UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA (UNIA)

SEDE IBEROAMERICANA SANTA MARÍA LA RÁBIDA
HUELVA, ESPAÑA

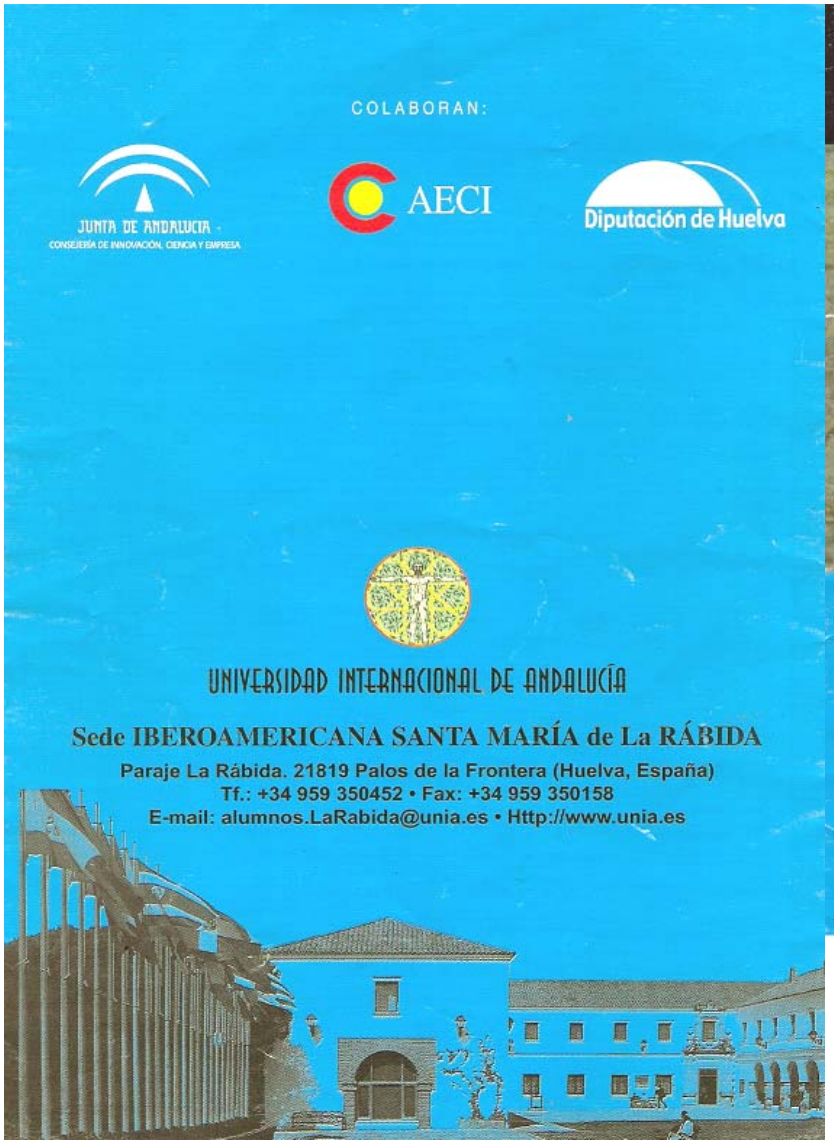
RESUMEN DE MEMORIA DE INVESTIGACIÓN

BIENO 2007 - 2008

Por: Tupak Obando R., Geólogo

Programa Interuniversitario de Doctorado y Máster Universitario (Maestría) en Geología y Gestión Ambiental de los Recursos Mineros

HUELVA, ESPAÑA 2007



PROGRAMA DE DOCTORADO Y MAESTRÍA EN GEOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS RECURSOS MINERALES

II. PERIODO DE DOCENCIA

MEMORIA RESUMEN DEL PERIODO DE DOCENCIA

La Tabla I presenta los 28 créditos cursados en la etapa de docencia, se detalla cada uno de los cursos de Doctorado tomado y profesorado que impartieron los mismos. Todos estos cursos están adscritos al programa de doctorado "**Geología y Gestión Ambiental de los Recursos Minerales**" correspondiente al Bieno 2007 – 2008

Los cursos se realizaron mediante clases teóricas y/o prácticas (laboratorio y campo) durante los meses de Abril a Julio del 2007 y los criterios de evaluación fueron diferentes en función del profesorado.

PARTICULARIDADES DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS

- PhD: Consta de dos período, de Docencia (20 créditos) y de Investigación (12 créditos)
- MSc: Consta de dos período, de Docencia (58 créditos) y de Investigación (12 créditos)
- Línea y tutores de Investigación: 6 y 22 respectivamente. LI: Contaminación de suelos y agua
- Universidades, empresas mineras e instituciones colaboradoras: 10, 6 y 2 respectivamente

ESTRUCTURA DE LOS ESTUDIOS Y ORGANIZACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

MODULOS REALIZADOS, CON SUS RESPECTIVOS CRÉDITOS Y PROFESORADO

Nº	Curso	Tipo	Créd.	Fechas	Profesorado	Centro de Trabajo	PD	MU	EU1	EU2	EU3
1	Módulo no presencial: *Introducción a las orientaciones, contenidos y métodos de la Geología de recursos minerales y de sus aspectos ambientales*		10	01 al 28/02/07	Dr. Gabriel Ruiz de Almódovar Sel Dr. Jose Miguel Nieto Liñan D. Reinaldo Sáez Ramos Dr. Teodosio Donaire Romero Dr. Manuel Olías Álvarez Dr. Francisco M. Alonso Chaves Dr. Juan Carlos Fernández Caliani D. Manuel Toscano Macías	Universidad de Huelva		X			
2	*Introducción a la Geología y Origen de los Yacimientos Minerales*		3	09/04 a 19/04/07	Dr. José Torres Ruiz Dr. Fernando Tornos Arroyo Dr. Gabriel Ruiz de Almodóvar Sel Dr. Salvador Morales Ruano	Universidad de Granada IGME - Salamanca Universidad de Huelva Universidad de Granada					
3	*Yacimientos Minerales I (asociados a rocas ígneas)*		3	16/04 a 27/04/07	Dr. Salvador Morales Ruano Dr. Fernando Gervilla Linares Dr. Fernando Tornos Arroyo	Universidad de Granada Universidad de Granada IGME					
4	*Yacimientos Minerales II (en secuencias sedimentarias y volcánicas)*		3	30/04 a 11/05/07	Dr. Francisco Velasco Roldán Dr. José Torres Ruiz Dr. Teodosio Donaire Romero Dr. Emilio Pascual Martínez Dr. Gabriel Ruiz de Almodóvar Sel	Univ. del País Vasco Universidad de Granada Universidad de Huelva Universidad de Huelva Universidad de HUelva					
5	*Minerales Industriales*		2	14/05 a 18/05/07	D. Carlos Feixas	Geomina S.L.					
6	*Geología Aplicada a la Exploración y Explotación de Recursos Minerales*		5	09/04 a 28/04/07	D. Reinaldo Sáez Ramos D. Gobain Ovejero D. Sergio Tenorio Matanzos D. Raúl Hidalgo D. Victor Guerrero Merino Dr. Carlos Fernández Rodríguez Dra. Encarnación García Navarro	Universidad de Huelva Cobre Las Cruces Profesional autónomo Minas d Aguas Teñidas Minas d Aguas Teñidas Universidad de Huelva Universidad de Huelva					
7	*Exploración Geoquímica*		3	23/04 a 05/05/07	D. Reinaldo Sáez Ramos D. José Luis Crespo Dr. Fernando J. Palero Fernández	Universidad de Huelva SIEMCALSA Universidad Castilla-La Mancha					
8	*Exploración Geofísica*		3	07/05 a 18/05/07	Dr. Francisco M. Alonso Chaves D. Islas Fernández Rodríguez D. Carlos Gata Maya	Universidad de Huelva GEOGNOSIA GEOGNOSIA		X		X	
9	*Teledetección y SIG*		3	21/05 a 01/06/07	D. Rubén Fdez.Villarán Sanjuan Dr. Santiago García López D. Manuel Toscano Macías	Universidad de Huelva Universidad de Cádiz Universidad de Huelva		X		X	X
10	*Métodos y Técnicas de Análisis de Minerales, Rocas, Suelos y Aguas*		4	04/06/ a 08/06/07	Dr. Esteve Cardellach López Dr. Nicolás Velilla Sánchez Dr. Albert Soler Gil Dr. Jesús de la Rosa Diaz	Univ. Auton. Barcelona Universidad de Granada Univer. de Barcelona Universidad de Huelva	X	X			
11	*Introducción a la Gestión de Empresas y de Proyectos en el ámbito Geológico-Minero y Ambiental*		2	21/05 a 01/06/07	D. José Suárez Suárez D. Federico Salvador	Universidad de Huelva Minas d Aguas Teñidas		X		X	
12	*Geoquímica Ambiental*		3	11/06 a 15/06/07	Dra. Annamaria Lima Dr. José Miguel Nieto Liñán	Universidad de Nápoles Universidad de Huelva	X	X			X
13	*Interacción Agua-Roca*		3	18/06 a 22/06/07	Dr. Carlos Ayora Ibañez	Instituto Jaime Almera CSIC - Barcelona	X	X			X
14	*Contaminación y Remediación de Aguas y suelos de Mina*		3	25/06 a 03/07/07	Dr. Paul Younger Dr. Juan Carlos Fernandez Caliani Dr. Manuel Olías Álvarez	Univ. Newcastle Universidad de Huelva Universidad de Huelva	X	X			X
15	*Caracterización del Medio y Análisis de Riesgos*		3	11/06 a 15/06/07	Dr. Benedetto de Vivo Dr. José Miguel Nieto Liñán	Universidad de Nápoles Universidad de Huelva	X	X			X
16	*Gestión de residuos y minería sostenible*		3	18/06 a 22/06/07	Dr. Berharnd Dold	Univ. Lausana	X	X			X
17	*Trabajos de Campo I (aspectos geológicos, de exploración y evaluación)*	O(6)	3,5	22/04 a 02/06/07	Dr. Gabriel Ruiz de Almodóvar Sel D. Reinaldo Sáez Ramos Dr. Teodosio Donaire Romero Dr. Encarnación García Navarro Dr. Carlos Fernández Rodríguez Dr. Emilio Pascual Martínez	Universidad de Huelva		X	X	X	
18	*Trabajos de Campo II (aspectos ambientales)*	O(6)	2,5	11/06 a 03/07/07	WDr. José Miguel Nieto Liñan	Universidad de Huelva		X			X

MEMORIA RESUMEN DEL PERIODO DE DOCENCIA

APORTACIONES LOGRADAS DEL PROGRAMA DE ESTUDIO

❑ FORMACIÓN PROFESIONAL

a).- Enseñanzas avanzadas e integradoras (teóricas/prácticas) entre las ciencias de la tierra, minería acompañado del ambiente

b).- Prospección, evaluación, y gestión sostenible de los recursos minerales y sus potencialidades industriales

c).- Evaluación, prevención y remediación del impacto ambiental relacionado con la exploración, explotación, tratamiento y cierre minero

❑ INVESTIGACIÓN REALIZADA

a).- Ofrecimiento de herramientas científico-técnicas para el análisis exhaustivo y minucioso de escenarios mineros no metálico con vista a la mitigación y y prevención de múltiples afectaciones ambientales en sistemas físicos como bióticos naturales

b).- Dotación o transferencia de enseñanzas analítico - práctico sobre la aplicación y manejo de instrumental sofisticado de laboratorio apoyado de herramientas informáticas de última generación, medios tecnológicos, entre otros.

c) Proporciona mecanismos alternativos para la remediación, y sistemas de tratamiento de espacios mineros inactivos para su provecho turístico

d).- Concede estrategias y protocolos técnicos para el estudio y destino de material minero residual indeseable, y el análisis de riesgos ulteriores a fin de buscar la compatibilidad con el ambiente natural.

e).- Brinda oportunidades de aprendizaje sobre los procesos metalúrgicos vinculado con filosofías de gestión de residuos y minería sostenible. A su vez, ofrece herramientas técnicas para el desarrollo de un estudio de cierre de mina, y optimización de la sostenibilidad de una operación minera.

