas y foyaitas, formando stocks, o sea cuerpos ígneos cilíndrico-cónicos de varios tamaños, todas ellas pertenecen a la gran familia alcalina, siendo genéticamente relacionadas con el mismo magma que ha producido las “eruptivas de Serra Geral”. Estas rocas han cortado formaciones anteriores, de edad precámbrica hasta triásica, por eso se les atribuye edad cretácica.

Palmieri & Velázquez (1982), detallan a la Formación Ñemby constituida por rocas subsaturadas de Asunción y sus alrededores. Los estudios petrográficos realizados por León (1976), Gadea y Palmieri (1979) demostraron que estas rocas contienen en cantidad abundante olivino en forma de fenocristales y microcristales esparcidos en la masa. El olivino es una forsterita, a más de los minerales citados abundan los piroxenos y magnetitas.

Estas rocas son de carácter alcalino dado por la presencia de nefelina que en forma anhédrica se encuentra rodeando a los minerales de alta temperatura que han cristalizado en primer término. Las cuarcitas rojas compactas que se encuentran en las zonas aledañas son productos de la recristalización de las areniscas de la Formación Misiones a consecuencia del metamorfismo de contacto por rocas de la Formación Ñemby.

En estas rocas se encuentran pequeños nódulos formados por la acumulación de olivinos y piroxenos a los que se les da el nombre de Lherzolitos y que son indicativos de que el magma originario de estas rocas está relacionado con zonas profundas de la corteza terrestre. Para que estas hayan conservado sus características de subsaturadas tuvieron que haber estado conectadas en profundidad por medio de fracturas del tipo fallas profundas o geoclasas.

La edad de éstas rocas, datadas por el Prof. Dr. Abel Schalamuk oscila entre 45+/- 5 millones de años, lo cual corresponde a Terciario Medio, y han intruído a las areniscas rojas de la Formación Misiones.

Báez Presser (1992), menciona a la Sub provincia de Asunción, refiriéndose a ocurrencias de edad Terciaria (Paleoceno a Oligoceno), que

ocupan un segmento de dirección NW-SE del rift de Asunción en la parte W de la estructura. Las rocas predominantes, con marcada tendencia sódica, son nefelinitos (Bitschene, 1987; Bitschene & Báez Presser, 1989; Comin-Chiaramonti et al, 1991) y un raro fonolito (Bitschene, 1987; Bitschene & Báez Presser, 1989) que aparece como pequeños plugs, con diámetros raramente superiores al km. Químicamente, las rocas muestran enriquecimiento en Na. Estas características son similares a las encontradas en rocas ígneas alcalinas de intraplaca continental, con derivaciones por fusión del manto astenosférico.

Velázquez (1996) manifiesta que en el Cenozoico, después de un período geológico relativamente calmo y ambiente marcadamente sedimentario, tuvo lugar la última manifestación magmática, esta es responsable por la intrusión de rochas ultra-alcalinas de afinidades sódica portadoras de nódulos mantélicos.

Fulfaro (1996), asume que la Formación Patiño es atravesada por rocas volcánicas de la Formación Ñemby, los cuales están relacionados con el último movimiento en el Alto de Asunción, el establecimiento final del sistema de rift valley de Ypacaraí, ocurrió en el Terciario.

En el texto explicativo de la Hoja Caacupe (1999), se describe a la Suite Intrusiva Ñemby, como rocas magmáticas intrusivas alcalinas, Bitschene (1987) menciona la ocurrencia de nefelinitas que afloran en las inmediaciones de Asunción, en especial Iherzolitos en lavas basálticas. La química de las magmatitas de esta suite define ankaratritas, nefelinitas, fonolitas y fonotefritas, mientras que la petrografía las clasifica como nefeliníticas y fonolíticas, con presencia de nódulos o xenolitos peridotíticos. Dataciones realizadas en el Cerro Ñemby dieron edades de un rango comprendido entre los 60 a 38 Ma. Por lo que estas rocas pertenecen a la fase magmática del Ciclo tectónico Andino, durante el Terciario Inferior.

6.2. Descripción del área de Estudio

El cerro Ñemby se encuentra en el centro urbano de la ciudad de Ñemby, a unos 2 kilómetros del Arroyo con el mismo nombre, al costado de la Ruta Acceso Sur con una elevación aproximada de ciento sesenta metros, la misma se trata de una manifestación magmática en forma de plug.

En algunos sectores de la cantera se observan disyunciones columnares con una suave inclinación, también podemos observar un cuerpo de agua presumiblemente formado por las precipitaciones que infiltra en la cumbre y ladera del cerro en la zona que no es explotada y percola por las grietas que se han producido por las explosiones, aflorando y corriendo por la pared desde arriba, luego de las

precipitaciones.

Se encuentra rodeado por vegetación arbórea y arbustos pequeños. En los alrededores del cerro nos encontramos con cárcavas y barrancos que se formaron como consecuencia de la concentración del agua de precipitaciones que fluye descendiendo por esa pendiente.



Figura Nº 1: Cantera del Cerro Ñemby, vista panorámica.

6.3. Impacto Ambiental

Zúñiga (2004) identifica al impacto ambiental como el resultado de una acción o actividad humana o fenómeno natural, interpretada como la valoración de una alteración favorable o desfavorable sobre el medio ambiente o sobre algunos componentes del medio ambiente.

Al interpretar lo expuesto por Rojas (1996), se entiende por impacto ambiental a las alteraciones que la construcción y operación de un proyecto de desarrollo introducen en el medio ambiente y las formas de evitarlas o minimizarlas.

Conesa (1997) menciona entre los diferentes tipos de impacto, aquellos que se pueden clasificar por variación de la calidad ambiental, por el grado de destrucción, por la extensión, por el momento de manifestarse, por su persistencia, por su capacidad de recuperación, por la relación causa – efecto, por la interrelación de acciones, por su periodicidad y por la necesidad de aplicación de medidas correctoras.

6.3.1. Marco Legal

6.3.1.1. Ley 294/93 “Evaluación de impacto ambiental”

Artículo 1° - Declárase obligatoria la *Evaluación de Impacto ambiental*. Se entenderá por Impacto Ambiental, a los efectos legales, toda modificación del medio ambiente provocada por obras o actividades humanas que tengan como consecuencia positiva o negativa, directa o indirecta, afectar la vida en general, la Biodiversidad, la calidad o una cantidad significativa de los recursos naturales o ambientales y su aprovechamiento, el bienestar, la salud, la seguridad personal, los hábitos y costumbres, el patrimonio cultural, los medios de vida legítimos.

Artículo 2° - Se entenderá por *Evaluación de Impacto Ambiental* a los efectos legales, el estudio científico que, permita identificar, prever y estimar impactos ambientales en toda obra o actividad proyectada o en ejecución.

Artículo 6° - La Autoridad Administrativa con facultad para examinar y dictaminar acerca de la *Evaluación de Impacto Ambiental* y sus *Relatorios* será el Ministerio de Agricultura y Ganadería, a través de la Dirección de Ordenamiento Ambiental, o de los organismos que pudieran sucederle. La reglamentación de esta Ley y la aplicación de sus prescripciones estarán a cargo de la Autoridad Administrativa.

Artículo 7° - Se requerirá *Evaluación de Impacto Ambiental* para los siguientes proyectos de obras o actividades públicas o privadas.

d) Extracción de minerales sólidos, superficiales o de profundidad y sus procesamientos

6.3.1.2. DECRETO N° 14.281 “Por el cual se reglamenta la ley 294/93 de evaluación de impacto ambiental”

Artículo 2°- Para los efectos de este reglamento se conviene en establecer las siguientes definiciones:

4) Estudio de Impacto Ambiental (EIA): Es uno de los instrumentos del proceso de evaluación de impacto ambiental, consistente en un documento técnico-científico de análisis de los métodos, procesos, obras y actividades capaces de causar significativa degradación ambiental, puesta a consideración de la autoridad competente con el propósito de decidir sobre la Declaración de Impacto Ambiental.

5) Relatorio de Impacto Ambiental (RIMA): Es un instrumento del proceso de evaluación de impacto ambiental, que debe ser presentado en forma de documento escrito, de manera sencilla y comprensible por la comunidad, con empleo de medios de comunicación visual y otras técnicas didácticas. Deberá contener el resumen del EIA, aclarando sus conclusiones y será presentado separado de éste.

6) Declaración de Impacto Ambiental (DIA): Es el pronunciamiento de la autoridad administrativa, en el que, de conformidad con la Ley 294/93, se determina la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada, respecto a los efectos ambientales previsibles, y, en caso afirmativo. Las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales.

Artículo 5°.- Son actividades sujetas a la EvIA y consecuente presentación del EIA y su respectivo RIMA, como requisito indispensable para su ejecución, las siguientes:

4) Extracción de minerales sólidos, superficiales o de profundidad y sus procesamientos.

- Explotaciones que tengan un movimiento total de tierras y/o materiales pétreos, superior a 10.000 metros cúbicos, y/o cuando estas explotaciones se desarrollen a distancias de 300 metros o menos de cursos fluviales y/o en pendientes superiores a 10 %, o en las cercanías de comunidades indígenas.

- Explotaciones situadas a distancias inferiores a dos kilómetros de núcleos urbanos con 1.000 o más habitantes.

- La explotaciones de materiales de préstamo, con movimiento total de tierras y/o materiales pétreos inferior a los 10.000 metros cúbicos no necesitará estudio de impacto ambiental, pero las mismas deben estar ajustadas a las Normas Legales referentes a la materia.

- Las plantas trituradoras de roca.

En los casos no previstos, o menores que los citados, cuando estén situados en áreas de relevante interés ambiental, a criterio de la DOA, podrá ser exigido un EIA/RIMA y/o un Plan de Control Ambiental (PCA). Todos los EIAs/RIMAs y PCAs de extracción mineral deberán presentar un Plan de Recuperación Ambiental (PRA) del área de explotación.

6.3.1.3. LEY N° 3180 “De minería” TÍTULO IV. Sustancias Pétreas, Terrosas y Calcáreas. CAPÍTULO I. De las sustancias pétreas, terrosas y calcáreas.

Artículo 36.- La actividad minera con relación a las sustancias pétreas, terrosas y calcáreas no está sujeta a concesión por Ley, pero sí al permiso, control y fiscalización por parte del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) , conforme a lo establecido en la presente Ley y a la legislación ambiental vigente. Corresponderá al Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) interpretar cuál es una sustancia, pétrea, terrosa o calcárea.

Artículo 41.- Los permisionarios/concesionarios están obligados a:

- e)** cumplir con la legislación ambiental respetando los plazos establecidos por la autoridad de aplicación.

Artículo 50.- Los permisionarios o concesionarios deberán cumplir la legislación sobre Protección del Medio Ambiente. En caso de incumplimiento de las citadas disposiciones, el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) podrá participar a la autoridad de aplicación ambiental e impondrá las sanciones correspondientes, sin perjuicio de lo previsto en esta Ley y sus reglamentaciones.

6.3.2. Impacto ambiental producido por las actividades mineras

Los elementos del ecosistema afectados por la industria minera son el aire, suelo, agua y biota que alteran la calidad de vida de las personas.

El aire es contaminado por material particulado producto de las explosiones y procesos de reducción de tamaño de las rocas. El ruido originado por las voladuras, plantas de trituración y movimiento vehicular, es otro de los elementos contaminantes.

El suelo es afectado en su carácter de soporte de las actividades humanas y de los procesos dinámicos que en él actúan. Así por el efecto de la minería se producen variaciones morfológicas, inestabilidad de taludes, erosión y destrucción del suelo y recubrimiento de la capa superficial por polvos fugitivos y por la depositación de desechos sólidos.

El agua sufre modificaciones en su cantidad por el importante consumo minero-industrial y en su calidad por el asentamiento del material particulado antes mencionado.

La fauna es afectada por el constante movimiento vehicular y depredación antrópica, por lo que ha debido migrar. La vegetación autóctona ha sido desplazada.

El paisaje es afectado por los depósitos de residuos sólidos y por el asentamiento de los polvos fugitivos en zonas cercanas a las rutas y sobre la vegetación.

Los seres humanos también sufren las consecuencias ambientales mencionadas, observándose un alto impacto en la salud, en especial problemas respiratorios y visuales.

