

1997-B 196070161

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
DE LA SALUD

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL



"PROPUESTA METODOLÓGICA PARA RESTAURAR Y
APROVECHAR UN BANCO DE MATERIAL GEOLÓGICO
EN EL MARCO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE "

ESTUDIO DE CASO:

"BANCO DE MATERIAL GEOLÓGICO
SAN MARTÍN DE LAS FLORES TLAQUEPAQUE JAL."

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
PRESENTA

ING. GEOL. ROBERTO MACIEL FLORES

GUADALAJARA, JALISCO. ENERO DE 2000

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
DE LA SALUD**

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL

**DIRECTOR DE TESIS
DR. JOSÉ G. ROSAS ELGUERA**

**ASESORES DE TESIS
DR. EDUARDO FLORES SALINAS
DR. FRANCISCO J. FLORES MENDOZA**

**SINODALES
MC. ARTURO CURIEL BALLESTEROS
MC MARTHA GEORGINA OROZCO MEDINA
MC. FAUSTINO MORENO CEJA**

Dedicatorias:

A El, quien me ha dado todo.

A mi familia, iniciando por *Isabel* quien ha hecho que entre los dos, logremos realizar los proyectos que parecieran ser imposibles de realizar por una sola persona.

Para mis hijos *Roberto Pedro y Christian Alexander* a quien debo la integración y fortalecimiento de una gran familia, quienes me hacen sentir lo que es un verdadero hogar.

A mis padres, *Roberto y Juanita* quien a pesar de estar distantes geográficamente me hacen sentir su apoyo en forma constante, a ellos solo puedo decirles, *gracias*, una pequeña palabra pero que finalmente representa un profundo reconocimiento de una gran ayuda que no puede ser recompensada por la magnitud del favor recibido.

A mi hermana cuñado y sobrina, *Celia, Ricardo y Talia* a quienes considero como una familia ejemplar una gran muestra de amor.

Agradecimientos:

A la M. en C. *Guadalupe Garibay Chávez* por la organización y su dedicación a la presente maestría

A la C. Dr. *Martha Georgina Orozco Medina*, por su labor desarrollada en el desarrollo de este posgrado .

A la Lic. *Gabriela Hernández Díaz* por el increíble trabajo administrativo y apoyo que ha brindado en esta Universidad.

A todos y cada uno de los profesores que impartieron diversas cátedras, excelentes por cierto.

A mis compañeros.

Reconocimientos:

Al C. Dr. *José G. Rosas Elguera* por dirigir la presente tesis, por impulsarme como amigo a tantas aventuras (una de ellas la presente maestría), quien gusta de ser muy claro en su opinión aún cuando pueda herir con la verdad, pero seguramente no matará con la mentira.

Al C. Dr. *Francisco Flores Mendoza* por su asesoría y valiosos comentarios.

Al C. Dr. *Eduardo Flores Salinas* por sus comentarios, apoyo y asesoría.

A las Compañías *Concretos de Alta Calidad* y *Agregados Guadalajara*, por el financiamiento e impulso del proyecto acorde con sus políticas de preservación del medio ambiente.

A la Comisión Estatal de Ecología, en especial al Ing. *Miguel Magaña Virgen*, por su compromiso con el medio ambiente, sus comentarios e impulso del proyecto.

INDICE

Capitulo	pag.
Resumen	1
1.- Introducción	3
1.1.- Generalidades.	3
1.2.- Consideraciones y Trabajos previos	6
1.3 Localización del área de estudio de caso	13
1.4 Antecedentes históricos de la Zona Metropolitana de Guadalajara	13
1.5.- Generalidades sobre bancos de material geológico	15
1.6.- Justificación	19
1.7.- Objetivos	21
2.- Propuesta metodológica para el aprovechamiento - restauración de un banco de material geológico.	22
2.1. Uso actual y propuesta de uso futuro del predio donde se ubica el BMG.	24
2.2. Determinación de la condición ambiental del BMG.	24
2.3. Aplicación de las medidas de mitigación.	25
2.4. Obras de restauración para la minimización de los impactos ambientales.	25
2.5. Topografía actual y propuesta.	26
2.6. Modelación del terreno.	27
2.7. Hidrología.	28
2.8. Riesgos Naturales y antropogénicos.	28
2.9. Cronograma de actividades.	29
Apéndice A	
A. Diagnostico ambiental del banco de material geológico.	
A.1. Descripción general de las actividades y obra proyectadas	32
A.1.1.- Etapa de selección de sitio	34
A.1.2.- Etapa de preparación y construcción del sitio	34
A.1.3.- Proyecto de explotación	37
A.1.4.- Etapa de abandono del sitio	45
A.2.- Estudios del medio Físico	45
A.2.1.- Climatología	45
A.2.2.- Geomorfología	46
A.2.3.- Suelos	51
A.2.4.- Hidrología	53
A.2.5.- Vegetación	60
A.2.6.- Fauna	63
A.2.7.- Ecosistema y Paisaje	68
A.2.8.- Medio Socioeconómico	68
A.3.- Vinculación con las normas y regulaciones sobre el uso del suelo	70
A.4.- Identificación y evaluación de impactos ambientales	70
A.5.- Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados	80
A.6.- Conclusiones de la evaluación ambiental del proyecto propuesto	82

Apéndice B

B.- Estudio de caso: Aprovechamiento – Restauración, para el banco de material geológico de San Martín de las Flores, municipio de Tonalá Jal.	84
B.1.-Generalidades	84
B.2.- Estudio topográfico e hidrológico	85
B.3.- Diseño de terrazas de base ancha	90
B.4.- Diseño de presas filtrantes	102
B.5.- Estudio de restauración de la fertilidad del suelo	104
B.6.- Propuesta de restauración	106
B.7.- Acuicultura	112
B.8.- Instalación y operación de granja piscícola - recreativa	114
Conclusiones y Recomendaciones	119
Bibliografía Consultada	125

INDICE DE FIGURAS.

Figura I –	Localización regional del área de estudio
Figura II.-	Localización, cuenca y geología regional del área de estudio.
Figura III.-	Perfiles

INDICE DE PLANOS

Plano 1/1	Propiedades
Plano 1/6	Topografía
Plano 2/6	Riesgo de movimiento de masas
Plano 3/6	Tipos de suelo.
Plano 4/6	Construcción
Plano 5/6	Referencia norte
Plano 6/6	Referencia sur.

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1.1.- Reporte de Bancos de Material Geológico por municipio.

Cuadro A.1. Programa de trabajo previsto para este proyecto

Cuadro A.2. Características del equipo horas de trabajo y consumo de combustible

Cuadro A.3. Requerimientos de personal

Cuadro A.4. Materias primas e insumos por fase de proceso

Cuadro A.5. Productos Finales

Cuadro A.6.. Forma y características de transportación y almacenamiento

Cuadro A.7. Consumo ordinario de agua de diferentes grados de calidad

Cuadro A.8. Probabilidad de ocurrencia de terremotos en la zona

Cuadro A.9. Indica las diferentes intensidades de lluvia de 1972 a 1982

Cuadro A.10. El área inundable del cuerpo de agua de esta serie de pequeñas represas

Cuadro A.11. Coberturas del pastizal inducido

Cuadro A.12. Coberturas del Matorral Alto Subinorme

Cuadro A.13 Mamíferos registrados en el área del banco de material CALCA y sus alrededores

Cuadro A.14. Mamíferos potenciales para el área del banco de material y su zona aledaña

Cuadro A.15. Riqueza de especies por familia de Aves registradas en el banco de material de la empresa CALCA y su zona de influencia

Cuadro A.16. Listado de especies de anfibios y reptiles determinadas directamente en el área de estudio

Cuadro A.17. Listado de especies endémicas de Reptiles

Cuadro A.18. Listado de especies amenazadas de anfibios y reptiles Documental

Cuadro A.19. Impactos Ambientales Típicos por un Banco de Material Geológico

Cuadro B.1. Banco de Material Geológico (BMG)

Cuadro B.2. Intensidades de lluvia máxima en 24 horas para un periodo de retorno de diez años

Cuadro B.3. Superficies obtenidas en la fotointerpretación

Cuadro B.4. Superficie de terrazas

Cuadro B.5. Presas filtrantes del arroyo Oeste

Cuadro B.6. Presas filtrantes del arroyo Este.

Cuadro B.7. Arroyo Oeste

Cuadro B.8. Arroyo Este

Cuadro B.9. Resultado de análisis físicos y químicos realizados a dos muestras de residuos del cribado de gravas

Cuadro B.10 Cobertura de Pastizal Inducido

Cuadro B.11. Coberturas del Matorral Alto Subinorme

Cuadro B.12. Resultados del muestreo realizado. Las charcas no tienen ninguna salida de agua

Cuadro B.13. Resultados del análisis de calidad del agua de la charca No. 2

Cuadro B.14. Análisis de costos

RESUMEN

Los desastres ocurridos en el Estado de Jalisco y otras partes del mundo, por causas naturales y por intervención del hombre, así como la presencia de enfermedades infecciosas asociada a residuos y sustancias peligrosas, consideradas como una de las causas de muerte en el mundo, han motivado investigaciones de áreas diversas como es de ciencias naturales y de salud, realicen estudios, como el presente, sobre la asociación de *“La salud de los ecosistemas, como un parámetro ambiental de la salud humana.*

El presente estudio denominado, **Propuesta Metodológica para Restaurar y Aprovechar un Banco de Material Geológico en el Marco del Desarrollo Sustentable**, analizan a los Bancos de Material Geológico (BMG), como una de las actividades antropogénicas, que altera a un ecosistema y en consecuencia la salud de la población. El tema se selecciono debido al creciente número de BMG, en las inmediaciones de centros en desarrollo, como es la Metrópoli de Guadalajara, y, por los antecedentes de que la mayoría, los BMG en antaño tuvieron un mal manejo ambiental, y en consecuencia representan un riesgo para la Salud Ambiental, porque a su termino, se generaron zonas inestables (con derrumbes o una topografía irregular) y se ha permitido dentro de, ó en zonas adyacentes, la creación de basureros o viviendas.

Para tener una idea de la dimensión del problema, entre 1995 a 1997, época en que por la economía del país y la construcción no demando un gran volumen de material, se trabajaron 76 BMG, que ocupan aproximado 520.32 Has. De 1980 a 1995, se estima que los BMG requirieron mas de 3,000 Has. Para evitar que esta superficie quede inhabilitada, urge desarrollar dos acciones: a) promover la restauración o rehabilitación de BMG para minimizar zonas de riesgo en zonas urbanas y b) impedir que estos se conviertan en basureros.

La metodología propuesta, ofrece una solución para **restaurar** BMG, antiguos o nuevos y contribuir a evitar, o minimizar, problemas de salud e impacto ambiental, así como, peligros derivados de estos proyectos. Su implementación requiere: Un diagnostico ambiental (como se presenta en el anexo A), para BMG antiguos; Estudio de impacto ambiental para BMG nuevos; Aplicación de medidas de mitigación para los impactos ambientales negativos; Revisión y planeación del uso del suelo y Modelación de la morfología del lugar para integrarlo a un uso productivo, posterior al aprovechamiento. Esta metodología incluye el estudio de los peligros naturales en la localidad, para definir las obras y acciones necesarias para minimizar tanto la vulnerabilidad de la población, presente o futura, así como sus riesgos.

Los basureros creados en los BMG, han generado problemas de salud ambiental, directos e indirectos, sobre todo en aquellos en que se permitió, al termino de su relleno, la construcción de habitaciones. Actualmente se presentan: Problemas sociales; Emisión de lixiviados y gases (metano); Hundimientos (en habitaciones construidas sobre basureros); Inundaciones; Deslizamientos; Cambio de uso y valor del suelo; Impacto al paisaje; Desarmonías; Degradación de la calidad de vida salud e higiene; Corrosión de estructuras; Concentración de fuentes de contaminación microbiana, que han generado diversas enfermedades infecciosas, pulmonares, intestinales, septicemia, deficiencias de

la nutrición, de la piel y del tejido celular subcutáneo; de ojos y sus anexos y de vías urinarias.

Como estudio de caso se aplica esta metodología, en un BMG (ver anexo B), en el cual se crea un proyecto de abandono a desarrollar en casi 20 años, el proyecto es acorde con las necesidades ambientales específicas del lugar y de financiamiento de los propietarios. El proyecto, desarrollado posterior a la manifestación de impacto ambiental del mismo, considerando parámetros como: Aspecto social; Restauración morfológica; Conducción apropiada del agua; Reincorporación de suelo, Vegetación y Regreso de fauna al predio. El proyecto de abandono contempla dejar el terreno apto para áreas verdes, estacionamientos, parque público, almacenes y zona habitacional. Se obtuvo su aprobación por parte de los promoventes y autoridades involucradas. Con esta aplicación, se demuestra que es factible hacer el aprovechamiento sustentable de la roca como recurso natural y tener un uso de suelo productivo posterior a la explotación, que satisfagan las necesidades de la sociedad sin menoscabo de la calidad de la salud ambiental y sin una afectación al patrimonio de los futuros propietarios de los terrenos donde se desarrolle un BMG.

Así como fue factible desarrollar un proyecto de abandono para restaurar el BMG tomado como estudio de caso, se estima que en otros BMG, se pueden revertir los daños a ecosistemas alterados, mediante proyectos que permitan una nueva fase de aprovechamiento con tendencias a la restauración biológica – mecánica, este tipo de proyectos deben de tener la finalidad de minimizar, los impactos adversos causados en antaño al ecosistema, los riesgos a la salud y a la calidad de vida. Aún cuando lo óptimo por costos y ambientalmente, es realizar el aprovechamiento de un BMG siguiendo un proyecto de abandono previamente desarrollado, que considere que al final el predio se deje apto para su aprovechamiento (agrícola, forestal, urbano, etc.).

1.- INTRODUCCION.

1.1. GENERALIDADES

Investigadores del área de ciencias naturales (como lo es la geología, formación inicial del autor), normalmente no estaban involucrados en problemas de salud, sin embargo el incremento de profesionistas en esta disciplina y la importancia de su opinión, radica en que algunos problemas de salud crónicos o agudos, están relacionados directamente a la dinámica natural de la tierra, y al aspecto ambiental en que el individuo se ha desarrollado, o bien a la modificación que el mismo hombre ha causado en el ambiente. Como ejemplo de estas afectaciones que el hombre ha generado, podemos citar:

- La contaminación del suelo con arsénico que durante la realización de trabajos de prospección geotermoeléctricos, la Comisión Federal de Electricidad causo en el área natural protegida de la Sierra de la Primavera, Jal.
- El deposito de cianuro en el suelo que durante el proceso de beneficio diversas compañías mineras provocaron por años en los jales (depósitos de residuos no aprovechables) de las minas.
- La contaminación de diversos cuerpos de aguas superficiales, como es el caso de la Laguna de Chapala, y agua subterránea, como el acuífero de Toluquilla, por el vertido de residuos sólidos y líquidos de parte de fabricas, y zonas habitacionales.
- Contaminación del aire por la combustión de combustibles fósiles y por la generación de ruido, afectando el ciclo del carbón drásticamente.
- Los cambios de uso de suelo dados por los ganaderos, agricultores y quienes aprovechan la madera.
- Cambio de las propiedades físico químicas del suelo por el uso indiscriminado de agroquímicos.

Estos ejemplos son solo algunos, de los que han afectado tanto la salud de los ecosistemas como también la salud de la población y en los que el área de geología participa para tratar de determinar la magnitud del problema, la fuente de origen y las posibles alternativas de solución a las mismas.

Puntualmente algunos de los peligros determinados en la Zona Metropolitana de Guadalajara, como son movimientos de masa (hundimientos o deslizamientos), zonas de inundación, delimitación de regiones sísmicas, fallas activas, concentración de sales o gases tóxicos, posibilidades de eventos volcánicos han sido determinados por el área de geología debido al conocimiento que el profesionista de esta materia tiene sobre la dinámica natural de la tierra por lo que en cierta forma es factible predecir en que lugares es probable la ocurrencia de eventos naturales desastrosos que afecten a la salud de un sector de la población, y de la misma forma, determinar algunas medidas de mitigación para minimizar la vulnerabilidad de la población y en consecuencia los riesgos a los que pueden estar asociados.

La Universidad de Guadalajara (1999), en su libro Jalisco a Futuro, señala la interrelación que existe entre todos los factores que componen el medio ambiente incluyendo a la población misma denotándolo en un párrafo que cita que "...la

naturaleza y el medio ambiente generan las condiciones cruciales para la subsistencia biológica de la *población*, la cual provee a la *economía* de la energía humana indispensable para su funcionamiento. De esta última proceden los recursos materiales y los insumos para que *la política y la administración pública* (gobierno) encaucen la voluntad colectiva hacia el logro de metas relevantes para la *sociedad*. Por su parte, la *sociedad* y sus instituciones cohesionan a los individuos en un entramado de relaciones ordenadas normativamente por la *cultura* y los valores que dan sentido e identidad a los jaliscienses”. En el resto del libro es posible ver entre otras cosas, la importancia que tiene el medio ambiente sobre la salud de la población y la importancia de ambas para lograr llegar un futuro tendencial, deseable o pesimista.

En la misma secuencia de ideas la asociación entre los diferentes factores del medio ambiente como lo es la salud ambiental y la geología ambiental se puede asociar con uno de los principios de geología, profesión inicial del autor, es el del uniformitarismo, que fue emitido hace más de 150 años, por *James Hutton* el cual dice textualmente: “**El presente es la clave del pasado**”, lo que quiere decir que si se estudia el presente es posible comprender el pasado, sin embargo en los tiempos actuales en los que según la “Agenda 21” (Banco Mundial, 1992) y el Ministerio de Obras públicas y Transportes, (1992); se requiere del:

- a) Fomento del desarrollo sostenible de los recursos humanos.
- b) Enfoque integrado de la planificación y la ordenación de los recursos de la tierra.
- c) Ordenación de los ecosistemas frágiles.
- d) Protección de los mares de todo tipo
- e) Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce
- f) La Gestión ecológica y racional de los residuos peligrosos, radioactivos así como aguas residuales.
- g) Detección de peligros naturales y antropogénicos así como su mitigación

La geología así como muchas otras ciencias, y los estudiosos de estas, han evolucionado adaptándose a los requerimientos de la sociedad actual por lo que el interés principal de las ciencias geológicas, así como la del autor, ha ido pasando de manera paulatina, durante las últimas dos décadas, desde el estudio de la historia de la tierra y la búsqueda de los recursos, hacia la predicción del comportamiento del planeta y el manejo ambiental de los sistemas terrestres. Por todo lo antes citado el principio mencionado, se puede considerar que ahora puede ser enunciado, con todo respeto a J. Hutton, como: “**El presente es la clave del pasado y la comprensión del futuro**”, futuro que para la siguiente generación no se ve muy seguro si no se modifican las políticas actuales de desarrollo y uso de los recursos naturales, como lo son los recursos geológicos mismo que será tratado en este trabajo.

De la misma forma que el principio del uniformitarismo ha sido modificado, algunos otros conceptos de ciencias asociadas a los aspectos ambientales, han sido modificadas, al igual que el ejercicio de éstas, por lo que ahora no es posible hablar solo de trabajos unidisciplinarios, es necesario considerar en investigaciones serias, un trabajo **inter** y **multi**-disciplinaridad y en algunos casos, los más importantes tal vez, será necesario hablar de una **trans**-disciplinaridad. Es decir para resolver los problemas relacionados específicamente a la ecología y la salud humana es necesario tratar a estos de forma multifactorial, con un enfoque más interdisciplinar de los análisis y de los diagnósticos,

y solo de esta forma será posible establecer con claridad algunas de las dimensiones del cambio regional o global, producto de los impactos ambientales de ciertas acciones humanas. De continuar con esta tendencia se podrá pensar que existe la posibilidad de conservar o mejorar el nivel de vida de los nacionales, o bien diseñar estrategias adecuadas para el uso sustentable de los recursos y de su territorio.

Con base en lo antes citado, en este estudio se pretende aplicar no solo los principios geológicos, sino, manejar y aplicar algunos de los conocimientos recientemente adquiridos en la **Maestría de Ciencias de la Salud Ambiental**, específicamente sobre **salud ambiental** para hacer la **Propuesta Metodológica para Restaurar y Aprovechar un Banco de Material Geológico en el Marco del Desarrollo Sustentable** y resolver con esta herramienta uno de los problemas ambientales que tienen la mayor parte de las grandes y medianas ciudades que es la extracción de material geológico.

1.2.- CONSIDERACIONES Y TRABAJOS PREVIOS

En forma previa a la elaboración de la presente **“Propuesta Metodológica para Restaurar y Aprovechar un Banco de Material Geológico en el Marco del Desarrollo Sustentable”**, que en su mayor parte es producto de la experiencia obtenida durante el estudio del medio físico (ver ejemplo en el apéndice A), la restauración de zonas degradadas por el hombre (ver ejemplo de apéndice B), se dio un intercambio de ideas y discusiones en forma profesional con otros investigadores, de igual manera y como complemento, se realizó una revisión de la bibliografía existente sobre tal tópico, así como de algunos de los conceptos y definiciones comúnmente usadas en investigaciones relacionadas al estudio del medio ambiente.

Uno de los primeros trabajos considerados para definir a que nivel es necesario tratar de restaurar un ecosistema y la importancia del mismo, fue el realizado por Odum (1984), quien cita que “El concepto de ecosistema es amplio y subraya las relaciones forzosas, la interdependencia y las relaciones causales de componentes para formar unidades funcionales. Puesto que las partes son inseparables desde el punto de vista funcional, el ecosistema es el nivel de organización biológica más apropiado para la aplicación de las técnicas de análisis de sistemas. A partir de lo anterior el autor concluye que los organismos vivos y su ambiente inerte (abiótico) están inseparablemente ligados y actúan recíprocamente entre sí. Cualquier unidad que incluya la totalidad de los organismos (la comunidad) de un área determinada que actúan con reciprocidad con el medio físico de modo que una corriente de energía conduzca a una estructura trófica, una diversidad biótica y a los ciclos materiales (intercambio de materiales entre las partes vivas y las inertes) claramente definidos dentro del sistema es un sistema ecológico o ecosistema.

Los ecosistemas pueden, desde el particular punto de vista de los especialistas tener una o varias funciones vitales, como puede ser regular ciclos, tales como el biogeoquímico, hidrológico, del carbón, o del nitrógeno, los cuales en el caso del desarrollo de bancos de material geológico, pueden ser alterados substancialmente, dependiendo de las características de los impactos ambientales que se desarrollen en cada uno de los factores ambientales del ecosistema, es decir de la intensidad, extensión, momento, persistencia y reversibilidad de los mismos, estos parámetros finalmente nos dan la importancia de los impactos positivos o negativos que se desarrollen en un ecosistema y de la misma forma nos orientan para determinar las acciones necesarias para llevar a cabo la restauración de un ecosistema. El estudio del medio físico además de considerar el estudio de cada uno de los factores ambientales que conforman a un ecosistema (ver apéndice A) lo valora en función del proyecto que se pretenda desarrollar en el.

El concepto sobre ecosistema de Odum, de la forma anteriormente mencionada, inicialmente es que mayor difusión y utilización ha tenido, sin embargo actualmente se considera que los ecosistemas tienen diferentes grados de evolución y retroceso y no necesariamente todos avanzan a un mismo ritmo, y es necesario determinar, antes de iniciar con un proceso de restauración o rehabilitación en un área degradada, las condiciones reales del ecosistema dado que todas comunidades de plantas y animales

son sujetos de los disturbios que ocurren en la naturaleza, como pueden ser, incendios, movimientos de masa (avalanchas, hundimientos, deslizamientos, etc.), congelamiento, depósito de cenizas, inundaciones, emanación de gases o minerales tóxicos, etc. Cualquier ecosistema puede incluir áreas con disturbio recientes, recientes o antiguos, entremezclados. Es decir, los cambios constantes en los ecosistemas son condiciones naturales y normales.

Los actuales estudio de un ecosistema no son posible de ser concebido si no se considera la participación de especialistas en las diferentes disciplinas, acorde con el ecosistema que se trate, como son: geología, suelo, agua, aire, meteorología, geomorfología, fauna, vegetación, sociología y paisaje entre otros, sin embargo el peso de la información y la mayor o menor importancia de la opinión que genere uno o varios de los profesionistas estará en función de la característica misma del ecosistema, dado que un ecosistema no siempre tendrá los mismos elementos y tampoco no siempre estos tendrán la misma función e importancia. Por lo que al afectar un ecosistema, esta puede tener un peso mayor en uno o varios de los factores, rara vez en todos, pero para hacer esta determinación es necesario la opinión de todos y cada uno de los especialistas o cualquier propuesta de restauración tendrá un sesgo.

Otro de los importantes conceptos analizados, a partir de la revisión bibliográfica, como las ponencias dictadas en foros como ha sido en la Declaración de Río (Orozco, 1997), y discusión con varios de los profesores de la maestría sobre salud ambiental fue precisamente el de *Salud Ambiental*. Sin embargo una de las definiciones más sencillas fue el de la Organización Mundial de la Salud, quien cita que es: *“Parte de la Salud pública que se ocupa de las formas de vida, las sustancias, las fuerzas y condiciones del entorno del hombre, que puede ejercer una influencia sobre su salud y bienestar”*.

Sin embargo aún cuando el anterior concepto que se cita es claro y sencillo, en opinión del autor, es aún más completo el de Corey (1988) el cual se emplea en el desarrollo del presente trabajo y se cita a continuación:

“El concepto general que incorpora aquellos planteamientos o actividades que tienen que ver con los problemas de salud asociados con el ambiente, teniendo en cuenta que el ambiente humano abarca un complejo contexto de factores y elementos de variada naturaleza que actúan favorablemente o desfavorablemente sobre el individuo. Además de la calidad ambiental, que condicionará el mayor o el menor riesgo de enfermar, la calidad del medio se refiere también al tipo de factores sociales, culturales, económicos y políticos prevaecientes y a la naturaleza de otros numerosos factores ambientales”.

Esta definición se selecciono en virtud de que considera los factores ambientales y el concepto de riesgo a enfermarse por parte de la población, que finalmente es el elemento de estudio.

Un concepto importante es el de *Desarrollo Sustentable*, se considera que la expresión más apropiada es la que presenta el Banco Mundial (1992), quine la define como: *el desarrollo que define las mejores condiciones de vida de una sociedad con su*

medio ambiente, manteniendo las adecuadas relaciones de equilibrio que aseguren la permanencia de los principales recursos naturales en el tiempo

Para este trabajo la adopción de una definición específica para los términos de *Rehabilitación* y *Restauración* ha sido difícil, porque inicialmente algunos autores los tomaron casi como sinónimos, por ejemplo:

El Gran Diccionario del Medio Ambiente y de la contaminación de Seoánez (1995), define sencillamente como

Restauración Corrección y vuelta a una situación anterior.

Rehabilitar. Habilitar de nuevo o restituir a su antiguo estado.

Lo anterior en la interpretación del autor casi es un sinónimo, y deja varias dudas al respecto de cómo interpretar cada término.

Otra definición es dada por el Diccionario General de la Lengua española (1999), los define como:

Rehabilitar. Habilitar de nuevo o restituir (una persona o cosa) a su antiguo estado.

Restaurar: Recuperar o Recobrar.

Reparar, volver a poner (una cosa) en aquel estado o estimación que antes tenía.

Reparar del deterioro que haya sufrido.

Estas definiciones, considerando que son del Diccionario General de la Lengua Española, deben ser en teoría las que deben de prevalecer, sin embargo al ser traducidos a otros idiomas otros autores los han definido de diferente forma, algunos de los cuales les dan significados más específicos, como por ejemplo: Schreckenberg (1990), se refiere al término *Rehabilitación* como un término genérico para describir una estrategia de manejo diseñada para detener la degradación de una zona y hacer en ella posible un uso productivo y *Restauración*, el mismo autor lo define como, una estrategia desarrollada para regresar a las condiciones originales a una zona degradada.

Harker et. al. (1993) define el término restauración como un término genérico que significa, retornar alguna parte degradada del paisaje a una condición preexistente, mejorada y más natural. El toma esta información de John Berger (1990) autor de "Restoring the Earth, called Restoration", y la sintetiza como un esfuerzo para imitar artísticamente la naturaleza en toda su complejidad, tomando un sistema degradado y haciendo a este más diverso y productivo.

La Ley General del Equilibrio Ecológico define a *Restauración* como *Un conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.*

Analizando desde una perspectiva geológica la evolución de la tierra y sus ecosistemas y no desde el punto de vista tiempo - hombre, es difícil considerar a un ecosistema como algo estático a través del tiempo, por lo que es difícil entender un

termino de restauración como lo define Schreckenberg (1990), en la que habla del concepto de *Restauración*, como una estrategia desarrollada para regresar a las *condiciones originales* a una zona degradada, porque la pregunta obligada es ¿cuáles son las condiciones originales?, ¿en que segmento del tiempo se puede considerar que un ecosistema tienen condiciones específicas a las cuales hay que regresar?. Por otra parte desde la aparición del hombre sobre la tierra, la cual se estima, según recientes descubrimientos, fue hace aproximadamente tres millones de años, este ha sido parte del medio ambiente, en beneficio o perjuicio del mismo. El tiempo que el hombre ha estado sobre la tierra es relativamente pequeño en comparación con la edad de la tierra misma que se estima en 4.5 mil millones de años, pero es demasiado si se considera que históricamente el hombre ha tratado de aprovechar los recursos naturales para su beneficio. En algunas ocasiones simplemente ha disfrutado de la belleza de la naturaleza, en otras, ha tratado de manejar las fuerzas internas (vulcanismo y tectonismo) y externas (erosión e intemperismo) de la tierra, que modelan la superficie de la tierra en forma muy rápida, en ciertas porciones del planeta, como en Islandia, y en otras en forma lenta pero continua como en México, las cuales eventualmente han estado de su parte y en otras han sido elementos destructivos para él. Estas fuerzas precisamente modelan la superficie terrestre de tal forma que es difícil pensar que un ecosistema no se ha modificado, adaptándose a estos cambios o sucumbiendo a ellos.

En fechas recientes la continua demanda de satisfactores del hombre para con el medio ambiente, ha provocado modificaciones (en diversos grados), para los factores que lo conforman, como son, alteraciones físico – químicas del suelo, pérdida del mismo, eliminación, modificación o introducción de distintos tipo de especies de vegetación, alteración de las poblaciones de fauna al ahuyentar, sobre-poblar o desaparecer algunas especies, en el aspecto hidrológico ha generado cambio en los cursos de aguas, disminuido o aumentado los cuerpos de agua y el proceso de infiltración de aguas subterráneas, como una consecuencia de los cambios en morfología y del climas, etc. Estos impactos ambientales se generaran a partir del actividades relativamente simples como lo es el aprovechamiento de la madera de un bosque, el uso de suelo para la agricultura, el represamiento del agua para irrigar parcelas, o bien actividades más complejas como lo es la obtención de energéticos de subsuelo o el beneficio de minerales o rocas, etc.. Que finalmente son actividades en el que el hombre no trabaja por la naturaleza sino para aprovechar a esta en un proceso económico. Tomando en cuenta lo anterior y considerando que la tierra, ha tenido una evolución y que algunos ecosistemas desarrollados sobre de este, han alcanzado su actual estado a través de una evolución que ha durado cientos o miles de años, es difícil considerar que el hombre pueda restaurar, considerando la definición de Schreckenberg (1990), un ecosistema degradado por actividades antropogenicas, Por otra parte y considerando la tabla 1.1 la mayoría de los BMG se desarrollaron en parcelas que anteriormente fueron agrícolas, es decir ya existía un proceso de degradación de un ecosistema porque para desarrollar una zona de cultivo se ha requerido eliminado la mayor parte de la vegetación, parte del suelo se altera con agroquímicos o bien se erosiona, algo de la morfología se modifica, la fauna se ahuyenta o se elimina, se crean caminos etc.