II.- PERÍODO DE INVESTIGACIÓN

MEMORIA DEL PERIODO DE INVESTIGACIÓN

Se realizó un Trabajo Final del Máster Ínteruniversitario en Geología y Gestión Ambiental de Recursos Minerales BIENO 2007-2008. El estudio titulado "**Valoración del Impacto Ambiental generado por la Explotación Minera en los Depósitos de Arenas Volcánica al Suroeste del Cerro Motastepe, Managua-Nicaragua",** se relaciona con la línea de investigación "Contaminación y Remediación de aguas y suelos de Mina", siendo supervisado por Doctor Juan Carlos Fernández Caliani conjuntamente con Doctor Rubén Fernández Villarán Sanjuán.

Estudio y modelación cuantitativa del impacto ambiental generado por la minería no metálica en arenas naturales al Suroeste de Cerro Motastepe

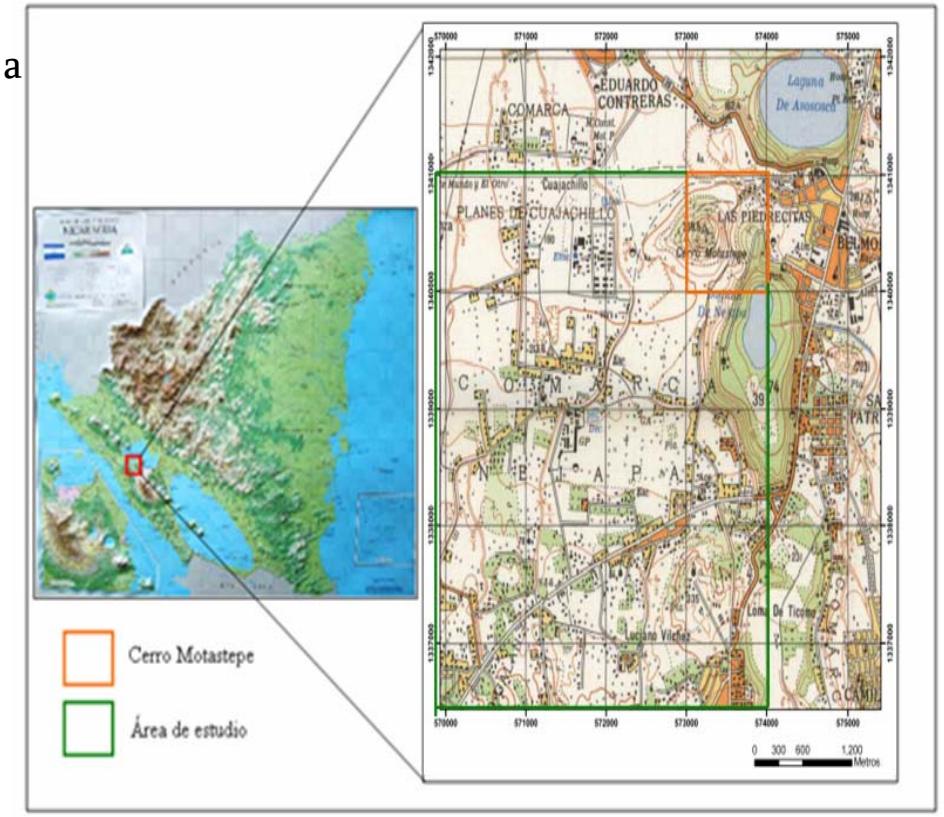
Por: Tupak Obando R., Geólogo

email: tobando_geologic@yahoo.com

MEMORIA RESUMEN DEL PERIODO DE INVESTIGACIÓN

Introducción

Esta Investigación se realiza al suroeste de Cerro Motastepe, a 25km de la ciudad Managua (Nicaragua) con el objetivo de analizar los impactos ambientales ocasionados por la minería no metálica a depósitos de arenas naturales para la planificación física y uso importante de ese recurso geológico

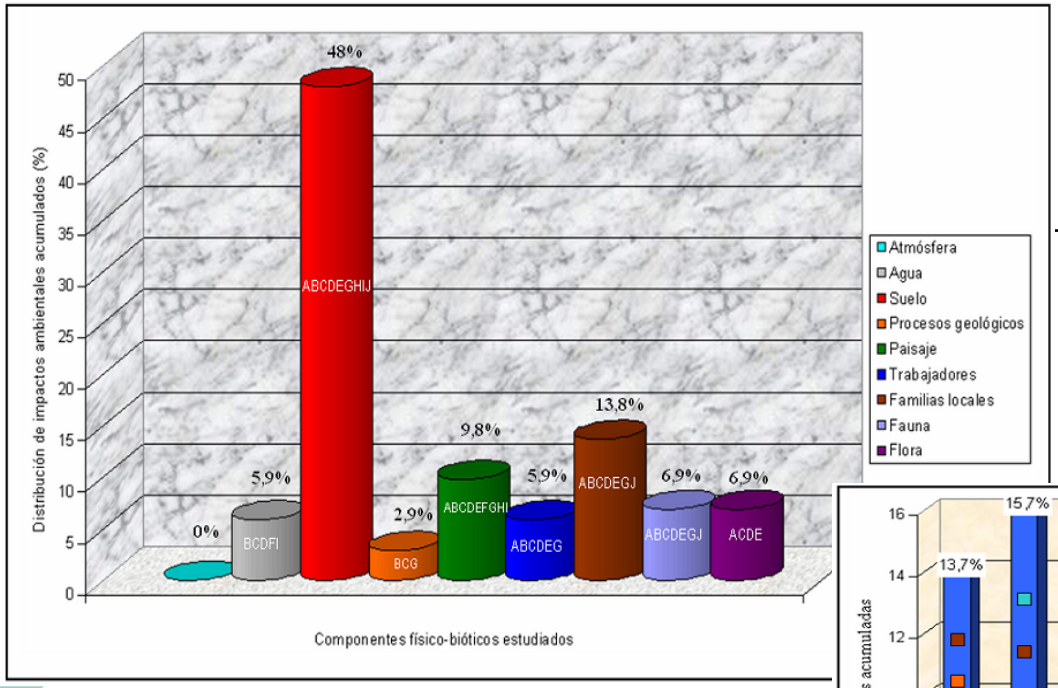


El sitio seleccionado por la disponibilidad de datos técnicos, es un área de fácilmente accesible y próximo al centro urbano de Managua; es un lugar con reservas arenosas de interés económico, comercial, constructivo e industrial con óptima distribución geográfica y facilidad de usufructo, en cuyos alrededores se emplazan obras de ingeniería importantes para pobladores y comunidades conocidos por los nombre de Las Piedrecitas, Siete Sur, Ayapal, Cuajacillo I y II, Residencial Motastepe y Hospital Roberto Huembes

Este Estudio contribuye con la ordenanza territorial, normativas y técnicas ambientales y mineras, el desarrollo de cultura de protección civil, la administración efectiva de recursos geológicos, el uso del suelo, la gestión del riesgo, los proyectos de inversión económica, la industria de la construcción, la generación de conocimientos actualizados provechosos por académicos e investigadores, entre otros.