6.3.2.1. Impactos Positivos

Los impactos positivos que la explotación de la cantera genera son los siguientes:

- Demanda de mano de obra generando así empleos de forma directa a personas que viven en los alrededores, así como también a otras personas de forma indirecta (comercializadores).
- Aumento de los bienes y servicios de la zona mejorando así la calidad de vida de las personas.

- Mejoramiento de la economía local y regional de la zona.

6.3.2.2. Impactos negativos. Medio Físico

a. Contaminación atmosférica por polvo

El impacto en la atmósfera se da preponderantemente por polvo, gases y partículas sólidas, provenientes del movimiento de maquinarias, extracción de material pétreo y construcción de caminos internos. Estos efectos están asociados con el periodo de funcionamiento operacional, por lo que son temporales.

b. Partículas en suspensión y humo negro

Las partículas en suspensión son generadas por la carga y descarga del material. En cuanto a los humos negros son generados por los vehículos y camiones que operan en el proyecto, esto ocurre al encender los motores para moverse dentro del recinto, cabe destacar que este volumen no se puede evaluar.

c. Contaminación del Suelo

Los impactos generados al suelo pueden ser varios, podemos citar el incremento de la erosión eólica en el área de extracción ya que se lo deja sin protección vegetal; la compactación del suelo, esto influye en el crecimiento de las especies vegetales ya que tienen un periodo de recuperación más largo; y los vertidos accidentales de grasas y aceites que deterioraran la calidad del mismo.

6.3.2.3. Impactos negativos. Medio Biológico

a. Efectos sobre la Fauna

Toda actividad minera implica movimiento de maquinaria pesada y vehículos, alterando el hábitat natural ya que se elimina la cobertura vegetal. Esto altera las costumbres y modifica el comportamiento de la fauna desplazándolos a otras zonas no comunes en las cuales pueden encontrarse con el impacto “barrera” que pueden ser entre otras cosas, otras obras, poblaciones, etc.

b. Efectos sobre la Flora

Para estas actividades mineras a cielo abierto es necesario eliminar las capas de cobertura vegetal, dejando el yacimiento al descubierto. Esto acarrea una completa destrucción de la flora en las instalaciones de la cantera.

c. Paisaje

Desde el punto de vista paisajístico, las actividades de extracción minera a cielo abierto tienen un alto impacto visual, ya que destruye la estética natural del paisaje. La erosión, apertura de huecos, transporte de materiales, etc. producen huellas ecológicas negativas.

6.3.2.4. Impactos negativos. Medio Socioeconómico

a. Efectos sociales

Este tipo de actividades tiene un fuerte impacto sobre el entorno humano, la extracción de material pétreo tiene efectos sobre la salud humana, una vez que entre en operación, el polvo que produce dicha actividad pueden ser aspirados por los obreros y vecinos.

b. Contaminación Sonora

La polución sonora es una fuente de contaminación muy molesta y constante para los pobladores vecinos a la cantera. Todas las labores de explotación de material pétreo constituyen una fuente de contaminación sonora, debido a las maquinarias y equipos necesarios para arrancar, cargar, transportar, transferir y realizar otras operaciones con el material extraído.

c. Riesgos de Accidentes

El transporte de material, movimientos de carga entre otras actividades operativas implican riesgos de accidentes mortales a los operarios. Estos deberán hacerlo bajo estrictas normas de seguridad para disminuir los riesgos de accidentes. Cabe destacar que los materiales como aceites, combustibles y todos sus derivados deben ser guardados en lugares seguros.

d. Problemática después del abandono de las operaciones

Generalmente, al término de las actividades mineras los terrenos quedan baldíos. Estos terrenos terminan usándose como rellenos sanitarios o basureros, esto acarrea un descenso del valor inmobiliario. También suelen convertirse en pequeñas zonas pobladas por familias de bajos recursos económicos que se dedican al reciclado informal de basura, agravándose la situación ambiental. A esto se agrega que los barrios aledaños generalmente carecen de sistemas de recolección de residuos domiciliarios por lo que se depositan las basuras en las canteras abandonadas.

6.4. Ordenamiento territorial

El constante aumento de la población demanda mayor infraestructura como redes viales, viviendas, centros de salud, escuelas, etc. y a su vez, materiales para la construcción, esto generará una sobreexplotación del recurso natural, aumentará el impacto ambiental, una mayor demanda de mano de obra calificada.

El ordenamiento territorial es una herramienta indispensable para la gestión ambiental, especialmente la minera, ya que da pautas claras para prevenir problemas de contaminación ambiental debido a una distribución inadecuada de los usos del suelo en un área determinada.

Por ello, es conveniente determinar un proyecto de ordenamiento territorial tendiente a la integración ambiental en vista al futuro crecimiento de la actividad minera, con el objeto de contribuir a la gestión ambiental.

La importancia que tiene el ordenamiento del territorio minero, es que podrá dotar al país de los sistemas de información de la realidad de la actividad minera y sus consecuencias ambientales; de anticipar las tendencias y adecuar las áreas de conexión en los escenarios de posibilidades futuras de construcción de corredores nacionales o internacionales. Fortalecerá la toma de decisión en el señalamiento de las áreas de interés minero y la definición de zona de protección absoluta, de acuerdo con las reglamentaciones ambientales vigentes, igualmente permitirá definir políticas de gestión de los recursos geológicos y de uso alternativo del suelo para implementar sistemas productivos.

En una ordenación territorial minera se plantea cuatro elementos básicos:

- 1- Delimitar geográficamente las zonas del territorio que contienen los diferentes recursos mineros.
- 2- Estudiar la demanda actual y las proyecciones del recurso natural.
- 3- Evaluar y correlacionar las características y los condicionantes técnicos- económicos y de ubicación que presenta la explotación minera.
- 4- Definir adecuadamente los principales indicadores ambientales, sociales, económicos que conjuguen la ponderación exacta de la realidad y sus repercusiones.

6.4.1. Metodología a seguir para la elaboración de un mapa de ordenamiento minero

La metodología propuesta consta fundamentalmente de tres bloques: información y diagnóstico físico, información y diagnóstico socioeconómico, información y diagnóstico del marco legal.

Primeramente se empezará por realizar la recopilación de información y diagnóstico preliminar, para posteriormente pasar a la elección de sectores en los cuales se va a aplicar el esquema sugerido anteriormente con sus componentes.

- **Medio físico:** se comenzará con la recolección de información del medio inerte: agua, clima, aire, suelo y subsuelo; del medio biótico: vegetación y fauna; y base paisajística. Con esta información se pasará a la valoración del territorio y sus recursos naturales tomando en cuenta la fragilidad del mismo, los procesos, riesgos naturales y su potencialidad.

- **Medio socioeconómico:** se procederá a recoger la siguiente información demográfica y socioeconómica: aptitud de la población, base económica general, economía en el ámbito de unidades de producción, fuerza laboral y desequilibrios territoriales con el fin de conocer a fondo

las actividades actuales y potenciales a ordenar.

- **Marco legal:** es importante estar al tanto de la legislación nacional y comunitaria con el fin de conocer las limitaciones que se pueden tener así como las oportunidades que se ofrece especialmente en zonas rurales.

Con esta información posteriormente se pasará a elaborar el diagnóstico territorial. En la fase de Diagnóstico Territorial debe analizarse el valor del medio en cuanto a los siguientes aspectos: conservación, recursos existentes capacidad de acogida respecto de la actividad minera, y conflictos entre usos actuales y potenciales.

Con esta información se procederá a la elaboración de mapas de valor natural, acogida, conflictos de uso y demás que sean necesarios. Con estos mapas se estará en capacidad de zonificación del territorio delimitando zonas explotables, condicionadas o no explotables lo cual será el mapa de ordenación minera que deberá tomarse en cuenta en la ordenación territorial (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2002).

6.5. Explotación de canteras a cielo abierto

La minería a cielo abierto es una actividad en extremo venenosa y contaminante, porque dispersa en el aire el polvillo, polvo fugitivo o material particulado, elevado a la atmósfera con motivo de las explosiones con que se vuelan las montañas y de ese modo al fragmentarlas, se facilita su transporte en las minas hacia las respectivas plantas de trituración donde también es muy importante la cantidad de particulado desprendido.

Es una consecuencia de la actividad extractiva que los mineros no pueden ni podrán nunca controlar o manejar. Los vientos o corrientes aéreas arrastran ese polvillo a grandes distancias, depositándolo sobre extensas regiones, incluyendo ciudades y pueblos

El polvillo levantado en las minas está formado por partículas que contienen decenas de elementos químicos. Si bien algunos de ellos son indispensables para la vida en el Planeta (Hierro, Calcio, Cloro, Magnesio, Iodo, Selenio, Fósforo, Potasio, Sodio, Azufre, etc.), otros son venenosos y tóxicos (Arsénico, Cadmio, Plomo y Mercurio) y finalmente los temibles radioactivos (Uranio, Torio y Cesio).

Las canteras a cielo abierto alteran de forma negativa el entorno natural que no es posible recuperar por completo el entorno, ni siquiera con la reintroducción de las especies originales.

En la actualidad se habla más bien de medidas compensatorias para rehabilitar la zona afectada, ofreciendo las condiciones que permitan albergar un nuevo hábitat. Y ninguna de estas tareas resultará efectiva a medio-largo plazo si no hay un seguimiento estricto del proceso.

6.6. Aspectos sociales relacionados a la degradación del ambiente

Los asentamientos humanos (poblados, ciudades pequeñas y medianas, metrópolis y megalópolis) se construyen y se configuran modificando o transformando la naturaleza: la tierra, el aire, el agua, la flora y la fauna, sirven de soporte a estas transformaciones y son, en sí, transformados por ellas.

La valoración de la alteración de los componentes de la dimensión social en el área de influencia de un proyecto de desarrollo, parte de considerar la afectación de elementos relevantes de la población, del empleo, de la salud, de la educación, de la recreación y de la vivienda (Gutiérrez, 1986).

De tal manera que en lo demográfico se deben atender las afectaciones favorables o desfavorables, relacionadas con total de habitantes y su distribución urbana - rural, crecimiento, género, número de familias, cantidad de personas por familia, migraciones, distribución etérea de la población.

Del empleo, vislumbrar cambios en la fuerza de trabajo, población económicamente activa, empleo remunerado, desempleo, salario, población vinculada con subsectores productivos.

En el subsector de la salud la variación en la natalidad, mortalidad, clase y cantidad de profesionales y funcionarios, dotación de los centros de prestación de servicios y calidad de la atención prestada, conviene ponerle atención.

Así mismo, es posible la perturbación en el subsector educativo en lo que atañe a la escolaridad, alfabetismo, alumnos por nivel y grado educativo, clase y número de docentes y administrativos, dotación de centros educativos y calidad de la educación ofrecida.

Situación similar es de esperar, para la afectación de aspectos relacionados con la recreación de la población y con la existencia o propuestas de actuación pertinentes con unidades de vivienda de carácter social o prioritario. De estas importa conocer además cantidad de personas por vivienda, viviendas conectadas con servicios públicos domiciliarios.

6.7. Aplicación de imágenes satelitales a la restauración de minería a cielo abierto

Una forma eficiente de afrontar la planificación y control de la restauración de la minería a cielo abierto es a través de la utilización de la información suministrada por imágenes satelitales en sistemas de información geográfica como base para sistemas de soporte a la decisión de los gestores de la ordenación del territorio.

En minería, las imágenes satelitales han sido aplicadas sobre todo en labores de exploración, en general, sin extenderse en las etapas posteriores de explotación y restauración (Rathore y Wright, 1993).

La planificación e implementación de los planes de restauración tradicionalmente se han llevado a cabo a través de campañas de campo apoyadas en fotografía aérea, muy arduas en trabajo y largas en tiempo, a ello se añade el coste de su repetición, dado que se requiere su control regular en el tiempo.

La disponibilidad de varios satélites de observación de la Tierra que recogen información susceptible de aplicarse a la restauración minera permite incrementar la eficiencia de los programas de restauración, reduciendo sus costes. Dado que la información se recoge en formato digital, puede utilizarse rápida y fácilmente para la creación de mapas temáticos, de infraestructuras y de trabajos mineros, así como para la visualización 3-D del lugar de la mina.

En este contexto, el Proyecto ASTERISMOS (financiado por la DGXII/CEO de la Comisión Europea) ha desarrollado un sistema de soporte a la decisión o DSS (del acrónimo inglés Decision Support System) basado en información satelital para planificación y control de la restauración en minería a cielo abierto (Fig. 2).