Por todo lo antes citado, el autor considera que los términos de rehabilitación y restauración pueden ser considerados como sinónimos y se utilizan como tales en este estudio.

Durante el tiempo que se realizó el presente trabajo no se encontró información previa sobre restauración o rehabilitación de Bancos de Material Geológico (BMG), a nivel estatal o nacional, tampoco se localizó una metodología o ejemplos de casos similares para resolver este problema y solo a nivel internacional, específicamente España se han desarrollado congresos geológicos ambientales desarrollados por la sociedad geológica de España denominados "Problemática Geoambiental y Desarrollo" (ver Ortiz, 1993), y es de donde se obtuvo algo de literatura sobre del tema, esta falta de información es uno de los factores que motivo al desarrollo de una metodología para el aprovechamiento – restauración de un BMG, la cual inicialmente se hace, en Jalisco, donde existen condiciones ambientales particulares, por lo que para este estudio se ejemplifica con una localidad inmersa prácticamente dentro la zona conurbada de Guadalajara, Jal. que es el estudio de caso. Para la localidades con ambientes diferentes al existente en Jalisco, deberá de darse el ajuste necesario en algunos aspectos como es el caso de la morfología y geología que no son tan fáciles de manejar en localidades como la península de Yucatán o en las zonas desérticas .

En otro orden de ideas se obtuvo material muy importante para normar criterios para la propuesta metodológica que se presenta, de varios de los trabajos analizados, uno de ellos, es el de la conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano, que se realizó en Estocolmo en 1972, hace 27 años, a partir de la cual, se puede decir además, que se ha logrado, algunos avances significativos (como en la docencia e investigación), sin embargo en términos generales se refleja un pobre avance en la **preservación del medio ambiente y el desarrollo de proyectos sustentables** a pesar de las diversas conferencias internacionales en las que han participado los jefes de estado y las leyes y reglamentos vigentes en cada país.

La Comisión Municipal sobre Medio Ambiente y Desarrollo, en el informe sobre nuestro futuro común, define el *Desarrollo Sustentable* como "*un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias*". Otro concepto de la misma Comisión, que fue discutido en la Conferencia de la Tierra (junio 1992), plantea que el *desarrollo sustentable con equidad* consiste en *mejorar las condiciones de vida sin rebasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan*. En esta conferencia no se trato, pero es necesario citar que posteriores reflexiones de estos conceptos, señalan que de la misma forma no es posible hablar de un buen desarrollo si no se considera la identificación y valuación de las amenazas naturales o bien antropogénicas, para poder prevenir adecuadamente a la población, mediante la realización de planes de contingencia, o bien realizar obras de mitigación específicas y de esta forma minimizar la vulnerabilidad de ella y en consecuencia disminuir el riesgo considerando estos dos parámetros, amenazas y vulnerabilidad.

Como una de las primeras conclusiones de lo antes referido, podemos decir que para hacer aplicable el desarrollo sustentable con equidad, se tiene que visualizar con

claridad los objetivos de vida de cada grupo o de cada sociedad y en íntima interdependencia con su medio ambiente o la naturaleza que lo rodea; inclusive las normas éticas y morales de esa sociedad no sólo se deben referir al hombre mismo sino también a los animales, las plantas, al aire, al agua y a la tierra que son partes de él mismo.

Paradójicamente después de analizar las conclusiones de estos trabajos hechos por jefes de estado e investigadores que han difundido sus trabajos a nivel internacional, si comparamos la sociedad actual con las antiguas sociedades de México podríamos decir que existe, en algunos casos, un retroceso en la prevención del medio ambiente, por ejemplo no se han superado y en algunos casos se han perdido los respetables y valiosos aportes en técnicas y diversas prácticas agrarias de la cultura andina, cuya filosofía alude ya al desarrollo sustentable, a tal punto que se podría asegurar que el concepto ya había concebido y aplicado por los antiguos pueblos del Ande.

Actualmente a pesar de las nuevas disposiciones legales y políticas nacionales e internacionales, la extinción de especies prosigue, aún cuando va en aumento el número de hábitats nominalmente protegido (Informe Mundial sobre el Desarrollo Mundial, 1992). De 1972 a 1990 la superficie de tierras amparadas por sistemas nacionales de protección se triplicó, pasando de 1.6% a 4.8% de la superficie terrestre total, sin embargo, como ocurre en Jalisco, aún cuando existe una protección no existe un financiamiento adecuado para dar un buen manejo a estas áreas naturales. En un informe posterior World Resources 1994-95, señala que la deforestación anual de las zonas boscosas de 1921 a 1990 a escala mundial había sido de 6,174 mil hectáreas en Sur América y 135 mil en Madagascar, tan sólo en México se estimó que fueron 678 mil hectáreas, también en México se estima que se tiene un área para cultivo de aproximadamente 24,713 mil hectáreas, de las cuales un 0.7% sufrieron un cambio entre 1979 a 1981, parte de éstas se han modificado por urbanización, transformación a bancos de material o basureros.

Aunado a lo anterior y haciendo un enfoque sobre el tema de las tesis existen datos reveladores de actividades como lo es la explotación minera, que participa a nivel mundial, como una de las causas de pérdida de tierra agrícola. Por ejemplo en EUA el departamento del interior señala que en 1967 la actividad minera afectada en forma directa a 62,000 ha. anualmente y que el área afectada indirectamente fluctuaba entre tres y cinco veces esa cifra. Además de que los ácidos producidos en la actividad minera y la erosión que esta ocasionaba contaminaban 19,000 kilómetros de vías fluviales (Bifani, 1997). En Jalisco el reporte de bancos de material geológico por municipio (tipo de material y superficie) de febrero de 1995 a marzo de 1997, proporcionado por la COESE, señalan que circundante a la zona metropolitana se afectan un promedio de 520.32 ha. mientras que considerando lugares un poco más distante de este importante centro de consumo de material geológico el área aumenta a 630.05 ha., cabe señalar que no están incluidos como se puede ver en el cuadro 1.1 todos los municipios de Jalisco ni las actividades mineras. Otros ejemplos de daños a ecosistema producto de la actividad humana incluye deforestación, áreas agrícolas, ecosistemas dominados por especies exóticas, canalización de ríos, represamientos, drenaje de tierras bajas, cuerpos de agua contaminados, tierras erosionadas y sobre pastoreo.

Si bien es cierto que existen en la práctica muchos problemas, que impiden la aplicación de acciones a favor del medio ambiente, uno de estos es que los conceptos de planificación y ordenamientos ecológicos no han sido aplicados como en teoría se ha propuesto (Bifani 1997). Además existe el problema del conocimiento, dado que no se le ha dado una divulgación adecuada, es decir los conocimientos no se han transmitido a la población de manera sencilla, por lo que estos optan por ignorarlos o bien piensan que su aplicación es costosa, en consecuencia la ecología y las ciencias ambientales que son disciplinas relativamente nuevas en algunos ámbitos no se han incorporado en los hábitos y prácticas de diversos profesionistas y tampoco de quienes toman las decisiones de una comunidad. Para ejemplificar basta mencionar a los consultores, agricultores, mineros, militares, pescadores, ganaderos, etcétera, quienes no han incorporado limitaciones en sus actividades, basándose en el vocacionamiento o capacidad del ecosistema o así como tampoco han implementado tecnologías en sus actividades cotidianas para mitigar los impactos ambientales que causan y de esta forma hacer proyectos sustentables (Selman, 1992)

Una de las preocupaciones de una sociedad madura, deberá de ser, el orientar esfuerzos principalmente a la generación de recursos naturales renovables y sobre los excedentes producidos, planificar su desarrollo sustentable, en vez de agotar los recursos existentes y más bien generar reservas para la próximas generaciones. Si se considera que la sociedad actual sólo tiene prestado este espacio terrestre por parte de las generaciones futuras y que por lo tanto en la adecuación de este espacio su función deberá ser construir sin distribuir, o en todo caso preservar o mejorar los ecosistemas, más que destruirlos (Constanza, 1991). Es muy importante recordar que nada de esto tendrá valor si se pierde de vista el objetivo fundamental que es conseguir para la especie humana y su sociedad las mejores alternativas de vida, debiendo respetarse siempre sus hábitos, sus costumbres y cultural en general.

Finalmente es necesario mencionar que lo antes citado está además apoyado desde el punto de vista legal por las leyes. A) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y B) Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (recientemente modificada).

1.3 LOCALIZACIÓN DE UN ÁREA DE ESTUDIO COMO ESTUDIO DE CASO

La zona que se estudió para aplicar la metodología propuesta y como estudio de caso es un BMG en “San Martín de las Flores”, también conocido como “La Mesita”, en el Municipio de Tlaquepaque, Jal. El banco se localiza en los límites donde actualmente se asienta la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG). El BMG, comprende a una región sin habitar, y cubre un área aproximada de 70 hectáreas y cuya propiedad esta dividida entre personas físicas, morales y ejidos como se ilustra en los planos anexos. La ubicación del predio se presentan en la figura 1 y con más detalle en el mapa 1. Prácticamente son dos compañías las que han trabajado en la zona, una de ellas desea retirarse, pero antes de ello restaurar el predio y otra manifiesta su intención de continuar con el aprovechamiento del material pétreo sin embargo desea tener una directriz mediante un proyecto de restauración. Lo que le puede definir previamente una profundidad de corte, volúmenes a extraer o rellenar, niveles y lo más importante, les interesa tener un lugar sin riesgos, antes que los asentamientos urbanos los alcance y se vean obligados a dejar un banco de material abandonado y sin restauración con las implicaciones que esto conlleva.

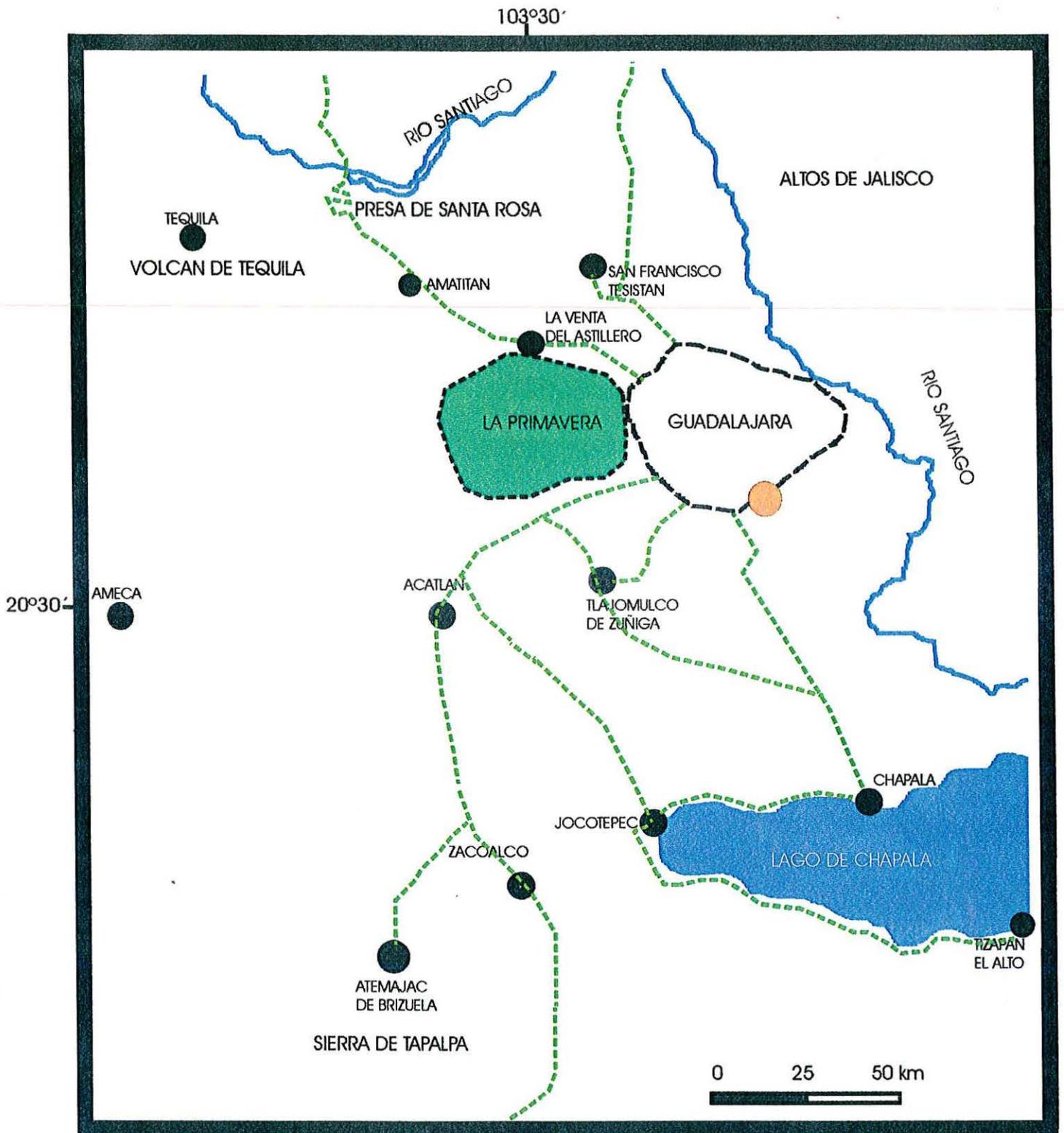
La principal vía de acceso al predio es la prolongación del periférico sur, después del cruce con la carretera a Chapala. Esta sección del periférico pasa prácticamente a “pie de Banco”. Otra vía de acceso importante se la mencionada carretera a Chapala, la que se conecta al periférico sur y con ello se llega fácilmente al área en estudio. Se ubica a 5.5 Km. al SE de la Ciudad de Guadalajara, en la porción NE de la confluencia del periférico sur y la carretera a Chapala. Las coordenadas geográficas aproximadas de la zona central del área en estudio son:

Latitud N	20° 36'
Longitud W	103° 18'
Altitud media	1,580 msnm

Esta localidad en especial tiene en general los factores ambientales que son necesarios a considerar en el resto del Estado de Jalisco, sin embargo en otros estados de la Republica Mexicana o en el extranjero, algunos factores ambientales, como podría ser la presencia de dunas, una morfología más dinámica, ausencia de cuencas hidrológicas, y otros factores puede hacer que sea necesario ajustar esta metodología específicamente al área de estudio.

1.4.- ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA.

La historia de la ZMG inicia antes de la llegada de los españoles, lo que se confirma cuando fueron descubiertos los vestigios de ruinas y restos arqueológicos, encontrados en este valle conocido en antaño con el nombre de Chimalhuacan. Las primeras civilizaciones que habitaron en esta localidad, aún antes de la llegada de los españoles, usaban las formaciones rocosas para la construcción de sus centros ceremoniales además de sus utensilios de trabajo y cocina. (UdG, 1995)



	POBLADOS
	BANCO DE MATERIAL
	CARRETERAS, CAMINOS

**LOCALIZACIÓN DEL
ÁREA DE ESTUDIO**

Los registros históricos señalan que fue en 1531 cuando arribaron a este territorio los ibéricos, encontrando a los pueblos formados por los Tecuexes, Caxcanes, Tepehuanaes, Otoncas y Coanos. Sobreponiéndose a la defensa de su territorio de estos primeros pobladores, en 1542 los invasores hispánicos se lograron establecer con 63 familias españolas y un grupo numeroso de guerreros mexicas y tlaxcaltecas y fundan la ciudad de Guadalajara.

El crecimiento acelerado iniciado en 1800 de la ciudad de Guadalajara parece explicarse debido al auge alcanzado en la ganadería, la agricultura y el comercio; en 1870 el desarrollo comercial favoreció el crecimiento urbano de la ciudad ya que los capitalistas extranjeros establecen hacia el poniente las Colonias: Francesa (1898-1923/24); luego La Moderna; La Americana; La Reforma; al poniente La West End; al oriente se forma La Perla, La Hidalgo Colony, etc.(INEGI, 1997)

Este crecimiento se vio frenado al estallar el conflicto armado de 1910 y la terminación del porfiriato que había favorecido tal desarrollo. A partir de 1934-1940 en el gobierno del Gral. Lázaro Cárdenas se inicia la recuperación y durante el sexenio del Lic. Miguel Alemán Velasco, 1946-1952, toma un nuevo repunte el crecimiento urbano de la ciudad de Guadalajara el cual comienza a absorber poblaciones de los municipios circundantes como Tlaquepaque, Tonalá y Zapopan y se tiene de esta manera el nacimiento de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Cabe señalar que esta ciudad, como las mayorías de las existentes en la República Mexicana, ha tenido una expansión notoria ocurrida a partir de la época de los años 40's. La ZMG de 1970 a 1990 creció en 3.4%, mientras que la zona metropolitana de la Ciudad de México lo hizo a un ritmo de 2.6% (INEGI, 1995), lo que implica el suministro de una serie de insumos que incluyen material para construcción. A partir de esta expansión territorial, el suelo fértil se ha cubierto, paulatinamente pero en forma constante, con concreto u otros materiales, por lo que las tierras antes fértiles y altamente productivas, han sido cubiertas con material impermeable, canalizado hacia los arroyos, en antaño con agua potable, sus aguas negras, convirtiendo los cuerpos de agua en ductos de aguas residuales domésticas e industriales. Así mismo se ha modificado la topografía del terreno para dar paso a vías de comunicación con pendientes suaves y dejando profundas cicatrices donde se han desarrollado bancos de préstamo, para extraer material geológico rocoso, con el cual se ha construido esta ciudad. En el peor de los casos estos bancos son rellenos con basura ú otros materiales no aptos para rellenos (UdG, 1995b) y además permitiendo la construcción de asentamientos humanos encima de ellos ya sea negligente o criminalmente (Stephen, 1994).

A la fecha a pesar de la crisis económica de México, existen (según datos proporcionados por la Comisión Estatal de Ecología, COESE) en periferia de la ZMG, una serie de BMG que suministran diferentes tipos de materia prima para la construcción. En su conjunto estos 76 BMG en la ZMG ocupan un área aproximada de 520,52 Ha. (pero hay 396 en el estado de Jalisco) Solo para comparación de la expansión, según datos de INEGI (1995), el municipio de El Salto tiene una extensión

de 4,150 Ha, Tonalá 11,958 Ha y la Ciudad de Guadalajara (sin zona conurbada) tiene 18,791 Ha.

De 1940 a la fecha la superficie urbana aumento más de un 900%, (INEGI,1995), la metro politización y modernización de la capital de Jalisco, se caracteriza por una expansión y fuertes desequilibrios en su estructura, deterioro de las condiciones materiales del hábitat popular, creciente déficit de vivienda, equipamiento e infraestructura urbana. En la actualidad la región presenta problemas de congestionamiento urbano e industrial, el problema tiende a agravarse ya que crece alrededor de 700 hectáreas por año y por lo tanto surgen carencias del suelo urbano, viviendas, agua, transporte, áreas verdes y un notable deterioro ecológico. En antaño fue posible considerar que el ecosistema sobre del cual se asentaron los primeros pobladores tenía la capacidad de amortiguar todos los impactos generados por estos moradores, sin embargo en la actualidad no solo se ha rebasado esta capacidad sino también se han afectado cuencas y ecosistemas vecinos de los cuales se obtienen diversos satisfactores para la población, un caso concreto el agua.

Evidentemente esta ciudad creció en su mayor parte, sin considerar la filosofía del desarrollo sustentable (filosofía posterior a la creación de la ciudad), sin la aplicación de una legislación ambiental (que es de reciente creación en comparación a la edad de Guadalajara), sin que los constructores dispusieran de un Atlas de Riesgo (U de G, 1994), sin conciencia urbanística, ya que los asentamiento irregulares (que representan mas del 40% de los existentes en la ZMG) (INEGI, 1995) han sobre pasado los planes propuestos por la Secretaría de Desarrollo Urbano. Por lo tanto es inaplazable en Jalisco, y en México en general, crear una conciencia de preservación del medio ambiente y la aplicación de una política de Desarrollo sustentable que este por encima de las tradicionales formas de explotación de los recursos naturales. Es necesario señalar que actualmente no esta legislado cómo realizar un proyecto de abandono, mucho menos existentes términos de referencia que conduzcan adecuadamente a los promoventes o los consultores de BMG para su realización.

Lo que sí esta normado internacionalmente a través de la ISO 14000, es que quien desee explotar debe de cumplir con una normatividad ambiental internacional, y realizar los respectivos proyectos de abandono, es una de las partes necesarias para cumplir con el desarrollo sustentable. De tal forma que las compañías que deseen exportar o vender a consorcios extranjeros ubicados en el país, deben de cumplir con esta normatividad ambiental internacional, lo que favorece al medio ambiente.

1.5.- GENERALIDADES SOBRE BANCOS DE MATERIAL GEOLÓGICO.

En Jalisco y en especial en la periferia y dentro de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), se ha dado históricamente la modificación de ecosistemas para convertir zonas boscosas en áreas agrícolas, utilizarlas parcialmente para caminos o desarrollar complejos urbanos. Asociados a estos cambios se han llevado a cabo otras actividades que conlleva la realización de diversos proyectos como son: Desarrollar diversos tipo de bancos de material geológico (BMG) para suministrar material de

construcción, desde simples ladrillos, basándose en el proceso de la arcilla que se depositan en zonas bajas (lechos de arroyos, riveras de lagos, presas, etc.); arena de origen ígneo o sedimentario (que se encuentran según la calidad requerida en la periferia de la ZMG); en otros más, los tefras se produce verdaderas obras de arte, por la modelación de la cantera (roca ígneas muy fácil de modelar) ubicadas en la zona Norte y Oriente de la ZMG; o bien se dedican a la extracción de roca (basaltos o andesitas) fragmentada o triturada (CERNA, 1995) para diversos usos (localizada en la porción noreste de la ZMG). Esto evidentemente contribuye a la modificación de la morfología entre otras afectaciones al medio ambiente. Este fenómeno no es privativo de una localidad en especial, ya que se ha dado tanto en la ZMG, como en la mayoría de las principales ciudades de la República Mexicana, básicamente es la respuesta a la demanda que se tiene de un producto en especial, o bien la necesidad de suministrar la creciente demanda de satisfactores de la sociedad.

Considerando que las actividades de los BMG, desde el punto de vista ambiental, generan una serie de impactos ambientales, que efectúan a casi todos los factores del medio físico existentes en la zona de explotación y en algunos casos son en forma irreversibles, es necesario, en base a la legislación ambiental vigente, poner en practica medidas que mitiguen cada uno de estos impactos, para lograrlo es necesario desarrollar un proyecto de trabajo y abandono, el cual tiene que considera a todos los elementos del medio físico, el cual debe de ser de carácter multi, ínter y trans-disciplinario, para lograr generar una propuesta eficiente de aprovechamiento – restauración de un BMG. Para conocer el estado actual de cualquier predio en donde se ubique un antiguo BMG, a los cuales no se le puede aplicar en forma retroactiva la ley, se deben de efectuar una serie de actividades previas como lo es, el diagnostico ambiental de la microcuenca donde se haya inmerso el proyecto, con estos resultados es posible definir las obras y acciones a ejecutarse. Esta serie de elementos además ayudan a determinar la viabilidad de la continuidad de la obra y en su caso proponer la(s) formas(s) de aprovechar un recurso natural en una localidad especifica, sin comprometer la actividad productiva del sitio para generaciones futuras, cumpliendo de esta forma el principio de desarrollo sustentable (ONU, 1990).

Para estudiar el problema ambiental de un banco de material es necesario analizar diferentes variables asociadas a un banco de material entre ellas destacan:

- a) El tipo de material a extraer (roca, tefras, arenas, arcillas, residuos de minas, etc.).
- b) Tenencia de la tierra.
- c) Superficie requerida.
- d) Localidad donde se desarrolla el proyecto y el uso de suelo definido para esa región.

Cada uno de estos tópicos se comenta más ampliamente a continuación:

- a) Los BMG que se desarrollan en respuesta a los requerimientos de la industria de la construcción, se pueden encontrar en lugares muy diversos por la razón fundamental de que los mismos se ubican en aquellos lugares donde existe el material a extraer. En ellos se pueden generar:

La necesidad de satisfacer este tipo de insumos crece a medida de que a cada uno de estos materiales se le encuentra diversas aplicaciones. Actualmente estos materiales se usan en: La construcción, como material para edificaciones (muros, fachadas, y adoquín), fabricación de cementos normales y especiales, producción de cal, empleo artesanal, ruedas de molino y muelas abrasivas, en la industria de la porcelana, aún cuando también se usa en la goma y el papel, como filtros, en la industria textil, construcción de campos de golf, construcción y mantenimiento de carreteras, vías férreas, adoquinado y terracerías, etc.

b) La posesión legal de los BMG en explotación es variada, en algunos casos se rentan, en otros se compran y en el menor de los casos, los promoventes son los mismos propietarios, la tenencia de la tierra al término del proyecto de explotación generará diversos problemas que van desde la formación de migrados ambientales al terminarse la productividad de las parcelas, situaciones de riesgo en las tierras adyacentes debido a los cortes inestables que se dejan en las zonas limítrofes o un mal uso de suelo posterior al abandono como es el relleno de depresiones con basura, construcción de viviendas en zonas inundables, etcétera.

c) Dependiendo del material a extraer es la inversión a realizar y el tiempo de permanencia en el lugar, podríamos considerar en términos generales que los BMG que requiere mayor inversión en, maquinaria, trabajadores y recursos económicos, es el banco de roca, en orden decreciente estarían los bancos de arena, siguiendo los de cantera y finalmente en el de arcilla. En esta secuencia descrita evidentemente surgen excepciones, ya que existen bancos de roca que son trabajados como negocio familiar casi todo el trabajo lo realizan en forma manual, de igual forma la cantera hay bancos tanto en las inmediaciones de la ZMG como en los altos que son trabajados en forma rudimentaria o bien con maquinaria. De la misma forma hay bancos de roca muy pequeños (menores de 3 hectáreas) que fueron trabajados por meses en forma no ordenada, y, hay bancos de arcilla de grandes dimensiones (mayores a 4 hectáreas) que han sido trabajados por varios años por varias familias.(ver cuadro 1.1)

d) Es muy común encontrar en la periferia y dentro de la ZMG, que algunos BMG que en antaño estaban lejos de la zona urbana, que en su momento fueron productivos, actualmente han sido abandonados (UdG, 1994), porque la mancha urbana avanzó o bien porque se agotó el material aprovechable. Estas localidades han sido ocupadas para construir en ellos o en sus límites: viviendas de diversos niveles socioeconómicos, basureros, zonas de relleno que posteriormente se convierten en fraccionamientos, campos deportivos, parques industriales, etc.

En varias de ellas actualmente se generan gases, lixiviados o compactación del subsuelo, con los problemas que esto conlleva. No se tiene cuantificada el área que en forma histórica se han ocupado, sin embargo a partir de fotografías aéreas antiguas, ha sido posible conocer que para construir las casas de la entonces zona periférica de Guadalajara, era práctica común extraer material de la calle para fabricar parte de las paredes de las cercas o habitaciones, en fotografías aéreas recientes, se están identificando algunos de los BMG existentes en las inmediaciones y dentro de la ZMG, pero algunos

pasan inadvertidos porque se han rellenado y la morfología no revela la anterior actividad desarrollada en ella.

Evidentemente en estas zonas donde se han desarrollado este tipo de actividades extractivas, en donde ha sido necesario quitar la cobertura vegetal y el suelo, para dejar al descubierto el material a extraer, se ha dado una serie de acciones indirectas adversas como: a) Éxodo de todo tipo de fauna, al provocar ruido con las maquinarias, o bien por la presencia permanente del hombre, o por modificar el tipo de vegetación de la cual obtenían sus alimentos; b) Modificación del sistema hidrológico (aguas superficiales y subterráneas), lo que se debe al modificar la morfología, contruir vialidades, o almacenes de agua; c) Cambio radical temporal del uso de suelo, principalmente por los ruidos, polvos y aumento en el tráfico vehicular. Todo lo anterior son algunas de las consecuencias que propician finalmente que el ecosistema se altere dándose las condiciones propicias para cobrarles un alto costo en salud a la población, o bien colocando a los habitantes de la zona, cuando termina esta labor extractiva, ante la imposibilidad de seguir con una actividad productiva como en antaño (agricultura, ganadería etc), tengan que dejar el lugar y convertirse en migrados ecológicos.

Es conveniente mencionar que los BMG y todas estas aplicaciones a que se refiere el autor en este documento, excluye las minas que también existen en el estado, de las cuales se extraen diversos minerales metálicos y no metálicos pero por la metodología que se usa para el aprovechamiento del mineral a extraer los impactos ambientales que se generan son diferentes a los BMG a cielo abierto que predominan en número en las zonas adyacentes a la ZMG, incluso en el aspecto legal, los BMG son competencia estatal y la mayoría de las minas superan en número el requerimiento de personal, inversión y equipo.

Actualmente la actividad extractiva de los BMG esta siendo controlada por las dependencias oficiales estatales o municipales afines a la regulación del uso del suelo entre las que destacan: Comisión Estatal de Ecología; Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca; Secretaria de Desarrollo Urbano; Obras Publicas y Ayuntamientos, sin embargo se tiene la impresión de que no existe una gran participación por parte de las dependencias de salud en las supervisión de este tipo de actividades, ya sea en su fase de proyección, etapa productiva o de abandono, o bien la incorporación de especialistas en el área de salud, en las dependencias que participan en esta regulación, descuidando lo más importante la Salud de la Población.

A la fecha no se conoce la existencia de un documento que señale los bancos de material extintos y actuales adyacentes o dentro de la ZMG, esto ha provocado diversos problemas que van desde fraudes para inversionistas que han construido sobre terrenos no estables, problemas a la sociedad causados por múltiples impactos ambientales adversos generados por el abandono sin restauración de los mismos, generación de amenazas antrópicas en aquellos lugares donde no es factible tener un adecuado nivel de vida por las modificaciones ambientales causados por estos proyectos extractivos mal planeados.

1.6.- JUSTIFICACIÓN.