Resultados

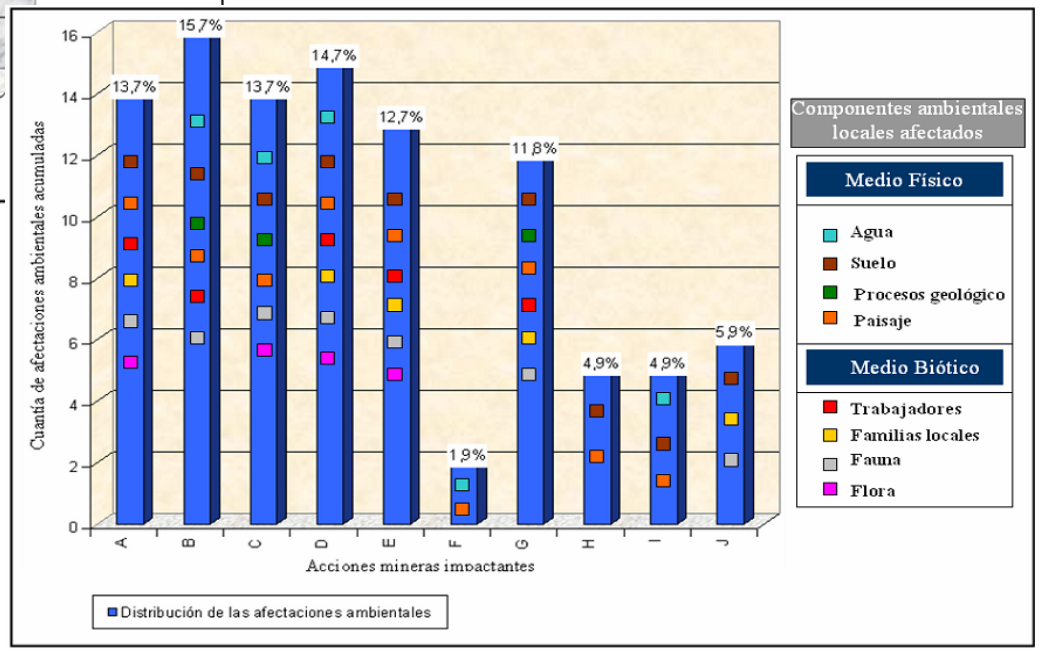
I. Resultados Cuantitativos



I.1.- VALORACIÓN DE FACTORES DE AMBIENTALES AFECTADOS

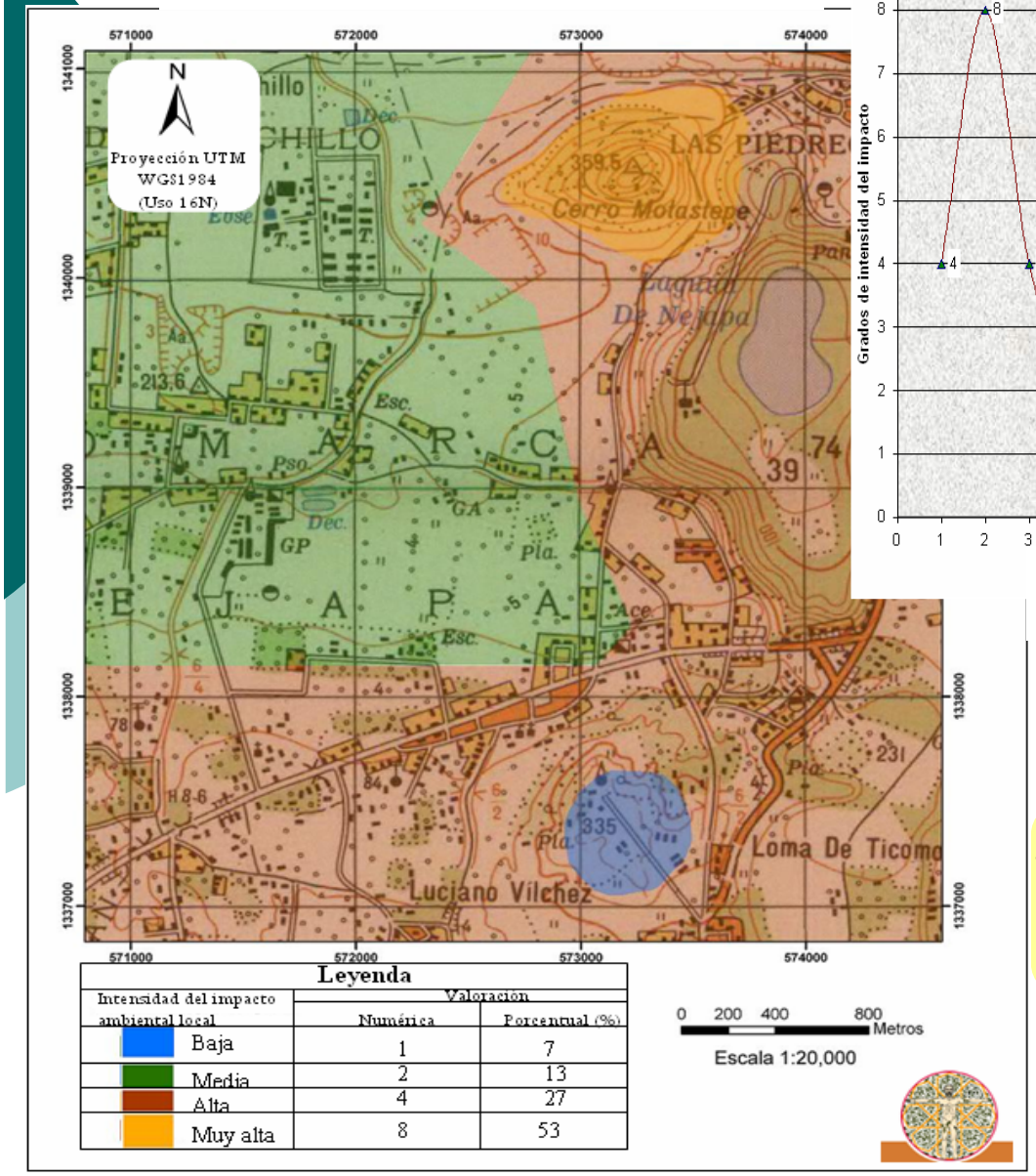
Medio Físico Suelo con más cuantía de impactos ambientales en etapas mineras (A**B**CDEGHIJ), valuado en 48% del total

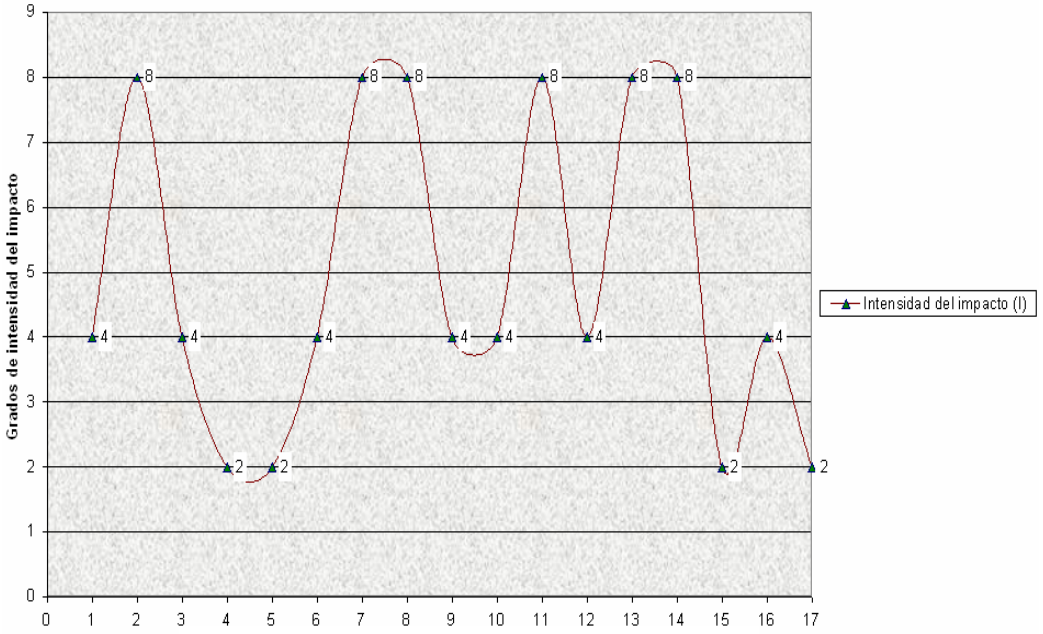
La acción minera más impactantes al ambiente lo constituye la operación B, alcanzando el 15.7% del total, donde son afectados 4 factores del medio físico (agua, suelo, procesos geológicos y paisaje) y 2 componentes del medio biótico (trabajadores y fauna).



I.2.- CALIFICACIÓN CUANTITATIVA SEGÚN DOS INDICADORES PRINCIPALES DE IMPACTO AMBIENTAL GENERADO

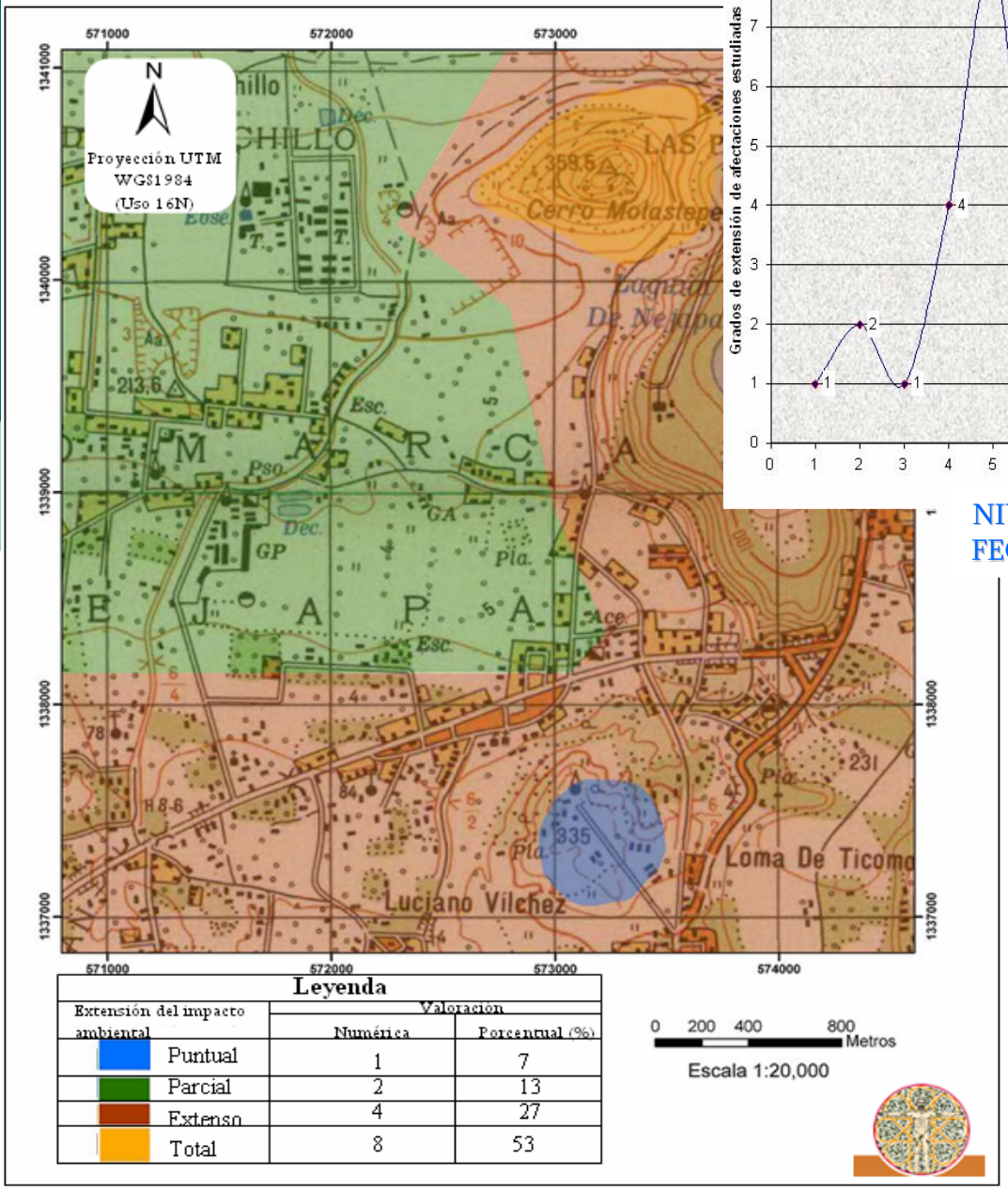
GRADOS DE AFECTACIÓN LOCAL - I





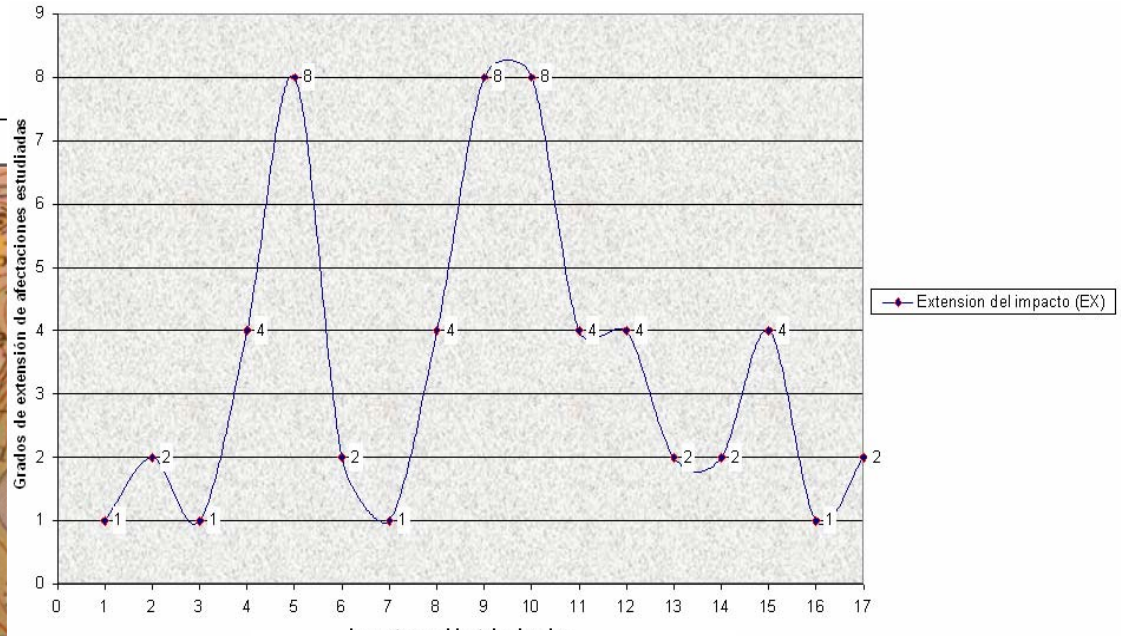
NIVELES DE AFECTACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES LOCALES

a) El Indicador Intensidad de Impacto (I) indica la incidencia directa de operaciones mineras



Leyenda

Extensión del impacto ambiental	Valoración Numérica	Valoración Porcentual (%)
Puntual	1	7
Parcial	2	13
Extenso	4	27
Total	8	53



NIVELES DE EXTENSIÓN DE A FECTACIONES AMBIENTALES

b) En niveles de Extensión (EX) se sugiere carácter de afectación puntual y/o generalizado (o total) en el área estudiada.