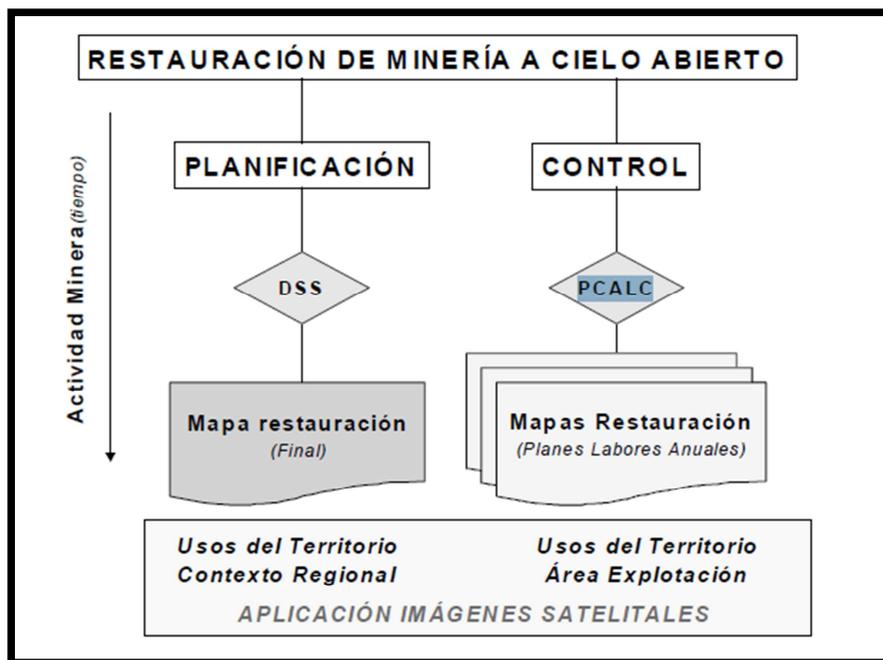


Figura Nº 2: Metodologías empleadas en la restauración de una explotación minera a cielo abierto. DSS, sistema de soporte a la decisión (*Decision Support System*). PCALC, clasificación multitemporal de imágenes satelitales (*Post Classification Automatic Logical Comparison*). (Extraído de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2002)

6.7.1. Metodología en la aplicación de imágenes satelitales

El planteamiento de la restauración de un área con minería a cielo abierto se realiza a nivel de (Fig. 2):

- Planificación, que básicamente se realiza antes de comenzar la explotación, y
- Control, que se realiza durante y después de la actividad extractiva.

6.7.1.1. Planificación de la restauración

La planificación de la restauración se desarrolla sobre la base de un sistema de soporte a la decisión (DSS, acrónimo del término inglés Decision Support System). Este sistema tiene como base un sistema de información geográfica (SIG). Las capas básicas que constituyen este SIG son el modelo digital del terreno, las pendientes, el mapa de la red de drenaje, la geología y los usos del territorio. Todas estas capas se pueden obtener del procesado de imágenes satelitales (SPOT para la información digital topográfica y Landsat TM para el resto; Llorens et al., 2000). Estas capas son procesadas a través de unos algoritmos que tienen en cuenta toda una serie de criterios económicos (menor distancia de transporte, menor coste de operación, máxima similitud en usos del territorio al escenario previo a la explotación), geológicos (posibilidades geotécnicas y edafológicas de los estériles de mina) y ecológicas (biodiversidad) a fin de obtener la capa con la el mapa de restauración previsto.

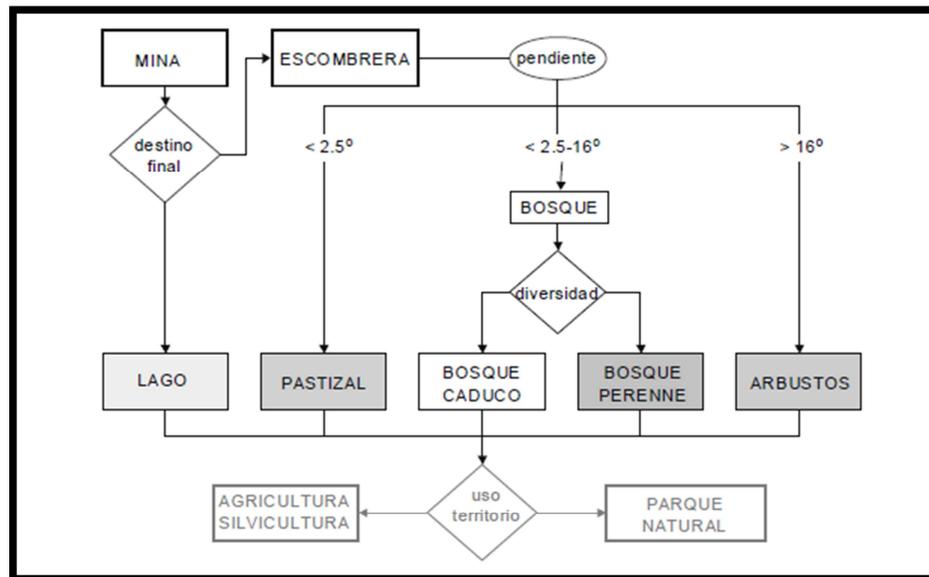


Figura Nº 3: Parte del sistema de decisiones del DSS utilizado en la definición del mapa de restauración. (Extraído de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2002)

La Figura muestra parte del árbol de decisiones que se utiliza para asignar un tipo de restauración a una unidad superficial. Así, por ejemplo, en primer lugar se decide si el píxel forma parte de la zona de escombrera o área a restaurar con vegetación o está dentro del perímetro de la cota inferior a 340 m, en la que se instalará un lago. En segundo lugar, se utiliza la pendiente del terreno para asignar el tipo de vegetación más adecuado y su biodiversidad. El tercer nivel de decisión, considera el escenario de la zona una vez finalizada la explotación minera, definiéndose los usos del territorio.

El resultado de la metodología expuesta es un mapa de restauración como el que puede verse en 3-D.

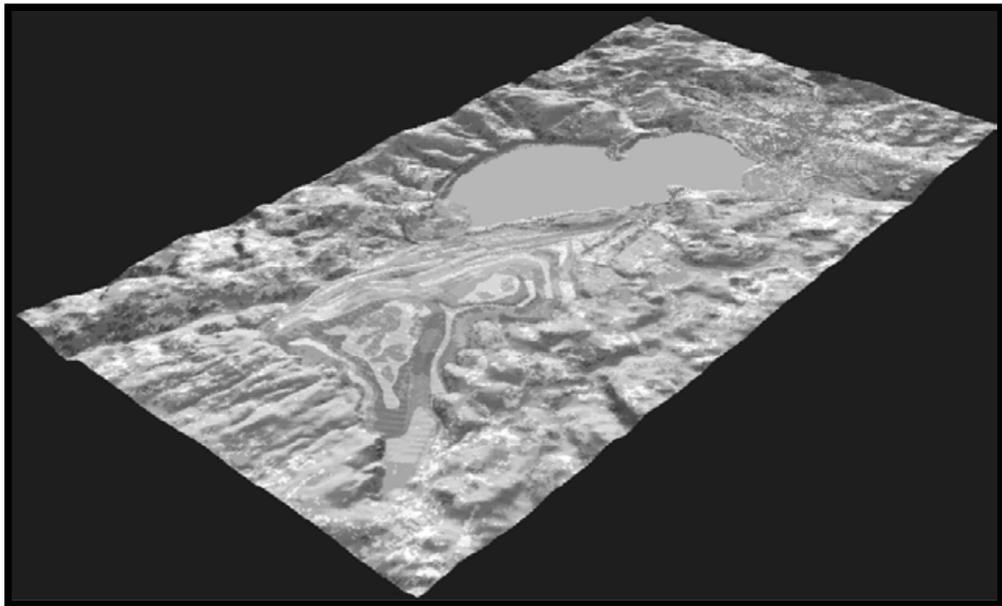


Figura Nº 4: Perspectiva de la zona de *As Pontes*, mostrando el escenario previsto para el año 2010 una vez finalizada la explotación minera y la restauración. La zona se extiende 13.4 km de este a oeste y 7.4 km de norte a sur. (Extraído de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2002)

La aplicación de la metodología descrita representa, en comparación con los métodos tradicionales, una reducción de costes del 25 % en términos de personas / mes empleadas. Además, el empleo de imágenes satelitales supone una reducción adicional del 30 % en costes respecto al empleo de fotografías aéreas y campañas de campo.

6.7.1.2. Control de la restauración

El control de la restauración se basa en la cuantificación del progreso del Plan de Restauración. Para ello, se realizan comparaciones

de los estados de la restauración entre las fechas que se desee. De hecho, se trata de detectar los cambios ocurridos entre las dos fechas consideradas.

Varias metodologías han sido desarrolladas para analizar un amplio rango de modificaciones causadas por procesos naturales y antropogénicos.

En el caso de la minería a cielo abierto, la detección de cambios en el área minera puede realizarse utilizando un método de comparación lógico y automático de mapas clasificados o PCALC (acrónimo inglés de *Post-classification Automatic Logical Comparison*). El proceso de este método consiste en comparar el mapa de usos del territorio de una fecha dada con un mapa previo. Mediante la utilización de operadores lógicos se obtiene un nuevo mapa de usos del territorio con indicación de los que han sufrido algún cambio y, consecuentemente, del estado de la restauración en la fecha más reciente. Los mapas de control de la restauración se incluyen también en el SIG de la mina. Al ser información digital es fácilmente procesable y, en consecuencia, puede expresarse en diferentes formas.

La información de los mapas de restauración es fácilmente cuantificable y de forma rápida permite establecer el área de las superficies restauradas para el período considerado. Esta metodología reduce los costes en un 95 % en términos de personas / mes empleadas en la realización del control de la restauración respecto a las metodologías tradicionales. En cambio, la utilización de imágenes satelitales de dos fechas en cada caso, hace que la reducción de costes respecto al uso de campañas de campo y fotos aéreas sólo sea de aproximadamente un 10%. (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2002)

6.8. Medidas mitigadoras

Son acciones dirigidas para eliminar, compensar, o reducir impactos ambientales negativos, donde se destacan:

- Evitar proyectos o actividades potencialmente contaminantes.
- Prevenir a través de acciones que no causan impactos negativos.
- Preservar los recursos ambientales de manera preventiva.
- Limitar o reducir el grado o magnitud de los impactos negativos.
- Rehabilitar los recursos naturales afectados
- Compensar el medio ambiente impactado con la preservación de otro semejante.

La conservación y puesta en valor del patrimonio minero comprende un conjunto de medidas que toman como punto de partida la explotación turística de los recursos mineros. En esta línea se apuesta por

la rehabilitación de explotaciones abandonadas de la minería histórica y la creación de una red de parques mineros, para el desarrollo de visitas didácticas, y la creación de itinerarios integrales que combinen el patrimonio minero, cultural, etnográfico ambiental. Estas medidas se amparan en el impulso del sector público y en la implicación del ámbito privado. (Zamora Roselló, 2013)

6.8.1. Rehabilitación de áreas degradada

La geología desempeña un papel importante en el planeamiento regional y urbano, interviniendo en el ordenamiento territorial, desenvolvimiento urbano y la política ambiental. Es particularmente importante en la prevención de contaminaciones de acuíferos, sus áreas de recarga y preservación de los recursos geológicos.

El uso de la geología con el fin de inventario y reconocimiento de los recursos naturales, en el que las materias primas o sustancias minerales útiles constituyen una parte sustancial, representa una forma reductiva para aplicar los conocimientos en geología.

Generalmente, las actividades mineras duran solamente algunos años y los mineros abandonan el lugar dejando los problemas existentes y los problemas futuros para ser resueltos por otros. Las áreas mineras representan fuentes potenciales de generación de impactos a largo plazo, como por ejemplo los impactos debido a la disposición inadecuada de estériles. Estas canteras deben ser recuperadas en una situación próxima a la original, a pesar que en muchas canteras a cielo abierto esta opción no es viable.

Una alternativa es exigir planes de cierre que especifiquen el seguimiento a largo plazo asegurando que no ocurran impactos inesperados (Sinding, 1998).