El tema para esta tesis se seleccionó por las dimensiones del problema ambiental que algunos BMG han causado y por el área que estos ocupan. Entre 1995 a 1997 se trabajaron 76 BMG, los que requirieron de aproximado 520.32 Has. si se considera que la economía del país y de la construcción fue mejor de 1980 a 1995, se puede estimar que esta superficie fue mayor a 3,000 Has. Además esta el antecedente de que antiguos BMG han causando fuertes modificaciones a un ecosistema, ya que impactan durante las fases de preparación y operación a casi todos los factores ambientales del mismo, en la fase de abandono, de no haber un seguimiento a un proyecto de abandono preestablecido, no se revertirán estos problemas y dejaran inhabilitado el predio, para un posterior uso productivo del mismo, casi en forma permanente, existen varios ejemplos de BMG abandonados de la manera descrita anteriormente, tal vez de los mas patéticos destacan los existentes en la localidad conocida como Las Juntas, en el municipio de Tlaquepaque, Jal. en donde se han desarrollado diversos problemas ambientales asociados al abandono mal planeado de los mismos (UdeG. 1995), y, que en fecha reciente ha provocado el desalojo y derribo de casas asentadas en esta zona, otro ejemplo podría ser el de la Micaelita en el mismo municipio, pero existen otros predios que han sido estudiados en forma reciente en los cuales se descubrió la presencia de un basurero, lo que limita el desarrollo de otros proyectos y obliga a un saneamiento. Para tener una idea del costo del saneamiento, el sacar 300,000 m³ de basura, trasportar y depositar este material en un relleno sanitario preestablecido (a treinta kilómetros) tiene un costo aproximado actual de 44 millones de pesos, crear un relleno sanitario cerca del lugar (quince kilómetros) para trasportar y depositar la misma en el, tiene un costo cercano a los 5 millones de pesos, con esto es factible tener una idea del problema económico ambiental que se genera al tomar la decisión de convertir un banco de material en basurero.

Aún cuando, las actuales autoridades ambientales, como lo es la Comisión Estatal de Ecología (COESE), vigilan adecuadamente las actividades realizadas en uno de ellos, algunos bancos de material que se desarrollaron y abandonaron desde hace varios años los efectos adversos de ellos persisten hasta nuestros días.

Por lo anterior y debido a que el autor preliminarmente ha participado en una serie de estudios asociados con medio ambiente y salud, como han sido "El Atlas de Riesgos de Guadalajara" (UdG, 1994) y el segundo "Estudio de Riesgos de Ciudad Guzmán" (UdG, 1995) y un trabajo desarrollado en forma conjunta con los compañeros de maestría en salud ambiental denominado; "Estudios de Diagnostico de Salud Ambiental en la Zona Las Pintas, Tlaquepaque", (UdG, 1995b) y el ultimo la "Valuación de las Amenazas Naturales Existentes en Jalisco" (en prensa) que forma parte del Ordenamiento Ecológico del Estado de Jalisco, se ha decidido a desarrollar este tema denominado **"Propuesta Metodológica para Restaurar y Aprovechar un banco de Material Geológico en el Marco del Desarrollo Sustentable. Estudio de Caso: San Martín de las Flores, Tlaquepaque, Jal."** propuesto para obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Salud Ambiental y que tiene como finalidad contribuir a minimizar los impactos ambientales generados a partir de las actividades extractivas de BMG antiguos, mediante la implementación de acciones u obras específicas en la

ejecución del proyecto y con esto evitar problemas de salud ambiental que los bancos de material pueden generar en forma directa e indirecta

Es necesario mencionar que en todos los trabajos citados en los que existió la oportunidad de interactuar con la sociedad, se han identificado, la falta del conocimiento de la población sobre los ecosistemas en que vive, así como del (los) peligro(s) natural(es) o antrópogénico(s) existente(s) en su comunidad por efecto del desconocimiento de su dinámica o por la modificación arbitraria de los mismos. El presente trabajo, toma además, la experiencia generada en antaño mediante la realización de otros estudios realizados sobre bancos de material geológico y estudios de riesgo como son: Consultora y Exploradora de Recursos Naturales S.A. de C.V. (CERNA) 1998, 1997, 1996, 1996, 1995 y 1994, para poder determinar todas las amenazas naturales a las cuales el elemento de estudio está expuesto y con esta fundamentación evaluar la vulnerabilidad de la misma ante las amenazas naturales determinadas que son: Fenómenos Hidrometeorológicos (inundaciones; tormentas eléctricas, huracanes, ciclones, tornados etc.); Movimiento de Masas (hundimientos deslizamientos avalanchas etc.); Vulcanismo; Sismicidad, Explosiones Freáticas y Concentración natural de sales o gases, en el subsuelo o en el agua (Stephen, 1994)

La conclusión del presente trabajo es la de presentar la factibilidad de restaurar algunos daños a ecosistemas alterados y en consecuencia minimizar riesgos a la salud y revertir algunos daños acusados a los ecosistemas lo cual contribuye a minimizar la vulnerabilidad de la población ante la destrucción del ecosistema en el que se haya inmersos con las implicaciones que esto conlleva.

La metodología, acciones y estudios necesario para restaurar un ecosistema puede diferir en detalles de caso a caso. Sin embargo la metodología propuesta aquí, señala en forma general los tópicos a considerar, para revertir los daños ambientales generados por la construcción de un banco de material. Uno de los factores fundamentales que se deben de incluir en cualquier proceso de restauración es el criterio que se usara para medir las acciones que se consideren a seguir en el cronograma respectivo.

Como proyecto piloto se incluye en el anexo 1, un estudio de caso que se desarrolla actualmente en la Zona Metropolitana de Guadalajara.

En antaño, sin la consideración del concepto de **Salud Ambiental** y sin un concepto claro de la necesidad de aplicar los principios de **Desarrollo Sustentable**, el desarrollo de un **Banco de Material Geológico** se llevo a cabo normalmente en localidades cercanas a las zonas metropolitanas generando las condiciones propicias para que en el futuro se desarrollan conflictos o contingencias ambientales, esto en parte se dio porque no existía una normatividad específica para desarrollar este tipo de actividades.

1.7.- OBJETIVOS.

1.7.1 Objetivo general

Abordar un problema de Salud Ambiental, desde la perspectiva de restauración de un BMG, creando una metodología para recuperar un ecosistema alterado por la actividad de un BMG, mediante un proceso de aprovechamiento y restauración.

1.7.2.-Objetivo particulares.

- a) Analizar las características del medio físico de la localidad en estudio.
- b) Identificar las amenazas existentes en la zona de estudio
- c) Identificar y evaluar los impactos ambientales que los bancos de material causan y su área de influencia.
- d) Comparar si son acordes las actividades que se realizan, a las necesidades inmediatas de la población y del promovente en forma actual y a futuro.
- e) Determinar los problemas que pueden generar hacia la salud de la población por los bancos de material mal terminados y los malos usos (basureros) posteriores de estos.
- f) Especificar las posibles medidas de mitigación acorde a los impactos, para minimizar estos.
- g) Generar un proyecto de restauración para la zona en estudio, como una aplicación de la metodología propuesta.

2.- PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL APROVECHAMIENTO – RESTAURACIÓN DE UN BANCO DE MATERIAL GEOLÓGICO.

Los BMG, que han sido últimamente autorizados en el Estado de Jalisco, por la política ambiental de COESE, tiene un proyecto de abandono (bosquejo o bien un proyecto formal), sin embargo los predios autorizados antes de la presente administración (1995 – 2000) algunos de los cuales actualmente están en función (que son principalmente los de roca) o bien algunos ya abandonados, no cubrieron este requisito y son precisamente, los que en su oportunidad provocaron una mayor modificación al relieve (por las profundidades de corte, tiempo y área ocupada).

Lo mismo que sucedió en antaño en Jalisco ocurre actualmente en estados vecinos, es decir aún no se adopta la política de solicitar el proyecto de abandono antes de que se inicien actividades, por lo que actualmente se autorizan una serie de bancos que están generando problemas hacia el medio ambiente y hacia la sociedad directamente. De la misma forma a nivel federal existen diversos bancos que fueron utilizados para la construcción de carreteras y quedaron simplemente abandonados sin un proceso de restauración para que esta superficie quedara útil para algún proceso productivo o bien se integrara en el proceso normal del ecosistema donde esta inmerso.

Históricamente los antiguos bancos de material, son quienes han generado indirectamente mayores problemas, ya sea porque los han convertido en basureros, o bien se ha permitido al asentamiento de viviendas dentro o en sus límites (sobre zonas inestables). El posible aprovechamiento de estos lugares para un uso productivo está en función de que sean trabajos acorde a un proyecto de abandono para lograr con esto que sea factible, al término de su explotación, usarlo para algún proceso productivo y que además en el mismo, no se generen riesgos para los futuros usuarios o sus vecinos, dentro de los peligros más comunes se pueden citar taludes inestables o demasiado altos que funcionen como barrera física, zonas de inundación o acumulación de sedimentos, emanación de gases o sustancias tóxicas naturales.

En forma general existen tres aspectos importantes a considerar en todos aquellos BMG que se quieran restaurar, estos son: *a) Económico, b) Legal y c) Técnico*. Si en forma general se cumplen con los dos primeros es factible hacer una propuesta técnica de cómo restaurar un BMG. Los dos primeros se tratan brevemente a continuación y el tercero se trata con mayor amplitud al término del presente capítulo.

Con relación del primer aspecto que es el *económico*, es necesario considerar el costo – beneficio de la restauración de un banco abandonado. Se puede considerar que no es factible proponer la restauración de un proyecto de esta naturaleza si no se da paralelamente una actividad extractiva para obtener los suficientes ingresos que pague los gastos que se generen por la obtención de los permisos correspondientes (que duran de seis meses a un año), así como de los asociados a la misma actividad (contratación de personal, uso de maquinaria, insumos, y estudios correspondientes) y que además deje una ganancia para el inversionista. Se considera poco viable suponer que la federación,

estado o municipio restaure áreas degradadas, dado que el presupuesto asignado por la federación y el mismo estado para los municipios es bajo y por otra parte se considera que quien debe de tener el compromiso de restaurar debe de ser el mismo que exploto el banco y quien finalmente inicio la alteración del ecosistema.

El segundo aspecto, el *legal*, es necesarios revisar documentación probatoria para definir si es factible lograr la ejecución de un proyecto de restauración, es decir si el promovente del banco de material, tiene realmente la concesión legal del predio y los respectivos permisos, es decir para cualquier promovente que no sea el mismo dueño, y que desee aprovechar – restaurar un BMG tiene que obtener permisos previos, como lo es, el cambio de uso de suelo que normalmente lo emite la Secretaria de Desarrollo Urbano (SEDEUR), y esto solo se logran si se tienen posesión legal del predio y si los proyectos del estado son acordes a este tipo de actividades. Una vez que se obtiene la concesión se está en condiciones de obtener una guía por parte de la Comisión Estatal de Ecología para la elaboración del Estudio ambiental correspondiente y del respectivo proyecto de abandono. La garantía de que el proyecto se ejecutará en las condiciones señaladas y dictaminadas por parte de la autoridad es por medio de una fianza a favor del gobierno estatal. En fechas recientes la política de dar el cambio de uso de suelo ha cambiado y actualmente existe la posibilidad de que sea el ayuntamiento quien de este cambio de uso de suelo, de la misma forma la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente se sometió durante 1999 a consulta para hacerle modificaciones, las cuales fueron aprobadas en el congreso del estado en diciembre de 1999 y una de las principales modificaciones es en el sentido de que sean los municipios quienes dictaminen los estudios de impacto ambiental y le den seguimiento a los mismos.

Por todo lo antes presentado y la experiencia adquirida, en la realización de diversos estudios ambientales se considera indispensable la necesidad de considerar y estudiar con detalle los aspectos del medio físico, sin descuidar como se menciono anteriormente los aspectos legales y económicos, a continuación se cita los aspectos técnicos que son necesarios de considerar para elaborar un proyecto tendiente a restaurar un BMG.

Puntos técnicos a considerar en un proyecto de abandono tipo BMG de roca.

Para poder plantear adecuadamente un proyecto de abandono, estos tópicos que se mencionarán deben ser analizados por los especialistas en la materia, lo que implica conformar un equipo multi e inter disciplinario, esto se cita porque se considera poco viable que un profesionista además de cubrir adecuadamente su especialidad sea capaz en tiempo y capacidad cubrir las diferentes especialidades que son necesarias que participen en un estudio de esta naturaleza, lo que si es importante es que los profesionistas que participen sepan traducir su información hacia los demás participantes y puedan al mismo tiempo comprender la información que los demás generen de la zona de estudio.

Cada uno de estos temas se presenta con detalle y en forma aplicada en los estudios de caso (ver anexos A y B), en ellos se presenta la forma como se trató cada uno de ellos y los respectivos resultados de tales estudios.

2.1. Uso Actual y propuesta de uso futuro del predio donde se ubica el BMG

En la mayoría de los casos, los lugares que se eligen para proponer bancos de material geológico son en las inmediaciones de zonas metropolitanas, como lo es la ZMG que normalmente son sitios con actividad agrícola (> 60%), en segundo término tienen un uso pecuario y en último lugar forestal. No existen en función BMG dentro de la zona urbana como tal, la idea es que la localidad que tenga inicialmente un uso de suelo específico, continúe con el mismo, posterior a su aprovechamiento, a menos que la mancha urbana se encuentre desplazándose en la dirección del BMG y lo más conveniente sea abandonarla con una modelación tal que al momento de terminar quede apto para el asentamiento de infraestructura urbana. Tal condición es necesaria que sea discutida no solo entre el consultor y el dueño del predio sino también con las autoridades de la Secretaría de Desarrollo urbano, del municipio al cual pertenezca el predio y las autoridades ambientales, con el fin de identificar si existe algún otro proyecto en las inmediaciones con el cual deba de existir compatibilidad. Dependiendo de las dimensiones del predio es posible que este pueda tener un área verde, un espacio para un proyecto de acuicultura, una zona de bodegas, pero es posible también instalar en la zona un conjunto habitacional, esto es factible a medida que la zona no tiene peligros y es atractiva desde el punto de vista paisajista. Del uso futuro que se le pretenda dar se desprenderá la modelación del terreno y profundidad de corte que se podrá realizar en el BMG.

Como se mencionó, el proyecto de abandono debe de considerar tanto los planes parciales de urbanización y los planes de los dueños del lugar, aún cuando una parte importante a considerar es el vocacionamiento ambiental de uso del suelo, lo cual se deriva del (o de los) ordenamiento ecológico territorial realizados en la región, con estos factores se deben de proponer alternativas para seleccionar el futuro uso, acorde con el dueño (viabilidad financiera) y las autoridades respectivas (Ayuntamiento, SEDEUR, COESE, Protección Civil del estado, juntas de colonos, etc.), antes de continuar con todo el esquema de trabajo planteado.

En todo este proceso debe de considerarse el Ordenamiento Ecológico del Estado de Jalisco (actualmente en su fase final) ya que tal documento contempla entre otras cosas, el vocacionamiento de uso de suelo y la fragilidad de los ecosistemas, conceptos que en antaño no se consideraban en los documentos descritos con anterioridad.

2.2 Determinación de la condición ambiental del BMG.

Si se desea restaurar un BMG, es necesario determinar cuales son los factores ambientales impactados y de estos, cuales son necesarios de manejar y los parámetros a alcanzar en cada uno de ellos. Para determinar la condición ambiental de un BMG es necesario conocer cual fue la condición anterior del ecosistema que existía antes del desarrollo del BMG, esto se puede saber estudiando algún predio vecino que no estén trabajados o bien en algunas ocasiones los antiguos BMG a restaurar han presentado una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) en la que se incluye las condiciones del ecosistema, antes de la explotación. A partir de este documento, si esta bien realizado, es posible determinar cuales eran las condiciones ambientales del lugar y cómo debe ser

restaurado. Si no existe esta información es necesario realizar un diagnóstico o bien, en el caso de nuevos BMG su correspondiente MIA, para determinar que acciones fueron o serán las más impactantes y sobre todo hacia que factores del medio físico. Logrado lo anterior se podrá proponer las medidas de mitigación adecuadas, según los impactos ambientales negativos identificados y según el uso de suelo previsto al término de la etapa de aprovechamiento.

Evidentemente un diagnóstico debe considerar el estudio de todos y cada uno de los factores del medio físico (climatológico, geología, hidrología, edafología, vegetación, fauna, socioeconomía), y hacer especial énfasis sobre cual factor ambiental es más urgente su atención y restauración, no olvidar que uno de los elementos de estudio más importantes es la sociedad. De la bibliografía revisada uno de los libros más completos que trata sobre las posibles metodologías a usar para la elaboración de estudios del medio físico es el editado por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes de España titulado "Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico: Contenido y Metodología". (MOPU 1991). Sin embargo es necesario considerar que cada una de las disciplinas tienen una actualización constante, por lo que en algunos casos la especialización actual supera lo que esta misma guía propone, por lo que este libro tiene su valor como guía pero también tiene sus limitaciones. Sobre todo en los temas está limitado en las áreas de informática y teledetección. Pero su gran valor es que trata todas las disciplinas involucradas en los estudios del medio físico en forma clara, lo que hace posible que especialistas de otras áreas obtengan la forma de traducir cierta información o bien de conocer que información requieren de los demás especialistas.

2.3- Aplicación de medidas de mitigación.

Las medidas de mitigación para cada uno de los elementos del medio físico que puede ser impactado, son necesarias de ser aplicadas en tiempo y forma, es decir no podrán ser aplicadas indiscriminadamente en cualquier época del año y deben de ser en principio propuesta por el especialista de la materia, (morfología, suelo, agua, vegetación, fauna, ingeniería, etc) definiendo quien debe de darle seguimiento, para que se aplique correctamente la medida propuesta es el propio especialista. En algunos casos como lo es vegetación será necesario antes de iniciar los trabajos, cosechar semillas para reproducir la misma vegetación al momento de terminar el proyecto, en otros casos será necesario extraer la vegetación y transplantarla, etc. Es decir dependiendo de las características del ecosistema serán las medidas de mitigación a aplicar. Sobre del mismo tópico existen diversas posibilidades de encontrar medidas de mitigación, una es asistir a congresos sobre el tema, otra es por medio de la bibliografía especializada, de la cual el Ministerio de Obras Públicas y Transportes de España, tiene un buen acervo, otra es consultando a las mismas autoridades ambientales o revisando otros estudios de caso.

2.4- Obras de restauración para la minimización de los impactos ambientales.

Cada uno de los factores del medio físico es alterado por las diversas actividades que se desarrollan durante la operación del BMG, sin embargo se factible conservar ciertos elementos, dentro de los más importantes destacan el suelo y el agua. La importancia del suelo, radica en que tarda en formarse algunos miles de años y es

costoso su reemplazo, por lo mismo debe de ser preservado en la zona para posteriormente usarse dentro del proceso de restauración. El suelo debe de ser extraído o comercializado, éste puede simplemente despalmarse y ser almacenado o bien transferido a un lugar donde se mantenga sus condiciones de fertilidad. Si el banco de material es de roca, el proceso extractivo durará varios años y mantener un suelo inactivo provoca se degradación, por lo que es necesario crear una medida u obras para protegerlo. Un suelo (que es el elemento capaz de sustentar vida), sin cobertura vegetal se erosiona en un rango de 90 a 120 ton por Ha por año, mientras que en un suelo con cobertura vegetal se erosiona un promedio de 0.9 ton por Ha por año. En base a estos datos es posible definir la importancia de implementar las adecuadas medidas para la conservación de suelo y agua. Es necesario considerar que durante su almacenamiento debe ser puesto a trabajar (con algún tipo de cultivo, colocando encima de este vegetación o gramíneas), dado que el suelo no puede ser almacenado por tanto tiempo sin mantenerlo productivo, ya que puede perder sus propiedades físico químicas.

De la misma forma, debe considerarse que el agua requiere ser conducida o almacenada apropiadamente, dado que al momento de ser modificada la morfología y cobertura vegetal del predio, cambiarán los volúmenes de infiltración, escurrimientos y evaporación, que normalmente se daban en el predio, pudiendo llegar a convertirse en un peligro para los demás factores del medio físico porque con la velocidad y volumen se convierte en un elemento altamente erosivo, o bien al inundar ciertas áreas que en antaño no sufrían tal problema pueden dejar de ser productivas. También es necesario considerar que tal alteración puede evitar la recarga de los acuíferos. Por lo antes citado es necesario construir ciertas obras, como canales, represas, presas filtrantes, y rapidillas para evitar que el agua se convierta en un problema y deje de ser aprovechada por el ecosistema o por la sociedad.

2.5- Topografía actual y propuesta.

La topografía del terreno es de los principales parámetros que define el proyecto de abandono y en consecuencia las acciones a realizar en el BMG. Esta define la profundidad de los cortes que se podrá tener en el BMG. Existen planos editado por INEGI, escala 1:50,000 que pueden ser utilizados para conocer el limite de la cuenca en la que se haya inmerso el predio en estudio, de hecho existen planos con los limites de cuenca ya definidos, pero estos están a escala 1:250,000, lo cual no da el nivel de precisión recomendable. Las cartas topografías 1:50,000 son muy útiles, si se considera que muchas de estas se realizaron antes de la ejecución de los BMG que actualmente se trabajan o se pretenden restaurar, su utilidad se fundamenta en que con ellas es factible conocer la morfología preexistente, y definir algunos parámetros como: drenaje, pendiente, rugosidad, etc.

En el desarrollo de la obra, el elemento topografía debe de ser vigilado en forma constante (el corte apropiado), para evitar hacer grandes movimientos de material posteriormente y dejar durante los cortes, las pendientes necesarias para conducir el agua. Además las pendientes de la base del BMG deben de estar sobre la base del uso del suelo propuesto al término del aprovechamiento del recurso geológico. Otra de las condiciones que conlleva a tener un cuidado extremo de la topografía es la posibilidad

que existe de afectación a predios vecinos si se deja una pendiente fuerte en algún sentido o bien se realizan cortes que de alguna forma relajen las paredes limítrofes con propiedades vecinas.

Si el planteamiento en el proyecto de abandono es dejar terrazas para fines agrícolas, estas deben de tener dimensiones adecuadas a la maquinaria a usar, para evitar dejar terrazas muy angostas o muy anchas que por problemas de movilidad de la maquinaria sean desaprovechadas finalmente. Si el planteamiento es dejar terrenos aptos para una zona urbana, las dimensiones deben de ser las adecuadas considerando las áreas de servicio.

El levantamiento topográfico debe de tener como objetivo conocer el relieve y los límites de la propiedad, con relación del primer término es necesario mencionar que las curvas topográficas a obtener deben de ser cada metro de desnivel y el plano del límite de la propiedad debe de tener los nombres de los propietarios y de ser posible sus vecinos. Dependiendo de las dimensiones del predio, este puede ser elaborado sobre la base de restitución de fotografías aéreas, con teodolito, con una estación total, o bien con sistemas de posicionamiento global, es importante tener georeferenciado el plano y dejar una serie de mojoneras en el límite del predio, dentro de franjas de amortiguamiento hacia límites vecino, en donde no se planea realizar modificación alguna, para poder hacer uso de estas en un futuro, cuando se necesite hacer verificaciones.

En base a la topografía del lugar es factible realizar perfiles en diferentes sentidos, con los cuales se podrá proponer las profundidades de corte, calcular las dimensiones de los taludes, proponer la configuración de los mismos y además se podrá tener un primer estimado de los volúmenes a extraer.

2.6- Modelación del terreno.

Antes de realizar cortes en el terreno es conveniente presentar gráficamente la modelación propuesta para el BMG, ésta puede ser a partir de planos y perfiles o bien en forma más clara usando modelos de tercera dimensión que pueden ser elaborados con Sistemas de Información Geográfica (GIS) como el IDRISI o paquetes de cómputo como el SURFER, la idea fundamental es analizar las ventajas y desventajas de la conformación propuesta del terreno, en base a la propuesta de uso del suelo post proyecto de extracción de material geológico y discutir la factibilidad de acceso al mismo, si el mismo constituye o no una barrera para, la fauna, la población, la interrupción o mejor conducción del agua y el paisaje. Durante la modelación del terreno es factible detectar que en algunas fases se pueden generar peligros para los terrenos adyacentes, como pueden ser concentración de grandes volúmenes de agua en un periodo de tiempo, para lo cual puede desarrollarse algunas medidas de mitigación como es realizar fosas, en donde captar el agua pluvial, mientras se restaura el predio y se minimiza el escurrimiento, por la falta de una cobertura vegetal y una mala conducción del agua. O bien es factible detectar zonas de fallas activas, las cuales pueden quedar dentro de las áreas verdes propuestas en el proyecto de abandono, en donde se limite la construcción. Considerando que el proyecto de abandono considera la modelación del terreno, es factible incluso crear un paisaje especial, conformando barreras físicas con

pequeños lomeríos o con vegetación, si se desea crear zonas residenciales en el área de estudio, o bien para minimizar el impacto del tráfico vehicular entre las zonas habitacionales y las residenciales, o definir espacios como áreas verdes comunes y zonas privadas, es decir la modelación de un terreno (sobre todo los que incluyen a un gran número de hectáreas, como son los estudios de caso), no implica un costo mayor mientras se este trabajando en el aprovechamiento y restauración en forma paralela.

2.7.- Hidrología.

Al igual que los puntos antes citados este factor debe ser considerado con gran cuidado porque es de vital importancia conducir adecuadamente el agua sin que la misma cause destrozos y durante su recorrido tenga la oportunidad de infiltrarse y cumplir la función vital de mantener una humedad en el suelo y la atmósfera similar a la que normalmente existe en terrenos adyacentes.

- a) Es necesario también considerar recopilar o generar información sobre el agua subterránea, dado que algunas localidades en especial son de suma importancia ya que son zonas de recarga o bien el agua se encuentra a niveles someros y la vulnerabilidad de la misma puede ser alta, o a medida que se modifique el nivel del terreno el suelo quede a poca distancia del acuífero, creando con esto una condición de saturación del suelo que limite el futuro uso del mismo.
- b) De la misma forma es necesario delimitar la cuenca en la que se ubica, el orden de los arroyos, el patrón de drenaje los cuerpos de agua existentes hacia los cuales descarguen los ríos o arroyos que pasan por el BMG, para poder determinar si algún eventual derrame accidental de contaminante tiene posibilidades de afectar algún cuerpo de agua. El excedente de agua de un BMG debe de ser canalizado hacia los arroyos que normalmente drenaban, es decir no conducir toda el agua hacia otros cuerpos de agua porque esta condición puede producir inundaciones o desbordamientos.

Para lograr lo anterior es necesario acceder la(s) estación(es) climatológica(s) más cercana(s) para conocer la precipitación pluvial máxima y mínima registrada en la localidad, con periodo de retorno de los menos 20 años, y los fenómenos hidrometeorológicos ocurridos en la región.

2.8- Riesgos naturales y antropogénicos del predio.

En el presente estudio se consideraran las siguientes definiciones:

Riesgo Total: Es el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un evento desastroso, es decir, es el producto de: la amenaza de los elementos bajo riesgo, por la vulnerabilidad de los mismos.

RIESGO = AMENAZA DE LOS ELEMENTOS DE RIESGO x VULNERABILIDAD.

$$R = A \times V$$

Amenaza (A): Es el peligro latente que representa la probable ocurrencia de un fenómeno físico de origen natural o antrópico que puede manifestarse en una localidad específica.

Vulnerabilidad (V): Es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgos resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso.

En términos generales, la "vulnerabilidad" puede entenderse, entonces, como la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daños debido a posibles acciones externas, y por lo tanto su evaluación contribuye en forma fundamental al conocimiento del riesgo mediante interacciones del elemento susceptible con el ambiente peligroso.

Elementos bajo riesgo: Se considera en este apartado la población, las edificaciones y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada.

El termino riesgo se refiere a las pérdidas esperadas a causa de una amenaza determinada en un elemento de riesgo, el riesgo puede medirse según:

- a) la pérdida económica esperada
- b) el número de vidas perdidas
- c) la extensión del daño físico a la propiedad

La diferencia fundamental entre la amenaza y el riesgo es que la amenaza esta relacionada con la probabilidad de que se manifieste un evento natural o un evento provocado, mientras que el riesgo esta relacionado con la probabilidad que se manifiesten ciertas consecuencias, las cuales están íntimamente relacionadas no solo con el grado de exposición de los elementos sometidos sino con la vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por el evento.

Un riesgo natural será el resultado de los peligros naturales que puedan afectar el elemento de estudio por la vulnerabilidad del mismo. Un riesgo antropogenico es el resultado de las amenazas antropogenicas que puedan afectar al elemento de estudio por la vulnerabilidad del mismo. Es poco factible considerar que en una zona solo pueden existir amenazas naturales o antropogenicas, normalmente existe una combinación de ambas.

La identificación de las amenazas naturales se puede realizar en base a:

- Consulta de múltiples fuentes bibliográficas y entrevista con los pobladores de la región.
- Análisis de las características geológicas e hidrológicas de las región, evaluados mediante la fotointerpretación de mosaicos fotográficos y fotografías aéreas a diferentes escalas, de fechas antiguas y recientes.
- Consulta de la cartografía de diferentes temáticas realizadas a partir de las más antiguas accesibles y acceso a estudios geofísicos de la zona en estudio.

- Análisis de Cartografía de INEGI y cartografía de diferentes autores e instituciones.
- Consultas con expertos.
- Caminamientos y cartografía en diversas áreas de la cuenca donde se ubique el área a valorar.
- Evaluación de las actividades antrópicas que se realizan en las zonas urbanas que pueden aumentar las posibilidades de la ocurrencia de una amenaza natural (balconeo de material en zonas de deslizamiento, construcción de casas en zonas inundables, etc.).

Con la finalidad de realizar la identificación y evaluación de las amenazas naturales existentes en las zonas urbanas se puede realizar una prospección geológica con mayor detalle en sus inmediaciones y dentro de ellas.

Cualquier actividad que se desarrolle en un ecosistema requiere del análisis previo de las amenazas naturales o antropogénicas existentes, para determinar si el proyecto que se pretende desarrollar implicará un nuevo peligro o sinergismo, con otras amenazas existentes, como podría ser la afectación de alguna infraestructura preexistente, (líneas de vida, como son ductos, torres de comunicación, acueductos, drenaje, etc.).

Las amenazas o peligros más comunes en este tipo de proyecto son:

Inundaciones, que se pueden dar por la combinación de durante una precipitación extraordinaria y una mala conducción del agua, la formación de desniveles sin una adecuada salida del agua, acumulación de material (despalme o roca) en el cauce de arroyos. En ocasiones solo se produce un encharcamiento de agua que es un medio propicio para la proliferación de mosquitos y eutricación de agua.

Movimientos de masas imprevistos, como pueden ser avalanchas, cuando se obturan los cauces de agua, deslizamientos de laderas, desprendimientos de rocas de los taludes.

Sismos, es necesario considerar que durante la vibración que se produce cuando se genera un sismo es factible el movimiento de taludes inestables.

Vulcanismo, la emisión de cenizas puede acumularse en depresiones y generar algun problema de estabilidad de taludes o represamiento de agua.

Emanación de gases o sales. Es poco común que se generen este tipo de problemas en BMG, sin embargo es frecuente en minas y se da cuando los gases de soluciones hidrotermales encuentran alguna salida o bien se inicia el deposito de sales

Antropogenicos

Deposito de basura

Deposito de cadáveres

Encharcamientos

Las amenazas antropogenicas están relacionadas con fenómenos sanitario-ecológicos, socio organizativos y tecnológico industriales. En el caso de BMG, las amenazas más comunes son accidentes laborales (mala operación de maquinarias y el no uso del equipo de protección adecuado).