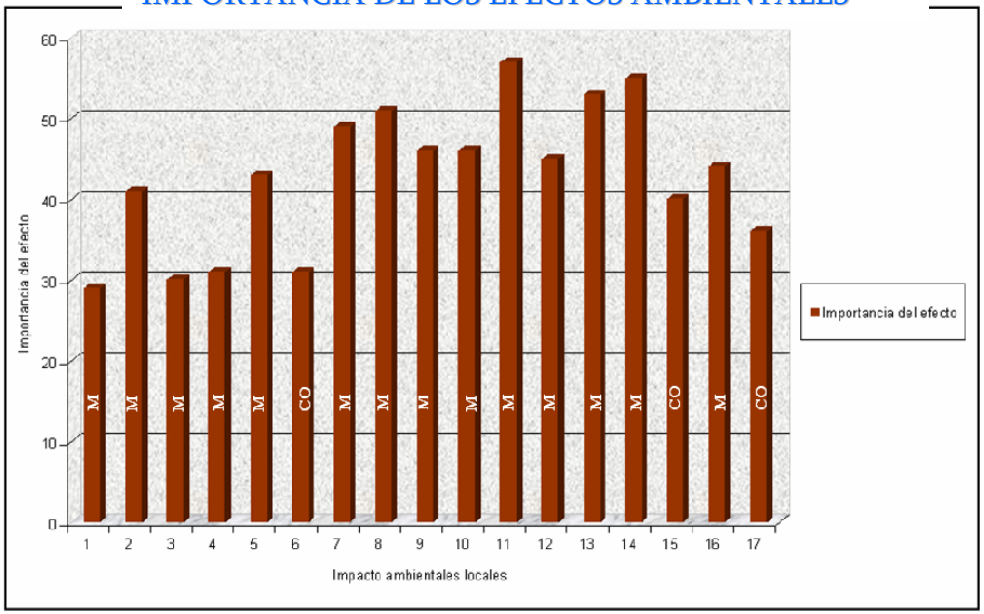
ÁREA AMBIENTALMENTE AFECTADAS - EX

Resultados de la importancia de los efectos y la clasificación de los impactos ocasionados al sistema físico-biótico local.

Impactos	Importancia del efecto	Clasificación del impacto
1	-28	MODERADO
2	-39	MODERADO
3	-27	MODERADO
4	-27	MODERADO
5	-38	MODERADO
6	-25	COMPATIBLE
7	-42	MODERADO
8	-43	MODERADO
9	-37	MODERADO
10	-36	MODERADO
11	-46	MODERADO
12	+33	MDERADO
13	-40	MODERADO
14	+41	MODERADO
15	-25	COMPATIBLE
16	-28	MODERADO
17	-19	COMPATIBLE

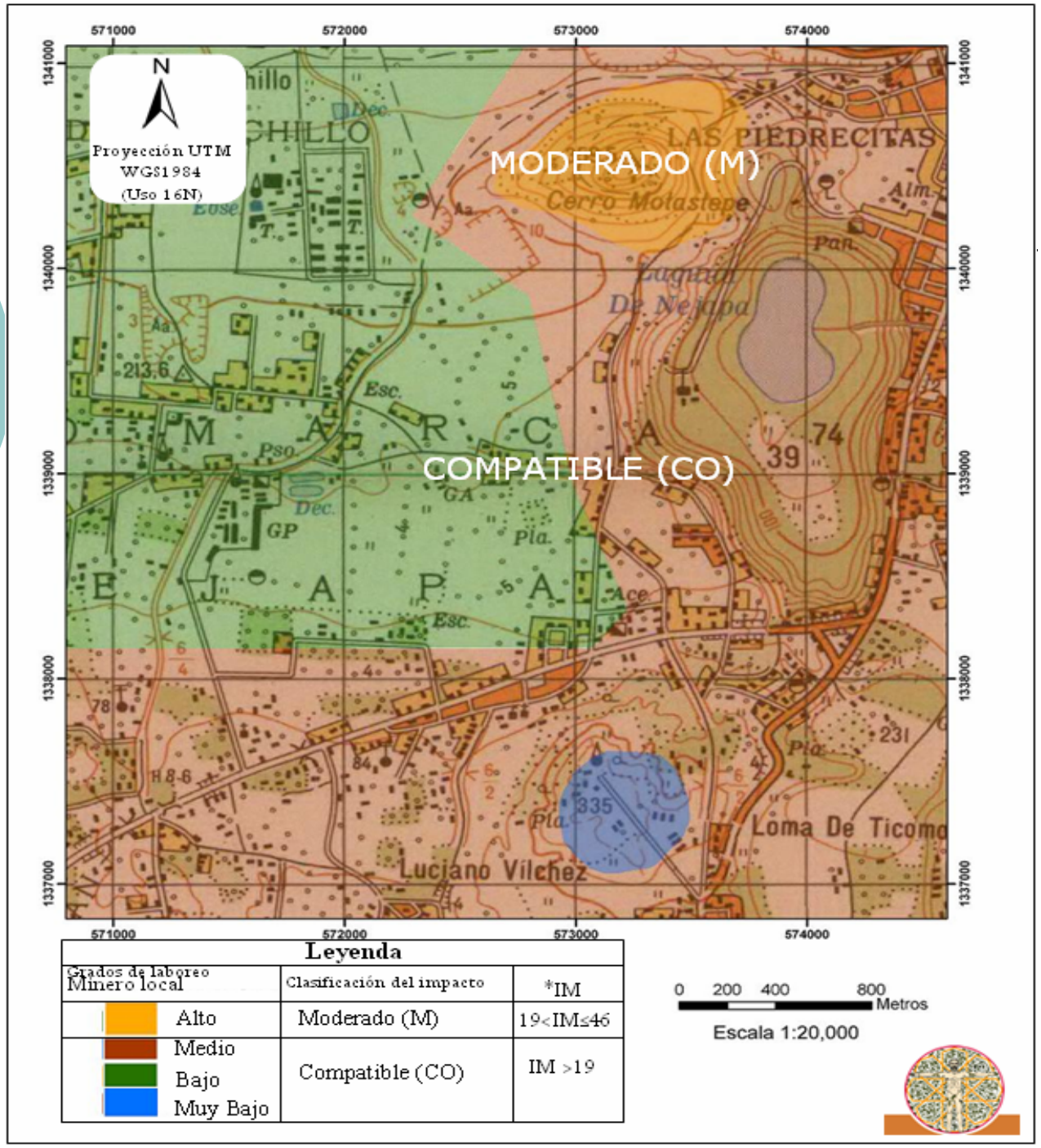
Carácter negativo de los Impactos ambientales con clasificaciones atributivas, Compatible y Moderado.

IMPORTANCIA DE LOS EFECTOS AMBIENTALES



Método Conesa Vítora

$$IM = \pm [3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$$



IMPORTANCIA DE LOS EFECTOS AMBIENTALES-IM

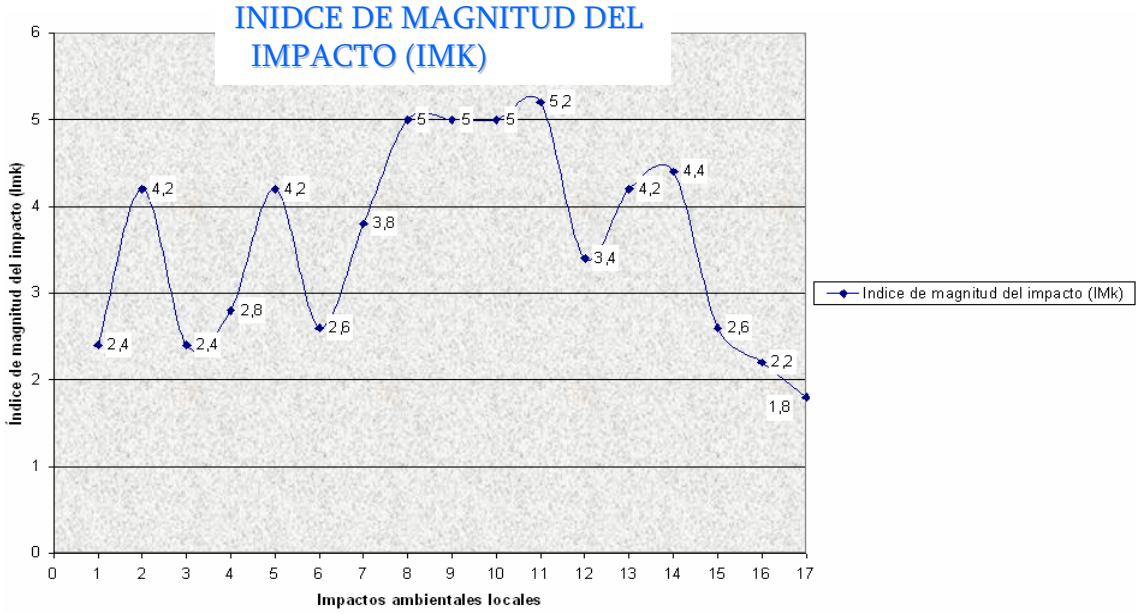
Método Conesa Vítora

Impactos	Intensidad del impacto (I)	Extensión del impacto (EX)	Duración del impacto ambiental (Dk = PE)	Índice de magnitud del impacto (IMk)	Reversibilidad del impacto (Rk)	Probabilidad de ocurrencia (Pk)	Valor integral del impacto ambiental (VIAk)	Relevancia del impacto ambiental
1	4	1	2	2.4	2	1	2.0	Muy Baja
2	8	2	1	4.2	1	1	2.4	Baja
3	4	1	2	2.4	2	1	2.0	Muy Baja
4	2	4	2	2.8	2	1	2.2	Baja
5	2	8	1	4.2	1	1	2.4	Baja
6	4	2	1	2.6	1	0.5	0.0	Muy Baja
7	8	1	1	3.8	2	0.5	0.0	Muy Baja
8	8	4	1	5	2	0.5	0.0	Muy Baja
9	4	8	1	5	1	1	2.7	Baja
10	4	8	1	5	1	1	2.7	Baja
11	8	4	2	5.2	2	1	3.2	Baja
12	4	4	1	3.4	1	0.5	0.0	Muy Baja
13	8	2	1	4.2	1	1	2.4	Baja
14	8	2	2	4.4	1	0.2	0.0	Muy Baja
15	2	4	1	2.6	1	1	1.8	Muy Baja
16	4	1	1	2.2	1	1	1.6	Muy Baja
17	2	2	1	1.8	1	1	1.4	Muy Baja