Se debe elaborar un proyecto de rehabilitación de las áreas degradadas por la minería, por lo tanto debe realizarse una adecuación paisajística, o sea la armonización del área minera con su entorno, con la intención de minimizar el impacto visual; hacer una adecuación topográfica que es la conformación topográfica con vistas al uso del área en el futuro. Así es necesario que se haga la rehabilitación (conjunto de procedimientos a través de los cuales se propicia el retorno de la función productiva al área, y los procesos naturales, asegurando una adecuación en el futuro), la recuperación y la restauración para que se pueda definir un uso futuro.

7. LOCALIZACIÓN

El Cerro Ñemby se encuentra localizado en el barrio Caaguazú de la ciudad de Ñemby en las coordenadas geográficas 25° 23' 37'' S, 57° 32' 39'' W, dentro del Departamento Central en la Región Oriental de la República del Paraguay.

La ciudad de Ñemby se encuentra ubicada a 20 km de la ciudad de Asunción y cuenta con unos 40 km² de superficie, es una ciudad mediterránea pero cuenta con acceso a los puertos de la ciudad de San Antonio. Limita al Norte con la ciudad de San Lorenzo, al Este con Capiatá, al Sur con San Antonio y al Oeste con Villa Elisa. Se encuentra en un punto elevado del Departamento Central debido al Cerro Ñemby con unos 176 m de altura.

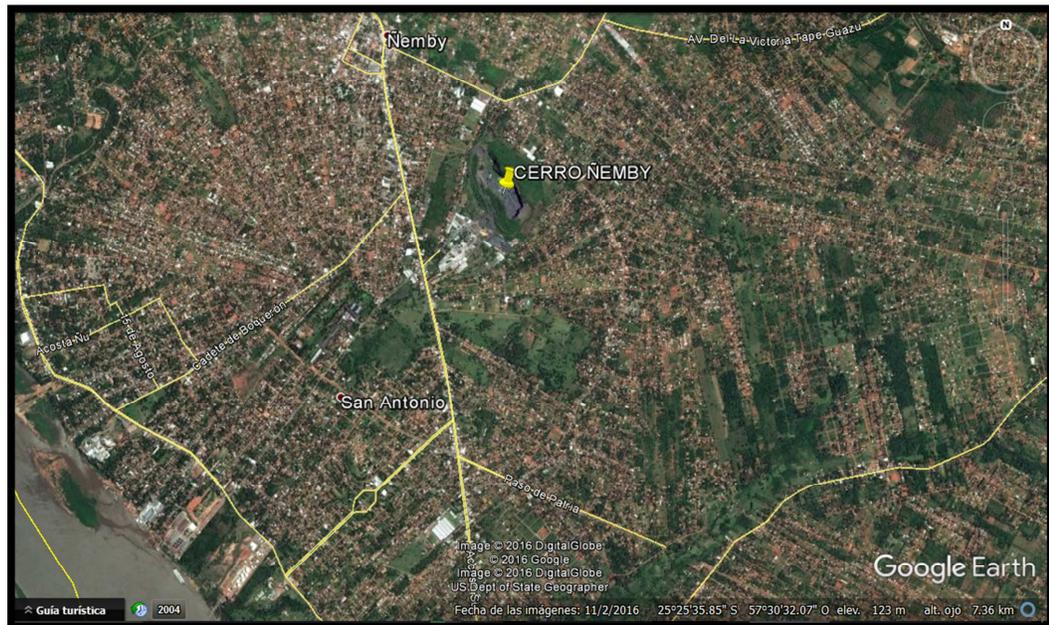


Figura Nº 5: La ciudad de Ñemby ubicada en el Departamento Central, extraído de *Google Earth*.

8. METODOLOGÍA

El nivel de la investigación es cualitativo-cuantitativo, utilizando el método descriptivo retrospectivo, con la siguiente metodología:

De manera exploratoria se realizó una salida de campo a la cantera ubicada en el Cerro Ñemby al igual que se conversó con las personas aledañas a dicha cantera en estudio. Posteriormente se realizó la recopilación bibliográfica, consultando trabajos previos referentes a la génesis del Cerro Ñemby y la geología regional de la zona.

Basados en las salidas de campo se realizaron análisis de material particulado en el aire por el Laboratorio de Investigación de la Atmósfera y Problemas Ambientales (LIAPA), con el cual se determinó el polvo fino y grueso presente en el lugar de estudio.

Se recogieron muestras del agua superficial acumulada que se encuentra en la cantera, para la realización de análisis fisicoquímico.

Se tomaron fotos del estado en que se encuentran las inmediaciones de la cantera del Cerro Ñemby y de las personas que viven en las inmediaciones del mismo.

Se procedió a realizar encuestas a las personas que viven en las inmediaciones de la cantera.

El trabajo de gabinete consistió en la recopilación y ordenamiento de la información obtenida en las salidas de campo, en el laboratorio y en las encuestas realizadas, así como también se realizó la descripción del área de estudio y el análisis de fotografías aéreas de los años 1994 escala 1:20.000 y año 1965 escala 1:50.000, al igual que imágenes satelitales relacionándolas con la situación actual del lugar en estudio y el procesamiento de la información a fin de lograr los objetivos propuestos.

8.1. Área de estudio

Cantera del Cerro Ñemby ubicada en el barrio Caaguazú de la ciudad de Ñemby.

8.2. Universo

Habitantes del barrio Caaguazú de la ciudad de Ñemby.

8.3. Muestra

Se tomarán 50 personas al azar residentes en el barrio Caaguazú

8.4. Unidad de análisis

Cada una de las 50 personas que residen en el barrio Caaguazú de la ciudad de Ñemby.

8.5. Muestreo

El mismo será probabilístico, aleatorio simple.

9. RESULTADOS

9.1. Resultado de las encuestas

Se realizaron encuestas a 50 (cincuenta) personas, residentes en el barrio Caaguazú de la Ciudad de Ñemby, dentro de un perímetro de 200 metros de radio de los focos de las actividades de explotación del cerro, con el fin de percibir sus expectativas y opiniones sobre la explotación de la cantera en la zona y la percepción de su influencia sobre el medio ambiente y las personas, al igual que los efectos que generaron el cierre de la misma.

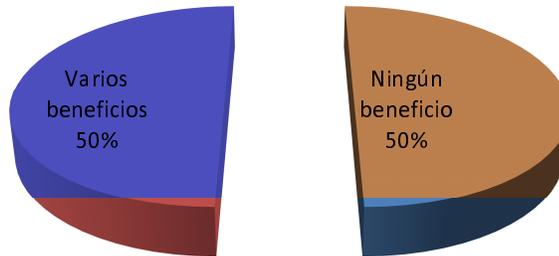
La encuesta consta de tres secciones:

- La primera hace referencia a los datos generales del encuestado y las características de su vivienda.
- La segunda parte está relacionada con los efectos generados por la explotación de la cantera en el aspecto social y ambiental.
- La tercera hace alusión a los efectos observados tras el cese de la explotación.

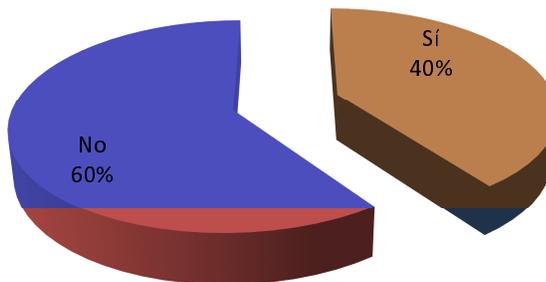
Las personas encuestadas fueron elegidas al azar, integrantes de familias diferentes de manera a obtener una encuesta por cada hogar.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

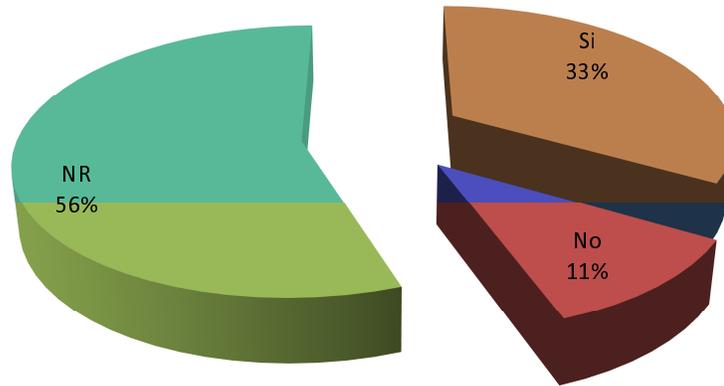
¿De qué manera se ve beneficiada la población de Ñemby por la explotación del Cerro?



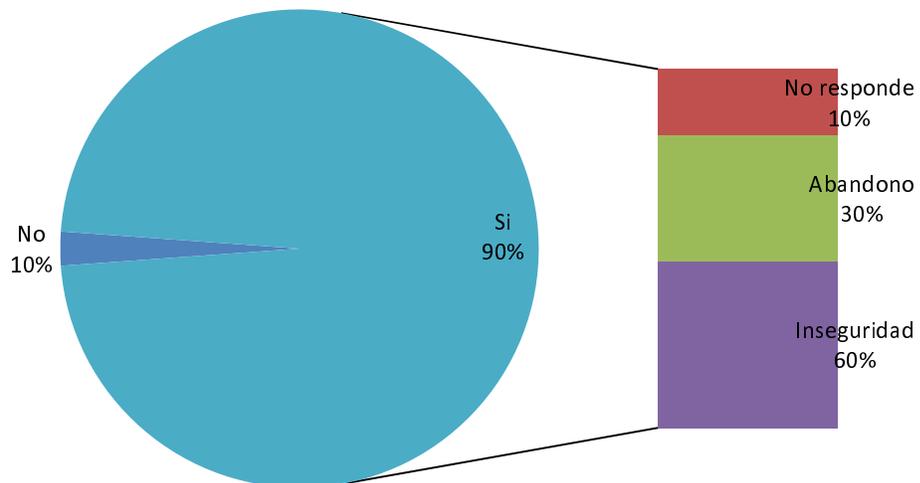
¿La explotación de la cantera afecta la salud de la comunidad?



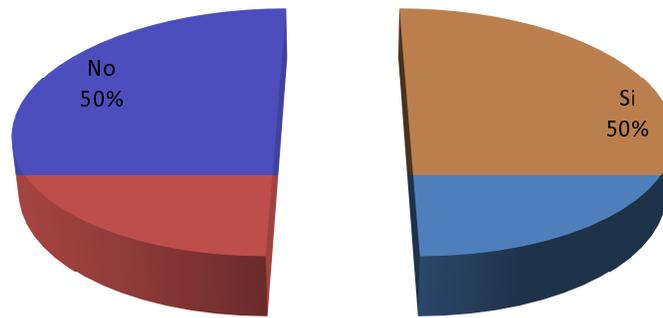
La explotación de la cantera afecta el medio ambiente y el paisaje



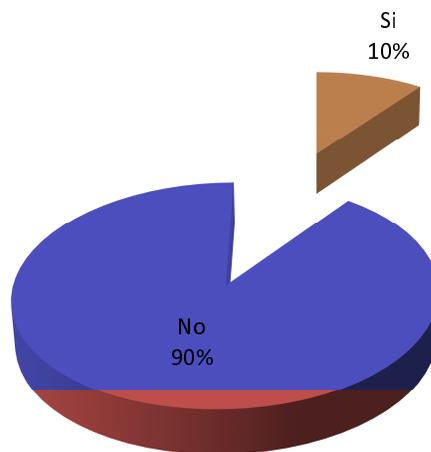
Han notado aspectos negativos tras el cierre de la cantera



Han notado aspectos positivos tras el cierre de la cantera



Ha recibido algún tipo de educación ambiental sobre los problemas relacionados a la explotación de canteras a cielo abierto



9.2. Análisis multitemporal de la expansión de la cantera del Cerro Ñemby

Se realizó análisis multitemporal con la técnica de superposición de imágenes satelitales Google Earth del año 2017 y fotografías aéreas de los años 1965 y 1994 las cuales permiten identificar los cambios que se han generado en el paisaje, haciendo especial énfasis y permitiendo analizar la expansión de la cantera del Cerro Ñemby en el periodo de tiempo de 1965 al 2017.