2.9.- Cronograma de actividades.

Para dar cumplimiento, y tener posibilidades de identificar atrasos o modificaciones al proyecto planteado se debe de hacer un cronograma de actividades teniendo a la mitigación así como de las acciones a ejecutar para el aprovechamiento del material geológico, este se debe de realizar en forma conjunta con el promovente y quienes intervengan en la implementación de las medidas de mitigación.

Una vez tocados todos los puntos citados se podrá entonces realizar el proyecto de abandono, el cual debe de ser expuesto en sus diferentes fases para realizar los ajustes necesarios y con esto lograr que cuando se termine todos los participantes estén de acuerdo con el mismo.

Es necesario aclarar que todo lo anterior se plantea considerando que el terreno a estudiar ha sido alterado para lograr el aprovechamiento del material geológico existentes en el subsuelo, pero que existe aún el recurso y existe la factibilidad ambiental y legal de que este predio sea nuevamente modificado bajo un proyecto específico tendiente a modelar el relieve y dejando apto para lograr un buen drenaje, poca pérdida de suelo e interés de que esta área sea utilizada productivamente en el futuro.

Algo importante es definir un cronograma de actividades para revisar si las medidas de mitigación surten el efecto deseado, tiempo después de que han sido aplicadas, es decir el BMG no puede ser terminado sin un seguimiento adecuado y este seguimiento debe de preferencia ser realizado por un consultor externo para que el mismo pueda apreciar los cambios que se generen en el mismo en los diferentes periodos de tiempo en que haga las visitas.

Conclusiones

Con la metodología propuesta para restaurar un BMG, es factible lograr que una zona que no se incorpore a un ciclo ambiental o económico, se integre nuevamente a un proceso productivo y deje de ser un peligro y carga ambiental para la sociedad, además la misma cumple con:

Analizar las características del medio físico de la localidad en estudio.

Identificar las amenazas existentes en la zona de estudio

Identificar y evaluar los impactos ambientales que los bancos de material causan y su área de influencia.

Comparar si son acordes las actividades que se realizan, a las necesidades inmediatas de la población y del promovente en forma actual y a futuro.

Determinar los problemas que pueden generar hacia la salud de la población por los bancos de material mal terminados y los malos usos (basureros) posteriores de estos.

Especificar las posibles medidas de mitigación acorde a los impactos, para minimizar estos.

Generar un proyecto de restauración para la zona en estudio, como una aplicación de la metodología propuesta.

A continuación se ejemplifica la aplicación de esta metodología en dos investigaciones realizadas sobre un estudio de caso.

APÉNDICE A

DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE UN BANCO DE MATERIAL GEOLÓGICO

Con la finalidad de identificar y evaluar las acciones que pueden impactar al ecosistema donde se ubica el proyecto y lograr proponer medidas de mitigación como un proyecto de abandono acorde a estas necesidades, es necesario, en principio describir en su conjunto la obra propuesta, dando énfasis a: a) al identificación del equipo a utilizar, b) las personas a emplear y las actividades a ejecutar, para tener una idea general de los procedimientos a utilizar. Una vez logrado este objetivo, es necesario describir el medio ambiente para analizar en su conjunto la fragilidad de los ecosistemas, las amenazas existentes y evaluar de esta forma la viabilidad del aprovechamiento del recurso así como la posibilidad de realizar una restauración al termino de la etapa productiva de la zona propuesta y determinar si es factible incorporar a esta nuevamente a un sistema productivo y de esta forma mantener el principio de un desarrollo sustentable.

El predio que se seleccionó, denominado San Martín de las Flores, en el Municipio de Tlaquepaque, Jal. está delimitado en las figuras I y II, y corresponde a un Banco de Material Geológico de roca, específicamente de andesita-basáltica, el cual tiene trabajando varios años y se pretende ampliar. El área de explotación que se considera en esta ampliación es de 9 ha.

A.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTIVIDADES Y OBRA PROYECTADA.

Las actividades a realizar en un proyecto de esta naturaleza, se iniciaron con la identificación de un banco de material pétreo con calidad y propiedades requeridas (esto se logró mediante la cartografía y estudio de los afloramientos rocosos existentes en la zona). La primera acción es proceder al despalme de suelo hasta encontrar la roca no alterada. Se continúa con la extracción del material rocoso, para lo cuál se utilizan cargas de dinamita para separar grandes secciones de material del macizo a explotar. El material así separado es trasladado a una quebradora primaria donde es disminuido y homogeneizado en tamaño. El proceso se continúa en quebradoras subsecuentes hasta lograr el tamaño deseado según el uso final a que se quiera destinar el producto como rocas de banco, piedra de mamposteo y gravas de diferente tamaño. El material pétreo en sus diferentes etapas del proceso, puede ser objeto de venta o bien pasar a la producción de asfalto el cual requiere de un tamaño de 2 – 64 mm de diámetro..

En este proyecto fue planteada la ampliación del área de extracción de material pétreo en dos sitios de un mismo banco, el primero en una superficie de 7.5 ha y el segundo en 1.5 ha. El volumen aproximado de extracción del primer sitio es de 1'125,000 m³ y del segundo 375,000 m³, para un total de 1'500,000 m³. Con las instalaciones y equipo actuales es suficiente para explotar la superficie proyectada.

Justificación del proyecto: La población humana en su constante crecimiento, demanda en forma creciente satisfactores que coadyuven al bienestar de la vida urbana y favorezcan el desarrollo económico-social de la población. En este contexto, son

requeridas la construcción de viviendas, edificios, calles, carreteras, vías férreas, entre otras. En forma particular el banco de roca "San Martín de las Flores", por su cercanía a la ciudad de Guadalajara y la presencia de material pétreo, representa ventajas en su explotación, esto es, favorece la participación de inversionistas particulares, genera necesidad de mano de obra, asesoría técnica, mantenimiento de equipo, etc. Y con ello la generación de empleos en forma directa e indirecta, con la incidencia en el desarrollo económico de esta zona. Sin embargo, la extracción de un recurso no renovable, aún siendo abundante como es el material pétreo, requiere de una planeación que contemple niveles y áreas de extracción, la mínima afectación del entorno a través del establecimiento de medidas de atenuación de los posibles impactos negativos al ambiente. Todo lo anterior se contempla en el presente estudio, incluyendo los criterios de abandono y rehabilitación del área como zonas de uso alterno, acorde a la reglamentación vigente en materia de medio ambiente.

Objetivo del proyecto: Lograr el uso racional del recurso no renovable como lo es el material geológico (en este caso material pétreo) a partir de la observación de medidas técnicas que minimicen la afectación del entorno y favorezcan la recuperación de la flora y la fauna al término del mismo y sobre todo, que incidan en un uso productivo posterior a la extracción del área de estudio acorde con las leyes y reglamentos vigentes en materia de medio ambiente o bien superando estas con el uso de la tecnología disponible.

El programa de trabajo para este BMG se presentó en una primera Manifestación de Impacto Ambiental que se presentó del proyecto (ya dictaminada), el mismo incluyó una serie de actividades como Acondicionamiento de caminos; Construcción de oficinas y comedor; Instalación de redes de comunicación; Proyección e instalación de la planta de trituración; Preparación del área de confinamiento del producto final. A la fecha se tienen en función todas estas áreas, por lo que el programa de trabajo se limita a las acciones de operación y abandono y se anotan en la sección correspondiente. El predio se tiene contemplado abandonar en el año 2006 al 2011, dependiendo del comportamiento de la demanda del producto.

Para el desarrollo del trabajo de extracción de roca no se requiere de otro proyecto (es decir no existen proyectos asociados), ya que cuenta con todo lo necesario para ello, sin embargo, en este proyecto de ampliación de área de explotación se contempla la realización de una serie de estudios que permitan establecer un proyecto de abandono, es decir, el establecimiento de medidas y límites de extracción del material pétreo que permitan un uso productivo - recreativo, una vez que se termine el período de extracción. Algo que es importante señalar es el hecho que en el mencionado proyecto de abandono participan todos los propietarios vecinos, que en forma similar han explotado la roca y que en forma conjunta colaborarán para que el proyecto de abandono se lleve a cabo en forma integral.

A.1.1.- Etapa de selección de sitio.

Urbanización del área.

El predio se encuentra ubicado en una zona rural, sin embargo el avance de la urbanización hacia el extremo sureste del periférico ha llegado aproximadamente 500 m del límite del predio de extracción, ésta es una distancia en la cuál a la fecha, no se han expresado mayores problemas por el trabajo realizado en el BMG, sin embargo se requiere que no llegue a los límites del predio y evitar así molestias.

El área del banco de piedra en cuestión ya ha sido trabajada durante más de 30 años, en este período se han identificado secciones que contienen material con las características necesarias para los fines y modalidades señaladas. En su período inicial para la apertura del banco se tomaron los siguientes criterios:

- La existencia en cantidad y calidad de material pétreo.
- Mínima productividad agropecuaria, forestal o industrial en el área.
- Que no fuera o formara parte de un ecosistema donde existiera alguna especie vegetal bajo el régimen de protección o que no afectara algún cuerpo de agua o cauce importante (permanente o temporal).

En su etapa inicial el área del banco tenía un uso preferentemente ganadero, en su modalidad de pastoreo abierto y una mínima actividad agrícola; sin embargo a la fecha del presente estudio, el uso del área es eminentemente de extracción de material pétreo con participación de varias compañías del ramo.

No ha sido considerado o evaluado ningún otro sitio alternativo para desarrollar este proyecto.

A.1.2.- Etapa de preparación y construcción del sitio.

En el Cuadro A.1 se presenta el programa de trabajo previsto para este proyecto.

Cuadro. A.1. Programa de trabajo previsto para este proyecto.

	M E S E S												A Ñ O S							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2	4	6	8	10	12	14	15
Acondicionamiento del lugar.	■	■	■	■	■															
Acondicionamiento de caminos.	■	■	■	■	■															
Despalme.	■	■	■	■	■															
Instalación de Equipo.																				
Uso de Explosivos.				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Extracción de rocas.				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Uso de maquinaria.				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Trituración de rocas.				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Transporte.				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Conformación de Taludes.				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Venta de material.				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Forestación y Reforestación.				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Proyecto de Abandono.				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Este programa se inició en septiembre de 1995 con el despalme del terreno, continuando con el proceso de extracción del material pétreo. Cabe hacer la observación que en las actividades de extracción y en la de trituración no se establece una fecha precisa de finalización debido a que estas actividades se estarán dando en el tiempo según la demanda del mercado lo requiera, razón por la cual, las barras en el diagrama quedan abiertas.

Durante la preparación del terreno se prevé alterar algunos de los recursos existentes en el área como: a) El drenaje el cual se modifica al concentrar el agua en pozas, b) Limitar los asentamientos humanos, c) Retirar la cobertura vegetal, d) Limitar las actividades agrícolas y faunísticas, e) Retirar la capa de suelo (despalme) y dejar la roca a descubierto. Es necesario considerar que en el predio el espesor del suelo es variable, en general presentan de 0 a 20 cm con frecuentes afloramientos de roca. Este ultimo recurso se utiliza en el recubrimiento de caminos al interior del propio banco. Para esta actividad no se requiere de ninguna otra obra como caminos, desmontes, etc., de este modo no será afectado ningún otro recurso.

En la etapa de preparación del sitio el equipo a usar es generalmente un tractor marca Caterpillar, modelo D8k o bien marca Komatsu, modelo D-355-A, que acumulan del despalme por secciones para ser recogido por palas mecánicas marca Bucyrus Erie, modelo 38B o por payloaders marcas Komatsu modelos WA-450, WA-500 y WA-600, Caterpillar modelo 988 y Michigan modelo 125, las que cargan a camiones fuera de carretera marcas Wuelid, Marck y Texrex con capacidad de 22 a 50 ton.

Además del equipo mencionado, se cita a continuación en el Cuadro A.2. lo que se prevé usar de maquinaria, un estimado de las horas y consumos de combustible:

Cuadro A.2 Características del equipo horas de trabajo y consumo de combustible.

EQUIPO	OPERACIÓN (hr/mes)	CONSUMO (Diesel)
Tractores (en despalme)	80 (hr/mes)	22.751 l/hr
Camiones fuera de carretera (Euclid y Texrex (22 ton))	78.3 m ³ /hr	10.50 l/hr
Euclid (50 ton)	103.7 m ³ /hr	16.45 l/hr
Marck (50 ton)	103.7 m ³ /hr	20.20 l/hr
Palas mecánicas	100-150 hr/mes	14.00 l/hr
Capacidad de carga (promedio)	95 m ³ /hr	
Payloaders (total promedio)	100-170 hr/mes	
Caterpillar 988		40 l/hr
Komatsu WA-450		17 l/hr
Komatsu WA-500		20 l/hr
Komatsu WA-600		25 l/hr

Con relación a los materiales de construcción en la etapa de preparación del sitio no se requiere de algún material externo, excepto, refacciones, combustible (diesel, principalmente) y lubricantes.

Existen, y funcionan, obras y servicios de apoyo para este BMG en esta etapa de preparación del sitio, los cuales consisten básicamente en caminos interiores que conectan a otras áreas del banco, oficinas administrativas y de servicio de la compañía. Estos caminos también están conectados a las vías de acceso externas como lo es el periférico sur. Por su cercanía a la zona metropolitana no es necesaria la instalación de campamentos; además se cuenta con los servicios indispensables de agua, sanitarios, etc.

El personal que se prevé contratar es un aproximado de 59 personas entre operadores, chóferes, técnicos, veladores y administrativos laborando un turno de 8 hr por día.(ver Cuadro A.3.)

Cuadro A.3. Requerimientos de personal.

Personal	Cantidad	No. de turnos
Operador de tractores, palas y payloaders	4	1
Operador de barrenador	2	1
Fainero (manejo de explosión)	5	1
Operador de camiones de volteo	10	1
Operador de quebradoras	20	1
Operador del generador de energía eléctrica	2	1
Técnicos de mantenimiento	5	1
Veladores	5	1
Administrativos	6	1
Otros		
Total	59	

Para la etapa de preparación del sitio no se requiere energía eléctrica.

Con relación de combustible diesel (hidrocarburos) a utilizar como energético en la maquinaria y camiones es necesario citar al diesel, que será transportado al BMG por un camión cisterna de 10,000 litros de capacidad, propiedad de la compañía, que surte a camiones y equipo. Este camión cisterna es recargado periódicamente en la subestación de PEMEX (cada 2.5 semanas)

En la etapa de preparación del sitio se requiere de agua para el lavado de camiones y para disminuir polvos. Esta es tomada de las pozas que se han construido y que contienen agua de lluvia. La cantidad extraída no afecta la integridad de las pozas o de la fauna que la habita.

En el rubro de residuos, en esta etapa de preparación del sitio prácticamente no se generan residuos en volumen o características que pongan en riesgo la salud del personal o vecinos cercanos al banco. En un lapso muy corto, se generan polvos, producto del movimiento de tierra de despalme.

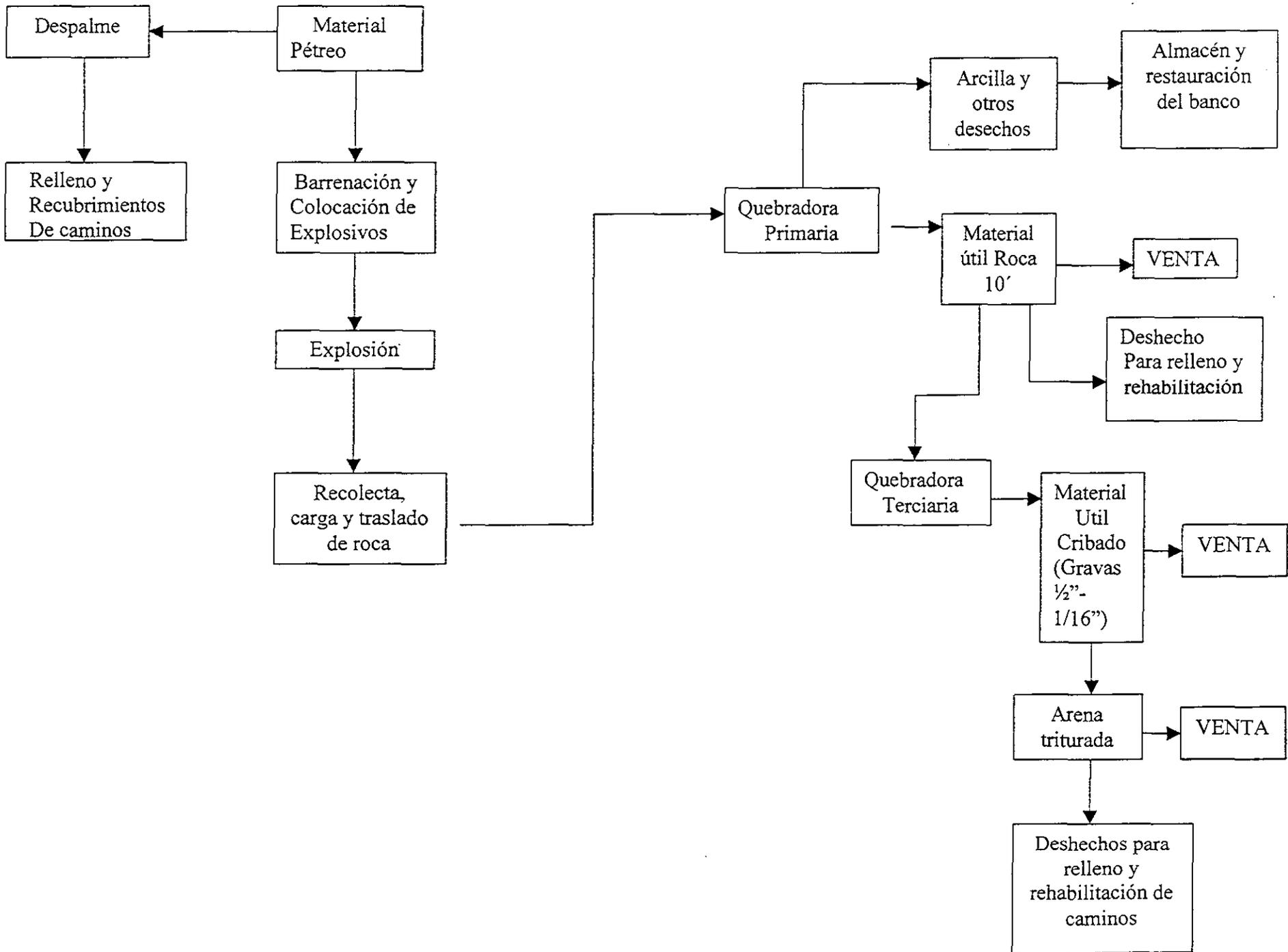
En la etapa de desmantelamiento de la infraestructura de apoyo no se contempla realizar acciones significativas ya que no se genera infraestructura o servicio que deba desmantelarse, quedando solo infraestructura menor como caminos, canales, etc.

A.1.3- Proyecto de explotación.

Una descripción mas precisa que la referida anteriormente se explica a continuación.

Una vez seleccionado el sitio de explotación, se realizan las siguientes actividades:

DIAGRAMA DE FLUJO



- a).- Despalme.- Se refiere al retiro de la capa de suelo superficial que cubre al material pétreo. Esta capa es de un espesor variable, generalmente de 0-20 cm. El material de despalme se utiliza como cubierta de los caminos de acceso o tránsito en el interior del banco. El despalme se lleva a cabo generalmente con un tractor. El suelo no es posible almacenarlo como en otros bancos de material (Jal y arena) para reintegrarlo sobre el nuevo nivel del terreno, una vez terminado el proyecto por la vida de duración del mismo, al termino del cual seguramente el suelo estará tan degradado que será poco útil.
- b).- Barrenación.- Una vez limpia la superficie, se localizan los mantos de piedra de características deseadas y se produce a efectuar barrenos de 9 m de profundidad, 3" de diámetro y con un distanciamiento de 2.20 m entre ellos.
- c).- Explosión.
- d).- Remoción de las rocas.
- f).- Transporte y trituración

Parte de las rocas con este diámetro se comercializan directamente. En este proceso el material para por una despolvadora que elimina la arcilla y otro materiales de desecho, los que son conducidos por una "banda de desperdicio" fuera del sistema. El resto del material sigue el proceso y es conducido por una "banda sinfín" a la tolva que descarga en la trituradora secundaria, donde se reduce el tamaño de la roca a un diámetro de 1 1/2" a 3/4", el material se criba y sale del sistema para ser conducido al área de confinamiento, el resto del material no cribado sigue por otra banda hasta la trituradora terciara, la cual reduce el tamaño de la roca hasta 3/16" y polvo de trituración. Estos materiales son conducidos a un área de confinamiento donde se les denomina como 3A, 3B y polvo de trituración respectivamente.

El proceso descrito anteriormente se lleva a cabo en tres unidades de trituración, en cada unidad se lleva a cabo el procesamiento completo.

El desecho que aquí se genera, es utilizado para recubrir los caminos interiores del banco y como relleno de algunas perforaciones efectuadas en la extracción de la roca.

Parte del material del tamaño 3/4" (grava) es comercializado para usarlo como materia prima del concreto, en tanto que el material denominado 3A, 3B, polvo de trituración y grava de 3/4" son utilizados en la producción de asfalto.

Recursos naturales del área que serán aprovechados:

- a).- Dentro del banco serán aprovechados solamente la roca, objeto de explotación.
- b).- Fuera del banco, ningún otro recurso será utilizado.

El tipo de material a explotar es la roca andesítica-basáltica procedente del predio en cuestión.

Las materias primas e insumos por fase de proceso se listan en el Cuadro A.4.

Cuadro A.4. Materias primas e insumos por fase de proceso.

P R E P A R A C I O N DEL S I T I O TRITU- RACION	ACTIVIDAD	EQUIPO UTILIZADO	ENERGETICO	OTROS INSUMOS UTILIZADOS
		Eliminación de La cubierta Vegetal	Tractores	Diesel 22.751 l/h
	Despalme	Tractores	Diesel 22.75 l/h	Lubricantes cantidad variable
	Barrenación y Colocación de Explosivos	Track Drill neumático rotatorio y de percusión	Diesel 101 l/h	Lubricantes cantidad variable
	Recoger rocas	Pala mecánica Y payloaders	Diesel 14-401 l/h	Lubricantes cantidad variable
	Traslado de Rocas	Camiones fuera de carretera	Diesel 10.5-20.21 l/h	Lubricantes cantidad variable
	Moneo Producción de grava 1 1/2"-3/4"	Quebradora de Quijada Quebradora de martillos hidráulicos	Electricidad 220-440 v Electricidad 220-440 v	Lubricantes cantidad variable Agua 100 m ³ /sem Lubricantes = cantidad variable
	Producción de grava 1 1/2"- 3/16"	Quebradora de martillos hidráulicos	Electricidad 220-440 v	Agua 100 m ³ /sem Lubricantes =cantidad variable.

Subproducto por fase de proceso.

En el proceso de fragmentación de las rocas se generan como subproductos gravillas menores a 3/16" y polvos de la fragmentación, el cuál tiene una demanda limitada, por lo que si no se vende como tal, es utilizada para relleno de algunas oquedades o como cubrimiento de caminos. Esta mezcla es útil para mejorar las características físicas del material de despalme.

Los productos finales, se muestran en el Cuadro A.5.

Cuadro A.5. Productos Finales.

Tipo de grava	Volumen aproximado Promedio / día
10"	700 m ³
1 1/2"	300 m ³
3/4"	350 m ³
3/8"	80 m ³
3/16"	90 m ³

La transportación y almacenamiento se da como a continuación se muestra el Cuadro A.6.

Cuadro A.6. Forma y características de transportación y almacenamiento.

Tipo	Transporte	Almacenamiento
MATERIA PRIMA	NO	NO
SUBPRODUCTO (Gravillas y polvos del proceso de trituración)	TERRESTRE Camión volteo de 22-50 ton de capacidad	Cielo abierto lugar específico de confinamiento
PRODUCTO FINAL Gravas 1 1/2" a 3/16"	TERRESTRE Camión volteo de 22-50 ton de capacidad	Cielo abierto

Por su naturaleza los materiales de grava almacenados a cielo abierto son afectados por el intemperismo a bajo nivel, razón por lo cual los riesgos de generación de desechos que vayan a alterar al medio ambiente son mínimos.

Para este proyecto se han considerado las siguientes medidas de seguridad:

1. Uso de maquinaria. En este rubro se requiere que los operadores sean personal experimentado, trabajando en estado saludable y sin la influencia de drogas, alcohol o enervantes. De acuerdo a las normas de seguridad e higiene el personal deberá contar con uniformes de trabajo, botas con casquillo, lentes de seguridad, casco, mascarilla, guantes, tapones auditivos y careta.
2. Para el tránsito de vehículos por los caminos interiores. Se marcarán señalamientos de rutas, se dará mantenimiento a caminos, libramientos, así mismo, se eliminarán zonas con deslaves o derrumbes.

3. En los vehículos deberá existir un mecanismo de revisión y mantenimiento, principalmente de los camiones de transporte, en lo referente a llantas, suspensión, sistemas mecánico y eléctrico, luces, alarmas en reversa, etc.
4. En el área de explotación deberán existir letreros informativos: de conducta y áreas de restricción, tales como Usar equipo de seguridad; No fumar; Prohibido el ingreso a personal no autorizado; Peligro: Zona de explosiones; Peligro: Alta Tensión; Peligro: Equipo de Trituración funcionando: Además será necesario colocar cercas de malla a las zonas de alto riesgo como son las de trituración y alto voltaje e instalar extintores.

Uso de explosivos. Para el uso de explosivos se requiere del permiso correspondiente de la Secretaría de la Defensa Nacional y el acatar la normatividad vigente en la materia.

- Los explosivos se encuentran en dos polvorines instalados al lado norte de la planta, cumpliendo con todas las disposiciones señaladas por la SEDENA. Las cantidades máximas de almacenamiento están indicadas en el permiso correspondiente expedido por la Secretaría citada.
- El personal encargado del manejo de los explosivos será previamente entrenado para tal fin recomendándose que solamente una persona sea la encargada de la recepción distribución y transporte.
- El vehículo transportador deberá estar equipado adecuadamente: piso y costados forrados de material inflamable como el asbesto, cables de sujeción no metálicos, llantas de gajos para evitar derrames, perfecto estado mecánico - eléctrico, letreros alusivos a la carga explosiva, lona impermeable no flamable.
- Transportar exclusivamente un tipo de carga.
- En la cuadrilla de detonación, cada elemento desarrollará una actividad específica: abrir cajas, cebar, cargar y colocar taco, conectar circuitos y efectuar el disparo. Esto con el objeto de no provocar la especialización del personal.
- No utilizar herramienta con partes metálicas de descubierto en todo el proceso de manejo de explosivos, con el objeto de no provocar alguna chispa.
- En la carga del barreno con explosivos, cerciorarse de que dicho barreno tenga la temperatura adecuada, ya que es peligroso trabajar con temperaturas mayores a 65 °C.
- No presionar innecesariamente a los cartuchos dentro del barreno.
- El personal responsable del retacamiento no deberá exponer su cuerpo sobre el área del barreno. Una vez concluida esta actividad sellar el barreno con arena, barro u otro material inerte adecuado para taco.
- Se deberá preparar solo la cantidad de cebo necesario para utilizar en ese momento.
- Retirar a todo el personal y equipo innecesario del sitio de voladura.
- Revisar el buen estado del lugar de refugio y protección, los que pueden ser de acero, barricadas de material , etc.
- Detectar posibles fuentes de electricidad no deseada (sobre todo cuando se utiliza estopines eléctricos) tales como: generadores de carga estática, corriente eléctrica de una batería, un transformador, etc., a través de línea de energía a equipo eléctrico; de acción galvánica; carga estática; líneas de alto voltaje; energía de radio-frecuencia y rayos de una tormenta eléctrica o tolvanera.
- Conservar aislado el circuito de disparo del suelo, alambres descubiertos, rieles, tuberías, etc.

- Utilizar fulminantes de un solo tipo en el mismo circuito.
- Asegurarse de manejar solo mechas en buen estado y con una longitud mayor a 60 cm, con el objeto de contar con el tiempo suficiente para llegar al refugio.
- Retirar de la zona de disparo posibles explosivos sobrantes.
- Establecer un sistema adecuado de señal de aviso de disparo como silbato para el total desalojo del área.
- Después de la voladura, esperar a que se disipe el polvo, humo y gases de la explosión.
- Los cartuchos no explotados deberán ser desactivados exclusivamente por un experto, evitando intentar sacar la carga o perforar el barreno.
- Guardar las distancias mínimas de seguridad reglamentarias: 126 m de edificios habitados, 100 m de carreteras, vías férreas o líneas de alta tensión.

Requerimientos de energía.

Electricidad.

La energía eléctrica se requiere como fuente primaria en la activación del sistema de trituración y homogeneización de gravas (motores eléctricos). El voltaje requerido es de 220-440 volts.

Combustible.

El combustible que se utiliza para los camiones de movimiento interno de material, así como el de las palas mecánicas o payloaders es el diesel, el que es abastecido por PEMEX a un camión cisterna de 10,000 litros y que a su vez realiza el abasto interno. Este camión-cisterna es llenado cada 15-20 días en promedio.

Agua.

El procesamiento de la roca aquí planteado requiere de un subsidio de agua de aproximadamente 100 m³/semana, necesario para el nebulizado que se da en las quebradoras para disminuir los polvos que se generan y el lavado de gravas comerciales. La fuente donde se abastece este requerimiento son de dos pozas que se formaron de la propia extracción del material pétreo y que posteriormente fueron un receptor de agua de lluvia. El volumen aproximado de estas pozas es de 900,000 m³ y según el estudio hidrológico realizado reporta que es suficiente para las necesidades de las empresas quedando el remanente para recargar en forma muy mínima el acuífero de esta localidad Ver cuadro A.7.

En total se cuenta con tres quebradoras.

Cuadro A.7. Consumo ordinario de agua de diferentes grados de calidad.

	Consumo Ordinario		Consumo Excepcional	
	Volumen	Origen	Volumen	Periodicidad
Agua potable	400 l/sem	Embotellada	No	No
Agua tratada	No	No	No	No
Agua cruda	100 m ³ /sem por quebradora	No	No	No

Residuos.

Los residuos generados en este proceso son mínimos, reduciéndose a los humos que se producen en la combustión interna de los motores de camiones y payloaders, humos y polvos producto de las detonaciones y los polvos generados en el proceso de quebrado y cernido de la roca. Los volúmenes son variables sin llegar a representar un problema de contaminación que signifiquen un riesgo a la salud para los pobladores del área.

Este procedimiento no genera algún otro residuo tal como descarga de aguas residuales, sólidos industriales o domésticos ni agroquímicos. El aceite lubricante usado se almacena en tambos de 200 litros y se vende posteriormente a compañías acreditadas para el reciclamiento. Las llantas son revitalizadas o se venden fuera de la planta para ser utilizadas como combustible en plantas de cementos, adaptadas para poder quemarlas sin contaminación del ambiente.