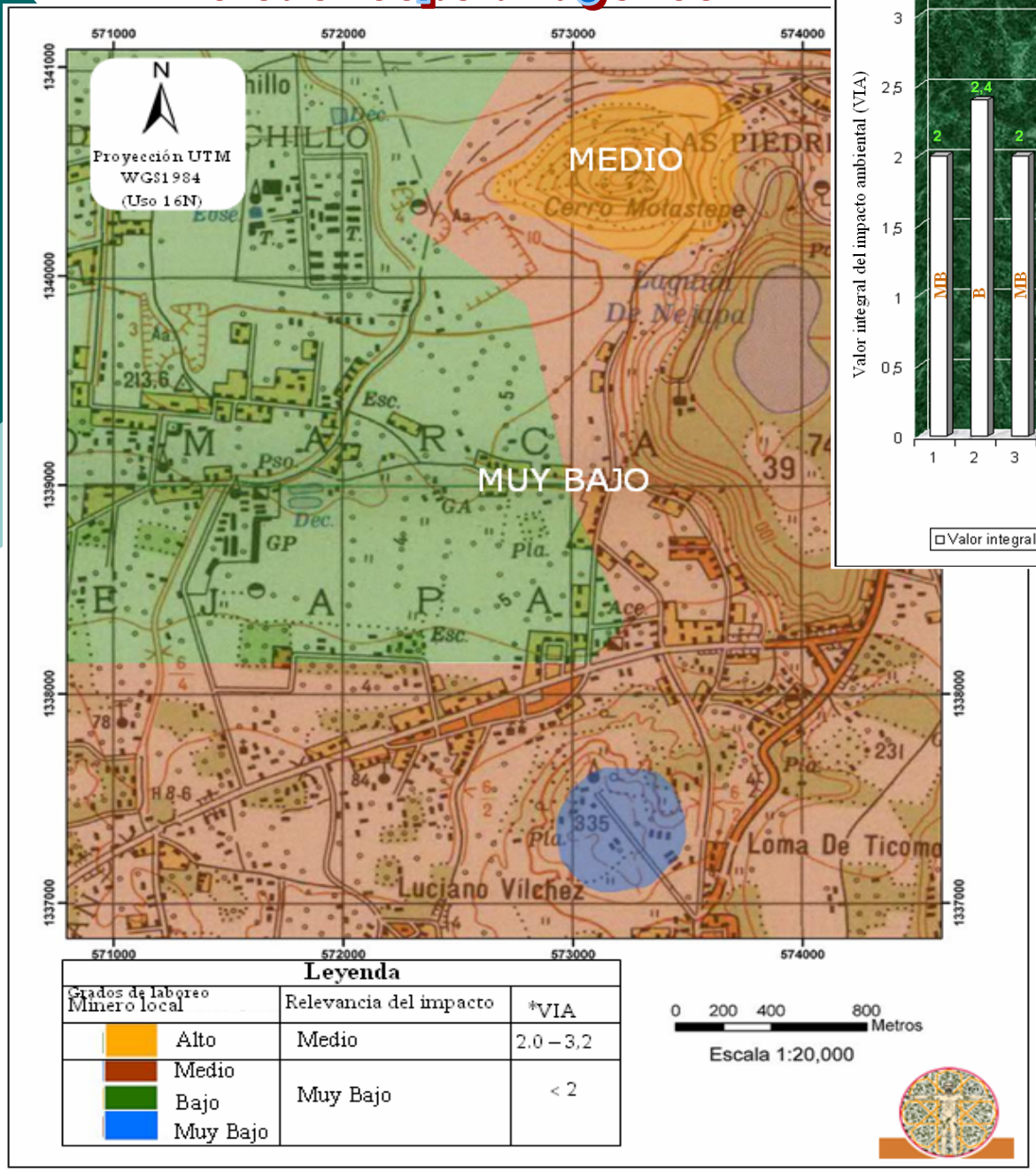
El **índice de magnitud de impacto (IMK)** mínimo es de 1,8 y el máximo de 5,2 lo que indica que existe una diferencia de 3, sugiriendo un ascenso brusco en los valores cuantitativos de los impactos

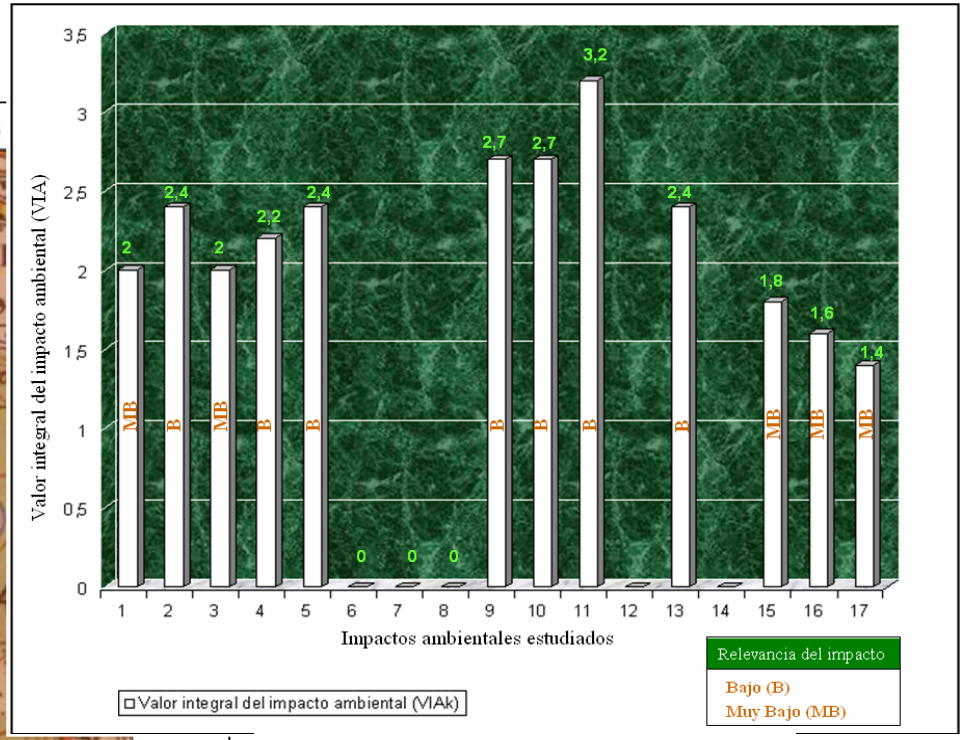
Método Leopold Lugones

- IMK = IKaI + EKaE + DKaD4
- VIAK = (RK) aR (IMK)aIM (PK) aP



Método Leopold Lugones





VALOR INTEGRAL DEL IMPACTO AMBIENTAL -VIA

El Valor integral de Impacto Ambiental (VIAK) sugiere importantes afectaciones ambientales presente en el sitio estudiado vinculados con los impactos mínimos No 6, 7, 8, 12 evaluado en 1,4. Y máximos de 3,2 asociado con impacto ambiental No 11

RELEVANCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES LOCALES8

II. Resultados Cualitativos

II.1. METODOLOGÍA CONESA VÍTORA FERNÁNDEZ

OPERACIONES MINERAS LOCALES

A. - Etapa de limpieza y eliminación de cubierta vegetal

B. - Etapa de Movimiento de tierra

C.- Etapa de Excavación, aplanamiento y compactación

D.- Etapa de Construcción de viales y accesos

E.- Etapa de Utilización de recursos naturales

F. - Etapa de Acopio de materiales excavado

G.- Etapa Huecos Secos

H.- Etapa Huecos inundados

I.- Etapa de transporte de material extraído

FACTORES AMBIENTALES

FÍSICOS

- Atmósfera
- Agua
- Suelo
- Procesos geológicos
- Paisaje

BIÓTICOS

- Trabajadores
- Familias locales
- Fauna
- Flora

II.1.1.- Impactos Ambientales Evaluados

1. Modificación del estado físico de suelos y rocas in situ **(Foto II.1)**

2. Erosión del suelo por cambios en la topografía del terreno, ruptura de la capa vegetal y acción de las aguas de escorrentía superficial. (Foto II.1)

3. Transformación radical del entorno físico original y atracción escénica producto de movimiento de tierra in situ. (Foto II.2)

4. Formación de huecos, modificaciones superficiales severas y exposición de montículos del terreno, facilitando la escorrentía de aguas superficiales. **(Foto II.3)**

5. Modificación de la morfología del cauce de las corrientes, contaminación, desbordamiento y migración de quebradas.

6. Acumulación de los materiales excavados. **(Foto II.4)**

7. Inestabilización de taludes, aparición de suelos estériles y secos, y rellenos inadecuados aledaños.**(Foto II. 4)**

8. Descenso en la capacidad de infiltración debido a la consolidación del suelo. **(Foto II. 1)**

9. Disminución de la riqueza de especie florística como Gavilán (Albizzia guachapelle); Ojoche (Brosimum alicastrum); Madero Negro (Gliricidea sepium); Jiñocuabo (Bursera simaroua), Ceiba (Ceiba pentandra), Chilamate (Picus ovalis); Jocote (Spondia purpurea); Eucalipto (Eucalipto camaldulensis), Sardinillo (Tecoma stans) **(Foto II.3)**

Foto II. 1. Capa de suelo fértil afectado por proceso de extracción minera de espesor Variable

Foto II.2. Se exponen materiales arenosos de tama de grano fino a medio en sitio donde se situaba tapiz vegetal.

Foto II.3. Degradación morfológica

Foto II.4. Rastro de excavación del terreno afectando la estabilidad del Cerro Morastepe

10. Desplazamiento de la fauna terrestre (lagartijas, iguanas y sapos) y aéreas (zanates y palomas) debido a destrucción de hábitat natural **(Foto II. 5)**

11. Alteración de la estructura y funcionamiento del paisaje y sus elementos, siendo significativos en suelos, vegetación y fauna. Aparición de nuevos elementos llamativos como montículos de tierra y oquedades en el terreno. **(Foto II.2)**

12. Modificación de la forma de vida tradicional de población aledaña.**(Foto II.7 a)**

13. Insuficiente reforestación del área, lo que implica limitación en las riquezas y diversidad de la flora y fauna

16. Proliferación de agentes patógenos en aguas estáticas (mosquitos Anopheles de la malaria, y mosquito Aedes del dengue común y/o dengue hemorrágico) **(Foto II. 6)**

17. Conflictos sociales relacionados con el uso del suelo y surgimiento de asentamiento humanos. **(Foto II.7)**

15. Incremento del riesgo en la salud a 46 habitantes locales (10 familias) por dispersión pulverulenta del suelo

14. Aumento de fuentes de empleos y oportunidades económicas para la población local. Las actividades productivas locales actuales y/o futuras alcanzan carácter regional.

Foto 5. Especie biológica autóctona ahuyentada por labores mineras in situ.

Foto II.6. Cuerpo de agua estática, cuya superficie esta ocupada por desechos sólidos orgánicos e inorgánicos (plástico, vidrio, papeles y desperdicios de frutas).

Foto II. 7. Escenarios geográficos y estructurales desfavorables para la ocupación humana del lugar.

FACTOR FISICO + AFECTADO

❑ *Suelo*

1.- Modificación del estado físico de suelos y rocas in situ

Se considera un impacto negativo de intensidad alta, extenso, sinérgico, temporal, de efecto directo a corto plazo, simple, recuperable a mediano plazo, reversibilidad a mediano plazo, irregular y se clasifica como Moderado.

2.- Erosión del suelo por cambios en la topografía del terreno, ruptura de la capa vegetal y acción de las aguas de escorrentía superficial

Considerado un impacto negativo de intensidad muy alta, extensión parcial, muy sinérgico, fugaz, efecto directo a corto plazo, simple, recuperable de inmediato, reversibilidad a corto plazo, irregular y se clasifica como Moderado.

3.- Transformación radical del entorno físico original y atracción escénica producto de movimiento de tierra in situ

Se considera un impacto negativo de intensidad alta, puntual, no sinérgico, temporal, efecto directo a corto plazo, simple, recuperable a mediano plazo, reversibilidad a mediano plazo, irregular y se clasifica como Moderado.

6.- Acumulación de los materiales excavados

Considerado un impacto negativo de intensidad alta, extensión parcial, no sinérgico, fugaz, efecto directo a mediano plazo, simple, recuperable de inmediato, reversibilidad a corto plazo, periódico y se clasifica como Compatible.

8.- Inestabilización de taludes, aparición de suelos estériles y secos, y rellenos inadecuados aledaños

Considerado un impacto ambiental negativo de intensidad muy alta, puntual, sinérgico, fugaz, de efecto directo a corto plazo, acumulativo, recuperable a mediano plazo, reversibilidad a mediano plazo, irregular y clasificado como Moderado.