Las imágenes satelitales Google Earth que se utilizaron presentan una resolución óptima para la identificación de patrones característicos de la vegetación y el crecimiento urbano, además de la expansión de la cantera relacionada a las actividades de extracción de material pétreo a cielo abierto en un contexto temporal.

La explotación de la cantera del Cerro Ñemby se encuentra ligada a la transformación directa del paisaje, y la destrucción de cobertura vegetal que actúa directamente con la expansión de la cantera.

El área de influencia directa abarca todo el predio de la cantera, además de 100 metros a la redonda, en donde se encuentran árboles dispersos, viviendas, todos ellos, recibirán una influencia directa de los impactos producidos por las explosiones y las extracciones realizadas en la cantera. Estas modificaciones son el resultado tanto de acciones directas (destrucción de biomasa) como de introducción de elementos ajenos al ecosistema (compuestos orgánicos, polvo, aceites, gases etc.).

El área de influencia indirecta abarca una zona de 300 metros a la redonda, dentro de esta área se encuentra vegetaciones de diversos estratos, así como árboles y viviendas dispersas, esta zona no recibirá impactos de forma directa y no serán afectadas de una manera considerable. Sin embargo estas sufren una presión considerable que altera igualmente su estructura y su funcionamiento en menor grado.

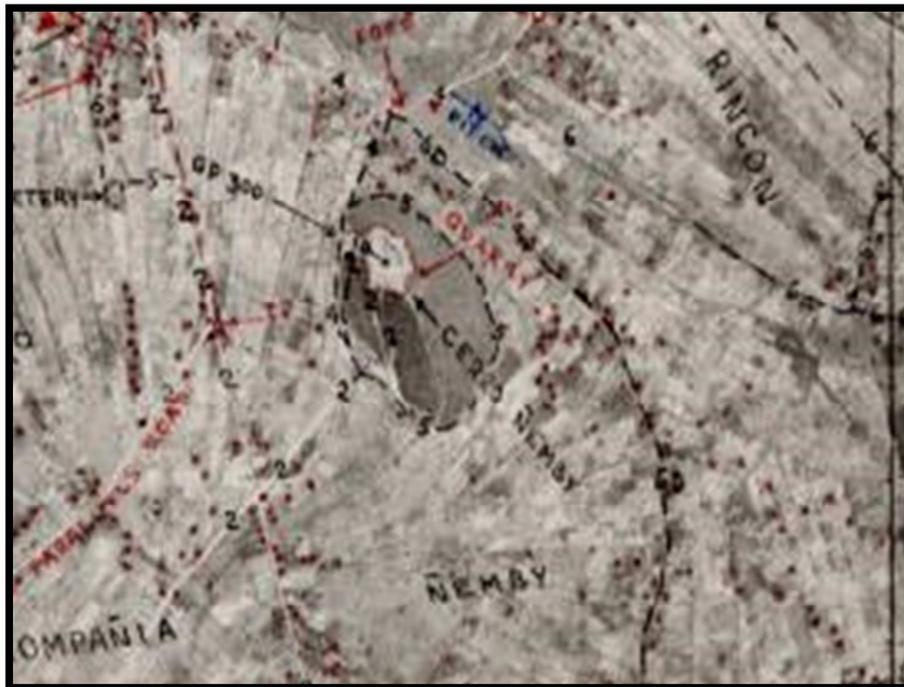


Figura Nº 6: Foto aérea del Cerro Ñemby escala 1:50.000 del año 1965, proveído por el Instituto Geográfico Militar.



Figura Nº 7: Foto aérea del Cerro Ñemby escala 1:20.000 del año 1994, proveído por el Instituto Geográfico Militar.

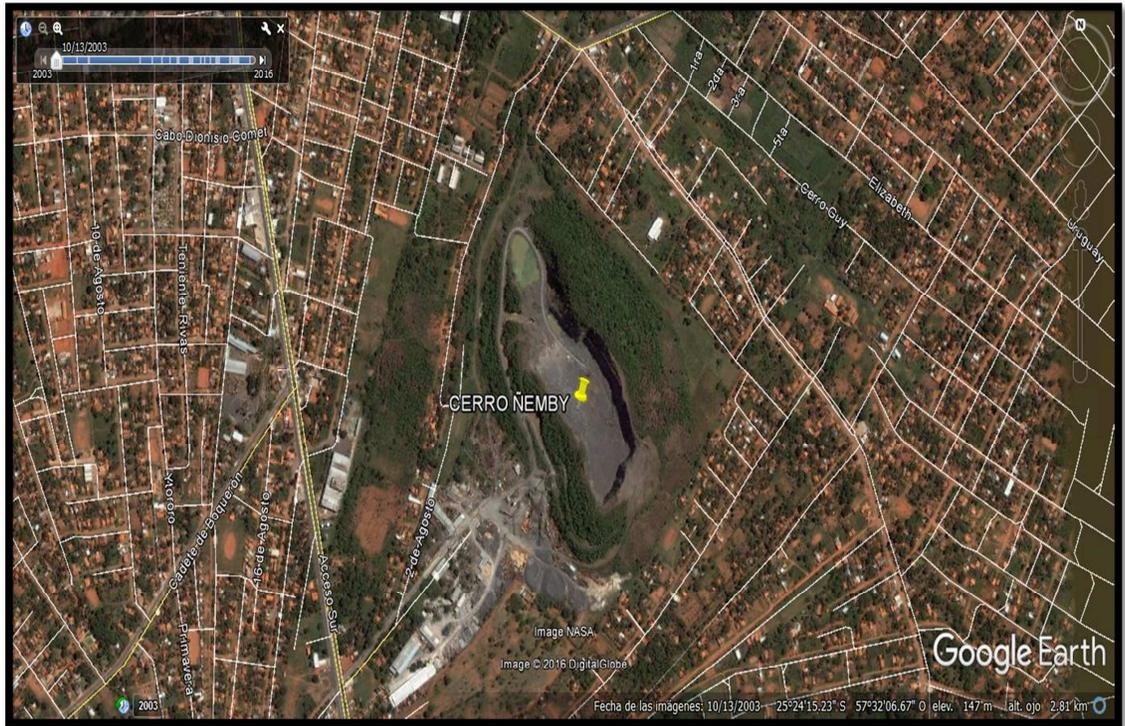


Figura Nº 8: Imagen satelital del Cerro Ñemby del año 2003, extraído de Google Earth.

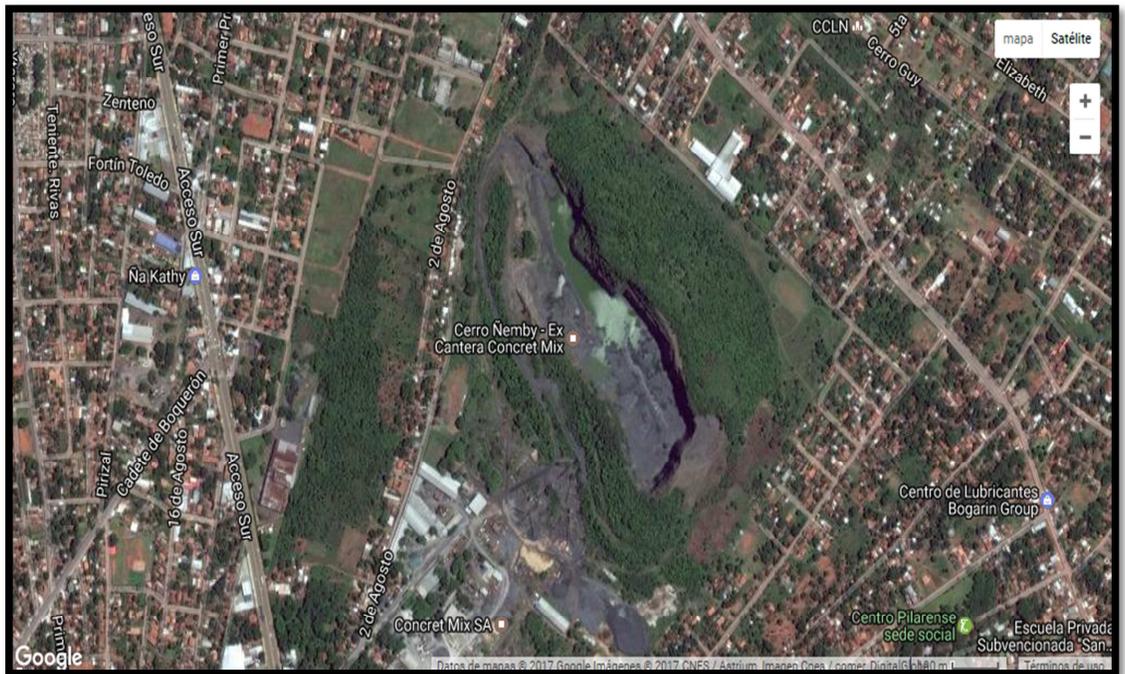


Figura Nº 9: Imagen satelital del Cerro Ñemby del año 2017, extraído de Google Earth.

Earth.

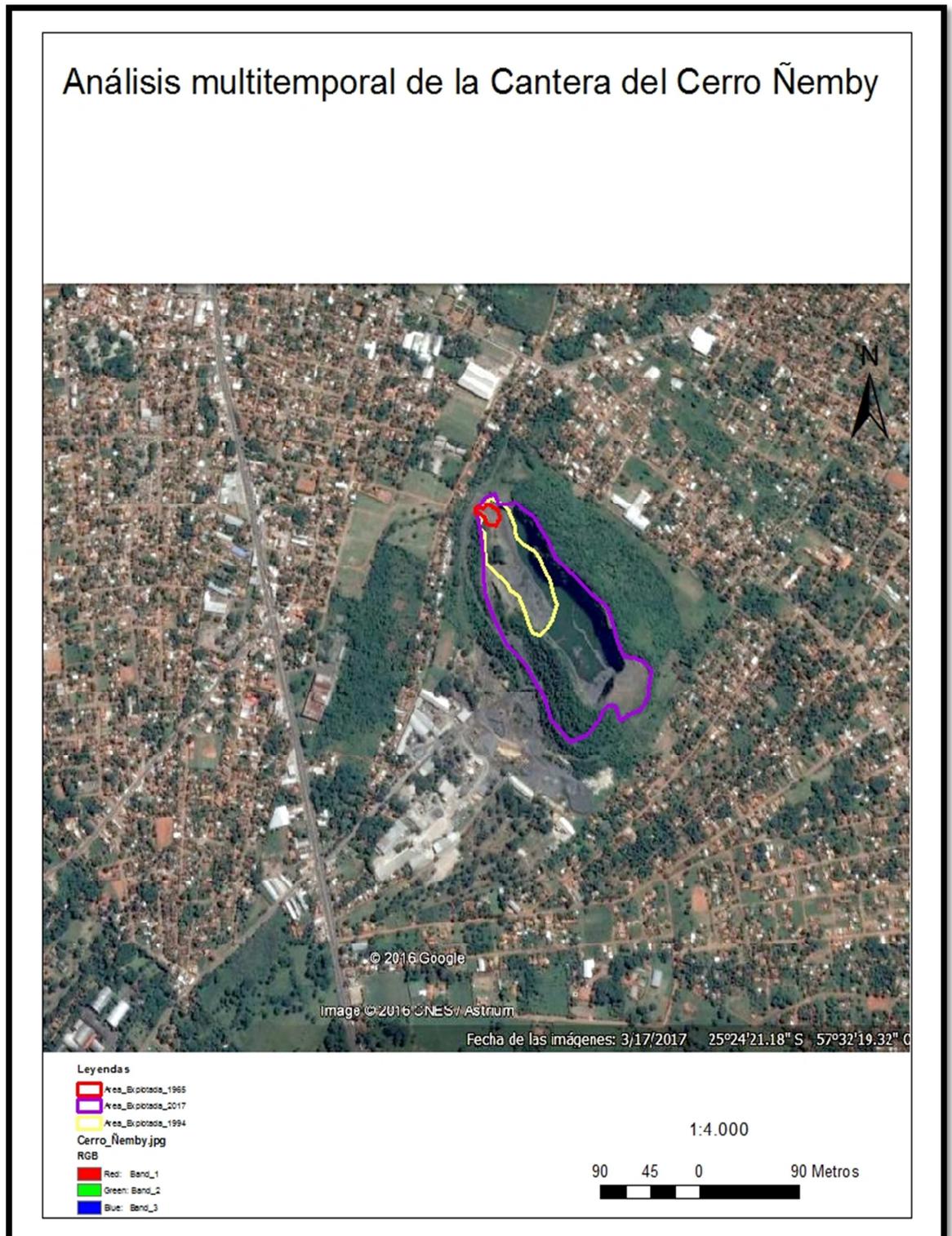


Figura Nº 10: Análisis multitemporal de la explotación de la cantera Cerro Ñemby

9.3. Análisis de la proximidad de cursos de agua a la cantera del Cerro Ñemby

El Río Paraguay se encuentra a 4,41 km al Suroeste de la cantera del Cerro Ñemby.