Factibilidad de reciclaje.

En este proceso el polvo generado por las quebradoras es atrapado en unas cámaras y su emisión es reducida con aspersiones de agua de lo que resulta un producto consistente en arcilla y gravillas menores a 3-16" de diámetro. Este es utilizado para relleno de las oquedades producidas en la extracción o para recubrir caminos y en ocasiones cuando se tiene demanda, se comercializa.

Disposición de residuos.

Como se mencionó anteriormente los polvos generados durante el proceso de quebrado y homogeneización de las rocas, se atrapan en cámaras y con aspersiones de agua y son concentrados en forma de un sólido. Este sólido es utilizado como relleno de las extracciones de material, que generalmente tiene un fondo y paredes de roca no utilizable, lo que les da un carácter altamente impermeabilizante. Este sólido también es utilizado como cubierta en el mantenimiento de caminos, los cuales son hechos como producto de los propios cortes que quedan en el terreno después de una extracción parcial. Por su naturaleza estos caminos son de base rocosa y son recubiertos con los polvos residuales de la quebradora.

Niveles de ruido.

El nivel máximo de ruido por la operación de la maquinaria fluctúa entre 85 y 90 dB. Por lo que respecta a las explosiones el ruido se puede incrementar hasta 100 dB por algunos segundos.

Posibles accidentes y planes de emergencia.

- a) Durante el proceso de preparación del sitio los accidentes que se pueden presentar son de índole fortuita y aquellos causados por la posible impericia de los operadores de los camiones y traxcavos.
 - Aquí se requiere de un programa de vigilancia donde se limite el acceso a personal no autorizado a las áreas de trabajo.
 - Se requiere de un programa de capacitación de operarios en el manejo del equipo de trabajo.
 - Se requiere de un programa de mantenimiento del equipo y maquinaria.
- b) Durante el proceso de voladura carga y traslado de rocas a las quebradoras, se pueden presentar accidentes por el mal manejo de explosivos que se pueden solucionar con supervisión de expertos en la materia y capacitación de operación.
 - Extracción progresiva de roca de los frentes de trabajo sin permitir la presencia de taludes inestables.
 - Equipo especial de seguridad para el manejo de explosivos.
 - Programa permanente de mantenimiento de caminos.
- c) Durante la fase de quebrado y homogeneización de rocas, se pueden presentar accidentes por descuido de operarios de las trituradoras o por fallas del propio equipo.
 - Aquí se requiere de un programa permanente de mantenimiento del equipo de trituración así como de la subestación eléctrica.
 - Se requiere además colocar cercas que impidan el acceso a personal no autorizado, al área de trituración y la subestación eléctrica.
 - Se requiere reforzar con áreas de seguridad caminamientos y barreras de contención en las unidades de trituración.
 - Equipo de seguridad para operarios, tales como: botas con casquillo metálico, casco, lentes de uso industrial, guantes, faja de seguridad y mascarilla.
 - Instalación de extintores.
 - Programa permanente de capacitación en el manejo del equipo y de emergencias.
 - Diseño de rutas de evacuación.
 - Botiquín de primeros auxilios.
- d) En general se requiere de un programa de señalización en el área de explotación; establecimiento de cercas para limitar el acceso a personal no autorizado a las áreas de trabajo y áreas abandonadas; evitar el almacenamiento de explosivos en el área de trabajo y la elaboración y cumplimiento de un reglamento de trabajo.

A.1.4.- Etapa de abandono del sitio.

Estimación de vida útil.

Se estima la vida útil del banco de 10 a 15 años, según el volumen de extracción calculado y sobre todo la demanda del mercado en los próximos años, dado que en el presente administración de la República Mexicana, el área de construcción ha estado bastante restringida, además del equipo disponible durante la época que se manifieste la mayor demanda.

Programa de restitución del área.

El programa de restitución del área de explotación forma parte de un programa de abandono integral del total del área explotada, donde se encuentra este banco de material.

Planes de uso del área al concluir la vida útil de proyecto.

Una vez que termine la vida útil del banco de material, el plan de abandono está enfocado a establecer una área recreativa (zona de pozos) e industrial no contaminante, que preste servicio a la comunidad y beneficio económico al propietario, tal vez un área habitacional, por lo que es necesario que las terrazas que se conforman tengan una pendiente adecuada para evitar el movimiento de grandes volúmenes de material para nivelar donde se plantea asentar las edificaciones.

A.2.- ESTUDIO DEL MEDIO FÍSICO

A.2.1.- Climatología.

Para la descripción del clima de la zona se emplearon datos de la estación meteorológica de Guadalajara (14-045), dado que es la más cercana al sitio del proyecto, siendo su ubicación:

Latitud:	N	20° 41'
Longitud:	W	103° 21'
Altitud:		1,583 msnm
Período:		1967-1986

De acuerdo con la Clasificación de Köppen modificada por E. García, el clima de la zona fue clasificado como:

(A)C(w1)(w)(i')g

El cual se interpreta como semicálido subhúmedo, de humedad media con distribución de las lluvias en verano, abarcando los meses de Junio a Octubre; La

precipitación media anual es de 1,031.6 mm; ocurriendo durante la época de lluvias 962.2 mm que corresponden al 95% de la anual, precipitándose como lluvia invernal menos del 5 % del total anual.

La precipitación media anual de la estación base es de 1,031.6 mm, siendo la precipitación media anual esperada, para una probabilidad del 50 %, 1,040.8 mm; del 75 %, 983.6 mm; y del 90 %, 870.0 mm.

La temperatura media anual es de 20.81 °C, el verano es cálido siendo el mes más caliente Junio, con 23.7 °C y el mes más frío Enero, con 16.9 °C; por lo que presenta poca oscilación térmica menor de 7.0 °C, el mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano.

La evaporación media anual estimada es de 1,854.9 mm, siendo la evapotranspiración potencial anual estimada de 990.4 mm y durante la época de lluvias de 669.0 mm, por lo que el balance hídrico nos muestra un excedente de humedad de 294.2 mm en el período lluvioso, manifestándose una deficiencia de humedad de 334.2 mm durante el período de estiaje. Se anexa el balance hídrico calculado en base al segundo sistema de clasificación climática de C. W. Thornthwaite.

La temperatura mínima promedio es de 4.6 °C, para el período comprendido, siendo la mínima extrema de 2.5 °C ocurrida en varias ocasiones durante el mes de diciembre de 1980. Para considerar la presencia de heladas, la temperatura mínima debe ser menor o igual a 0 °C; sin embargo, las temperaturas por debajo de los 6.5 °C afectan a la mayoría de los cultivos de la zona, presentándose con frecuencia durante los meses de diciembre a febrero.

Durante la época de lluvias, se presentan en promedio tres granizadas por año, principalmente durante el mes de octubre, ocasionando daño en las zonas agrícolas en baja escala y en forma muy localizada.

Intemperismos severos.

Granizo. En el área se registran en promedio de 2 a 4 granizadas al año.

Heladas. En promedio se presentan 10 días con heladas al año.

A.2.2.- Geomorfología.

Geología Regional.

La zona en estudio se ubica dentro de la denominada Faja Volcánica Transmexicana (FVT) también conocida como Eje Neovolcánico que es una región delimitada por sus características geológicas, que son principalmente los afloramientos de edificios volcánicos o rocas ígneas de una edad menor a un millón de años (ma) y por sus eventos tectónicos estructurales de la misma edad.

Esta provincia magmática en cuanto a origen como a su evolución es muy importante a nivel nacional e internacional porque representa un interesante problema de geodinámica, por su posición oblicua (forma un ángulo de 20°) respecto a la Trinchera Mesoamericana.

Su orientación regional es en términos generales aproximadamente E-W y se extiende desde el Golfo de México (en el Estado de Veracruz) en el oriente, hasta el Océano Pacífico en el occidente (en el Estado de Nayarit), sufriendo una división y deflexión a la altura de Guadalajara donde su orientación general E-W pasa a ser en parte NW-SE (Rift Tepic-Chapala), y en parte N-S (Rift de Colima).

Evidentemente, así considerada la FVT presenta rasgos muy diversos en toda su longitud. Estas diferencias pueden visualizarse dentro de tres aspectos básicos: la geoquímica de sus productos volcánicos, sus características estructurales y su evolución temporal-espacial.

A grandes rasgos la FVT puede subdividirse en tres sectores: occidental, central y oriental; cada uno con características distintas. Por ejemplo, la geoquímica del vulcanismo en sus porciones occidental y oriental tienen un carácter tanto calco-alcalino como alcalino mientras que en su porción central es exclusivamente calco-alcalino.

Por lo que respecta a la actividad volcánica y sísmica la FVT ha tenido un gran registro en tiempos históricos. Como lo es el ejemplo del Volcán de Colima que con su actividad actual es considerado como el de mayor riesgo en la FVT.

Por otra parte, aun es tema de debate establecer los límites cronológicos de la FVT. Algunos autores sugieren que la FVT cubre un período desde el Oligoceno (30 ma) al Presente. Otros autores (Venegas et al, 1985) proponen que la actividad volcánica de la FVT se inició en el Mioceno y continuó durante el Plioceno y Cuaternario. Por último, otros investigadores (Demant, 1978) establecen un rango Plio-Cuaternario.

Estructuralmente, el extremo occidental de la FVT se caracteriza por la unión triple formada por los grábenes de Tepic, Colima y Chapala cuyas orientaciones son NW-SE, N-S y E-W, respectivamente, en la porción central los lineamientos predominantes son casi N-S (Demant, 1978) mientras que en el sector oriental el fallamiento es escalonado hacia el oriente.

Geomorfología general.

Hacia el lado N de la micro cuenca se encuentra una mayor variedad en los rangos de pendiente debido a la presencia de geofomas, entre los que se encuentra el C. La Cola (al NE) y el pequeño cerro en donde se localiza el fraccionamiento El Tapatío. En ambos se puede apreciar que existen pendientes que van de muy fuertes, fuertes y de moderadas hasta ligeras en las partes bajas.

En la parte centro Norte de la micro cuenca se localizan una serie de lomas alargadas con una altura aproximada de 1,660 msnm. y pendientes que varían de ligeras a fuertes.

La altura máxima que se encuentra en la micro cuenca es de 1,670 msnm, correspondiente al lado NW de la cuenca (fraccionamiento El Tapatío). La altura mínima corresponde a la zona centro (planicie) y es de 1,540 msnm.

Descripción breve de las características del relieve.

Podemos decir, apoyándonos en el plano topográfico, elaborado por INEGI (1975) con planos previos a la época de explotación en esta zona, que la micro cuenca en donde se localiza el proyecto en estudio está delimitada por una serie de pequeños conos volcánicos de tipo monogenético, cuyas estructuras presentan una alineación predominantemente E-W. Estos dan lugar a lomeríos suaves con laderas que van desde rangos de pendiente muy fuertes (30-50 %) a suaves (3-5 %). Así mismo, en cerca del 50 % del área estudiada, existen pendientes que se pueden considerar zonas llanas, mismas que oscilan en rangos que van del 0 al 3 %. Dentro de las geoformas encontradas en la micro cuenca y que funcionan como su parte aguas, destaca el “Cerro Escondido”, localizado hacia el lado SE de la micro cuenca. Este presenta una altura de 1670 msnm, las pendientes en su parte alta corresponden a rangos que varían entre 15-30 % (fuertes) en una pequeña porción del lado NE, así mismo se encuentran pendientes entre 10-15 % (moderadas), siguiendo a continuación y en mayor proporción las pendientes ligeras (rango de 5-10 %).

Geología Local.

El proyecto de estudio se encuentra en una pendiente que, como se explicó anteriormente, originalmente era predominantemente convexa y que en la actualidad es cóncava, debido a la actividad que se ha realizado y predominan en estas zona las pendientes fuertes y abruptas (> 50 %) dentro del predio.

La pendiente natural del terreno ha sido el elemento que substancialmente más se ha alterado, al punto que se han creado: depresiones, promontorios, parte aguas artificiales y en consecuencia desviación de los escurrimientos naturales de la zona, creación al menos de dos cuerpos de agua permanentes en la localidad, modificación del coeficiente de escurrimiento y desaparición de la capa natural del suelo.

La explotación desarrollada, ha modificado substancialmente la topografía de esta región, con estos elementos es posible observar que se ha formado artificialmente una cuenca endorreica, creando como se mencionó anteriormente una serie de cuerpos de agua que se alimentan puntualmente de la captación del agua pluvial de la cuenca endorreica formada antrópicamente, la captación es suficiente para que estos cuerpos tengan agua en todo el año, la profundidad de los mismos es actualmente desconocida.

Se ha observado, por caminamientos realizados en la zona, que la roca actualmente en explotación es de origen ígneo, de posible edad terciario superior

(mioceno-plioceno) al igual que la serie de aparatos volcánicos existentes en la cuenca formada por una serie de derrames de composición andesítico-basáltico principalmente que cubrieron en su momento una gran extensión, provocando que parte de esta cuenca (la porción central) fuera impermeabilizada. Dichas emisiones ígneas provocaron pequeños promontorios orientados E-W recientemente uno de estos fue seccionado en forma transversal, durante la construcción de la ampliación de la carretera Guadalajara - Chapala, y se puede observar el conducto de estos derrames: estructuras primarias de flujo, fallamiento de orientación E-W, fracturas (de enfriamiento) y los productos piro clásticos depositados en su alrededor.

De este material el que actualmente se está explotando, son principalmente los derrames andesíticos y basálticos, siendo los productos piro clásticos los menos usados en el proceso de beneficio.

La roca es una unidad prismática que forma bloques de unos seis por dos metros. Dentro de estos bloques se tienen lascas y fracturamiento intenso que se presta precisamente a la explotación manual, si se tiene expuesto un frente de ataque.

Estructuralmente la zona se ubica dentro de la zona de influencia del denominado graben de Chapala, pero está también dentro del área de influencia de graben de Tepic-Chapala, por lo que las estructuras importantes que se estimaría tener en esta localidad deben de corresponder con las E-W en primer término y las NW-SE en segundo término.

Las estructuras medidas en la localidad presentan las siguientes orientaciones: E-W; N20°W; N10°W; N-S; N10°E y siendo la primera la predominante, aparentemente la formación de éstas estuvo asociada con esfuerzos distensivos y una de las características observada en ellas es que prácticamente todas están rellenas de material arcilloso, es difícil dentro del banco de material, tomar medidas de estas estructuras que se consideren como reales, debido a que el uso de explosivos ha provocado una serie de estructuras secundarias que enmascaran muchos datos de las estructuras primarias.

Susceptibilidad de la zona a amenazas.

■ Sismicidad.

Esta localidad, al igual que la mayor parte de la región centro-occidental de la República Mexicana se caracteriza por estar cerca (geológicamente hablando) de la zona de subducción de la Placa de Cocos con relación de la Placa Norte Americana, la misma se encuentra dentro de una faja que está considerada, históricamente, dentro del área de influencia de epicentros de sismos mayores a 6 en la escala de Richter, sin embargo esta característica geológica no modifica la factibilidad de desarrollar el proyecto planteado, ya que su realización no implicaría la creación de un sinergismo, pero en el proyecto de abandono es necesario destacar estos antecedentes sísmicos debido a que se podría generar un sinergismo, de dejar taludes inestables, dado que estos podrían generar una amenaza antrópica y una alta vulnerabilidad para las estructuras que se edificarán en un futuro en esta zona, consecuentemente podría considerarse, de no tomar las medidas adecuadas, una zona de riesgo.

En base a estudios estadísticos realizados por investigadores de la Universidad de Guadalajara (U. de G. 1994) la probabilidad de ocurrencia de terremotos en esta zona es como se describe en el siguiente cuadro A.8 aún cuando es necesario mencionar que no se señala que los epicentros puedan ser en las localidades mencionadas.

Cuadro A.8. Probabilidad de ocurrencia de terremotos en la zona.

UBICACIÓN	MAGNITUD (Ritcher)	PROBABILIDAD (%)
Oaxaca Zona Este	7.8	70 %
Colima	7.5	66
Guerrero Central	7.8	(52)*

*Valores de probabilidad menos confiables

■ Deslizamientos y Derrumbes.

Regionalmente, en forma natural dentro del predio antes de que se iniciara la extracción de material geológico no existía ningún talud con las características para sufrir un deslizamiento y /o derrumbe producto de fallas. Actualmente si existen varios que antrópicamente se han dejado inestables por los cortes realizados lo cual puede representar una amenaza para la salud de los trabajadores o bien de la población que realice alguna actividad cercana a dichos taludes.

En esta localidad dejar un banco de material abandonado, sin ningún programa de restauración o rehabilitación, podría provocar que sufran procesos de una erosión lenta y progresiva o bien que algunos de sus taludes se colapsen, además es necesario considerar que los asentamientos humanos en un futuro próximo rodearán esta zona y podrían incluso asentarse peligrosamente sobre o bajo algún talud inestable como ha sucedido en otras partes de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

- No existen otros sitios dentro del área en estudio con posibilidad de movimientos de tierra o roca.
- La actividad volcánica asociada a esta zona es solo la relacionada con los volcanes Colima y Ceboruco considerados actualmente activos y con eventos históricos continuos, sin embargo no es factible pensar que los daños que puedan ocurrir en esta localidad con relación a una erupción paroxismal de alguno de ellos sean trascendentales, con relación de la Sierra de la Primavera no existen fenómenos premonitorios que sugieran un próximo evento volcánico como algunos autores lo sugieren.

A.2.3.- Suelos.

Distribución de los suelos en la zona de influencia.

Los suelos de la cuenca considerados representativos a nivel Unidad de Suelos y utilizando para su descripción la nomenclatura FAO/UNESCO empleada por el INEGI se catalogan como Feozem háplico (Hh), Regosol eútrico (Re), Planosol eútrico (We), Leptosol (l), Cambisol crómico (Bc), Vertisol pélico (Vp), Gleysol mólico (Gm) y Feozem lúvico (Hl).

Como se señaló anterior mente las geoformas presentes en el área de la cuenca son área cerril, área de laderas, área de planicies y área de bajo.

En las áreas cerriles predomina la asociación de Unidades de Suelos Feozem háplico (Hh) + Leptosol (l) con fase lítica y presencia de texturas medias (bancos de material, Cerro San Bartolo, Cerro San Martín y Cerro La Punta) y finas; la asociación de Unidades de Suelos Feozem háplico (Hh) + Regosol eútrico (Re) con fase lítica y presencia de texturas medias (Cerro Escondido y parte norte de bancos de material), la asociación de Unidades de Suelos Feozem háplico (Hh) + Regosol eútrico (Re) con presencia de texturas arenosas en las partes de laderas (La Duraznera y áreas aledañas poblado San Martín); la asociación de Unidades de Suelos Planosol eútrico (We) + Vertisol pélico (Vp) con fase sódica en las planicies centrales de la cuenca (Ladrillera, Arroyo de Enmedio y La Esperanza) y presencia de texturas medias; la Unidad de Suelos Gleysol mólico (Gm) con texturas medias en las áreas de bajo de la cuenca (La Ladrillera diez) y la Unidad de Suelos Vertisol pélico (Vp) con presencia de texturas finas (parte baja de El Cajón y área circundante a la Presa La Rucia)

Al predominar las clases texturales media y fina en los suelos de la cuenca, se deduce y observa que se presenta estabilidad de agregados alta en la mayor parte de la superficie de la cuenca, así mismo se observa que la asociación de Unidades de Suelos predominantes es la Feozem háplico (Hh) + Regosol eútrico (Re) y la Feozem háplico (Hh) + Leptosol (l) con fase lítica, muestra que un alto porcentaje de la superficie de la cuenca presenta suelos someros con lecho rocoso entre 10 y 50 cm de profundidad, lo cual, considerando que estas áreas se ubican en las partes cerriles y de laderas de la cuenca, hace imposible el uso de maquinaria agrícola.

Composición del suelo en el área del proyecto.

En el área del proyecto se tiene como dominante en partes bajas la asociación de Unidades de Suelos Feozem háplico (Hh) + Regosol eútrico (Re) y la Unidad de Suelos Antrosoles en las superficies a donde se ha extraído arena. En las partes altas la asociación de Unidades de Suelos Feozem háplico (Hh) + Leptosol (l) son las dominantes.

Los resultados del análisis realizado a las muestras de suelos, se presentan en cuadro anexo, caracterizándose por ser predominante los suelos con fase lítica profunda

(lecho rocoso entre los 50 y 100 cm de profundidad) y en menor escala los suelos de fase lítica (lecho rocoso entre los 10 y 50 cm de profundidad) derivados del intemperismo de material ígneo extrusivo (basalto, andesita y cenizas volcánicas), los valores de pH promedian 7.0, lo que indica presencia de materiales alcalinos en los componentes de estos suelos, los valores de materia orgánica van de muy pobre a pobre; la clase textural nos señala como predominantes las partículas medias y finas; los valores de capacidad de intercambio de cationes van de medios a altos, lo que nos refleja condiciones de fertilidad aceptables; los valores obtenidos señalan en cuanto a nutrientes cantidades importantes de potasio, calcio y magnesio, quizá generados por lo básico del material original.

Capacidad de Saturación.

En el área del proyecto predominan en las partes altas, texturas franco arcillosas situación que permite la posibilidad de presentarse una baja velocidad de infiltración, de media a baja permeabilidad, plasticidad de media a alta, dificultad a la penetración de las raíces, alta micro porosidad; lo anterior permite concluir que estos suelos poseen una alta capacidad de almacenamiento de agua, considerando la disponibilidad de espacios porosos y alta capacidad de retención de agua en los mismos.

En las partes bajas predominan las texturas franco arenosas, presentando así una velocidad de infiltración media, plasticidad de baja a media, buena distribución de raíces, predominio de poros de tamaño medio y baja micro porosidad.

El presentarse en estas áreas la Unidad de Suelos Regosol eútrico, señala la presencia de características de retención de humedad típica de estos suelos y un fácil manejo de los mismos, situación que permite desarrollar en ellos actividades agrícolas con aceptables resultados.

Erosión Actual.

En el área del proyecto más del 70 % de la superficie se ha impactado la geomorfología, topografía, perfil y horizontes del suelo, grado de evolución del suelo, componentes orgánicos, características físicas, características químicas, erosión y calidad para usos agrícolas, lo cual no permite establecer datos más precisos sobre pérdida del suelo en el área.

Por lo anterior, y en base a caminamientos realizados, y utilizando el método de comparación de la media de las diferencias, se estimó la erosión actual para el área correspondiente a la parte alta, donde aún se tiene suelo y cobertura vegetal original (ubicada en la parte norte del área del proyecto), se presenta una clase de erosión "A/B" la cual corresponde a una "Erosión leve" y se define cuando "la capa superficial del suelo se ha perdido en menos del 25 % pero se tiene de un 10 a un 25 % de la superficie del área con erosión B o C". Cabe señalar que esta área tiene una buena cobertura vegetal.

Para el área donde se ha llevado a cabo la extracción de material geológico se tiene una clase de erosión "C" la cual corresponde a una "Erosión muy severa" y se define cuando "la capa superficial del suelo se ha perdido en un 75 % y se admite un 25 % de la superficie del área con erosión A o B". Cabe señalar que esta pérdida de suelo en su mayor parte ha sido ocasionada por situación antrópica.

Para las partes bajas, en el área de influencia del proyecto, existen unas porciones donde se realizó extracción de material geológico (tefras pumiciticas transportadas denominadas arena amarilla) y en estas áreas se ha perdido (por situación antrópica) el 100 % del suelo original. Se tienen otras superficies en donde se desarrolla agricultura y en ellas se presenta una erosión clase "A/B", la cual corresponde a una "Erosión leve" y se define en forma igual a la erosión presente en las partes altas anteriormente descritas.

A.2.4.- Hidrología.

La micro cuenca del proyecto se denomina del Arroyo San Pedrito y se localiza dentro de la Región Hidrológica 12 Lerma-Chapala-Santiago; Subregión 12-E Santiago; Cuenca b Corona-Río El Verde; Subcuenca Presa El Ahogado; cuenca menor Las Pintas.

La cuenca b Corona-Río El Verde tiene una superficie de 1,508.0 km², con un coeficiente de escorrentía ponderado del 10 al 20 % la cuenca menor Las Pintas presenta una extensión de 66.08 km² y la micro cuenca del A San Pedrito es de 2.00 km².

Los límites de la micro cuenca se definieron delimitando sus parte aguas, empleando para ello planos fotogramétricos; esto es, la carta topográfica base F 13-D 66 a escala 1:50,000, editada por el INEGI (1975).

Así mismo, se emplearon fotografías aéreas a escala 1:37,000 amplificadas en la zona del proyecto a escala 1:20,000; con ello se desarrolló el plano hidrográfico anexo.(figura 2)

Principales ríos o arroyos cercanos.

■ Clases de corrientes.

La cuenca presenta una forma irregular y alargada en sentido de Este-Oeste, con una superficie de 6,608.5 ha; la red de drenaje presenta un modelo subdendrítico y contiene 26 corrientes intermitentes de primer orden, 14 de segundo y 3 de tercer orden aportadas por corrientes efímeras de primer orden principalmente cárcavas. Para la densidad de drenaje, se cuenta con 46.195 km de corrientes y fue estimado a partir de la siguiente ecuación:

Longitud de corrientes (km).

$$D_d = \frac{46.195}{66.08} = 0.69$$

El resultado de la ecuación nos indica que la densidad de drenaje $D_d = 0.69$ km/km², es baja ya que se tiene menos de un km de cauce por km² de área.

En lo que respecta a la densidad de las corrientes, se tienen 32 cauces, siendo la ecuación empleada:

Número de corrientes.

$$D_c = \frac{32}{66.08} = 0.48$$

Por lo que resulta que $D_c = 0.48$ cauces /km², siendo la densidad de corrientes baja, ya que se tiene menos de un cauce por km².

La topografía de la cuenca presenta un relieve plano en el valle, con pendientes menores al 2.0 % y en los cerros y laderas, el relieve varía de ondulado a muy ondulado, con pendientes del 15 % al 20 %; siendo la pendiente media de la cuenca de 8.56 % en los cerros y del 1.33 % en el piso del valle.

La altura media de la cuenca está dada por la cota de los 1,600 msnm, en la que se presenta un rango de altura de 1,525 a 1,700 metros, con una amplitud del rango de 175 metros de desnivel. La longitud del cauce principal (plano de inundación del valle) es de 14,100 m y su desnivel de 175 m por lo que la pendiente del cauce es de 1.25 %.

■ Volúmenes de escorrentía y gasto.

Para el cálculo de los volúmenes de escorrentía y gasto de la cuenca, se consideraron los datos de la estación meteorológica de Guadalajara, así como los datos de lluvia máxima en 24 horas.

El volumen medio escurrido de la cuenca se estima a partir de la siguiente ecuación:

$$V_m = (C_{ep})(A)(P_p)$$

Donde:

V_m = Volumen medio (mm³)

C_{ep} = Coeficiente de escorrentía ponderado

A = Área de la cuenca (km)

P_p = Lluvia media anual (mm)

Para determinar el coeficiente de escorrentía ponderado (C_{ep}), se consideró que el 30 % de los suelos del área presentan texturas finas (arcillosas), el 65 % medias (Franco arenosa y franca); y el 5 % texturas gruesas (arenosas). Se tomó en cuenta el relieve y las pendientes dominantes; así como la cobertura vegetal, encontrando que el 42 % de la superficie es agrícola, el 34 % corresponde a matorral de selva baja; el 10.52 % a pastos; el 8.40 % a planos de inundación con vegetación hidrófila y finalmente el 3.67 % corresponde a zonas urbanas. Se calculó en hectáreas, con la siguiente ecuación:

$$C_{ep} = \frac{(A_1 * C_{e1}) + \dots + (A_n * C_{en})}{Area\ total}$$

Donde:

A_i = Área parcial iésima 1,2,3,...,n

C_{ei} = Coeficiente escorrentía iésimo 1,...,n.

$i = 1,2,3,...,n$ valores de uso, topografía y textura del suelo.

Resultando:

$$C_{ep} = 0.46$$

Sustituyendo la ecuación

$$V_m = (C_{ep})(A)(P_p)$$

$$V_m = 0.46 \times 66.85 \times 1,046.9 = 31,824.82 \text{ mm}^3$$

La determinación del gasto o avenida máxima extraordinaria, se estima con el método Racional Americano, si se cuenta con datos de intensidad de lluvia (cm/hr); o bien con el método Racional Modificado si sólo se cuenta con datos de lluvia máxima en 24 horas.

Se empleó el mapa de isolíneas de lluvia máxima en 24 horas interpolando el valor de 8.3 cm/hr para el área de proyecto, mientras que en las gráficas de intensidad – duración - frecuencia (Manual de conservación del Suelo y el Agua CP-SARH) se interpola un valor de 8.0 cm/hr para un período de retorno de $Tr = 10$ años, estos datos son estimados. Los datos reportados por la estación meteorológica de Guadalajara, (cuadro A.9) indican las siguientes intensidades lluvia máxima:

Cuadro A.9. Indica las diferentes intensidades de lluvia de 1972 a 1982.

AÑO	Lluvia Máxima 24 horas	No. Orden	Valores Ordenados	Período de Retorno	Prob. Lluvia %
1972	46.2	1	91.5	11	8.33
1973	64.5	2	80.2	5.5	16.67
1974	91.5	3	50	3.7	25
1975	74.1	4	74.1	2.7	33.33
1976	41.3	5	70.5	2.2	41.67
1977	80.2	6	66.5	1.8	50
1978	80	7	64.5	1.6	58.33
1979	66.5	8	59	1.4	66.67
1980	54	9	54	1.2	75
1981	59	10	46.2	1.1	83.33
1982	70.5	11	41.3	1	91.67

Debido a que el dato registrado de 91.5 mm (9.15 cm), es mayor que los estimados, se tomará como base para el cálculo del gasto máximo, a partir del método Racional Modificado cuya ecuación es:

$$Q = 0.028 (C_{ep}) (Ll \text{ Max}) (A)$$

Sustituyendo:

$$Q = 0.028 (0.46 \times 9.15 \times 6,608.5) = 778.82 \text{ m}^3/\text{seg}$$

■ Aprovechamiento de corrientes.

La red de drenaje entonces, se define solamente en los cerros y laderas de estos, conformada principalmente por cauces productos de la erosión hídrica en cárcavas principalmente. Algunas de las corrientes mencionadas son aprovechadas en las porciones altas, mediante bordos para abrevadero de ganado, mientras que en el valle se imposibilita su uso dado que los volúmenes escurridos, se infiltran en éste u ocasionan planos de inundación; pudiéndose utilizar localmente las aguas en represas.

Debido a la textura de los suelos de la cuenca, presentan una moderada capacidad de infiltración; considerándose a los suelos del área del grupo hidrológico B "Suelos con moderada capacidad de infiltración cuando están totalmente húmedos; las texturas moderadamente gruesas a moderadamente finas pertenecen a este grupo"; por lo que son suelos con potencial medio de escurrimiento superficial.

■ Captación de residuos.