11.- Descenso en la capacidad de infiltración debido a la consolidación del suelo

Se considera un impacto negativo de intensidad muy alta, extenso, sinérgico, temporal, de efecto indirecto a corto plazo, simple, recuperable de inmediato, reversibilidad a mediano plazo, periódico y se clasifica como Moderado

17.- Conflictos sociales relacionados con el uso del suelo y surgimiento de asentamiento humanos

Impactos	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	Total
1	-	4	1	2	2	D	4	1	2	2	1	19
2	-	8	2	4	1	D	4	1	1	1	1	22
3	-	4	1	1	2	D	4	1	2	2	1	18
6	-	4	2	1	1	D	2	1	1	1	2	15
8	-	8	4	2	1	I	2	1	2	2	1	23
11	-	8	4	2	2	I	4	1	1	2	2	26
17	-	2	2	2	1	D	2	1	1	1	1	13

Considerado un impacto ambiental negativo de intensidad media, parcial, sinérgico, fugaz, efecto directo a mediano plazo, acumulativo, simple, recuperable de inmediato, reversibilidad a corto plazo, irregular y se clasifica como Compatible.

❑ *Paisaje*

3.- Transformación radical del entorno físico original y atracción escénica producto de movimiento de tierra in situ (**Impacto Ambiental Nº 3**)

Considerado un impacto ambiental negativo, de intensidad alta, puntual, no sinérgico, temporal, efecto directo a corto plazo, simple, recuperable a mediano plazo, reversibilidad a mediano plazo, irregular y clasificado como Moderado.

11.- Alteración de la estructura y funcionamiento del paisaje y sus elementos, siendo significativos en suelos, vegetación y fauna. Aparición de nuevos elementos llamativos tales como montículos y oquedades en el terreno, escombros , y otros (**Impacto Ambiental Nº 11**)

Se considera un impacto ambiental negativo, de intensidad muy alta, extenso, sinérgico, temporal, efecto indirecto a corto plazo, simple, recuperable de inmediato, reversibilidad a mediano plazo, periódico y clasificado como Moderado.

Impactos	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	Total
3	-	4	1	1	2	D	4	1	2	2	1	18
11	-	8	4	2	2	I	4	1	1	2	2	26

FACTOR BIÓTICO + AFECTADO

❑ *Familias locales*

12.- Modificación de la forma de vida tradicional de más de 5 familias aledañas. (**Impacto Ambiental Nº 12**)

Se considera un impacto ambiental negativo de intensidad alta, extenso, sinérgico, fugaz, efecto directo a mediano plazo, acumulativo, recuperable a mediano plazo, reversibilidad a corto plazo, irregular y se clasifica como Moderado.

14.- Aumento de fuentes de empleos y oportunidades económicas para la población local. Las actividades productivas locales actuales y/o futuras alcanzan carácter regional

Considerado un impacto ambiental positivo de intensidad muy alta, parcial, sinérgico, temporal, efecto directo a corto plazo, simple, recuperable a mediano plazo, reversibilidad a corto plazo, irregular y se clasifica como Moderado.

17.- Conflictos sociales relacionados con el uso del suelo y surgimiento de asentamiento humanos. (**Impacto Ambiental Nº 17**)2

Considerado un impacto ambiental negativo de intensidad media, parcial, sinérgico, fugaz, efecto directo a mediano plazo, acumulativo, simple, recuperable de inmediato, reversibilidad a corto plazo, irregular y se clasifica como Compatible.

Impactos	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	Total
12	+	4	4	2	1	D	2	4	2	1	1	21
14	+	8	2	2	2	D	4	1	2	1	1	23
17	-	2	2	2	1	D	2	1	1	1	1	13

❑ *Fauna*

10.- Desplazamiento de la fauna terrestre (lagartijas, iguanas y sapos) y aéreas (zanates y palomas) debido a destrucción de hábitat natural (Impacto ambiental No 10)

Se considera un impacto ambiental negativo de intensidad alta, total, no sinérgico, fugaz, efecto directo a mediano plazo, simple, recuperable de inmediato, reversibilidad a corto plazo, irregular y se clasifica como Moderado.

Impactos	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	Total
10	-	4	8	1	1	D	2	1	1	1	1	20

❑ *Flora*

9.- Disminución de la riqueza de especie florística como Gavilán (Albizzia guachapelle); Ojoche (Brosimum alicastrum); Madero Negro (Gliricidea sepium); Jiñocuabo (Bursera simaroua), Ceiba (Ceiba pentandra), Chilamate (Picus ovalis); Papaturro (Coccobola floribunda), Espino (Acacia farnesiana); Jocote (Spondia purpurea); Eucalipto (Eucalipto camaldulensis), Sardinillo (Tecoma stans), Nim (Azadirachta indica) y Huevo de yankee

Considerado un impacto ambiental negativo de intensidad alta, total, no sinérgico, fugaz, efecto directo a mediano plazo, simple, recuperable a mediano plazo, reversibilidad a corto plazo, irregular y se clasifica como Moderado.

13.- Insuficiente reforestación del área, lo que implica limitación en las riquezas y diversidad de la flora

Se considera un impacto ambiental negativo de intensidad muy alta, parcial, sinérgico, fugaz, efecto indirecto a corto plazo, simple, recuperable de inmediato, reversibilidad a corto plazo, periódico y se clasifica como Moderado.

Impactos	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	Total
9	-	4	8	1	1	D	2	1	2	1	1	21
13	-	8	2	2	1	I	4	1	1	1	2	22

II.2. METODOLOGÍA LEOPOLD LUGONES

Resultados ambientales

❑ IMK:

a.- Relativamente moderado
b.- Valorado en **5,2**
c.- Comportamientos erráticos, periódicos y anómalos
d.- Consecuencia a ritmos variables de minería local

❑ VIAK:

a.- Comportamiento casi normal con ligeras variaciones
b.- Valores máximos alcanzados de **3,2**
c.- Clasificado con relevancia de impacto Muy Bajo a Bajo
d.- Patrón irregular, discontinuo y ocasionalmente estable
e.- Situaciones iniciales del ambiente natural son redimibles en corto tiempo

❑ ITk:

a.- Se destacan impactos ambientales № 5 y № 11
b.- Se transforma y debilita el ambiente natural
c.- Carácter nocivo de la acción minera que se le asocia.
d.- Conducta heterogénea, voluble, acentuada en ocasiones y continua.
e.- Magnitud de impacto asociado con ITK alcanza máximos de **0,70**
f.- Modificaciones al ambiente por el tiempo de exposición del medio físico y biótico a la minería local.

❑ Pk:

a.- Variaciones temporales y espaciales en zona de explotación minera
b.- Generación o activación de afectaciones ambientales
c.- Valoración numérica alta, cuantificados en **1**
d.- Comportamientos sinuosos.

II.3. ENCUESTA DE OPINIÓN

Consecución de sondeo de opinión:

- La ocupación humana constituida:
  a.- 20 personas del género masculino (33%)
  b.- 30 personas del género femenino (50%)

- La existencia de 10 viviendas (20%) cercanas al área de aprovechamiento de arenas volcánicas.

- La a mayor afectación ambiental tolerada por sus habitantes son las dispersiones pulverulentas, que ingresan a sus casas, ocasionando afectaciones de las vías respiratorias a sus ocupantes.

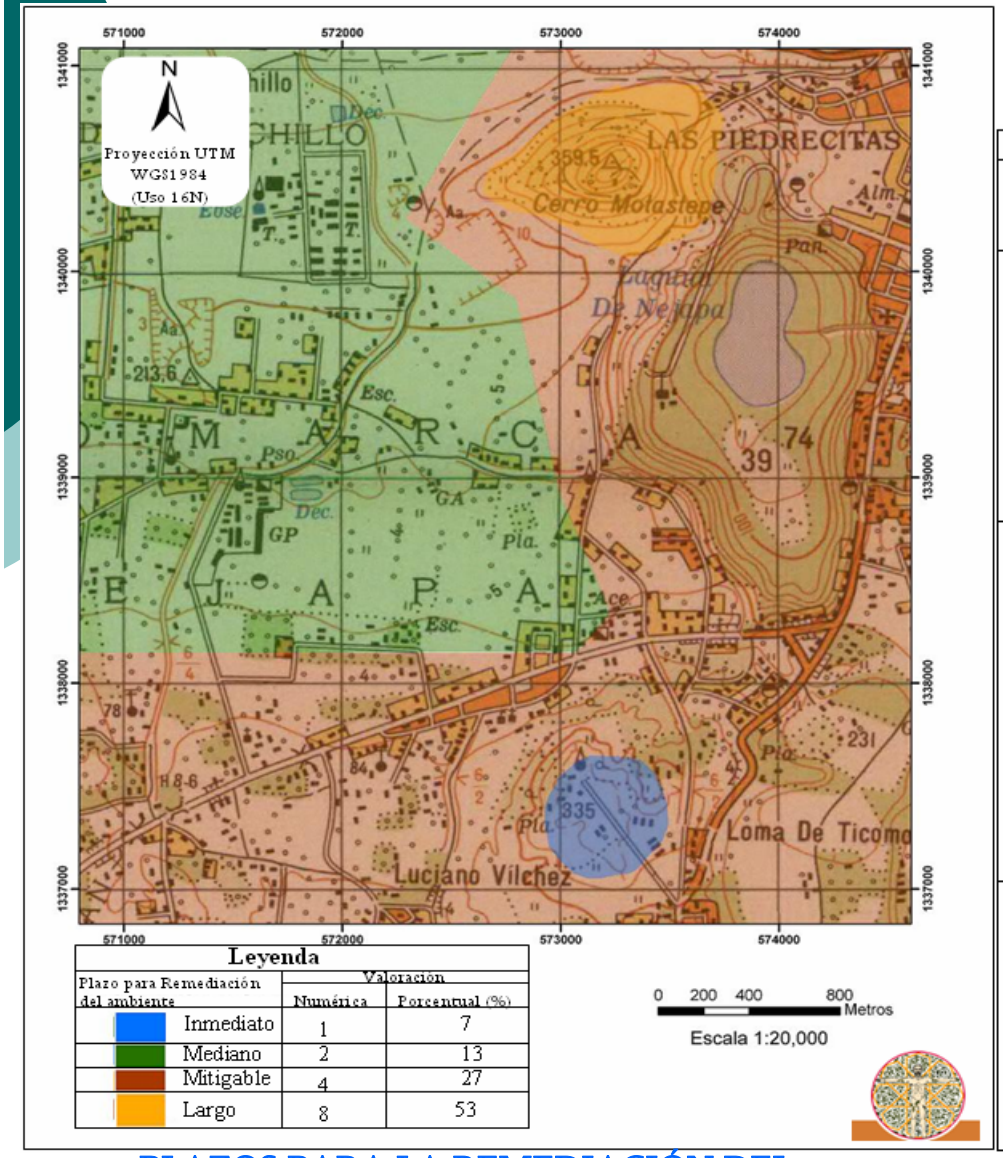
- Que 25 (31%) de las personas que laboran en la minería, esta conformada por individuos propios y ajenos al lugar. Estos últimos se integran a este tipo de faena, procediendo mayormente de comunidades vecinas

- La afectación que causa la minería sobre la flora y fauna local es clasificada como Mediana

- Los equipos de protección personal para realizar actividades mineras, son usados especialmente por personas encargados de tareas vinculadas con la extracción de arena naturales.

- La minoría de obreros expresó usar estos equipos de protección cuando la ocasión lo ameritaba.