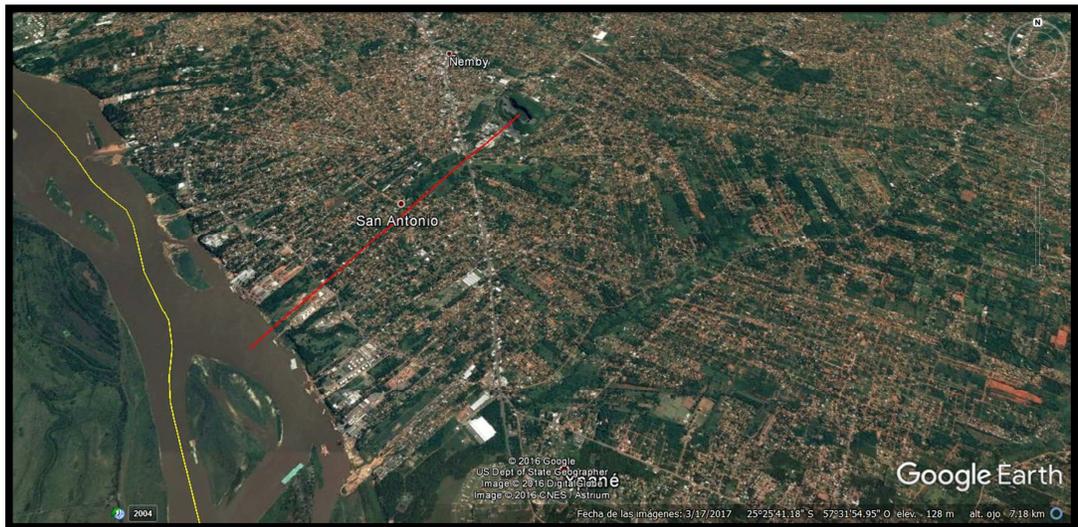


Figura N° 11: Imagen satelital del Cerro Ñemby del año 2017 en relación al Río Paraguay, extraído de *Google Earth*.

El Arroyo Ñemby, se encuentra a 0,82 km al Noroeste de la cantera del Cerro Ñemby.



Figura N° 12: Imagen satelital del Cerro Ñemby en relación al Arroyo Ñemby, extraído

de Google Earth.

9.4. Análisis del perfil de elevación de la cantera del Cerro Ñemby

El perfil de elevación del Cerro Ñemby pone de manifiesto una elevación máxima de 159 metros, en relación a la zona explotada con una elevación de 149 metros con una distancia de 71 metros.

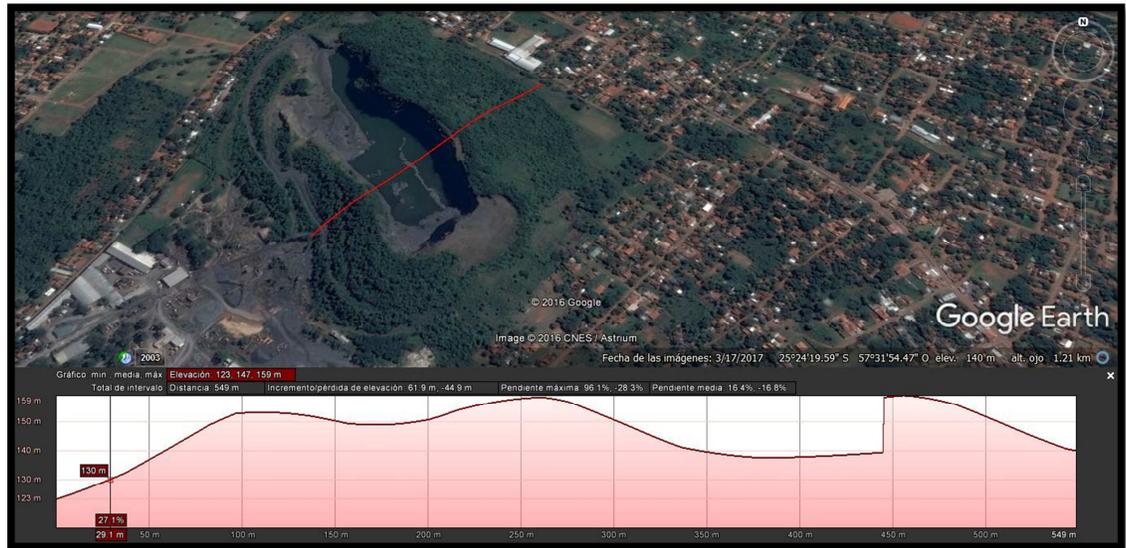


Figura Nº 13: Imagen satelital del perfil de elevación del Cerro Ñemby, extraído de Google Earth

9.5. Análisis del material particulado en el aire

El material particulado respirable presente en la atmósfera de nuestras ciudades en forma sólida o líquida (polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y polen, entre otras) se puede dividir, según su tamaño, en dos grupos principales. A las de diámetro aerodinámico igual o inferior a los 10 μm o 10 micrómetros (1 μm corresponde a la milésima parte de un milímetro) se las denomina PM10 y a la fracción respirable más pequeña, PM2,5. Estas últimas están constituidas por aquellas partículas de diámetro aerodinámico inferior o igual a los 2,5 micrómetros, es decir, son 100 veces más delgadas que un cabello humano.

Según los parámetros de la SEAM y la OMS para el material particulado.

POLVO FINO
CERRO ÑEMBY 30/03/2017 16:04 Hs

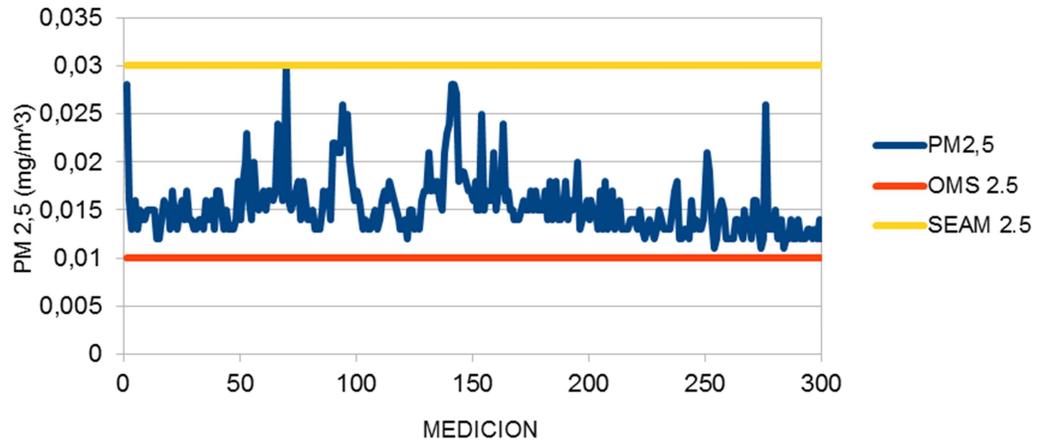


Figura Nº 14: Análisis de material particulado fino realizado por el Laboratorio de Investigación de la Atmósfera y Problemas Ambientales – LIAPA

POLVO FINO
CERRO ÑEMBY 30/03/2017 17:14 Hs

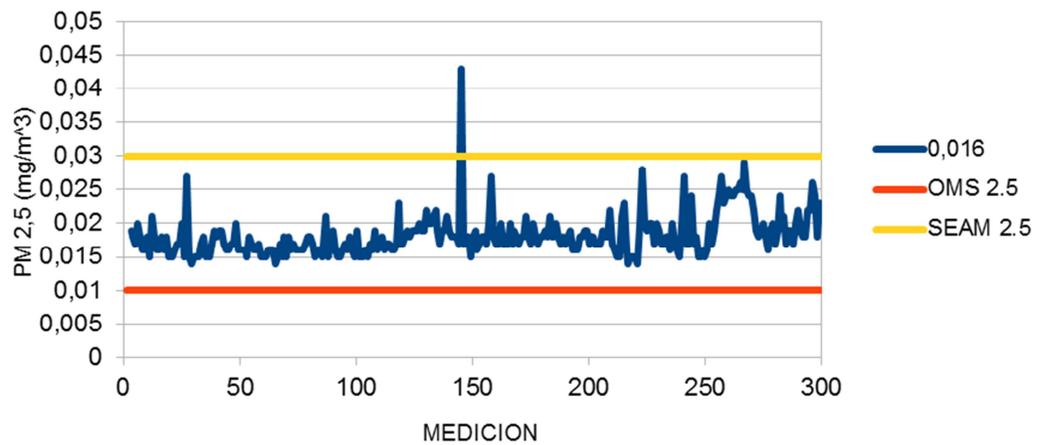


Figura Nº 15: Análisis de material particulado fino realizado por el Laboratorio de Investigación de la Atmósfera y Problemas Ambientales – LIAPA

POLVO FINO
CERRO ÑEMBY 30/03/2017 17:57 Hs

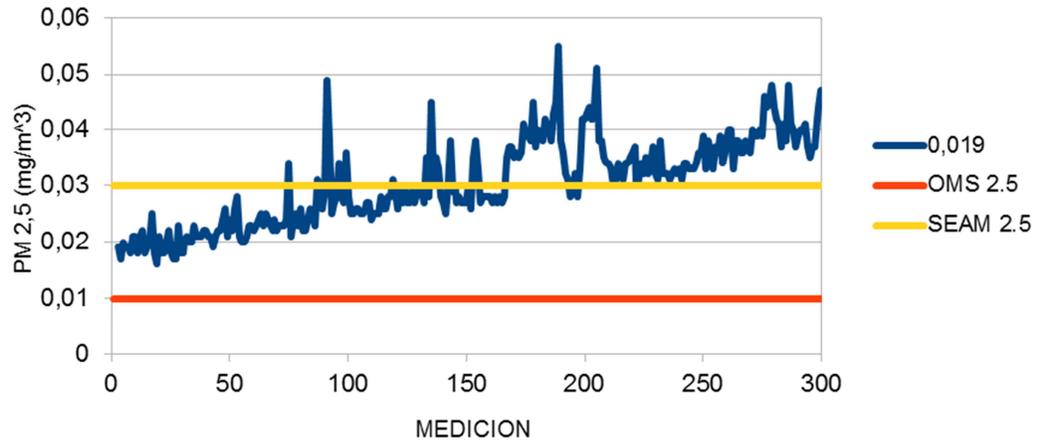


Figura Nº 16: Análisis de material particulado fino realizado por el Laboratorio de Investigación de la Atmósfera y Problemas Ambientales – LIAPA

POLVO GRUESO
CERRO ÑEMBY 30/03/2017 16:04 Hs

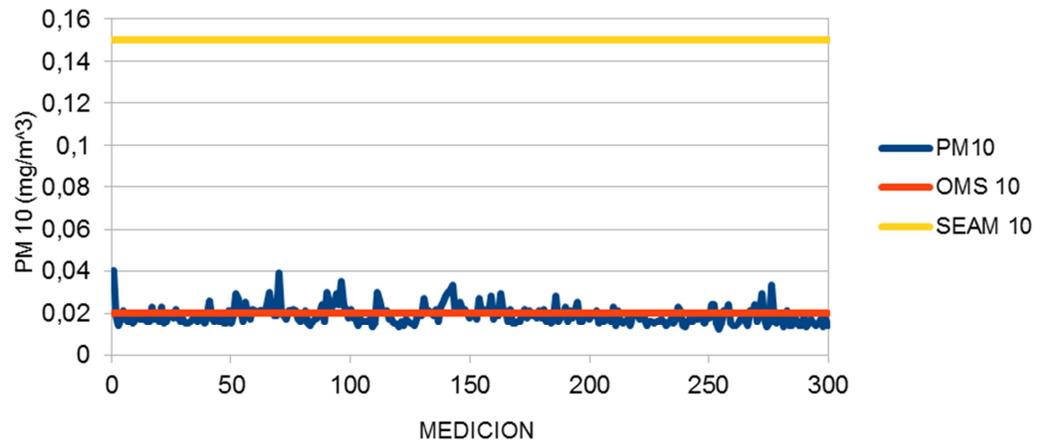


Figura Nº 17: Análisis de material particulado grueso realizado por el Laboratorio de Investigación de la Atmósfera y Problemas Ambientales – LIAPA