En el área de la cuenca de Las Pintas, las casas de los poblados cuentan con fosas sépticas y en el caso de las poblaciones mayores, se tiene red de drenaje, por lo que no se vierten residuos ni aguas negras hacia el sistema de presas dentro de la cuenca. De no operar bajo este esquema, las aguas residuales de los pobladores asentados en las inmediaciones deben ser canalizadas fuera de la zona de estudio para evitar ser descargadas en las pozas creadas dentro del predio. Cabe hacer notar que los pobladores de la zona pescan y se bañan en dichas pozas, por lo tanto estos cuerpos de agua no deben ser contaminados para que no deterioren la salud de quienes habitan esta área.

■ Hidrografía del sitio de proyecto.

El sitio de proyecto es drenado por escorrentía de tipo laminar, hacia las partes bajas de la micro cuenca, no presenta corrientes naturales, solo en una porción del área se manifiestan cárcavas.

El coeficiente de escorrentía es de $C_{ep} = 0.54$, para la micro cuenca y 0.70 para el sitio del proyecto, dado que las texturas son medias a finas; la topografía es de relieve muy ondulado, con pendientes del 15 % (por lo que está condicionado para uso agrícola) y la vegetación es de pastos inducidos y matorrales espinosos.

Como podemos comparar, la micro cuenca presenta un $C_{ep} = 0.54$, mientras que el sitio de proyecto presenta un $C_{ep} = 0.70$, esto es, un coeficiente de escurrimiento 30 % mayor que el ponderado para la micro cuenca, debido principalmente a las pendientes fuertes, a la escasa cubierta vegetal durante el estiaje (erosión eólica laminar) y despalmes y explotación de material geológico (erosión hídrica laminar y en ramblas).

El volumen medio escurrido en el área de proyecto, en base al coeficiente anterior es de $V_m = 36.64 \text{ mm}^3$, con un gasto de avenida máxima de $Q = 0.896 \text{ m}^3/\text{seg}$.

De los beneficios más importantes del proyecto, será el acondicionamiento de la topografía para un uso más adecuado de tipo industrial no contaminante o de recreación, se abatirá la erosión hídrica y eólica acelerada en un 95 % y se aprovechará el escurrimiento superficial al menos en un 25 % como aguas de infiltración para recarga del acuífero y el freático, así como recarga de tres charcas existentes dentro del sitio de proyecto, como productos del abandono de frentes de explotación de la piedra. Esto significa que al término de la vida útil del BMG existirá la posibilidad de seguir aprovechando el lugar para actividades productivas y en consecuencia la calidad de vida de los habitantes del lugar no se degradará.

Embalses y cuerpos de agua cercanos.

Existe una serie de siete pequeñas presas para abrevadero de terraplén y mampostería, en la porción alta de la cuenca mayor y cuatro presas de almacenamiento, localizadas a una distancia del predio bajo estudio, de uno y cinco kilómetros en la porción Sur y Este de la cuenca (Ver plano hidrográfico).

El área inundable del cuerpo de agua de esta serie de pequeñas represas, alcanzan un total de 88.47 ha, cuya superficie se distribuye como se cita en el cuadro A.10

Cuadro A.10. El área inundable del cuerpo de agua de esta serie de pequeñas represas, alcanzan un total de 88.47 ha, cuya superficie se distribuye de la siguiente forma.

PRESA	EMBALSE (ha)
Ocotillo	12.74
La Rucia	30.04
El Cajón	13.60
Las Pintas	<u>32.09</u>
Total	88.47

Las presas de abrevadero son muy pequeñas; cuyo embalse es menor a 0.25 ha, para un total de 1.75 ha, que abarcan aproximadamente las siete presas distribuidas en la porción Oeste de la cuenca de Las Pintas.

En su mayoría se encuentran azolvadas y con vegetación hidrófila; por lo cual se dedican principalmente a la explotación de los sedimentos en la fabricación de ladrillo de lama. Las Pintas se encuentran azolvadas de modo que ya no presentan volúmenes almacenados de agua, localizándose en sus inmediaciones, algunas construcciones de ranchos, establos y porquerizas.

La Rucia y El Cajón, son presas azolvadas con vegetación hidrófila, cuyo embalse se usa para hortalizas y aguas abajo, debido al contenido de humedad del suelo ya que se emplean pequeñas norias para el riego.

El Ocotillo y parcialmente El Cajón son presas que conservan un volumen de agua con vegetación hidrófila y es aprovechada parcialmente como abrevadero de ganado. Aguas abajo se tienen norias con las que se riegan superficies menores a una hectárea, son cultivos como son: lechuga, col, cebolla y maíz.

Drenaje subterráneo.

Con relación de la profundidad y dirección, en este rubro se reconocen dos tipos de corrientes subterráneas provocadas por el tipo de drenaje interno de la cuenca: el acuífero principal y el somero.

El acuífero principal es de tipo libre ya que su origen es una fosa tectónica rellena por materiales clásticos y volcanoclásticos, su permeabilidad varía de media a alta, debido al tipo de materiales no consolidados presentes.

Esta zona fue declarada como zona de veda según decreto del 3 de febrero de 1951 y 13 de abril de 1976, por lo que su uso se ha restringido principalmente a usos domésticos ya que el agua extraída se clasifica como dulce. La densidad de pozos para este fin es mayor de tres pozos por km².

El acuífero principal corresponde a los Valles de Atejamac, Zapopan y Toluquilla. De acuerdo a la estratigrafía de la zona, el flujo del acuífero presenta una dirección de norte a suroeste, dirigiéndose primeramente hasta el graven del Lago de Chapala, cambiando su dirección en la Sierra del Madroño; aquí se dirige hacia el oeste sureste, rumbo a la Presa Hurtado y alcanza su límite en la Laguna de Atotonilco. La profundidad del acuífero se estima en 50 m al nivel estático según sondeos hechos por el SIAPA.

El manto freático presenta un flujo interno lateral en dirección este-oeste de la cuenca y hacia la Presa del Ahogado, que es su punto más bajo. La profundidad del freático se estima en un promedio de 2 m en la porción baja del valle y de 15 m en la porción alta del valle, donde el relieve condiciona la profundidad. La profundidad media es estimada por observación de la profundidad de algunas norias distribuidas dentro de la cuenca, principalmente hacia La Duraznera y El Cajón.

El acuífero principal, se dedica principalmente a la extracción de agua para abastecimiento de la zona metropolitana de Guadalajara y para uso agrícola en el Valle de Toluquilla, encontrándose pozos de 45 a 60 m de profundidad que en la actualidad se encuentran secos, debido al abatimiento que el acuífero ha sufrido en los últimos 10 años por extracciones para usos urbano, agrícola y pecuario.

Del acuífero se extrae agua para usos agrícolas principalmente, con la perforación de pozos a cielo abierto o norias; los cultivos principales son hortalizas, cultivadas en pequeñas superficies de menos de media hectárea por tipo de cultivo como lechuga, col, cebolla, betabel y cilantro.

Las norias más cercanas al sitio del proyecto, se localizan a una distancia de tres kilómetros al sur y oeste de la cuenca. En el sitio del proyecto se cuenta con charcas de hasta 20 m de profundidad y una superficie de embalse de 4.52 ha, el cual presta el servicio de uso industrial para el proceso de asfalto, con un consumo promedio diario de 3,000 litros de agua.

De acuerdo a los volúmenes escurridos e infiltrados en la cuenca, se estima que el acuífero presenta una explotación intensa en su porción centro y sur, sin embargo, se estima que la recarga anual del acuífero es suficiente, no así la del acuífero principal que está sujeto a extracciones intensivas y la recarga es parcial, por lo que se estima un abatimiento anual de 0.5 a 1.0 m, cuya extracción se efectúa para abastecer la zona conurbada de Guadalajara, por el SIAPA.

Las aguas se clasifican como dulces con cantidades variables de sólidos disueltos menores a 525 mg/l; debido a esto, se reconocen cinco familias de calidad de las aguas

que son: mixta-sulfatada, clorurada; sódica-bicarbonatada; sódica-mixta; y mixta-bicarbonatada. De estas familias no se observa la predominancia de ninguna en especial.

A.2.5.- Vegetación.

La vegetación que se encontraba en la zona del proyecto antes de que fuera eliminada por actividades antrópicas, como la agricultura, la ganadería, extracción de material geológico, asentamientos urbanos, etc., eran el Bosque Caducifolio Espinoso y la Selva Baja Caducifolia.

Actualmente estas comunidades presentan dos sucesiones vegetales provenientes principalmente de la Selva Baja Caducifolia y son: Matorral Alto Subinorme y Pastizal Inducido.

A continuación se describen las sucesiones secundarias: Pastizal Inducido y Matorral Alto Subinorme. Estos en el área del proyecto, presentan una distribución irregular pues aparecen en manchones a través de taludes o montículos donde se dejó algún suelo o no se aprovechó el material geológico. Debido al tipo de aprovechamiento y el sustrato del subsuelo que es roca, el impacto sobre el recurso fue muy severo.

Pastizal Inducido. Esta comunidad vegetal es una sucesión secundaria formada principalmente por gramíneas amacolladas y cespitosas de talla mediana, que se presenta en forma irregular en toda el área, aunque se pueden observar superficies más extensas en la parte norte del área en los promontorios de las torres de la C.F.E.; por lo demás las gramíneas se encuentran en toda el área, en los taludes rocosos, en las oquedades con algo de suelo. Las principales especies son: *Cynodon dactylon*, *Rynchelutrum repens*, *Eragrostis pectinacea*, *Paspalum humboldtianum*, *Digitaria sanguinalis*, *Eleusine indica*, *Aristida* sp, *Hilaria ciliata*, *Bouteloua repens*, *Chloris virgata*, *Chloris gayana*, así como otras especies: *Tagetes* sp., *Portulaca oleracea*, *Cyperus entretrianus*, *Senecio salignus*, *Amaranthus hybridus* y *Argemone ochroleuca*. Se pueden observar algunas especies arbustivas como: *Verbesina greenmanii*, *Tecoma stans*, *Acacia farnesiana*, *Anona longiflora*, *Baccharis salicifolia* y *Nicotiana glauca*.

En el cuadro A.11 se presenta el promedio de las coberturas, éstas corresponden a las áreas arriba mencionadas:

Cuadro A.11. Coberturas del Pastizal Inducido.

TIPO	COBERTURA
ARBUSTIVA	2.19%
HERBACEA	58.05%
MANTILLO	2.83%
SUELO	25.16%
ROCA	13.93 %

Como se puede observar la cubierta vegetal donde se presenta no es la deseable pero nos permite una protección regular del suelo.

Así mismo, cabe mencionar que la mayor parte de especies de zacates y arbustivas son considerados como malezas por lo que sólo se puede señalar como especies primarias el *Paspalum humboldtianum*, *Aristida* sp, *Hilaria ciliata*, *Bouteloua repens*, *Tecoma stans*, *Anona longiflora*.

Matorral Alto Subinorme. Esta comunidad vegetal está constituida principalmente por arbustos altos y árboles bajos, la mayoría de ellos sin espinas, presentándose árboles dispersos mayormente en el área más retirada de la explotación.

Esta comunidad vegetal, como ya se dijo, proviene de la Selva Baja Caducifolia y es una sucesión más avanzada de esta comunidad ya que se encuentra principalmente en las partes más afectadas por la actividad extractiva.

Cabe mencionar que en estas áreas existen algunos árboles pequeños y grandes introducidos como la *Casuarina equisetifolia*, *Salix bomplandiana*, *Psidium guajava*; existen también arbustos y árboles bajos como la *Anona longiflora*, *Lysiloma acapulcensis*, *Pithecellobium dulce*, *Bursera bipinata*, *Leucaena esculenta*, *Hyptis albida*, *Vitex mollis*, *Tecoma stans*, que son especies de la comunidad primaria; se encuentran también otras especies consideradas como invasoras como la *Acacia farnesiana*, *Baccharis salicifolia*, *Verbesina greenmanii*, *Tithonia tubaeformis*, *Senecio salignus*, *Solanum madrense*, *Solanum americanum*, *Glinus radiata*, *Lantana hirsuta*, *Verbesina bipinnatifida*, *Xanthium strumarium*; encontrándose en el estrato arbense gramíneas de los géneros *Bouteloua*, *Chloris*, *Aristida* *Rynchelytrum*, *Cynodon*.

Las coberturas de esta comunidad se encuentran en el cuadro A.12:

Cuadro A.12. Coberturas del Matorral Alto Subinorme.

TIPO	COBERTURA
Arbórea	29.68%
Arbustiva	70.32%
Herbácea	46.00%
Mantillo	8.26%
Suelo	18.25%
Piedra	9.15%

La cobertura arbórea va decreciendo a medida que se desciende rumbo al área de extracción y aumentando las arbustivas, las consideradas como malezas, así como también aumentando la proporción de área desnuda y la de piedra; por lo que se puede considerar que estas áreas ocupadas por esta comunidad mantienen una estabilización de suelo bastante aceptable.

Las especies que a continuación se listan, fueron colectadas en el área del proyecto:

<i>Glinus radiata</i>	MOLLUGINACEAE
<i>Bursera bipinnata</i>	BURSERACEAE
<i>Anona longiflora</i>	ANONACEAE
<i>Solanum americanum</i>	SOLANACEAE
<i>Vitex molli</i>	VERBENACEAE
<i>Cyperus entrerianus</i>	CYPERACEAE
<i>Cologania broussonett</i>	LEGUMINOSAE
<i>Psidium guajava</i>	MYRTACEAE
<i>Xanthium strumarium</i>	COMPOSITAE
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	CHENOPODIACEAE
<i>Verbesina croccata</i>	COMPOSITAE
<i>Rhynchosia precatória</i>	LEGUMINOSAE
<i>Lysiloma acapulcensis</i>	LEGUMINOSAE
<i>Rhynchelytrum repens</i>	GRAMINEAE
<i>Brickellia sp</i>	COMPOSITAE
<i>Verbena bipinnatifida</i>	VERBENACEAE
<i>Tagetes sp</i>	COMPOSITAE
<i>Hilaria ciliata</i>	GRAMINEAE
<i>Arundo donax</i>	GRAMINEAE
<i>Senecio salignus</i>	COMPOSITAE
<i>Baccharis salicifolia</i>	COMPOSITAE
<i>Verbesina greenmanii</i>	COMPOSITAE
<i>Tecoma stans</i>	BIGNONIACEAE
<i>Lantana hirsuta</i>	VERBENACEAE
<i>Hyptis albida</i>	LABIATAE
<i>Phytolacca icosandra</i>	PHYTOLACCACEAE
<i>Lasiacis nigra</i>	GRAMINEAE
<i>Heliotropium sp</i>	BORAGINACEAE
<i>Acacia farnesiana</i>	LEGUMINOSAE
<i>Pithecellobium dulce</i>	LEGUMINOSAE
<i>Lantana camara</i>	VERBENACEAE
<i>Salix bomplandiana</i>	SALICACEAE
<i>Ficus pringlei</i>	MORACEAE
<i>Aristolochia foetida</i>	ARISTOLOCHIACEAE
<i>Solanum madrense</i>	SOLANACEAE
<i>Eleocharis sp</i>	CYPERACEAE
<i>Casuarina equisetifolia</i>	CASUARINACEAE
<i>Tithonia tubaeformis</i>	COMPOSITAE
<i>Prosopis laevigata</i>	LEGUMINOSAE
<i>Cynodon dactylon</i>	GRAMINEAE
<i>Eragrostis pectinacea</i>	GRAMINEAE
<i>Paspalum humboldtianum</i>	GRAMINEAE
<i>Digitaria sanguinalis</i>	GRAMINEAE
<i>Eleusine indica</i>	GRAMINEAE
<i>Aristida sp</i>	GRAMINEAE

<i>Bouteloua repens</i>	GRAMINEAE
<i>Chloris virgata</i>	GRAMINEAE
<i>Chloris gayana</i>	GRAMINEAE
<i>Portulaca oleracea</i>	PORTULACACEAE
<i>Argemone ochroleuca</i>	PAPAVERACEAE
<i>Nicotiana glauca</i>	SOLANACEAE

A.2.6.- Fauna.

Para el reconocimiento de los mamíferos del banco de material de la empresa CALCA y su área aledaña se utilizó trampeo y observación directa.

Para el trampeo, se usaron trampas tipo Víctor para la captura de pequeños mamíferos, las cuales fueron colocadas dentro de los tipos de vegetación presentes tanto en el área de estudio como en sitios aledaños; se utilizó como cebo vainilla y avena. Se colocaron durante el atardecer y fueron levantadas durante la mañana del día siguiente.

Los mamíferos medianos y grandes se registraron por observación directa; para ello el área fue recorrida durante el atardecer y en las primeras horas del día; también, se buscaron huellas o excretas que permitieran reconocer la presencia de las especies en el sitio.

Los especímenes colectados fueron identificados utilizando las claves de Hall (1981). La nomenclatura está basada en Wilson y Reeder (1993).

Resultados.

Se reconocieron, tanto en el banco de material como en su área aledaña, la presencia de cuatro especies de mamíferos, los cuales pertenecen a cuatro familias y tres órdenes (ver Cuadro A.13).

Cuadro A.13. Mamíferos registrados en el área del banco de material CALCA y sus alrededores.

ESPECIE	FAMILIA	ORDEN	NOMBRE COMÚN
<i>Mus musculus</i>	<i>Muridae</i>	Rodentia	Ratón
<i>Spermophilus variegatus</i>	<i>Sciuridae</i>	Rodentia	Ardilla de las rocas
<i>Spilogale putorius</i>	<i>Mustelidae</i>	Carnivora	Zorrillo manchado
<i>Sylvilagus cunicularis</i>	<i>Leporidae</i>	Lagomorpha	Conejo

Por otro lado, se realizó un análisis documental de la mastofauna potencial para el área de estudio y su zona aledaña. Para ello se usó el trabajo de Hall (1981). El registro de las especies se basó en su distribución y las características bióticas de la zona de estudio (en particular tipos de vegetación presente). Dicho análisis reportó lo

siguiente: Para éste sitio fueron detectadas 17 especies, pertenecientes a nueve familias y cinco órdenes. Cabe señalar que el orden Chiroptera no fue considerado (ver Cuadro A.14).

Cuadro A.14. Mamíferos potenciales para el área del banco de material y su zona aledaña.

ESPECIE	FAMILIA	ORDEN	NOMBRE COMUN
<i>Didelphis virginiana</i>	<i>Didelphidae</i>	Didelphoidia	Tlacuache
<i>Dasypus novemcinctus</i>	<i>Dasypodidae</i>	Xenarthra	Armadillo
<i>Sylvilagus cunicularis</i>	<i>Leporidae</i>	Lagomorpha	Conejo
<i>Spermophilus variegatus</i>	<i>Sciuridae</i>	Rodentia	Ardilla de las rocas
<i>Perognathus flavus</i>	<i>Heteromyidae</i>	Rodentia	Ratón
<i>Liomys irroratus</i>	<i>Heteromyidae</i>	Rodentia	Ratón
<i>Mus musculus</i>	<i>Muridae</i>	Rodentia	Ratón
<i>Rattus rattus</i>	<i>Muridae</i>	Rodentia	Rata negra
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	<i>Muridae</i>	Rodentia	Ratón
<i>Peromyscus maniculatus</i>	<i>Muridae</i>	Rodentia	Ratón
<i>Promyscus melanophrys</i>	<i>Muridae</i>	Rodentia	Ratón
<i>Baiomys taylori</i>	<i>Muridae</i>	Rodentia	Ratón
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	<i>Canidae</i>	Carnívora	Zorra gris
<i>Canis latrans</i>	<i>Canidae</i>	Carnívora	Coyote
<i>Procyon lotor</i>	<i>Procyonidae</i>	Carnívora	Mapache
<i>Spilogale putorius</i>	<i>Mustelidae</i>	Carnívora	Zorrillo manchado
<i>Mephitis macroura</i>	<i>Mustelidae</i>	Carnívora	Zorrillo listado

De acuerdo al número de especies encontradas y a las potenciales, se observa una marcada diferencia. Esta puede tener varias causas, sobresaliendo la modificación del hábitat.

A este respecto, la zona estudiada presenta un marcado deterioro, ocasionado principalmente por la actividad de extracción de piedra. Entre un 80 y un 90 % del sitio ha sido explotado, por lo que las partes con vegetación prácticamente son nulas. Las especies registradas es posible que encuentren sus lugares de forrajeo y cubierta en la vegetación aledaña al banco, más que dentro del mismo.

Se puede señalar que la especie de ratón colectada (*Mus musculus*) es frecuentemente registrada en sitios con disturbio, particularmente aquellos asociados a actividades humanas, cerca de poblados. Por su parte el ardillón (*S. variegatus*) es una especie que comúnmente se le encuentra en sitios pedregosos, en donde construye sus cuevas; características que mostraba el área. Los dos mamíferos restantes reportados, tienen una amplia distribución, y particularmente en el caso del conejo (*Sylvilagus cunicularis*) se asocia con pastizales, los cuales fueron observados en los alrededores del banco de material.

En relación a su status, ninguna de las especies está dentro del listado del Diario Oficial de la Federación (1994) como amenazada, en peligro o alguna otra categoría de protección. En este mismo documento no se menciona alguna de las registradas como endémica. En relación a su uso y aprovechamiento, únicamente el ardillón (*S. variegatus*) y el conejo (*Sylvilagus cunicularis*) son utilizadas para el consumo humano (ver Cuadro A.14 de fauna). Además de tener importancia como especies cinegéticas.

Aves.

Metodología.

Para el presente estudio se efectuaron visitas al área en donde actualmente se desarrolla la obra de explotación de material geológico, así como su zona de influencia. La determinación de aves se hizo por observación directa en cada una de las estructuras vegetales que conforman el área.

La determinación de las especies se realizó con apoyo de las guías de campo de Blake (1953), Edwards (1972), National Geographic (1987) y Peterson y Chalif (1989).

El reporte de las especies de aves amenazadas está basado en el documento de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-1994), que fue publicado el 16 de mayo de 1994 en el Diario Oficial de la Federación; donde se determinan las especies de fauna silvestre en peligro de extinción (P), amenazadas (A); raras (R) y sujetas a protección especial (Pr).

Las especies migratorias, endémicas, de interés (cinegéticas, canoras y de ornato) se establecieron de acuerdo a la revisión de literatura especializada.

Resultados.

Como parte de la descripción del escenario ambiental, se determinó la riqueza de especies de aves observadas en el área que ocupará el banco de material de piedra de la empresa CALCA.

Se registraron 14 especies de aves, correspondientes a 11 familias en el área de la obra y su zona aledaña (ver Cuadro A.15).

La garza nocturna (*Nycticorax nycticorax*) es una especie de hábitos acuáticos y fueron observados perchados dos individuos en la zona aledaña.

La riqueza se registró bastante baja, debido a que el área que ocupa el banco de material ha sido afectada la vegetación en más de un 90 %, así como su zona de influencia, las cuales se encuentran alteradas, presentando solo manchones de vegetación (matorral, principalmente).

Se reporta una especie endémica para el estado y zonas aledañas, la cual alcanza su distribución en la zona de influencia de la obra (ver Cuadro A.15).

No se registraron especies de interés cinegético para la zona, de acuerdo al calendario cinegético vigente. Y como especies de interés para ornato se identificó a la tórtola colilarga (*Columbina inca*), de acuerdo a la guía de identificación de aves canoras y de ornato; sin embargo, no se encuentra en el calendario vigente de aprovechamiento de aves canoras y de ornato. No se encuentran especies de algún status de amenaza de extinción.

Cuadro A.15. Riqueza de especies por familia de Aves registradas en el banco de material de la empresa CALCA y su zona de influencia.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
ARDEIDAE	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza nocturna
COLUMBIDAE	<i>Columbina inca</i>	Congüita
CUCULIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Ticuz
TRHOCHILIDAE	<i>Amazilia violiceps</i>	Colibrí
	<i>Hylocaris leucotis</i>	Colibrí orejas blanca
PICIDAE	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero
HIRUNDINIDAE	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijerilla
TROGLODYTAE	<i>Thryothorus sinaloa*</i>	Saltapared
LANIIDAE	<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugos
EMBERIZIDAE	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate
FRINGILLIDAE	<i>Guiraca caerulea</i>	Gorrión azul
PLOCEIDAE	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorrión
	<i>Passer domesticus</i>	Agrarista, Gorrión

* Endémicas

Herpetofauna.

Como metodología empleada para el presente trabajo, se generó un inventario directamente en el campo para lo cual se hicieron recorridos sobre el terreno y zonas aledañas del banco de material, cabe señalar que el área de explotación ha sido alterada casi en su totalidad, lo que dificultó encontrar individuos de anfibios y reptiles, el resultado del inventario es principalmente de la zona aledaña.

La determinación de las especies se realizó con apoyo de las claves de Smith y Taylor (1948, 1951).

El reporte de las especies amenazadas está basado en el documento de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-1994), que fue publicado el 16 de mayo de 1994 en el Diario Oficial de la Federación; donde se determinan las especies de fauna silvestre en peligro de extinción (P), amenazadas (A), raras (R) y sujetas a protección especial (Pr).

Resultados.

Como resultado se registraron para los anfibios dos especies, pertenecientes a dos familias, para reptiles se registraron cinco especies, pertenecientes a tres familias (ver Cuadro A.16).

Cuadro A.16. Listado de especies de anfibios y reptiles determinadas directamente en el área de estudio.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Amphibia	Anura	RANIDAE	<i>Bufo marmoratus</i>	Sapo
Amphibia	Anura	RANIDAE	<i>Rana Forrieri</i>	Rana común
Amphibia	Anura	LEPTODACTYLIDAE	<i>Physalaemus pustulosus</i>	Rana
Reptilian	Squamata	PHRYNOSOMATIDAE (Suborden:Sauria)	<i>Sceloporus dugessii</i>	Lagartija
			<i>S. megalepidurus</i>	Lagartija
			<i>S. torcuatus</i>	Lagartija común
		POLYCHRIDAE	<i>Anolis nebulosus</i>	Banderilla
		TEIIDAE	<i>Cnemidophorus communis</i>	Lagartija listada

En el análisis no se registraron especies endémicas para México del grupo de los anfibios. Para los reptiles fueron cuatro las especies endémicas registradas (ver Cuadro A.17).

Cuadro A.17. Listado de especies endémicas de Reptiles.

CLASE	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Reptilia	PHRYNOSOMATIDAE	<i>Sceloporus cautus</i>	Lagartija
		<i>S. megalepidurus</i>	Lagartija
		<i>S. torcuatus</i>	Lagartija común
	POLYCHRIDAE	<i>Anolis nebulosus</i>	Banderilla

Existen especies tanto de anfibios como de reptiles que se encuentran amenazadas por el hombre (ver Cuadro A.18).

Cuadro A.18. Listado de especies amenazadas de anfibios y reptiles Documental.

CLASE	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Reptilia	<i>S. megalepidurus</i> R	Lagartija

R.- Raras.

A.2.7.- Ecosistema y Paisaje.

El proyecto se considera que no modificará la dinámica natural de algún cuerpo de agua.

Tampoco modificará la dinámica natural de las comunidades de flora y fauna ni limitará el desplazamiento de la flora y/o fauna. Tampoco se contempla la introducción de especies exóticas.

Desde el punto de vista paisajista la zona no es considerada con cualidades estéticas únicas o excepcionales.

Actualmente la zona no es considerada con atractivo turístico. Tampoco es o se encuentra cerca de un área arqueológica o de interés histórico Así como tampoco es o se encuentra cerca de una área natural protegida. Por lo anterior el proyecto no modificará la armonía visual con la creación de un paisaje artificial.

El área de trabajo del presente estudio es parte de un banco de material pétreo de aproximadamente 75 ha que se ha explotado por diferentes personas y empresas por más de 25 años, por lo que presenta afectación al suelo y con ello a la flora y a la fauna. El suelo se ha afectado prácticamente en un 75-85 % del área; más allá del predio de explotación existen áreas de cultivo y zonas suburbanas.

A.2.8.- Medio Socioeconómico.

Población.

Este rubro se refiere a las colonias conurbadas de Emiliano Zapata, El Cerrito, Canal 58, Loma de San Pedrito, San Pedrito, Loma Bonita, Salvador López Portillo, El Camino y López Mateos. En conjunto arrojan una población total de 25,632 habitantes, encontrando que un 28.6 % es la P.E.A. en actividades productivas y un 0.71 % de la P.E.A. que fue registrada sin ocupación. No se registraron personas que hablaran lengua indígena a pesar de encontrarse colindando con San Martín de la Flores de Abajo, localidad de origen indígena.

El salario mínimo vigente es de \$18.00 por jornada de trabajo. Sin embargo en la investigación de campo, se encontró, que el salario percibido es variable desde el salario mínimo hasta cinco salarios mínimos de ingreso mensual éste último lo percibe el 26.7 % del total que trabaja y percibe salario.

Servicios.

Los medios de comunicación en esta parte periférica citadina, es a través de transporte por autobuses urbanos y microbuses, el lugar se encuentra comunicado hacia el Sur y Este por el periférico con una parte de pavimento y terracería hasta San Martín de las Flores de Abajo y hacia el Suroeste entronca con la Carretera Guadalajara-

Chapala. Hacia el Norte, Este y Oeste a través de calles que desembocan hacia prolongación de Ave. Lázaro Cárdenas y carretera Libre a Zapotlanejo.

Dentro de las colonias que hicimos referencia cuentan con el servicio telefónico.

Existen varias líneas de transporte entre estas colonias, el centro y la periferia de la zona metropolitana, tal es el caso de la línea cuya terminal es en la colonia Las Huertas y Huentitan el Alto. Todas estas colonias cuentan con el servicio de agua potable, sin embargo aún el 26.6 % del total de viviendas cuantificadas (4,461), carecen de este servicio dentro de la casa habitación recurriendo al servicio a través de la llave pública existente o a la conexión de toma de agua al predio que sirve en ocasiones hasta a tres casa habitación. El 93.9 % del total de viviendas utilizan como combustible el gas LP y el resto otros combustibles tales como el petróleo y leña. El servicio de energía eléctrica la disponen el 96.2 % del total de viviendas, lo anterior se debe a que diversas viviendas aún se encuentran en proceso de construcción y/o deshabitadas.

La zona inmediata al predio de explotación es utilizada como tiradero de basura por la parte norte, sin embargo existe en estas colonias el servicio de recolección por parte sur de San Martín de las Flores de Abajo. Las colonias El Cerrito, Las Huertas, Canal 58 y El Camino derivan una parte del sistema de drenaje de aguas negras hacia el predio, con lo que contaminan la parte noreste de mismo. Cabe señalar que en esta parte, se han ido represando aguas conformando una laguna que utilizan los vecinos inmediatos al predio, para fines recreativos (como balneario y lugar de pesca).

La población escolar encuentra el servicio educativo hasta nivel de enseñanza media dentro de las colonias mencionadas y para recibir la enseñanza media superior y superior se trasladan a la zona metropolitana.

Para los servicios de primeros Auxilios se requiere trasladarse a San Pedrito a una distancia aproximada de cuatro kilómetros, donde existen una delegación de S.S.A. e I.M.S.S. y para otros tipos de atención requieren de ir hasta la cabecera municipal de San Pedro Tlaquepaque, que es la más próxima ubicada a seis kilómetros del predio.