III. Resultados del plan de Restauración ambiental



PLAZOS PARA LA REMEDIACIÓN DEL AMBIENTE LOCAL

ACTUACIONES REMEDIATIVAS DE AFECTACIONES AMBIENTALES

Plazo de remediación ambiental	Medida de mitigación
Inmediato	▪ Ordenación de espacio minero puntual, y supervisión por gobierno municipal de normativa vigente.
Mediano	▪ Ordenamiento y reforestación de zonas de pendiente alta para prevenir procesos erosivos de suelos ▪ Eliminar montículos de tierra removida, en vista que ocasionan alteración de las corrientes superficiales de agua y su infiltración al subsuelo sobre todo en áreas donde se depositan.
Mitigable	▪ Remover paulatinamente capas arables de suelos locales para favorecer la penetración del sistema radicular de las plantas, que permita la restauración de capacidad de infiltración. ▪ Realizar jornadas de arborización usando arbustos nativos de crecimiento rápido para evitar procesos erosivos pluviales, y ofrecer armonía, estética y prosperidad al ambiente natural
Largo	▪ Reunir la capa vegetal removida afectada y destinar su uso en el revestimiento de zonas verdes. ▪ Proveer de herramientas técnicas a los pobladores del lugar para la obtención de conocimientos relativos a la reducción de deterioros del ambiente físico-natural.

Medidas de remediación

Impactos	Acciones		Instituciones vinculadas
	Propuestas*	Recomendadas**	
1. Modificación del estado físico de suelos y rocas debido a operaciones mineras específicas.	Estabilización del terreno empleando pastos rastreros para evitar la erosión de los mismos.	Realizar construcción de obras para conservar la estabilidad de material geológicos sobre todo en cortes de terreno donde se efectúa la actividad extractiva Marcar zonas susceptibles a derrumbes y otros.	▪ Alcaldía Municipal ▪ Ministerio de Recursos Naturales (MARENA)
2. Erosión del suelo por cambios en la topografía del terreno, ruptura de la capa vegetal y acción de las aguas de escorrentía superficial.	Repoblar con árboles nativos o nuevas especies aquellos sitios afectados. Evitar obras horizontales y verticales de ingeniería en lugares cercanos a cárcava y cauces naturales.	Ordenamiento y reforestación de zonas de mayor desnivel del terreno para prevenir los procesos erosivos de suelos. Realizar bioingeniería que minimice los efectos del agua superficial y mejore la capacidad de infiltración de estas.	▪ Alcaldía Municipal ▪ Ministerio de Recursos Naturales (MARENA) ▪ Ministerio de de Recursos Forestales (MAGFOR).
3. Transformación radical del entorno físico original y atracción escénica producto de movimiento de tierra in situ.	Regular las operaciones extractivas y aplicar medidas	Realizar campaña de reforestación usando arbustos nativos de crecimiento rápido para	▪ Alcaldía Municipal ▪ Ministerio de
4. Formación de hue modificaciones superfici severas y exposición de montíc del terreno, facilitando escorrentía de aguas superficial		de modo que no se formen altozanos de tierras y de esta manera favorecer la penetración del sistema radicular de las plantas y restauración de capacidad de infiltración.	
5. Modificación de la morfología del cauce de las corrientes, contaminación, desbordamiento y migración de quebradas.	Preservar y resguardar la capa fértil del suelo, adecuar diseños mineros siguiendo formas escalonadas o en terrazas durante la extracción del material arenoso. Realizar rellenos con los residuos de las construcciones como primera capa, posteriormente con los cortes que se ejecuten durante la construcción de obras verticales y urbanísticas como segunda capa. Finalmente, ubicar la capa fértil por encima de las otras mencionadas, con el propósito de alcanzar una altura similar al relieve original.	Implementar proyectos de reforestación con especies adecuadas y nativas en laderas y áreas con tendencia a la erosión. Construir obras de bioingeniería para el control de la erosión de los suelos y laderas del Cero Motastepe. Reunir la capa vegetal del área afectada para su uso en el revestimiento de zonas verdes	▪ Ministerio de Recursos Naturales (MARENA) ▪ Instituto de Fomento Municipal (INIFOM) ▪ Ministerio de de Recursos Forestales (MAGFOR). ▪ Alcaldía Municipal ▪ Instituto de Fomento Municipal (INIFOM) ▪ Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)
6. Acumulación de los materiales excavados.	Establecer plantaciones forestales con especies nativas, de acuerdo a sus características ecológicas, especies energéticas, frutales, cítricas, medicinales, leguminosas y ornamentales.	Eliminar montículos de escombros en vista que ocasionan alteración a la escorrentía superficial y su infiltración al agua al subsuelo en sitios directo de deposito	▪ Ministerio de Recursos Naturales (MARENA) ▪ Instituto de Turismo (INTUR) ▪ Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC)
7. Inestabilización de taludes, aparición de suelos estériles y secos, y rellenos inadecuados aledaños.	Reducir los niveles de ruido minimizando el uso de maquinaria pesada y emplear filtros para reducción de emisiones gaseosa y emplear impermeabilizante o pilas artificiales para la recepción de los	Realizar estudio socioeconómico para la reubicación de viviendas a sitios más seguros. Prohibir la construcción de viviendas en zonas bajo riesgo.	▪ Instituto de Estadística y Censos (INEC) ▪ Instituto de la Vivienda Urbana (INVUR) ▪ Ministerio de Recursos Naturales

	vertidos líquidos resultantes.		(MARENA) ▪ Instituto de Fomento Municipal (INIFOM) ▪ Alcaldía Municipal
	Reubicación de viviendas a sitios seguros distante de cauces naturales o zonas de movimientos naturales de tierra. Realizar obras de ingeniería para la estabilización de pie de talud de laderas.	Construir obras para la mitigación de zonas proclives a inundarse, transportando todo tipo de desechos sólidos y creando vectores infecciosos de enfermedades. Implementar proyectos para el manejo adecuado suelos, dragado de charcas y estanques de aguas.	▪ Instituto de la Vivienda Urbana (INVUR) ▪ Instituto de Estadística y Censos (INEC) ▪ Ministerio de Recursos Naturales (MARENA) ▪ Dirección General de Convivencia y Seguridad Ciudadana de la Policía Nacional (PN) ▪ Instituto de Fomento Municipal (INIFOM) ▪ Alcaldía Municipal ▪ Ministerio de Salud
9. Disminución de la riqueza de especie florística como Gavilán (Albizzia guachapelle); Ojoche (Brosimum alicastrum); Madero Negro (Gliricidea sepium); Jiñocuabo (Bursera simaroua), Ceiba (Ceiba pentandra), Chilamate (Picus ovalis); Papaturro (Coccobola floribunda), Espino (Acacia farnesiana); Jocote (Spondia purpurea); Eucalipto (Eucalipto camaldulensis), Sardinillo (Tecoma stans), Nim (Azadirachta indica) y Huevo de yankee	Re pr nal	sapos) y aéreas (zanates y palomas) debido a destrucción de hábitat natural	población municipal y titulares de lotes mineros sobre la contaminación del entorno físico, al emanar impurezas sólidas y vertidos superficiales de tóxicos arrastrados por corrientes de aguas superficiales.	el lugar y valorar la situación biológica del sitio. Mantenimiento de los equipos empleados en operaciones extractivas de material mena.	(MINSA) ▪ Ministerio de Recursos Naturales (MARENA) ▪ Alcaldía Municipal ▪ Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillado (ENACAL)
10. Desplazamiento de la fauna terrestre (lagartijas, iguanas y	Re am ser	**11.** Alteración de la estructura y funcionamiento del paisaje y sus elementos, siendo significativos en suelos, vegetación y fauna. Aparición de nuevos elementos llamativos (montículos de tierra y oquedades en el terreno)			
		12. Modificación de la forma de vida tradicional de población aledaña.	Supervisar el estado de la maquinaria pesada, revestimiento con toldos de material arenoso.	Reparación del estado físico de carreteras y caminos y regulación del transito vial.	▪ Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) ▪ Dirección General de Convivencia y Seguridad Ciudadana de la Policía Nacional (PN) ▪ Ministerio de Fomento, Industria y Comercio
		13. Insuficiente reforestación del área, lo que implica limitación en las riquezas y diversidad de la flora y fauna			
		14. Aumento de fuentes de empleos y oportunidades económicas para la población local. Las actividades productivas locales actuales y/o futuras alcanzan carácter regional. **15.** Incremento del riesgo en la salud a 46 habitantes locales (10			

Conclusiones

- De los 17 impactos ambientales estudiados, cuatro causan mayor afectación a los componente atmósfera, agua, suelo, procesos geológicos, paisaje, trabajadores, familias, fauna y flora del sitio investigado.

- Se calcula que el 15,7% del total de operaciones mineras que ocasionan impactos ambientales corresponde principalmente al movimiento de tierra

- De los 8 factores ambientales evaluados, dos componentes naturales son vulnerables, con cálculos de máximos estimados en 48% específicamente para el Factor Físico Suelo.

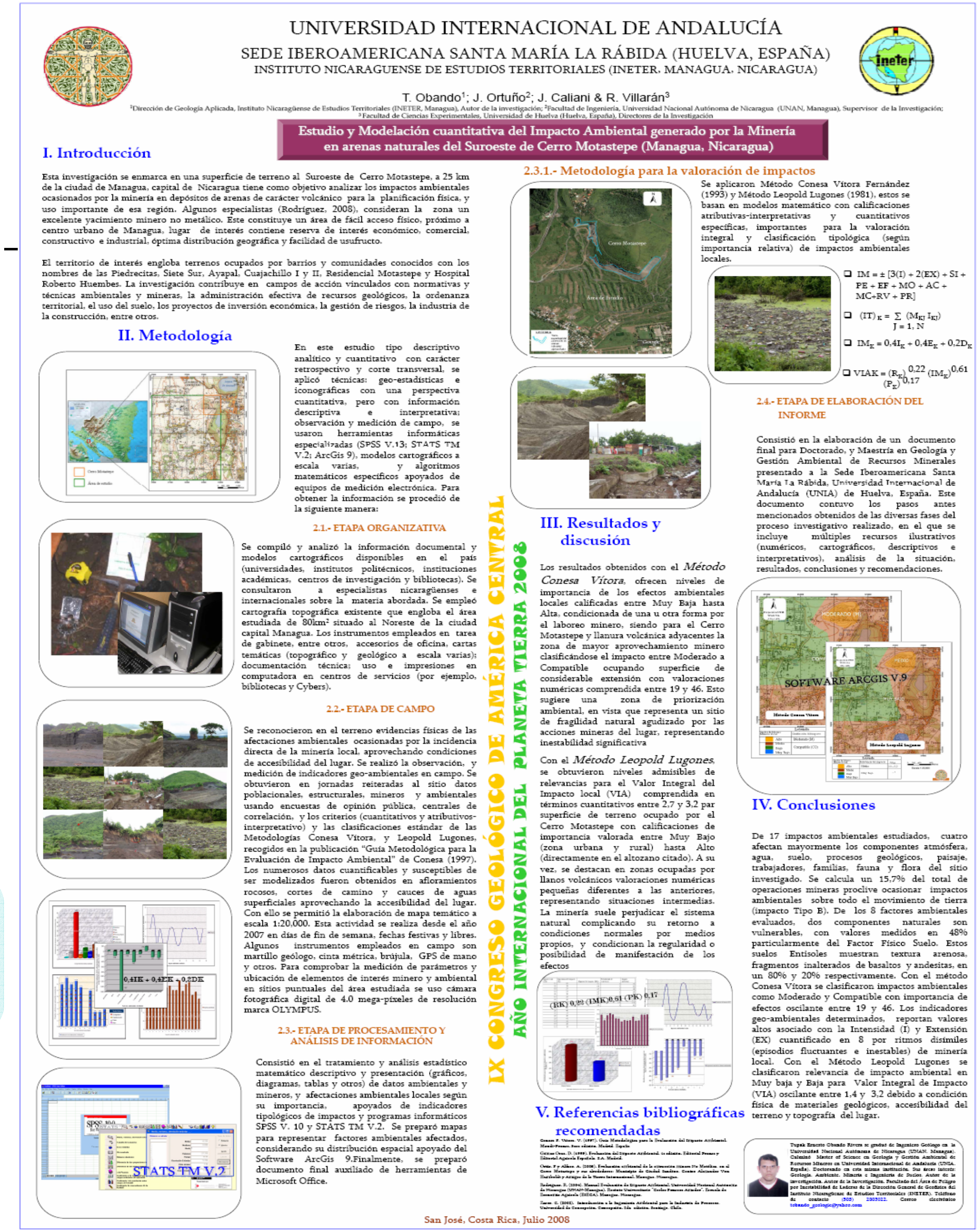
- Estos suelos Entisoles muestran textura arenosa con presencia de fragmentos inalterados de basaltos y andesitas, en un 80% y 20% respectivamente.