POLVO GRUESO
CERRO ÑEMBY 30/03/2017 17:14 Hs

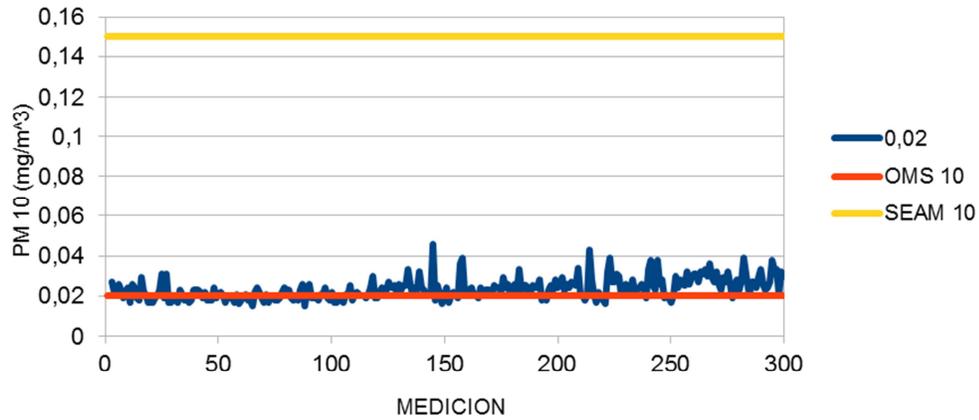


Figura Nº 18: Análisis de material particulado grueso realizado por el Laboratorio de Investigación de la Atmósfera y Problemas Ambientales – LIAPA

POLVO GRUESO
CERRO ÑEMBY 30/03/2017 17:57 Hs

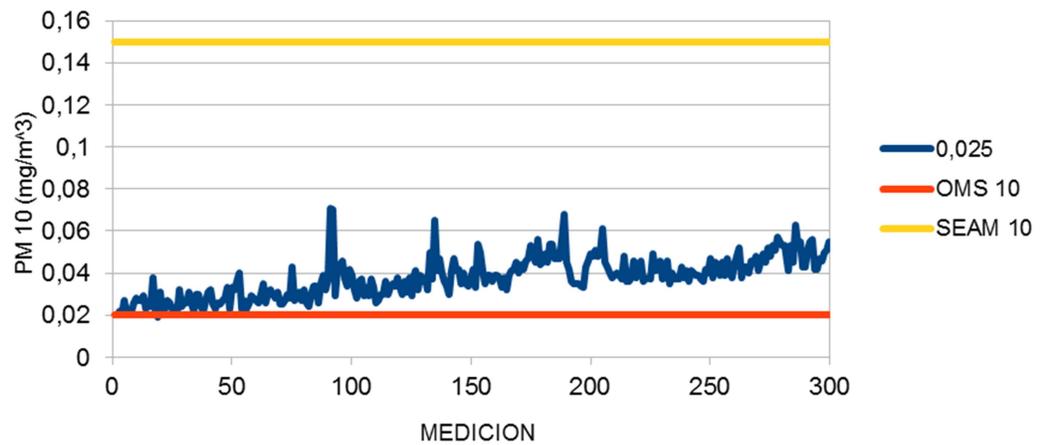


Figura Nº 19: Análisis de material particulado grueso realizado por el Laboratorio de Investigación de la Atmósfera y Problemas Ambientales – LIAPA

METEOROLOGIA CERRO ÑEMBY 30/03/2017					
FECHA	HORA	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD (%)	VIENTO	
				DIRECCION	VELOCIDAD (Km/h)
30/03/17	14:00:00	31.4	63	E (65°-74°)	13
30/03/17	17:00:00	30.4	51	E (85°-94°)	13
30/03/17	20:00:00	22.2	86	E (105°-114°)	9,3

Figura Nº20: Condiciones meteorológicas de la Ciudad de Ñemby.

9.6. Análisis fisicoquímico del agua

Los parámetros utilizados para el análisis físico químico fueron los siguientes, para la utilización del mismo como agua de contacto primario, y descartar la posibilidad de que ésta provenga del acuífero Patiño.

- **Ph:** este valor, que representa el potencial de hidrógeno de una solución acuosa. Un pH igual a 7 indica un medio neutro, menor a 7, un medio ácido y por encima de 7 un medio básico. Valores de pH en el agua entre 6 y 9 son los más aptos para el desarrollo de la vida acuática. El pH de las aguas puede variar según los distintos tipos de vertidos que reciban las mismas. El desarrollo de algas en un curso de agua consume CO₂ y eleva el pH. Un pH por encima de 9 favorece el desarrollo de cianobacterias que no solo afectan la coloración del agua sino que también pueden generar toxinas como las microcistinas (hepatotoxinas), anatoxinas (neurotoxinas) y toxinas irritantes de piel y mucosas. El Ph obtenido de nuestra muestra es de 8,94 siendo el parámetro según la SEAM de 6-9 para aguas de contacto primario.
- **Conductividad:** es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad, es indicativa de la materia ionizable presente en el agua. El agua pura prácticamente no conduce la electricidad, por lo tanto la conductividad que podamos medir será consecuencia de las impurezas presentes en el agua, así el agua potable presenta una conductividad de 5 a 100 uS/cm. Los resultados obtenidos fueron de 395 uS/cm.
- **Sólidos totales disueltos:** pueden afectar seriamente la potabilidad del agua y provocar reacciones fisiológicas adversas en el consumidor. Su límite se establece en 500 ppm (mg/ L), para nuestra muestra se obtuvo 228 mg/L.
- **Materia Orgánica:** la demanda química de oxígeno (DQO) es una técnica usada para cuantificar la materia orgánica total, es la cantidad de oxígeno disuelto consumida por un agua residual durante la oxidación por vía química. Las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 a 5 mg/L. Los resultados obtenidos fueron de 11,14 mg/L.
- **Coliformes fecales:** las bacterias coliformes se toman como indicadores de contaminación del agua porque provienen del tracto intestinal y materia fecal del hombre y los animales, sobreviven largo tiempo en el agua y son fáciles de detectar. En el agua para consumo humano se deben encontrar 0 NMP/100 mL (número más probable/100 mL), mientras que en las aguas recreativas puede aceptarse la presencia de hasta 1000 NMP/100 mL.

- **Nitrógeno amoniacal:** el agua con altas concentraciones de nitratos (NO_3^-) representa un riesgo para la salud. Si se ingiere el agua, la acción de la flora estomacal reductora puede transformar los nitratos en nitritos, capaces de convertir a la hemoglobina en metahemoglobina, inhibiéndose el transporte de oxígeno en la sangre. Aunque este sería un proceso reversible, puede llegar a provocar la muerte, especialmente en niños. Los nitratos también pueden formar nitrosaminas y nitrosamidas, compuestos cuyos efectos son cancerígenos. El valor obtenido por nuestro análisis fue de 0,079 mg/L de un rango de referencia según la SEAM de 0,02 mg/L.
- **Cromo total:** es un tóxico peligroso para la salud humana, causando desde problemas en la piel, daños respiratorios, daño hepático, cáncer de pulmón, úlceras, alteraciones genéticas y en casos extremos, la muerte. Su presencia en el agua se debe a contaminación de tipo industrial. También se observa la presencia de cromo en el ambiente como consecuencia de las emisiones de combustión de combustibles fósiles. Los resultados arrojaron un valor menor a 0,001 mg/L siendo el valor de referencia según la SEAM 0,5 mg/L.
- **Caracteres organolépticos:** aguas de aspecto visual turbio con leve tonalidad verdosa. No se observan grasas, aceites, espumas ni otros materiales flotantes. En el día de muestreo no se perciben olores desagradables.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCION
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Laboratorio de Calidad de Agua

INFORME DE ENSAYO

INF.0368/2017

Solicitante: NOELIA BENITEZ	Solicitud de trabajo N°: 171/2017
Dirección: Padre Trujillo c/Rafael Barreto	Código de ítem: 363

Descripción de ítem: Agua superficial. Distrito: Ñemby. Departamento: Central.
Fecha de muestreo: 07/05/2017

Fecha de recepción: 08/05/17	Fecha de inicio de ensayo: 08/05/17	Fecha del informe: 11/05/17
------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------

Determinaciones	Métodos	Resultados	Unidad	Referencia - Resol. N° 222/02 SEAM- Máximos permisibles
pH	PRO.ME 002-Rev.02/SM 4500-H ⁺ B	8,94	UpH	6,0 – 9,0
Conductividad	SM 2510 B	395,0	µS/cm	SR
Materia Orgánica (como O ₂)	Reducción del Permanganato - NN	11,14	mg/L	SR
Sólidos Totales Disueltos a 180°C	SM 2540 C	228,0	mg/L	500
N-Amoniaco (N-NH ₄)	Azul de Indofenol - NN	0,079	mg/L	0,02
Cromo (Cr) Total	SM 3500-Cr D	<0,001	mg/L	0,5
Coliformes Fecales, en 100 mL	SM 9222 D	2680	UFC	1000

Abreviaturas: UpH = unidad de pH, µS/cm = micro siemens por centímetro, mg/L = miligramos por litro, N = nitrógeno, O₂ = oxígeno, °C = grados Celsius, mL = mililitros, UFC = Unidades Formadoras de Colonias, < = menor que, R = sin referencia, Resol. = resolución. SM = Método Estándar - Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, edición N° 17 (APHA-AWWA-WPCF). PRO.ME = procedimiento interno, Rev. = revisión, SEAM = Secretaria del Ambiente.

Ítem: muestra ensayada

Notas:

- Las referencias corresponden a agua de la Clase 2.
- Este informe solo puede ser reproducido en forma completa con autorización del Laboratorio.
- El(Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) únicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s) y suministrada(s) por el solicitante.



Prof. Lic. Estanislao Acosta Morales
Jefe, Laboratorio de Calidad de Agua

Fin del informe

Pag. 1/1

REG 063.04

10. DISCUSIÓN

Los efectos que el material particulado causan en la salud de las personas han estado históricamente asociados a las enfermedades de tipo respiratorio, tales como la bronquitis, y más recientemente también se han analizado y demostrado sus efectos sobre dolencias de tipo cardiovascular. Los últimos trabajos científicos sugieren que este tipo de contaminación, y particularmente las partículas procedentes del tráfico urbano, está asociado a incrementos en desarrollo del asma y alergias entre la población infantil. En el caso de las PM 2,5, su tamaño hace que sean 100% respirables ya que viajan profundamente en los pulmones, penetrando en el aparato respiratorio, incluso pueden llegar al torrente sanguíneo. Además estas partículas de menor tamaño están compuestas por elementos que son más tóxicos (como metales pesados y compuestos orgánicos) que los que componen, en general, las partículas más grandes.

Las partículas PM 2,5, por tanto, se pueden acumular en el sistema respiratorio y están asociadas, cada vez con mayor consistencia científica, con numerosos efectos negativos sobre la salud, como el aumento de las enfermedades respiratorias y la disminución del funcionamiento pulmonar. Los grupos más sensibles (niños, ancianos y personas con padecimientos respiratorios y cardiacos) corren más riesgo de padecer los efectos negativos de este contaminante.

La contaminación con partículas conlleva efectos sanitarios incluso en muy bajas concentraciones; de hecho, no se ha podido identificar ningún umbral por debajo del cual no se hayan observado daños para la salud.

La presencia en la atmósfera de este contaminante ocasiona variedad de impactos a la vegetación, materiales y el hombre, entre ellos, la disminución visual en la atmósfera, causada por la absorción y dispersión de la luz (Chen, Ying & Kleeman, 2009). Además, la presencia del material particulado está asociada con el incremento del riesgo de muerte por causas cardiopulmonares en muestras de adultos (Pope, 2004).