- Con el empleo del método Conesa Vítora se clasificó los impactos ambientales en Moderado y Compatible para importancia de los efectos que oscila entre 19 a 46.

- Los indicadores geo-ambientales determinados con el método antes citado, reportan valores altos asociado con la Intensidad (I) y Extensión (EX) cuantificado en 8, debidos a ritmos disímiles (episodios fluctuantes e inestables) del laboreo minero local.

- Con el empleo del Método Leopold Lugones se clasificó la relevancia de impacto ambiental de Muy baja y Baja para Valor Integral de Impacto (VIA) que oscila entre 1,4 a 3,2 debido a la condición física de materiales geológicos, accesibilidad del terreno y topografía local que aminoran las operaciones mineras del lugar.

Póster de DEA 2008



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA

SEDE IBEROAMERICANA SANTA MARÍA LA RÁBIDA (HUELVA, ESPAÑA)

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES (INETER. MANAGUA. NICARAGUA)

T. Obando[1]; J. Ortuño[2]; J. Caliani & R. Villarán[3]

[1]Dirección de Geología Aplicada, Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, Managua), Autor de la investigación; [2]Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN, Managua), Supervisor de la Investigación; [3]Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Huelva (Huelva, España), Directores de la Investigación

Estudio y Modelación cuantitativa del Impacto Ambiental generado por la Minería en arenas naturales del Suroeste de Cerro Motastepe (Managua, Nicaragua)

I. Introducción

Esta investigación se enmarca en una superficie de terreno al Suroeste de Cerro Motastepe, a 25 km de la ciudad de Managua, capital de Nicaragua tiene como objetivo analizar los impactos ambientales ocasionados por la minería en depósitos de arenas de carácter volcánico para la planificación física, y uso importante de esa región. Algunos especialistas (Rodríguez, 2008), consideran la zona un excelente yacimiento minero no metálico. Este constituye un área de fácil acceso físico, próximo a centro urbano de Managua, lugar de interés contiene reserva de interés económico, comercial, constructivo e industrial, óptima distribución geográfica y facilidad de usufructo.

El territorio de interés engloba terrenos ocupados por barrios y comunidades conocidos con los nombres de las Piedrecitas, Siete Sur, Ayapal, Cuajachillo I y II, Residencial Motastepe y Hospital Roberto Huembes. La investigación contribuye en campos de acción vinculados con normativas y técnicas ambientales y mineras, la administración efectiva de recursos geológicos, la ordenanza territorial, el uso del suelo, los proyectos de inversión económica, la gestión de riesgos, la industria de la construcción, entre otros.

II. Metodología

En este estudio tipo descriptivo analítico y cuantitativo con carácter retrospectivo y corte transversal, se aplicó técnicas: geo-estadísticas e iconográficas con una perspectiva cuantitativa, pero con información descriptiva e interpretativa; observación y medición de campo, se usaron herramientas informáticas especializadas (SPSS V.13; STATS TM V.2; ArcGis 9), modelos cartográficos a escala varias, y algoritmos matemáticos específicos apoyados de equipos de medición electrónica. Para obtener la información se procedió de la siguiente manera:

2.1.- ETAPA ORGANIZATIVA

Se compiló y analizó la información documental y modelos cartográficos disponibles en el país (universidades, institutos politécnicos, instituciones académicas, centros de investigación y bibliotecas). Se consultaron a especialistas nicaragüenses e internacionales sobre la materia abordada. Se empleó cartografía topográfica existente que engloba el área estudiada de 80km² situado al Noreste de la ciudad capital Managua. Los instrumentos empleados en tarea de gabinete, entre otros, accesorios de oficina, cartas temáticas (topográfico y geológico a escala varias); documentación técnica; uso e impresiones en computadora en centros de servicios (por ejemplo, bibliotecas y Cybers).

2.2.- ETAPA DE CAMPO

Se reconocieron en el terreno evidencias físicas de las afectaciones ambientales ocasionadas por la incidencia directa de la minería local, aprovechando condiciones de accesibilidad del lugar. Se realizó la observación, y medición de indicadores geo-ambientales en campo. Se obtuvieron en jornadas reiteradas al sitio datos poblacionales, estructurales, mineros y ambientales usando encuestas de opinión pública, centrales de correlación, y los criterios (cuantitativos y atributivos-interpretativo) y las clasificaciones estándar de las Metodologías Conesa Vítora, y Leopold Lugones, recogidos en la publicación "Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental" de Conesa (1997). Los numerosos datos cuantificables y susceptibles de ser modelizados fueron obtenidos en afloramientos rocosos, cortes de camino y cauces de aguas superficiales aprovechando la accesibilidad del lugar. Con ello se permitió la elaboración de mapa temático a escala 1:20,000. Esta actividad se realiza desde el año 2007 en días de fin de semana, fechas festivas y libres. Algunos instrumentos empleados en campo son martillo geólogo, cinta métrica, brújula, GPS de mano y otros. Para comprobar la medición de parámetros y ubicación de elementos de interés minero y ambiental en sitios puntuales del área estudiada se uso cámara fotográfica digital de 4.0 mega-píxeles de resolución marca OLYMPUS.

2.3.- ETAPA DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Consistió en el tratamiento y análisis estadístico matemático descriptivo y presentación (gráficos, diagramas, tablas y otros) de datos ambientales y mineros, y afectaciones ambientales locales según su importancia, apoyados de indicadores tipológicos de impactos y programas informáticos SPSS V. 10 y STATS TM V.2. Se preparó mapas para representar factores ambientales afectados, considerando su distribución espacial apoyado del Software ArcGis 9.Finalmente, se preparó documento final auxiliado de herramientas de Microsoft Office.

2.3.1.- Metodología para la valoración de impactos

Se aplicaron Método Conesa Vítora Fernández (1993) y Método Leopold Lugones (1981), estos se basan en modelos matemático con calificaciones atributivas-interpretativas y cuantitativos específicas, importantes para la valoración integral y clasificación tipológica (según importancia relativa) de impactos ambientales locales.

- $IM = \pm [3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$
- $(IT)_K = \sum_{J=1,N} (M_{KJ} I_{KJ})$
- $IM_K = 0{,}4I_K + 0{,}4E_K + 0{,}2D_K$
- $VIAK = \frac{(R_K)^{0{,}22} (IM_K)^{0{,}61}}{(P_K)^{0{,}17}}$

2.4.- ETAPA DE ELABORACIÓN DEL INFORME

Consistió en la elaboración de un documento final para Doctorado, y Maestría en Geología y Gestión Ambiental de Recursos Minerales presentado a la Sede Iberoamericana Santa María La Rábida, Universidad Internacional de Andalucía (UNIA) de Huelva, España. Este documento contuvo los pasos antes mencionados obtenidos de las diversas fases del proceso investigativo realizado, en el que se incluye múltiples recursos ilustrativos (numéricos, cartográficos, descriptivos e interpretativos), análisis de la situación, resultados, conclusiones y recomendaciones.

III. Resultados y discusión

Los resultados obtenidos con el *Método Conesa Vítora*, ofrecen niveles de importancia de los efectos ambientales locales calificadas entre Muy Baja hasta Alta, condicionada de una u otra forma por el laboreo minero, siendo para el Cerro Motastepe y llanura volcánica adyacentes la zona de mayor aprovechamiento minero clasificándose el impacto entre Moderado a Compatible ocupando superficie de considerable extensión con valoraciones numéricas comprendida entre 19 y 46. Esto sugiere una zona de priorización ambiental, en vista que representa un sitio de fragilidad natural agudizado por las acciones mineras del lugar, representando inestabilidad significativa

Con el *Método Leopold Lugones*, se obtuvieron niveles admisibles de relevancias para el Valor Integral del Impacto local (VIA) comprendida en términos cuantitativos entre 2,7 y 3,2 par superficie de terreno ocupado por el Cerro Motastepe con calificaciones de importancia valorada entre Muy Bajo (zona urbana y rural) hasta Alto (directamente en el altozano citado). A su vez, se destacan en zonas ocupadas por llanos volcánicos valoraciones numéricas pequeñas diferentes a las anteriores, representando situaciones intermedias. La minería suele perjudicar el sistema natural complicando su retorno a condiciones normales por medios propios, y condicionan la regularidad o posibilidad de manifestación de los efectos

IV. Conclusiones

De 17 impactos ambientales estudiados, cuatro afectan mayormente los componentes atmósfera, agua, suelo, procesos geológicos, paisaje, trabajadores, familias, fauna y flora del sitio investigado. Se calcula un 15,7% del total de operaciones mineras proclive ocasionar impactos ambientales sobre todo el movimiento de tierra (impacto Tipo B). De los 8 factores ambientales evaluados, dos componentes naturales son vulnerables, con valores medidos en 48% particularmente del Factor Físico Suelo. Estos suelos Entisoles muestran textura arenosa, fragmentos inalterados de basaltos y andesitas, en un 80% y 20% respectivamente. Con el método Conesa Vítora se clasificaron impactos ambientales como Moderado y Compatible con importancia de efectos oscilante entre 19 y 46. Los indicadores geo-ambientales determinados, reportan valores altos asociado con la Intensidad (I) y Extensión (EX) cuantificado en 8 por ritmos disímiles (episodios fluctuantes e inestables) de minería local. Con el Método Leopold Lugones se clasificaron relevancia de impacto ambiental en Muy baja y Baja para Valor Integral de Impacto (VIA) oscilante entre 1,4 y 3,2 debido a condición física de materiales geológicos, accesibilidad del terreno y topografía del lugar.

V. Referencias bibliográficas recomendadas

Conesa F. Vítora. V. (1997). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Mundi-Prensa. 3era edición. Madrid. España

Gómez Orea. D. (1999). Evaluación del Impacto Ambiental. 1a edición. Editorial Prensa y Editorial Agrícola Española. S.A. Madrid.

Rodríguez. R. (2004). Manual Evaluación de Impacto Ambiental. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua). Managua. Nicaragua.

Tupak Ernesto Obando Rivera se graduó de Ingeniero Geólogo en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN. Managua). Culminó Master of Science en Geología y Gestión Ambiental de Recursos Mineros en Universidad Internacional de Andalucía (UNIA. España). Doctorando en esta misma institución. Autor de la investigación. Correo electrónico tobando_geologic@yahoo.com

San José, Costa Rica, Julio 2008

IX CONGRESO GEOLÓGICO DE AMÉRICA CENTRAL

AÑO INTERNACIONAL DEL PLANETA TIERRA 2008

IX CONGRESO GEOLÓGICO DE AMÉRICA CENTRAL

02-03 julio, 2008, San José, Costa Rica

San José, Costa Rica

Julio - 2008

¡Muchas Gracias!