En cuanto al deterioro paisajístico en áreas visualmente valiosas o

vulnerables, en el análisis multitemporal se pudo observar el aumento del área explotada en relación directa al tiempo, al igual que las instalaciones de la empresa encargada de la extracción para el almacenamiento y producción de la materia prima, entre mayor expansión mayor extracción de material pétreo y por tanto mayor producción.

El análisis de las imágenes satelitales dejó en claro, el elevado valor paisajístico y ecológico, alterado severamente por la explotación. Además del aumento de la población en la zona resultando mayor la cantidad de personas afectadas por la explotación.

Según establece la legislación vigente, una vez que la actividad minera haya concluido, se debe realizar una restauración ecológica de manera a obtener, en la medida de lo posible, los sistemas naturales originales, que por el momento no se ha cumplido en el caso de la cantera del Cerro Ñemby.

Si bien la implantación de una fase herbácea inicial para la sujeción de las tierras en los taludes con fuerte pendiente es necesaria, los planteamientos de la revegetación deben ser más amplios, al igual que la recuperación de la fauna que ha sido desplazada por la explotación de la cantera.

En cuanto a la utilización del agua superficial acumulada en la cantera del Cerro Ñemby para uso con fines recreativos, ésta supone una calidad bacteriológica no apta como para beberla, pero que debería ser mantenida razonablemente libre de bacterias patógenas, así como el agua para fines recreativos debería estar libre de contaminantes químicos que presenten toxicidad. La fuente de alimentación de este cuerpo de agua es el agua de lluvia.

Conforme a los estudios realizados al cuerpo de agua esta se encuentra clasificada como agua de Clase 2 o agua superficial, cuenta con los parámetros necesarios para ser utilizada como agua de recreo, observando la precaución de no ingerirla, su calidad es también aceptable para riego y para usos industriales. El agua no es apta para consumo humano sin potabilizar sin embargo debe ser tratada para optimizar su calidad y prevenir posibles riesgos de contaminación.

En la actualidad esta agua es utilizada por las personas en épocas de verano para aplacar el intenso calor (Figura N° 22), sin embargo constituye un peligro por el riesgo de ahogo de personas, ya que en el lugar no existe señalización alguna y tampoco equipos de salvavidas.

El análisis físico químico de este cuerpo de agua arrojó resultados muy elevados de coliformes fecales, conductividad, materia orgánica y Ph, por ésta razón no debe ser utilizado sin recibir un tratamiento previo.

Otro riesgo para personas y/o animales no menos importante que el mencionado anteriormente es la generación de taludes en condiciones inestables y con pendientes muy pronunciadas con riesgos de fracturamiento y posterior derrumbe.

El desarrollo de basurales en las cercanías de la cantera procede de residuos sólidos urbanos y domiciliarios (Figura N° 24), frecuentemente con presencia de sustancias peligrosas, que conllevan la proliferación de vectores de enfermedades, contaminación de aguas subterráneas, etc. Estos son arrastrados por la escorrentía superficial y diseminada por varios kilómetros al igual que la piedra triturada proveniente de la cantera (Figura N° 27), los mismos van a parar a los arroyos cercanos pudiendo producir a largo plazo la colmatación de los mismos.

A todo lo mencionado anteriormente le debemos sumar la inseguridad reinante en los alrededores del predio del Cerro Ñemby, se han producido varios hechos delictivos y es utilizado en horas de la noche como aguantadero de drogadictos.

Los resultados obtenidos en este estudio indican que el impacto generado por la explotación de la cantera en el Cerro Ñemby en los habitantes del Barrio Caaguazú ha sido considerable, esto genera la importante decisión de hacer frente a esta problemática generando y divulgando sistemáticamente el conocimiento del entorno, y promover una nueva cultura y participación popular. La generación y divulgación de la problemática ambiental del desarrollo, se debe efectuar en los habitantes de la Ciudad de Ñemby de manera a concienciar a las personas de la importancia del patrimonio que poseen y los efectos nocivos que producen la explotación sin una planificación del ordenamiento territorial.

Debemos potenciar el desarrollo sostenible, adecuando el territorio para realizar actividades mineras que no causen impactos severos sobre los ecosistemas y las personas.

11. RECOMENDACIONES

En este trabajo se recoge el impacto ambiental y social producido por la explotación de la cantera del Cerro Ñemby tras su cierre en junio de 2016, por lo cual recomendamos la realización de un examen más exhaustivo sobre el comportamiento de las partículas PM 2,5 y su impacto en la salud de los pobladores a través de su influencia sobre los ingresos hospitalarios.

Para mejorar la calidad del cuerpo de agua se recomienda bajar el Ph cada vez que supere el valor de 9. También es conveniente la oxigenación, lo que se puede lograr en forma sencilla mediante agitación intensa de sus aguas. Algunos métodos de oxigenación sugeridos podría ser el de generar corrientes de intercambio de oxígeno mediante el bombeo de chorros de agua hacia la superficie de la laguna o agitación mediante un molino de paletas. Una disminución en los valores de coliformes fecales mediante técnicas adecuadas se traducirán en un mejor aprovechamiento del agua.

La utilización como lugar recreativo donde se puedan realizar actividades como el senderismo, observatorio de especies o área de interés geológico, escalada, campos para práctica deportiva, museo de la explotación, etc. implica tener en cuenta los siguientes aspectos necesarios; la estabilidad de taludes, buenas prácticas geotécnicas del suelo restaurado, accesos, medidas de seguridad para los usuarios, pendientes suaves y la adecuación de la laguna artificial conforme a lo mencionado anteriormente.

12. CONCLUSION

Se identificaron los principales impactos ambientales que se produjeron como consecuencia de la explotación de la cantera del Cerro Ñemby, a partir del establecimiento de las principales acciones susceptibles de producir dichos impactos (voladura, excavaciones, transportación, procesamiento de la materia prima y su almacenamiento) y su interacción con los componentes del medio (suelo, aire, agua, paisaje).

Todas estas acciones afectan en mayor o menor medida a todos los factores del medio al igual que a las personas que habitan en el lugar. Los impactos más significativos ocurren durante la extracción; los componentes del medio, más afectados son el suelo, el aire, y el agua.

De acuerdo con las primeras observaciones realizadas en este estudio, se ha podido establecer que existe una relación entre el impacto ambiental producido por la explotación de la cantera y la salud de los pobladores.

Por otra parte se proponen medidas para mitigar sus afectaciones y las acciones a tener en cuenta para el uso recreativo del lugar.

Ante todo lo expuesto, se tendría en cuenta para la recuperación del territorio afectado por la explotación de la cantera del Cerro Ñemby, principalmente el valor del patrimonio con fines turísticos, por otro lado, la restauración ecológica y la reactivación económica a través de programas de formación y empleo de los pobladores de la comunidad que trabajaban en dicha cantera, de manera a lograr un equilibrio entre la comunidad y el medio ambiente.

13. BIBLIOGRAFIA

BAEZ, P.J.1992. *Geología da folha 5569-III, La Colmena, Paraguay Oriental*.Diss. Mestr. Universidade de Sao Paulo. Sao Paulo.

BITSCHENE, P.R. 1987. *Mesozoischer und kanozoischer anorogener magmatismus in Ostparaguay*.ArbeintenzurGeologie und Petrologie zweieralkaliprovinzen. Diss. Nat. Math. Fak.Univ. Heidelberg. Heidelberg.

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico y Servicio Geológico Minero Argentino. 2002. *La minería en el contexto de la ordenación del territorio*. Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Brasil.

CANTER, L. 2002. *Manual de evaluación de impacto ambiental*. SegundaEdición. Madrid. Mc Graw Hill.

CHEN, J., YING, Q., & KLEEMAN, M. 2009. Source apportionment of visualimpairment during the California regional PM10/PM2.5 air quality study.*Atmospheric Environment*.

CONESA, Vicente. 1997. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid. Ediciones Mundi- Prensa.

COSTA RICA. 2009. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. *Guía de gestión ambiental para la minería no metálica*. Editorial Unicornio. Costa Rica.

DIONISI, A., 1999. *Mapa Geológico de la República del Paraguay:Hoja Caacupé 5470*. MOPC, BGR. Esc. 1:100000. Texto Explicativo. Paraguay.

FERNANDÉZ, M. A. 1996. *Ciudades en riesgo. Degradación ambiental, riesgos y desastres*. Argentina. Usaid.

FULFARO, V. J. 1996. *Geología del Paraguay Oriental. Magmatismo alcalino en Paraguay Central- Oriental*. Sao Paulo

GARZÓN, N. 2013. *Análisis preliminar de los impactos ambientales y sociales generados por la minería de arcillas a cielo abierto en la vereda el mochuelo bajo, ciudad Bolívar, Bogotá. Estudio de caso.* Tesis. Facultad de estudios ambientales y rurales. Colombia.

GOBIERNO DE ARAGON. Instituto Nacional de Gestión Ambiental. *Manual de restauración de explotaciones mineras a cielo abierto de Aragón.* Aragón.

GUTIERREZ, B. CARMONA, E y CÁRDENAS, H. 1986. *Política, Metodología y Sistemas de Información para el Manejo de Cuencas Hidrográficas.* Secretaría de Agricultura de Antioquia. Medellín.

HARRINGTON, H. J. 1950. *Geología del Paraguay Oriental.* Buenos Aires.

MONTSE JORBA PEIRÓ. 2006. La restauración ecológica en minería: El proyecto Ecoquarry.

PALMIERI, J.H. Y VELÁZQUEZ, J.C. 1982. *Geología del Paraguay.* Paraguay.Ed. Napa.

POPE. CA III. 2004. Air Pollution and Health - Good News and Bad.New England Journal of medicine Vol. 351. No. 11

PUTZER, H., 1962.*Die Geologie von Paraguay; BeitragezurRegionalenGeologie der Erde.* Vol. 2, GebruderBorntraeger, Alemania.

RATHORE, C.S. & WRIGHT, R. 1993.*Monitoring environmental impacts of surface coal mining.*Madrid. Inst. J. Remote Sensing.

ROJAS, G. 1996. *Evaluación Social de Proyectos, Aplicada al medio ambiente.* Bogotá. TM Editores.

VELAZQUEZ, V. F. 1992. *Provincia Alcalina Central, Paraguai centro-oriental.* Aspectos tectónicos, petrográficos e geocronológicas. Dissertacao de Mestrado. Universidade de Sao Paulo. Sao Paulo.

14. ANEXOS



Figura Nº 21: Actividad religiosa (Día de la Cruz) realizada en el Cerro Ñemby.



Figura Nº 22: Cuerpo de agua utilizado por las personas en épocas de intenso calor, extraído del Diario ABC color.



Figura Nº 23: Sector Noroeste del Cerro Ñemby



Figura Nº 24: Inmediaciones del Cerro Nemby, utilizado como vertedero de residuos sólidos.



Figura Nº 25: Sector Noreste utilizado como vertedero de residuos sólidos y con presencia casas precarias



Figura N° 26: Vertedero de residuos sólidos en el sector Norte del Cerro Ñemby



Figura N° 27: Cárcavas producidas por el agua de lluvia con material depositado



Figura Nº 28: Vista panorámica de la explotación del Cerro Ñemby



Figura Nº 29: Xenólitos de dunita en nefelinita de la Formación Ñemby



Figura Nº 30: Desarrollo de estructura columnar en nefelinitas de la Formación Ñemby.



Figura Nº 31: Otra toma de la estructura columnar desarrollada en nefelinita de la Formación Ñemby.

15. GLOSARIO

- **Cantera:** explotación minera, generalmente a cielo abierto, en la que se obtienen rocas industriales, ornamentales o áridos.
- **Escorrentía:** agua de lluvia que discurre por la superficie de un terreno.
- **Estructura columnar:** estructuras prismáticas alargadas en forma de columnas de sección hexagonal.
- **Mediterráneo:** dícese de lo que está rodeado de tierra.
- **Mitigación:** conjunto de medidas que se pueden tomar para minimizar los impactos ambientales negativos.
- **Ordenamiento Territorial:** expresión espacial de las políticas económicas, sociales, culturales, y ecológicas de la sociedad.
- **Potencial de Hidrógeno (PH):** es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución.
- **Rehabilitación:** conjunto de técnicas y métodos que sirven para habilitar de nuevo o restituir algo a su antiguo estado.
- **Rift:** fosas tectónicas alargadas donde la corteza terrestre está sufriendo divergencia y distensiones, producto de la separación de placas tectónicas.