Las viviendas son de diverso material, encontrando que el 76.6 % cuentan con techo de loza o concreto, 7.7 % con techo de lámina de asbesto, cartón o lámina de fierro; el 81.9 % tienen paredes de tabique; el 16.6 % presentan paredes de adobe; el 32.1 % tienen piso de cemento mientras que el 48.7 % el piso es de mosaico u otro recubrimiento. Todas las colonias cuentan con zonas de recreo tales como: centro deportivos, canchas de voleibol y básquetbol además de centros culturales orientados a elevar su nivel cultural a través de religión católica.

Tipo de economía.

Las actividades económicas de la zona descrita son preponderantemente relacionadas con la industria y el comercio ya sea como empleados y obreros que en forma conjunta suman el 65.7 % de la población económicamente activa y que percibe salarios. Cuando traducimos por sectores se observa que el sector terciario y secundario

aglutinan el 91 % de la P.E.A., sobresaliendo el sector terciario; sin embargo existen actividades primarias (agrícolas y pecuarias), en la zona adyacente al predio, en la parte norte, sin embargo se realizan para autoconsumo y venta local, lo que permite tener un ingreso extra.

El tipo de economía preponderante, es la de mercado por formar la mano de obra de este lugar parte del sistema económico de la zona conurbada de Guadalajara. Sin embargo por las características socioeconómicas antes descritas se puede clasificar en un estrato de marginalidad que va del nivel inferior al de marginalidad superior.

Cambios sociales y económicos.

Estos están dinamizados por la propia economía de mercado de la zona metropolitana de Guadalajara, así como por el impacto que tienen los medios de información masiva a la que está expuesta la población de este lugar, por que las obras que se realicen en el predio inmediato, sólo impactarán de manera positiva si las actividades de restauración, se enfocan a un ambiente recreativo, que reafirme la inminente vocación actual, ya la población le ha dado a dicho predio como un lugar de recreo.

No demandará mano de obra, ni provocará cambios demográficos de la zona en estudio, situación que se prevé sea similar para los centros educativos y de salud.

Sin embargo se prevé un impacto en la demanda de servicios públicos y de transporte, si en un futuro el predio se constituyera como un centro recreativo.

A.3.- VINCULACIÓN CON LAS NORMAS Y REGULACIONES SOBRE EL USO DEL SUELO.

El área donde se ubica el banco de material no está incluida en algún programa de protección ya sea federal, estatal o municipal. la Dirección de Desarrollo Urbano del Estado de Jalisco en su reglamento vigente considera a esta zona como apropiada para la extracción de material pétreo, por lo que esta actividad no contraviene disposición legal alguna, solo queda sujeta al reglamento en vigor de la SEDUE del Estado de Jalisco.

A.4.- IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

La identificación de impactos ambientales se realizó considerando todas las actividades de proyecto, las que una vez listadas se llevaron a una matriz de Leopold modificada para así enmarcar su efecto sobre las características del medio físico, biológico y socioeconómico de la zona de estudio, según la metodología propuesta por Conesa (1993).

Se generaron tres matrices para la identificación de los impactos ambientales. La primera, en la fase de preparación del sitio, la segunda en la fase de operación y la tercera en la fase de abandono. De esta forma fueron separadas las acciones impactantes

y los factores del ambiente que pueden ser impactados en el proceso del proyecto de explotación de material pétreo y que de alguna forma:

- a) Modifican el suelo.
- b) Actúan sobre el medio biótico.
- c) Implican la emisión de contaminantes.
- d) Deterioran el paisaje.
- e) Repercuten sobre la infraestructura.
- f) Modifican el entorno social, económico y cultural.

Estas acciones y sus efectos fueron identificados en su intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y momento en que intervienen en el proceso.

Para lo anterior se consideró que el ambiente está constituido por elementos (factores) y procesos interrelacionados que conforman el medio físico, medio biótico y medio socioeconómico y que aquí se conocen como subsistemas para la conformación de cada matriz de identificación de impactos ambientales.

Es necesario mencionar que las típicas acciones impactantes (Ver cuadro A.19) en un proyecto de esta naturaleza son según Conesa, 1993:

Cuadro A . 19 Impactos Ambientales típicos por un banco de material Geológico

Fase extracción	Fase regeneración y posterior utilización
Alteración de la cubierta vegetal.	Cierre de explotación como industria extractiva.
Alteración de la cubierta terrestre.	Capas impermeabilizadoras.
Alteración de hidrología y drenaje.	Pozo recogida residuos.
Vías de acceso.	Deposito de escombros.
Bardas y cercas.	Vertedero de otros residuos sólidos.
Señalización.	Control de residuos.
Emplazamiento de edificios y plantas industriales.	Rellenos.
Transporte pesado.	Recubrimiento de tierra vegetal.
Maquinaria y medios técnicos.	Introducción de flora y fauna
Excavaciones superficiales.	Control de erosión.
Excavaciones subterráneas.	Cultivo en terrazas o bancales.
Extracción de minerales.	Introducción de otros cultivos.
Voladuras y perforaciones.	Repoblación forestal.
Utilización de explosivos.	Reconstrucción paisajista.
Ruido y vibraciones.	Utilización de abonos.
Procesado de material.	Estabilización del suelo.
Almacenamiento de productos.	Riego.
Control de la erosión.	Emisión de gases y polvo.
Escapes y fugas.	Olores.
Incendios.	Ruido
Fallos de funcionamiento.	
Accidentes.	
Emisión de polvos y proyección de esquirlas.	
Generación de residuos sólidos y líquidos.	
Inversión anual de explotación.	

Descripción de impactos ambientales.

Según se observa en las matrices de Leopold que se generaron para cada fase del proyecto, fueron impactados los siguientes factores:

- a) Subsistema Abiótico. El aire fue afectado básicamente por la emisión de polvos que se generan en los movimientos de tierra, extracción del material pétreo y en su trituración, incrementando la concentración de partículas suspendidas. El ruido es otro factor presente en las fases de preparación del sitio y en la operación; está dado principalmente por el uso de maquinaria pesada y por el uso de explosivos.

El suelo se ve afectado por sus características sobre todo en la fase de preparación del sitio, ya que se debe despalmar el terreno para dejar al descubierto la roca a explotar, con lo que prácticamente es eliminado este factor.

El agua se ve afectada dado que se modifica la hidrología superficial original en las fases de preparación del sitio y operación del proyecto, modificando los sitios de recarga del somero y profundo acuífero.

- b) Subsistema Biótico. La flora se ve afectada principalmente en la fase de preparación del sitio, donde la capa de suelo es removida con lo que se altera la biomasa y cobertura en área de trabajo.

La fauna es otro factor que se ve impactado, sobre todo por la disminución de la flora que le sirve de alimento y protección. De igual manera los ruidos y la presencia de equipo y personal ahuyenta a la fauna al alterarse el hábitat natural.

- c) Subsistema perceptual. El paisaje es un factor que se modifica en relación al entorno al remover el suelo y la vegetación por extracción del material rocoso. No obstante, que el paisaje original ya ha sido alterado con anterioridad por las labores agropecuarias y la urbanización.
- d) Subsistema Sociocultural. El elemento que se ve alterado respecto al estado original es el empleo principalmente, tanto fijos como eventuales ya que se fomenta la inversión directa. Además indirectamente se favorece al sector de la construcción incidiendo en la calidad de vida de los pobladores.

Descripción de los Impactos Ambientales.

En relación a los factores afectados del medio natural y socioeconómico, por las labores de preparación del sitio, actividades de funcionamiento y fase de abandono se encontró lo siguiente:

AIRE.

La calidad del aire se ve afectada debido a que en cada una de las fases del proyecto, se trabaja con maquinaria que consume hidrocarburos y movimiento de tierras, y extracción de material geológico, así como la trituración del mismo, la emisión de polvos incide en el aumento de partículas suspendidas en el aire. La presencia de ruido es otro factor presente en cada una de las fases con opciones de reducción, adaptando medidas de protección laboral en los trabajadores expuestos.

SUELO.

Las características del suelo se ven alteradas principalmente en la fase de preparación del sitio, con el despalme. El uso potencial del terreno se ve afectado y se le condiciona a la extracción de material geológico. Por las labores de cortes y perforaciones en la fase de operación se incide fomentando la erosión de fracciones próximas, con opciones posibles de minimización, en la fase de restauración y recuperación de uso productivo.

AGUA.

Las características de drenaje tanto superficial como interno, varían por las labores de corte y remoción, la conducción de las aguas en este sentido siguen un cauce

diferente al inicial, la posibilidad de que sufra alteraciones la recarga de mantos acuíferos es nula dado que el material no permite su rápida infiltración. En la fase de abandono al contar con canales de concentración se recuperaran las condiciones iniciales de drenaje en el terreno, previo a su explotación geológica.

FLORA.

Por las labores de despalme se afecta la flora presente, en sus características de biomasa, cobertura y diversidad. Se compensa de alguna manera en la fase de operación al reforestar colocando una cortina arbórea para reducir el impacto visual, la acción del viento y absorción de partículas en suspensión. Así mismo, al momento de concluir la extracción en algunos tramos del terreno se reforestará con las especies sugeridas.

FAUNA.

Al incidir sobre la flora, se afecta directamente la fauna al retirar su fuente de alimento. Las actividades de extracción, por los ruidos que ahí son generados, ahuyentan a los pequeños mamíferos que ahí habitan. Al reforestar se fomenta la restauración del hábitat y la posible confluencia de las especies en busca de alimento.

PAISAJE.

El paisaje se ve afectado en su naturalidad al efectuar labores de extracción. Se modifican los colores y calidad del entorno, el espacio visual a su vez, se altera en relación a los terrenos colindantes, aunque algunos de ellos se encuentran ya modificados en cuanto a su carácter natural por labores agrícolas y ganaderas. Se buscará en la fase de abandono recuperar algunas de sus características naturales, reforestando y retirando la maquinaria presente en las labores de funcionamiento.

SOCIOCULTURAL.

Se afecta en su uso previo, compensando con la apertura de empleos fijos y eventuales, se fomenta la inversión y se favorece el sector de la construcción, se adaptan vías de comunicación, se incide en la calidad de vida de los pobladores. La circulación de transporte pesado lesiona la tranquilidad de la localidad, por otro lado se realiza la creación de obras de servicios educativos y de salud. Siguiendo las señalizaciones y medidas de protección laboral se buscará fomentar la seguridad en los trabajadores.

Descripción de los impactos generados.

AGUA.

- 1.-Hidrología superficial.
- 2.-Drenaje superficial e interno.

SUELO.

Al retirarse la capa superficial de suelo y confinarse para un recubrimiento posterior, se alteran sus propiedades físico-químicas.

ATMÓSFERA.

- 1.-Calidad.
- 2.-Ruido.

VEGETACIÓN.

- 1.-Abundancia.
- 2.-Cobertura.

PAISAJE.

- 1.-Naturalidad del elemento escénico.

RIESGOS.

- 1.-Erosión.
- 2.-Inestabilidad de los frentes explotados.

SOCIOECONÓMICO.

- 1.-Vialidades

Evaluación de Impactos Ambientales.

Matriz de Importancia.

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que, presumiblemente, serán impactos por aquellas, la matriz de importancia permitirá obtener una valoración cualitativa al nivel requerido por una EIA simplificada.

En esta fase de la EIA se “cruzan” las dos informaciones, con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del proyecto, como de su explotación y poder valorar su importancia.

Una vez identificadas las posibles alteraciones se hace preciso una previsión y valoración de las mismas. Esta operación es importante para clarificar aspectos que la propia simplificación del método conlleva. La EIA, es una herramienta fundamentalmente analítica, de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (interrelación acción del proyecto - factor del medio), es absolutamente necesaria.

No es válido, por tanto, pasar, tras una identificación de posibles impactos, a un proceso de evaluación de los mismos sin determinar cuales son los más importantes constatados y justificando el porqué merecen una determinada valoración.

La valoración cualitativa se efectuará a partir de la matriz de los impactos. Cada casilla de cruce en la matriz o elemento tipo, dará una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado.

Estos elementos tipo o casillas de cruce, estarán ocupados por la valoración correspondiente a siete símbolos siguiendo el orden espacial plasmando en el cuadro siguiente, a los que se añade uno más que sintetiza en una cifra la importancia del impacto en función de los seis símbolos anteriores.

Es conveniente señalar que la importancia del impacto no debe confundirse con la importancia del factor afectado.

Se describen a continuación el significado de los mencionados símbolos que conforman el elemento de tipo de una matriz de valoración cualitativa o matriz de importancia:

SIGNO.

El signo del impacto hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados. Existe la posibilidad de incluir, en algunos casos concretos, un tercer carácter (x) también reflejaría efectos asociados con circunstancias externas al proyecto, de manera que solamente a través de un estudio global de todas ellas sería posible conocer su naturaleza perjudicial o benéfica.

INTENSIDAD.

Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que se actúa. El parámetro de valoración, comprendido entre 1 y 16, expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y en la afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejará situaciones intermedias.

EXTENSIÓN.

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será parcial (2) y extenso (4).

MOMENTO.

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t_0) y el comienzo del efecto (t_1) sobre el medio considerado.

Así pues cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, asignándole un valor (4). Si el período de tiempo que va de 1 a 3 años entonces es medio plazo concediéndole un valor de (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de 3 años, largo plazo, el valor asignado es (1).

PERSISTENCIA.

Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto a partir de su aparición. Si dura menos de un año, se considera que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 3 años, temporal (2); entre 4 y 10 años, pertinaz (4) y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente, asignándole un valor (8). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural como antrópica) le asignamos el valor (20).

REVERSIBILIDAD.

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia de la acción cometida, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales si es a corto plazo, se le asigna el valor (1), si es de medio plazo (4), si es a largo plazo (3) y si es irreversible le asignamos el valor (8).

Medidas correctoras.

La posibilidad y el momento de introducir acciones o medidas correctoras para paliar o remediar los impactos, se testimonia de manera temporal: No existe posibilidad, lo simbolizamos con la letra mayúscula (N), en fase de proyecto (P), en fase de obra o construcción (O) y en fase de funcionamiento (F).

Los impactos irrecuperables imposibilitan la introducción de medidas correctoras, siendo por el contrario los recuperables, los que las hacen posibles.

Importancia del impacto.

Ya se ha apuntado que la importancia del impacto, o sea, la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental. No debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado. Viene representada por un número que se deduce mediante el modelo propuesto en el siguiente cuadro asignando a los símbolos considerados:

$$\text{Importancia} = \pm (3I + 2E + M + P + R)$$

SIGNO		INTENSIDAD (I)	
Impacto benéfico	+1	Baja	1
Impacto perjudicial	-1	Media	2
		Alta	4
		Muy Alta	8
		Total	16

EXTENSIÓN (E)		MOMENTO (M)	
Puntual	1	Largo Plazo	1
Parcial	2	Medio Plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8		

REVERSIBILIDAD (R)		PERSISTENCIA (P)	
Fugaz	1	Corto Plazo	1
Temporal	2	Medio Plazo	2
Pertinaz	4	Largo Plazo	4
Permanente	8	Irreversible	8
		Irrecuperable	20

MEDIDAS CORRECTORAS		IMPORTANCIA	
En proyecto	P	$\pm 1 (3I + 2E + M + P + R)$	
En obra	O		
En funcionamiento	F		
Sin posibilidad	N		

Presentan valores intermedios (entre, 60 y 80) cuando se dan algunas de las siguientes circunstancias:

- Intensidad total y afección mínima de los restantes símbolos.
- Intensidad muy alta o alta y afección alta o muy alta de algunos de los restantes símbolos.
- Intensidad alta, efecto irrecuperable y afección muy alta de alguno de los restantes símbolos.
- Intensidad media o baja, efecto irrecuperable y afección muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL (ACCIONES IMPACTANTES) DEL PREDIO "LA MESITA" EN TLAQUEPAQUE JAL.

FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS			FASE DE PREPARACION DEL SITIO												
			ACCIONES IMPACTANTES												
			Elimin Cub Veg	Elimin Cub Terrest	Alter hidrol y drenaje	Barreras y vallados	Transporte Pesado	Excavaciones Superficiales	Operación de Maquinaria	Ruido y Vibraciones	Transp. de Despalmes	Control de Erosión	Emisión de Polvo	Rehab. y Manto de Caminos	Prep. Areas de Recep. de Productos (Grava y Gravilla)
SUBSISTEMA ABIOTICO	AIRE	CALIDAD						X	X	X		X	O	X	
	SUELO	TOPOGRAFIA		X	X				X					X	
		PERF. Y HORIZONTES		X	X						O			X	
		COMP. ORGANICOS	X	X	X						O			X	
		CARACT. FISICAS	X	X	X						O			X	
		CARACT. QUIMICAS	X	X	X						O			X	
		EROSION	X	X	X				X	X	O			X	
		CALIDAD DE USO AGRIC Y PECI	X	X	X				X		O			X	
	AGUA	DRENAJE SUPERFICIAL	X	X	X				X	X			O	X	
		DRENAJE INTERNO	X	X	X						O		O	X	
Total de Impacto del Subsistema															
SUBSISTEMA BIOTICO	FLORA	COBERTURA VEGETAL	X		X	X			X				O	X	X
		DIVERSIDAD	X	X		X									
		BIOMASA	X	X	X					X			X	X	
	FAUNA	DIVERSIDAD	X	X	X	X									X
		ROEDORES	X	X	X				X	X	X			O	X
		AVES	X						X		X				X
	CADENA TROFICA	X	X	X								O			
Total de Impacto del Subsistema															
SUBSISTEMA CONCEPTUAL	PAISAJE	NATURALIDAD	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X
Total de Impacto del Subsistema															
SUBSISTEMA SOCIO CULTURAL	USO DEL SUELO	SUELO GANADERO USO AGRIC	X	X	X	X			X						X
	INFRAESTRUC HUMANOS	RED DE TRANSPORTE						X				X		O	
		CALIDAD DE VIDA						X		X	X	X		O	
		SALUD						X		X	X		O	X	
		SEGURIDAD		X				X		X	X				
	ECONOMIA Y POBLACION	EMPLEO		O	O		O	O	O	O		O		O	O
INVERSIONES			O	O		O	O	O	O		O		O	O	
	CAMBIO DE VALOR DE SUELO	X	X	X	X			X	X				O	X	
Total de Impacto del Subsistema															

X IMPACTO NEGATIVO (Adverso)
O IMPACTO POSITIVO (Benéfico)

MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL PREDIO "LAS MESITAS" TLAQUEPAQUE, JAL.

FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS			FASE DE OPERACION																
			ACCIONES IMPACTANTES																
			Uso de Espacio	Perforación	Alteración de la Mineral. y Dren.	Alteración de vías de acceso	Transporte Pesado	Uso de Maquin.	Excavaciones Superficiales	Extracci. de Fosas rocosas	Voladuras y Pafas.	Ruido y Vibrac.	Procesado de Mat.	Almacen. de Productos	Control de Erosión	Acción sismo	Emisión de Polvos y Prod. de Esquistos	Destino de Res. Sól. y Escamb.	Estabilidad de Taludes
SUBSISTEMA ABIOTICO	AIRE	CALIDAD	X				X	X	X	X	X				X				
		SUELO	TOPOGRAFIA	X						X	X							X	O
	PERF. Y HORIZONTES				X				X	X			X	X	O			X	O
	V GEOLOGIA				X				X	X									
	GEOMORFOLOGIA				X				X										
	RECURSOS MINERALES																		
	CARAC. QUIMICAS								X				X	O				X	O
	CARAC. FISICAS								X					O					O
	EROSION				X				X					O					O
	ACUA	CALIDAD USO AGROPEC.			X				X				O						O
DRENAJE SUPERFICIAL				X				X	X			X	O				X	O	
DRENAJE INTERNO				X				X	X	X		O					X		
Total de Impacto del Subsistema																			
SUBSISTEMA BIOTICO	FLORA	COBERTURA VEGETAL			X			X	X			X	X	O			X	O	
		BIOMASA			X			X	X			X	X	O			X	O	
	FAUNA	ROEDORES			X			X	X	X		X	X	O			O		
		AVES	X					X			X	X		O					
	DIVERSIDAD	X		X			X		X				O				O		
Total de Impacto del Subsistema																			
SUBSISTEMA CONCEPTUAL	PAISAJE	NATURALIDAD			X	X		X	X			X	X	O		X	X	O	
Total de Impacto del Subsistema																			
SUBSISTEMA SOCIO CULTURAL	USO DEL SUELO	SUELO AGRIC Y GAN			X			X	X			X	X	O	O		X	O	
	INFRAESTRUC HUMANOS	RED DE TRANSPORTE			O		X	X							X				
		CALIDAD DE VIDA						X	X	X	X	X			X	X			
		SALUD	X				X	X		X	X	X			X	X			
	ECONOMIA Y POBLACION	SEGURIDAD	X	X			X	X		X	X				X	X			
		EMPLEO FIJO	O	O		O	O	O	O	O	O	O			X				
INVERSIONES		O	O		O	O	O	O	O	O	O			X					
	CAMBIO VALOR TERRENO	X	X	X	O			X	X				O				O		
Total de Impacto del Subsistema																			

X IMPACTO NEGATIVO (Adverso)
 O IMPACTO POSITIVO (Benefico)

MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL PREDIO "LAS MESITAS" TLAQUEPAQUE, JAL.

FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS			FASE DE ABANDONO															
			ACCIONES											IMPACTANTES				
			Cierre de Extracc	Capas Impermeab	Recubrim. de Tierra	Empaque y Nivelac	Introduc de Flora	Control de Erosión	Repoblación Forestal	Reconstruc Palrajeta	Urtiza de Abosom Org	Estabiliz del Suelo	Demuestad de Infraestruc	Estab. cerco Perimetral	Consol de Canales de Canons	Reubic. de Personal bajo contrato	Residue personal eventual	
SUBSISTEMA ABIOTICO	AIRE	CALIDAD	0				0											
	SUELO	TOPOGRAFIA				0			0									
		PERF. Y HORIZONTES			0	0			0			0	0					X
		COMP. ORGANICOS					0		0			0						
		CARACT. FISICAS			0		0					0						
		CARACT. QUIMICAS			0		0					0						
		EROSION	0		0	0	0	0	0	0	0	0						0
	ACUA	CALIDAD DE USO AGROPEC		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0			
	DRENAJE SUPERFICIAL	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0						X
		DRENAJE INTERNO		0		0	0	0	0	0	0	0						
Total de Impacto del Subsistema																		
SUBSISTEMA BIOTICO	FLORA	COBERTURA			0		0	0	0	0	0							
		BIOMASA	0		0		0		0		0							
		DIVERSIDAD	0		0		0		0		0							
	FAUNA	DIVERSIDAD	0		0		0		0		0							
		ROEDORES	0		0		0		0		0							
		AVES	0		0		0		0		0							
		CADENA TROFICA	0		0		0		0		0							
Total de Impacto del Subsistema																		
SUBSISTEMA CONCEPTUAL	PAISAJE	NATURALIDAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Total de Impacto del Subsistema																		
SUBSISTEMA SOCIO CULTURAL	USO DEL SUELO	SUELO AGROPEC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		INFRAESTRUC	RED DE TRANSPORTE															
	HUMANOS	CALIDAD DE VIDA	0			0		0	0	0		0	0	0	0		X	X
		SEGURIDAD																
	ECONOMIA DE POBLACION	EMPLEO FIJO	0														X	X
		INVERSIONES	0															
		CAMBIO VALOR SUELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Total de Impacto del Subsistema																		

X IMPACTO NEGATIVO (Adverso)
 O IMPACTO POSITIVO (Benéfico)

MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL (ACCIONES IMPACTANTES) DEL PREDIO "LA MESITA" EN TLAQUEPAQUE JAL.

FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS			FASE DE PREPARACION DEL SITIO												Total				
			ACCIONES IMPACTANTES																
			Elimin. Cub Veg	Elimin. Cub Terrest	Alter. hidrol. y drenaje	Barreras y vallados	Transporte Pesado	Excavaciones Superficiales	Operación de Maquinaria	Ruido y Vibraciones	Transp. de Despalme	Control de Erosión	Emisión de Polvo	Retab. y Mantn. de Caminos		Prep. Areas de Recop. de Productos (Gravas y Gravasillas)			
SUBSISTEMA ABIOTICO	AIRE	CALIDAD					-12	-12	-17		-11			-10	10		-11		
		TOPOGRAFIA		-14	-15			-12										-10	
	SUELO	PERF. Y HORIZONTES		-23	-15			-11				12						-11	
		COMP. ORGANICOS	-64	-35	-11			-10				12						-10	
		CARACT. FISICAS	-11	-35	-11			-10				12						-10	
		CARACT. QUIMICAS	-11	-35	-11			-10				12						-10	
		EROSION	-26	-23	-15			-14	-12			23						-11	
		CALIDAD DE USO AGRIC Y PEC	-18	-26	-12			-10				15						-19	
	AGUA	DRENAJE SUPERFICIAL	-23	-23	-21			-14	-10			11			10			-11	
		DRENAJE INTERNO	-23	-23	-14							10			10			-10	
Total de Impacto del Subsistema			-90	-237	-92		-12	-52	-29		86	0	0	0	0		-19	-445	
SUBSISTEMA BIOTICO	FLORA	COBERTURA VEGETAL	-58		-14	-13		-10						10		-10		-19	
		DIVERSIDAD	-20	-23		-10													
		BIOMASA	-14	-23	-12			-10							-10			-12	
	FAUNA	DIVERSIDAD	-10	-23	-14	-10													-11
		ROEDORES	-12	-14	-14			-11	-11	-10	-12	-15	10						-11
		AVES	-11					-15		-11	-10	-10							-10
		CADENA TROFICA	-12	-17	-12							10							
Total de Impacto del Subsistema			-58	-100	-66	-13	-15	0	0	-12	-15	0	0	0	0	0	-31	-310	
SUBSISTEMA CONCEPTUAL	PAISAJE	NATURALIDAD	-24	-36	-17	-16	-16	-13	-12					-10	-11		-14	-148	
Total de Impacto del Subsistema			-24	-36	-17	-16	-16	-13	-12	0	0	0	0	0	0	0	-14	-148	
SUBSISTEMA SOCIO CULTURAL	USO DEL SUELO	SUELO GANADERO USO AGRIC	-14	-36	-12	-19		-10										-23	
		INFRAESTRUC HUMANOS	RED DE TRANSPORTE					-13				-10				21			
	CALIDAD DE VIDA						-16		-10	-12	-10		-10	10					
	SALUD						-13		-11	-17		13	-11						
	SEGURIDAD			-11			-10		-11	-10	-10								
	ECONOMIA Y POBLACION	EMPLEO	15	17	12	17	10	23			12	10		15				11	
INVERSIONES		15	36	12	17	10	20			12	10		15				11		
		CAMBIO DE VALOR DE SUELO	-17	-23	-12	-11		-12	-12		10		10				-12		
Total de Impacto del Subsistema			-1	-6	-24	5	-8	-12	31	-29	24	13	0	51		-35	9		
TOTAL			-173	-379	-199	-24	-51	-77	-10	-41	9	-99	0	51		-99	-894		

 BANDERA ROJA (Impactos más importantes)

MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL PREDIO "LAS MESITAS" TLACUEPAQUE, JAL.

FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS			FASE DE OPERACION															Total			
			ACCIONES IMPACTANTES																		
			Uso de Explos.	Perforación	Alteración de la Hidrol. y Dren.	Alteración de vías de acceso	Transporte Pesado	Uso de Maquin.	Excavaciones Superficiales	Estrocc. de Forma rosca	Voladuras y Perfor.	Ruido y Vibrac.	Procesado de Mat.	Almacen. de Productos	Control de Erosión	Accidentes	Emisión de Polvos y Prod. de Esquejes		Desplaz. de Res. Sól. y Escoria	Estabilidad de Taludes	
SUBSISTEMA ABIOTICO	AIRE	CALIDAD	-11																		
	SUELO	TOPOGRAFIA	-12		-17															-12	18
		PERF. Y HORIZONTES Y GEOLOGIA			-16															-12	18
		GEOMORFOLOGIA			-23																
		RECURSOS MINERALES			-11																
		CARAC. QUIMICAS																			
		CARAC. FISICAS																			
		EROSION																			
		CALIDAD USO AGROPEC.			-15																
	AGUA	DRENAJE SUPERFICIAL			-13																
DRENAJE INTERNO				-13																	
Total de impacto del Subsistema:			-12	0	-110	0	0	0	-104	-100	-30	0	-17	-24	170	0	0	-48	149	-126	
SUBSISTEMA BIOTICO	FLORA	COBERTURA VEGETAL			-13																
		BIOMASA			-13																
	FAUNA	ROEDORES	-11		-13																
		AVES	-11																		
		DIVERSIDAD	-11		-13																
Total de Impacto del Subsistema:			0	0	-52	0	0	-68	-61	-28	0	-14	-38	-48	142	0	0	-26	50	-143	
SUBSISTEMA CONCEPTUAL	PAISAJE	NATURALIDAD			-12	-12															
Total de Impacto del Subsistema:			0	0	-12	-12	0	0	-20	-20	0	0	-16	-16	32	0	-12	-15	28	-63	
SUBSISTEMA SOCIO CULTURAL	USO DEL SUELO	SUELO AGRIC Y GAN			-12																
		RED DE TRANSPORTE				18	-13	-11													
	HUMANOS	CALIDAD DE VIDA																			
		SALUD	-11																		
		SEGURIDAD	-11	-18																	
	ECONOMIA Y POBLACION	EMPLEO FLUO	11	32		19	24	24	17	46	46		35	48							
		INVERSIONES	31	32		31	36	36					36	48							
	CAMBIO VALOR TERRENO	-27	-18	-12	19																
Total de Impacto del Subsistema:			4	28	-24	87	28	60	4	-47	-35	-24	47	96	66	-18	0	-15	53	310	
			-8	28	-198	75	28	-8	-181	-195	-65	-38	-24	8	410	-18	-12	-104	280	-22	

BANDERA ROJA (Impactos más importantes)

MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL PREDIO "LAS MESITAS" TLAQUEPAQUE, JAL.

FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS			FASE DE ABANDONO														Total			
			ACCIONES IMPACTANTES																	
			Cierre de Extrac	Capas Impermeab	Recubrim. de Tierra	Empareje y Nivelac	Introduc de Flora	Control de Erosion	Rehabilitac Forestal	Reconstruc Palazista	Utiliz de Abonos Org	Estabiliz del Suelo	Destruccion de Infraestruc	Estab. cercos Perimetral	Const de Canales de Concom	Rehab. de Personal bajo oscuras		Rehab. de personal eventual		
SUBSISTEMA ABIOTICO	AIRE	CALIDAD	25							28										
	SUELO	TOPOGRAFIA				24														
		PERF. Y HORIZONTES			26	25		28	28		30	30							-14	
		COMP. ORGANICOS					16				28									
		CARACT. FISICAS			26			22												
		CARACT. QUIMICAS			26			22												
		EROSION	64		26	34	24	27	28	30	27	27							28	
	AGUA	CALIDAD DE USO AGROPEC		30	24	16	24	25	28	30	28		21						15	
		DRENAJE SUPERFICIAL	23		26	21	15	28	28	30									-18	
		DRENAJE INTERNO		24			22	28		30										
Total de Impacto del Subsistema			48	54	154	120	167	136	168	120	195	145		21		11			1339	
SUBSISTEMA BIOTICO	FLORA	COBERTURA			26		32	28	28	30	28	28								
		BIOMASA	23		28		26		30	28	28									
		DIVERSIDAD	26		25		20	19			28									
	FAUNA	DIVERSIDAD	25				18	19			27			27						
		ROEDORES	25		25		18													
		AVES	25				18													
		CADENA TROFICA	25		26		22	19	28	28	27	28								
Total de Impacto del Subsistema			149	0	130	0	154	0	85	141	83	83							825	
SUBSISTEMA CONCEPTUAL	PAISAJE	NATURALIDAD	26	28	27	21	28	28	30	30	28	30	18							
Total de Impacto del Subsistema			26	28	27	21	28	28	30	30	28	30	18							294
SUBSISTEMA SOCIO CULTURAL	USO DEL SUELO	SUELO AGROPEC	18	28	26	18	28	16	20	26	28	22	19	22		22				
	INFRAESTRUC HUMANOS	RED DE TRANSPORTE																		
		CALIDAD DE VIDA				18		19	20	26				19	15	15			-18	-18
	ECONOMIA DE POBLACION	SEGURIDAD																		
		EMPLEO FIJO	16																	-18
	INVERSIONES	18																		
	CAMBIO VALOR SUELO	11	34	25	21	20	20	26	18	26	20	20	15	15						
Total de Impacto del Subsistema			70	28	51	57	48	19	66	70	54	42	58	52	52	52		-36	-36	595
			293	110	362	198	397	183	350	361	360	300	76	73	63		-36	-36	3054	

BANDERA ROJA (Impactos más importantes)

A.5.-MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS.

En este capítulo se remite al lector al proyecto de abandono y rehabilitación integral diseñado específicamente para este banco de material, donde se incluyen, además de las áreas del presente proyecto; las áreas de explotación efectuadas por otras empresas tales como: Agregados Guadalajara, S.A. de C.V., Concretos de Alta Calidad, S.A. de C.V. y Agregados Tepehuacan, S.A. de C.V.. La una superficie total a restaurar es de aproximadamente 75 ha. En el proyecto se especifican la construcción de terrazas, bancales, taludes, revegetación de éstas y otras de conservación de suelo y agua como canales, presas filtrantes, etc.

A continuación se señalan las medidas de mitigación complementarias.

- 1.-Considerando que el proyecto en su conjunto es por un largo tiempo cuando se despalme, solo se hará en el lugar que va a trabajar y el suelo (material de despalme) al removerse de su sitio se confinara durante el tiempo de explotación de un área específica del predio, para posteriormente ser regresado al sitio original como material de rehabilitación mientras se trabaja otra sección. Esta operación se repetirá hasta la etapa de abandono, en cada operación se debe, agregar el material vegetal removido para incrementar el nivel de materia orgánica y con ello la fertilidad de este suelo. Evidentemente no debe de pasar un largo tiempo almacenado, dado que perdería sus propiedades, principalmente de fertilidad. De suceder esto, será necesario tomar muestras de suelo para su análisis y determinación del volumen y calidad de los nutrientes necesarios para su mejoramiento.
- 2.- Se recomienda dotar de cubierta vegetal las áreas específicas en apoyo las medidas mecánicas recomendadas en el proyecto de abandono, lo que influye tanto en la estabilización de las terrazas y áreas naturales. Como en la absorción de partículas suspendidas y elemento de amortiguamiento sonoro.
- 3.- Se recomienda establecer un programa de adecuación y vigilancia de las normas de seguridad e higiene, particularmente del uso de equipo de protección contra ruidos, polvos, casco, guantes, botas con casquillo, mascarilla, lentes, tapones auditivos y ropa de trabajo.
- 4.- Establecer y en su caso reforzar, el señalamiento al interior y exterior del área de explotación, cercas en las áreas de acceso restringido a personal no autorizado, normas de conducta en casos de accidentes o eventualidades, integradas a un plan general de emergencias, con rutas de evacuación y simulacros.
- 5.- Vigilar el cumplimiento del programa de mantenimiento de las trituradoras e instalaciones eléctricas reforzando las barreras de protección de los puntos de riesgo de estas áreas de trabajo.
- 6.- Establecer puntos fijos de reabastecimiento de combustible para equipo móvil, mediante el camión cisterna en el interior del banco. En caso de algún derrame se

buscará que no afecte las reservas de agua, áreas reforestadas, áreas de trabajo como: oficinas, talleres, trituración o estación eléctrica.

7.- Establecer un programa de capacitación de las labores a realizar en la empresa, con el objeto de optimizar la calidad de la mano de obra (implementar la ISO 9,000 y la ISO 14,000 por ejemplo) y disminuir accidentes laborales.

8.- Buscar en lo posible que en las nuevas actividades planteadas en el proyecto de restauración y rehabilitación del banco de material, se contrate al personal idóneo para tal fin, en lo posible considerar a aquellos que quedaron sin trabajo al concluir las actividades de explotación del material pétreo, mitigando así los problemas originados por el desempleo.

A.6.- CONCLUSIONES. DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO PROPUESTO

1.- El predio cuenta con material pétreo suficiente en calidad y cantidad a explotarse y las compañías cuentan con el equipo y personal capacitado para llevar a cabo la explotación. En tanto que el presente estudio prevé los niveles y volúmenes de extracción adecuados para que sea viable económicamente y con factibilidad ecológica, que garantiza a seguir los planteamientos aquí señalados, que posterior a la explotación del área quedará restaurada de la manera siguiente:

El suelo será fértil,
Habrá vegetación nativa,
Los taludes estarán estables
Las terrazas estabilizadas se podrán usar posteriormente
Escenarios en unidades de paisaje rehabilitadas.

El uso a que se pretende destinar es el recreativo (en la zona de las pozas) y para uso industrial no contaminante, eliminando en lo posible un proyecto de uso urbano dada la actividad de extracción que se realizó.

2.- La actividad de extracción de material pétreo es una fuente de empleo para la mano de obra existente en las áreas colindantes al banco de material, a la vez que es un recurso que va a satisfacer las necesidades de construcción de infraestructura urbana y vivienda en la zona metropolitana de Guadalajara.

3.- La hidrología regional no se verá afectada ya que los escurrimientos superficiales reabastecerán al acuífero, en tanto que los volúmenes a utilizar en los trabajos de explotación del material pétreo son mínimos y serán extraídas de las pozas que captan el agua de lluvia que se formaron por la actividad de extracción. Al abandono de las actividades de extracción las pozas pueden servir como elemento de rehabilitación del paisaje, recreación para visitantes y criadero de peces. La modificación de los cauces superficiales garantizan el que dichas pozas mantengan un nivel aceptable de agua y con ello la continuidad de las actividades que aquí se realicen.

4.- La mayoría de los impactos ambientales negativos se ubican en las fases de preparación y operación por lo que las medidas propuestas en el proyecto de rehabilitación y aquellas de mitigación aquí propuestas minimizarán los impactos ambientales adversos.

5.- Las características del área de extracción, así como su cercanía a la ciudad de Guadalajara, hacen factible el uso posterior a la extracción de material pétreo, encaminado a la recreación y al uso industrial no contaminante.

6.-La evaluación de los impactos ambientales adversos y benéficos reporta el siguiente balance:

a.- En la fase de preparación del sitio los subsistemas abiótico, biótico y perceptual presentan un balance negativo: -445, -310 y -148 respectivamente, en tanto que el subsistema socio – cultural presentó un balance positivo (+9) ocasionado principalmente por la generación de empleos y la derrama de inversiones en el área; para esta fase se obtuvo un valor final de -894.

b.- En la fase de operación de matriz de impactos, en los subsistemas abiótico, biótico y perceptual presentan un balance negativo (-126, -143 y -63, respectivamente), no así el subsistema socio-cultural que arrojó un valor de +310, dado principalmente por la generación de empleos y la inversión realizada. Esta fase de operación reporta un balance final de -22.

c.- En la fase abandono, la matriz de impactos produjo en los subsistemas abiótico, biótico, perceptual y socio-cultural un balance positivo (+1,339, +826, +294 y +595, respectivamente) con un total positivo de 3,054, lo anterior dado por las actividades de beneficio, lo que equilibra el balance final del proyecto.

APÉNDICE B

B.- ESTUDIO DE CASO: APROVECHAMIENTO – RESTAURACIÓN PARA EL BANCO DE MATERIAL GEOLÓGICO DE SAN MARTÍN DE LAS FLORES, MUNICIPIO DE TONALA JAL.

B.1 Generalidades

El presente proyecto de abandono fue realizado para un banco de material geológico (roca), con una superficie total de 75.0 ha. (Ver plano 1) Un aspecto importante que hay que hacer notar es el interés conjunto de las diferentes empresas que participaron en la extracción del material pétreo (ver cuadro B.1), el mismo se presenta como una forma de mitigar los daños causados por las actividades extractivas que se han dado en la zona y una interesante propuesta para reintegrar, al termino de la etapa de operación de este Banco de Material Geológico (BMG), a una etapa de producción, sin riesgo para la comunidad, considerando el desarrollo sustentable de la actividad-proyecto.

Cuadro B.1. Banco de Material Geológico (BMG).

Empresa	Superficie de interés en ha
Agregados Guadalajara	44.564
Concretos de Alta Calidad	6.80
Concretos de Alta Calidad	1.66
Concretos de Alta Calidad	7.31
Concretos de Alta Calidad	3.324
Zona Ejidal	<u>4.332</u>
Subtotal del proyecto	67.990
Terreno Natural	<u>7.000</u>
Total del Proyecto	74.990 ha

El proyecto incluye, la estabilización de taludes, la formación de 7 terrazas de base ancha y rehabilitación de terreno natural. Por otro lado se tiene considerado la vegetación de taludes y terrazas con la rehabilitación de la fertilidad de los suelos para su estabilización.

Ahora bien, se considera como actividades productivas posteriores a la extracción, la industrial no contaminante y la recreativa, ésta última aprovechando el

área de las pozas. Se tiene además un estudio que comprende el área de las pozas donde se abarca: el análisis de la cantidad de agua y un proyecto de prefactibilidad de producción de peces.

El objetivo perseguido en el proyecto, es el de integrar los elementos de desarrollo sustentable a una zona de extracción de material pétreo y que son planteadas en la reglamentación actualmente vigente en la legislación en materia de medio ambiente.

La metodología seguida en este proyecto, fue el levantamiento de estudios relacionados con la geología, suelos, hidrología, flora, clima y un proyecto de factibilidad para la producción de peces. Lo anterior fue la base para el planteamiento de un proyecto de abandono-rehabilitación del banco de material pétreo.

La superficie estudiada abarca una superficie aproximada de 75.00 ha, de las cuales 37.54 ha corresponden a pozas de agua y 29.26 ha corresponden a terreno y cauces naturales.

B.2.- Estudio topográfico e hidrológico.

Previo al diseño de las terrazas de base ancha, se procedió a realizar el levantamiento fotogramétrico correspondiente (Ver plano 1/6), el cual para su ejecución consta de las siguientes partes básicas:

- 1.- Control de apoyo del levantamiento, que consiste de apoyo terrestre y triangulación fotogramétrica ya que dada la superficie estudiada, se realizó vuelo foto aéreo; obteniéndose fotografía aérea escala 1: 20,000. La poligonal cerrada, se realizó mediante cierre de coordenadas UTM Este-Oeste y las curvas de nivel 1,561 y 1,600.
- 2.- Se emplearon nueve puntos de apoyo por modelo con tolerancia estándar de 1.00 mm de error y se utilizó como proyección cartográfica, la Universal Transversal de Mercator.
- 3.- Configuración del terreno, se desarrolló tomando en consideración los puntos de apoyo terrestres definidos arbitrariamente por el contratista, se apoyó el inicio de altimetría, en las cartas base de INEGI escala 1:50,000; generando curvas de nivel con equidistancia de un metro, con un error estándar de 0.20 m.
- 4.- El levantamiento topográfico se realizó por métodos fotogramétricos, utilizando estéreo restituidor, empleando el método de triangulación foto aérea; cubriendo toda el área delimitada (140.00 ha aproximadamente) según el punto anterior, con fotografía aérea de Octubre/ 1995 y siendo la escala de trabajo de 1:2,000.

Anexo a la tesis, se presenta la planta topográfica de las terrazas de base ancha y los límites de éstas, a escala 1:3,000, así como los cuadros de características de diseño y construcción de las mismas.

5.-La simbología se estableció en base a las necesidades concretas del trabajo, las especificaciones empleadas en el levantamiento fotogramétrico son las empleadas por el INEGI, para la elaboración de cartografía básica a escala grande.

Áreas con posibilidades de deslizamiento.

Dentro del período de estudio, se localizaron zonas señaladas en el “Plano de Riesgo de Movimientos de Masas” (Ver plano 2/6), las cuales tiene la posibilidad de un deslizamiento, esta situación se ha generado antrópicamente, debido en esencia a los cortes, usos de explosivos y movimientos de material han provocado cambios en las pendientes del terreno (forma y echado). Esta condición genera una amenaza al combinarse con los echados de los estratos de los diferentes derrames que conforman el subsuelo y las fallas y fracturas existentes, tanto en forma natural, como en forma antrópica provocadas por las explosiones. Esta característica del terreno es necesario considerarla para evitar la vulnerabilidad de las estructuras o de la población y equipo que realice alguna actividad en la zona.

Evidentemente la sobre posición de dos o más de los tres elementos mencionados anteriormente (estructuras, echados y forma y grado de la pendiente) puede aumentar el grado de amenaza en sitios determinados. Las áreas que han sido señaladas en el plano citado presentan en general taludes inestables, pendientes cóncavas que concentran mayor cantidad de agua y por consecuencia una mayor energía de transportación y erosión, algunos echados (de los estratos) están en favor de la gravedad y finalmente estructuras (fracturas y/o fallas).

Se recomienda para este tipo de localidad, evitar: las pendientes actuales en los taludes (ver recomendaciones para taludes), dejar zonas relajadas (por uso de explosivos mal controlados, en las zonas límites del predio, las explosiones deben ser controladas) y no dejar pendientes cóncavas (preferentemente deben de ser pendientes convexas o rectas).

A fin de minimizar el riesgo en la zona por problemas de deslizamiento de rocas durante la terminación de la explosión del predio y al termino del proyecto de restauración, estas áreas delimitadas deben de tener una especial atención y tratamiento para evitar dejar al término de la explotación-restauración, estas zonas con su actual morfología o bien otras con similares problemas.

Estudio hidrológico.

Aun cuando previamente había sido descrita la información sobre este tópico al considerar la restauración de las 75 ha que se habla en este proyecto de abandono, fue necesario ampliar la zona de estudio para considerar otras áreas que en el capítulo anterior no se incluyeron.

La micro cuenca del proyecto se denomina del Arroyo San Pedrito y se localiza dentro de la Región Hidrológica 12 Lerma-Chapala-Santiago; Subregión 12-E Santiago; Cuenca b Corona-Río El Verde; Subcuenca Presa El Ahogado; cuenca menor Las Pintas.

La cuenca b Corona-Río El verde tiene una extensión de 1,508.0 km², con un coeficiente de escorrentía ponderado del 10 al 20 %, la cuenca menor Las pintas presenta una extensión de 66.08 km² y la micro cuenca del Arroyo San Pedrito es de 2.00 km².

La micro cuenca presenta una densidad de drenaje alta, debido a las fuertes pendientes (15 %) y a la alteración de la topografía por la extracción de material geológico; el relieve varía de muy ondulado a escarpado, siendo la altura media de la micro cuenca de 1,630 msnm, con un rango de altura de 1,550 a 1,650 y un intervalo de 100 m, la longitud máxima del cauce principal es de 1,200 m y la pendiente media del cauce es del 8 %.

Las corrientes se clasifican como efímeras, caracterizadas principalmente por cárcavas producto de la erosión hídrica severa; el modelo de drenaje es subdendrítico, definido por materiales que denotan moderada homogeneidad y poco control estructural, evidenciándose el menor control de la pendiente. Las corrientes superficiales se clasifican como de primer orden, aportadas por pequeñas corrientes conocidas como torrenteras.

Las corrientes principales dentro de la cuenca menor Las Pintas se reconocen como los arroyos: El Cajón, A. de Enmedio, Ocotillo, La Rucia y Las Pintas; estos arroyos no están integrados a la red de drenaje de la cuenca, es decir, no confluyen hacia un receptor principal ya que todas las corrientes de esta micro cuenca se pierden infiltrándose en el Valle de las Pintas, es decir formando planos de inundación que han sido utilizados para la formación de represas.

De acuerdo con su clase de drenaje, son materiales con drenaje interno moderado pertenecen al grupo hidrológico "B", que se define como: suelos con moderada capacidad de infiltración cuando están húmedos; las texturas moderadamente gruesas a moderadamente finas pertenecen a este grupo.(Ver plano 3/6)

Los suelos son neutros a ligeramente ácidos, poco profundos, clasificados como Leptosoles, Faeozems y Regosoles (FAO, 1989); desde el punto de vista de la ingeniería de construcción, se consideran material moderadamente aptos para la construcción de edificios de dos pisos, de requerirse construcciones mayores, se recomienda efectuar

análisis de mecánica de suelos y resistencia de materiales, principalmente en lo referente a límite de plasticidad, límite de carga y movimiento de masas.

La corrosividad de estos suelos en acero y en concreto es baja; para establecer pozos de absorción o fosas sépticas, así como lagunas de oxidación se consideran con limitaciones "severas", por lo que su construcción es limitada o requiere de especificaciones bien fundamentadas, en estudios de suelos específicos. Existen severas limitaciones para el establecimiento de basureros municipales de trinchera o de aérea.

Lluvias máximas.

En la estimación del gasto máximo para un período de retorno determinado es necesario tomar en consideración la precipitación máxima en 24 horas; dato que es obtenido por la estación meteorológico correspondiente.

La determinación del gasto a avenida máxima extraordinaria, se estima con el método Racional Americano, si se cuenta con datos de intensidad de lluvia (cm/hr); o bien con el método Racional Modificado si sólo se cuenta con datos de lluvia máxima en 24 horas.

Para corroborar los datos de la estación, incrementar la confiabilidad de la información usada, se empleó el mapa de isolíneas de lluvia máxima en 24 horas interpolando el valor de 8.1 cm/hr para el área de proyecto, mientras que en las gráficas de intensidad duración-frecuencia se interpola un valor de 8.0 cm/hr para un período de retorno de $T_r = 10$ años, estos datos son estimados. Los datos reportados por la estación meteorológica de Guadalajara (Ver cuadro B.2), indican las siguientes intensidades de lluvia máxima:

Cuadro B.2. intensidades de lluvia máxima en 24 horas para un periodo de retorno de diez años

AÑO	LLUVIA MAX/24 hr	NUMERO DE ORDEN	DATOS ORDENADOS	TIEMPO DE RETORNO T_r	PROBABILIDAD DE LLUVIA %
1972	46.2	1	91.5	11.0	8.00
1973	64.5	2	80.2	5.5	16.70
1974	91.5	3	80.0	3.7	25.00
1975	74.1	4	74.1	2.7	33.33
1976	41.3	5	70.5	2.2	41.60
1977	80.2	6	66.5	1.8	50.00
1978	80.0	7	64.5	1.6	58.30
1979	66.5	8	59.0	1.4	66.70
1980	54.0	9	54.0	1.2	75.00
1981	59.0	10	46.2	1.1	83.30
1982	70.5	11	41.3	1.0	91.70

Debido a que el dato registrado de 91.5 mm (9.15 cm), es mayor que los estimados, se tomará como base para el cálculo del gasto máximo, a partir del método Racional Modificado.

Micro cuencas de pozas.

El sitio de proyecto con cuatro micro cuencas y tres pozas, las cuales se requiere su protección y recarga anual, como parte del proyecto de restauración, se definen las micro cuencas específicas para recarga de cada una de las pozas; estimándose los volúmenes medios escurridos y los gastos máximos extraordinarios posibles. Se delimitaron los parte aguas de las micro cuencas, empleando las fotografías aéreas tomadas expofeso y efectuando fotointerpretación y recorridos de campo para su verificación, resultando las siguientes superficies:

Cuadro B.3 Superficies obtenidas en la fotointerpretación.

Nombre	Superficie	Nombre	Superficie
Poza Poniente	1.456 ha	Microcuenca	78.90 ha
Poza Oriente	1.004 ha	Microcuenca	51.90 ha
Poza Sur	Superficie 0.404 ha	Microcuenca	20.50 ha
Microcuenca Este		Microcuenca	34.90 ha
Total cuerpos de agua	2.864 ha	Total Microcuencas	186.20 ha

Coefficiente de escurrimiento.

Se calculó el coeficiente de escurrimiento, del área comprendida por cada una de las terrazas, en función al tipo de vegetación (Pastizal), textura del suelo (Media), pendiente (0-5 % y 6-10 %) y relieve del mismo (Según Manual de Conservación de Suelos del CP, 1990); del mismo modo se hizo para las áreas que comprenden las microcuencas de recarga de las pozas localizadas dentro del proyecto (Ver fotografía aérea 1:15,000), obteniéndose los siguientes resultados:

$$C_e = 0.30 \text{ área de terraza}$$

$$C_e = 0.36 \text{ área de microcuenca.}$$

$$C_{ep} = 0.33$$

Donde:

$$C_{ep} = \text{Coeficiente de escurrimiento ponderado.}$$

$$C_e = \text{Coeficiente de escorrentía parcial.}$$

VOLÚMENES DE ESCORRENTÍA.

Una vez obtenidos los coeficientes de escorrentía y con los datos de precipitación, se procede a la estimación de los volúmenes escurridos en miles de metros cúbicos:

Poza Poniente	Volumen medio escurrido	268.60 Mm ³
Poza Oriente	Volumen medio escurrido	176.68 Mm ³
Poza Sur	Volumen medio escurrido	69.79 Mm ³
Micro cuenca Este	Volumen medio escurrido	9.12 Mm ³
Volumen escurrido Total		524.19 Mm ³

De estos volúmenes escurridos hacia las pozas, aproximadamente se pierden 28.33 Mm³, por efecto de la evaporación potencial anual, así como otras pérdidas por infiltración no estimadas, pero que van a la recarga del manto freático y acuífero principal.

En el caso de la micro cuenca Este, estas aguas se descargan hacia la presa de Las Pintas, por su cauce natural y no son aprovechadas dentro del sitio de proyecto; pudiendo quedar como área de reserva para recargar, mediante cauce de desvío, en un momento requerido.

Gastos máximos.

El gasto máximo se estimó de acuerdo al método racional modificado, tomando como valor de lluvia máxima en 24 horas el de 9.15 cm, en cuya ecuación resulta lo siguiente:

Fosa Poniente	Q = 6.72 m ³ /seg	Fosa Oriente	Q = 4.65m ³ /seg
Fosa Sur	Q = 1.58m ³ /seg	Cuenca Este	Q = 2.68m ³ /seg

B.3.- Diseño de terrazas de base ancha.

Para el diseño de las terrazas se procedió en base a los siguientes criterios:

Delimitación de terrazas tipo.

La delimitación de las terrazas tipo (Ver plano 4/6), se realizó de acuerdo a las pendientes de diseño propuestas, en superficies compactas, considerando la mayor eficiencia de drenaje en las terrazas, con el mínimo riesgo de erosión.

Espaciamiento entre terrazas.

El espaciamiento entre dos terrazas, se determinó sobre la base a las pendientes del terreno y los niveles de corte posibles, a las terrazas tipo, a la precipitación, la profundidad del suelo y la sección transversal de la misma. En función a estas características, se calcularon los intervalos horizontal y vertical de las terrazas, cuyos valores se emplean como criterios mínimos para el espaciamiento entre terrazas.

1.- Intervalo Horizontal.

Este intervalo se calculó en las terrazas tipo (módulos) aplicando la ecuación:

$$IH = \frac{IV}{P} \times 100$$

Donde:

IH = Intervalo horizontal
 IV = Intervalo vertical
 P = Pendiente del terreno

2.- Intervalo Vertical.

El intervalo vertical, se estableció calculando la diferencia de nivel entre las terrazas, para cada área comprendida en las terrazas tipo. Para el cálculo del intervalo vertical, se empleó la siguiente ecuación:

$$IV = aP + b$$

Donde:

IV = Intervalo vertical
 a = Factor de la intensidad de la lluvia. Para el área de proyecto
 P = Pendiente del terreno
 b = Factor de erodabilidad del suelo. Para el área de proyecto

Secciones transversales de las terrazas tipo.

Las secciones se caracterizan por la base amplia, que es la pendiente dada al terreno; se proponen taludes de relación 0.75:1 en cortes de roca y 3:1 en suelo o terraplén; construcción de bancales a contra pendiente de 0.5 % y base de 3.0 m, para control de las aguas y de la erosión hídrica.

Sección tipo. (Ver plano 5/6 y 6/6). La cual muestra las características de los bancales y las terrazas, sus taludes y contra pendientes. Dependiendo del sitio, se construirá un talud y/o bancal, según plano de diseño, con las características específicas en los cuadros de terrazas.

Superficie de terrazas.

El sitio de proyecto presenta una superficie total de 75.00 ha (Ver cuadro B.4), las cuales se distribuyen de la siguiente forma:

Cuadro B.4 Superficie de terrazas.

TERRAZA	SUPERFICIE (ha)	TERRAZA	SUPERFICIE (ha)
Terraza No 1 Bancales 1	1.688	Terraza No 2 Bancales 2	19.256
Terraza No 3 Bancales	3.728	Terraza No 4 Bancales 1	5.128
Terraza No 4a Bancales 1	3.628	Terraza No 5 Bancales 4	6.654
Terraza No 6 Bancales	1.688	Terraza No 6a Bancales 1	<u>1.844</u>
Terraza No 7 Bancales 1	0.876	Total 7 terrazas	<u>45.738</u>
		Terreno natural	29.264
		Total Proyecto	75.002

Desglose de superficie de terrazas.

	Superficie (ha)	Sup. Acumulada (ha)
Área terraceda	37.543	37.543
Bancales	1.557	39.100
Taludes	3.776	42.876
Terreno Natural	29.264	72.140
Cuerpos de Agua	2.862	75.002

TERRAZA TIPO No. I

Características de la terraza.

Área Total de la Terraza Tipo	1.688 ha
Ancho del Área Terraceable (Max.)	140.000 m
Longitud de la Terraza (Max.)	160.000 m
Coefficiente de Escorrimiento	0.300
Textura del Suelo (Media)	2.000
Profundidad del Suelo Mínima	0.250 m
Lluvia Máxima en 24 hr	9.150 cm
Pendiente Interna Propuesta de la Terraza	0.5-1.0 %
Factor de Intensidad de Lluvia	0.210
Erodabilidad	0.370
Capacidad de Almacenamiento	420.000 l/ml

Bancales.

Altura Total de Bancales	10.00 m
Base Total de Bancales	10.50 m
No. de Bancales	1.00
Altura del Bancal	5.00 m
Base del Bancal	3.75 M
Talud de Bancal	0.75:1

Característica del Talud.

Altura del Talud	5.00 m
Ancho de Base	3.75 m
Relación de Talud	0.75:1

TERRAZA TIPO No. II

Características de la terraza.

Área Total de la Terraza Tipo	19.256 ha
Ancho del Área Terraceable (Max.)	232.500 m
Longitud de la Terraza (Max.)	976.000 m
Coefficiente de Escurrimiento	0.300
Textura del Suelo (Media)	2.000
Profundidad del Suelo Mínima	0.250 m
Lluvia Máxima en 24 hr	9.150 cm
Pendiente Interna Propuesta de la Terraza	0.5-1.0 %
Factor de Intensidad de Lluvia	0.210
Erodabilidad	0.370
Capacidad de Almacenamiento	697.500 l/ml

Bancales.

Altura Total de Bancales	10.00 m	15.00 m
Base Total de Bancales	10.50 m	17.25 m
No. de Bancales	1.00	2.00
Altura del Bancal	5.00 m	5.00 m
Base del Bancal	3.75 m	3.75 m
Talud de Bancal	0.75:1	0.75:1

Característica del Talud.

Altura del Talud
Ancho de Base
Relación de Talud

TERRAZA TIPO No. III

Características de la terraza.

Área Total de la Terraza Tipo	3.728 ha
Ancho del Área Terraceable (Max.)	150.000 m
Longitud de la Terraza (Max.)	248.000 m
Coefficiente de Escurrimiento	0.300
Textura del Suelo (Media)	2.000
Profundidad del Suelo Mínima	0.250 m
Lluvia Máxima en 24 hr	9.150 cm
Pendiente Interna Propuesta de la Terraza	0.5-1.0 %
Factor de Intensidad de Lluvia	0.210
Erodabilidad	0.370
Capacidad de Almacenamiento	450.000 l/ml

Bancales.

Altura Total de Bancales
Base Total de Bancales
No. de Bancales
Altura del Bancal
Base del Bancal
Talud de Bancal

Característica del Talud.

Altura del Talud
Ancho de Base
Relación de Talud

TERRAZA TIPO No. IV

Características de la terraza.

Área Total de la Terraza Tipo	5.128 ha
Ancho del Área Terraceable (Max.)	220.000 m
Longitud de la Terraza (Max.)	264.000 m
Coefficiente de Escurrimiento	0.300
Textura del Suelo (Media)	2.000
Profundidad del Suelo Mínima	0.250 m
Lluvia Máxima en 24 hr	9.150 cm
Pendiente Interna Propuesta de la Terraza	0.5-1.0 %
Factor de Intensidad de Lluvia	0.210
Erodabilidad	0.370
Capacidad de Almacenamiento	660.000 l/ml

Bancales.

Altura Total de Bancales	10.00 m
Base Total de Bancales	10.50 m
No. de Bancales	1.00
Altura del Bancal	5.00 m
Base del Bancal	3.75 m
Talud de Bancal	0.75:1

Característica del Talud.

Altura del Talud	5.0 m
Ancho de Base	3.75 m
Relación de Talud	0.75:1

TERRAZA TIPO No. IV a

Características de la terraza.

Área Total de la Terraza Tipo	3.628 ha
Ancho del Área Terraceable (Max)	94.000 m
Longitud de la Terraza (Max)	384.000 m
Coefficiente de Escurrimiento	0.300
Textura del Suelo (Media)	2.000
Profundidad del Suelo Mínima	0.250 m
Lluvia Máxima en 24 hr	9.150 cm
Pendiente Interna Propuesta de la Terraza	0.5-1.0 %
Factor de Intensidad de Lluvia	0.210
Erodabilidad	0.370
Capacidad de Almacenamiento	282.000 l/ml

Bancales.

Altura Total de Bancales	10.00 m
Base Total de Bancales	10.50 m
No. de Bancales	1.00
Altura del Bancal	5.00 m
Base del Bancal	3.75 m
Talud de Bancal	0.75:1

Característica del Talud.

Altura del Talud	5.0 m
Ancho de Base	15.00 m
Relación de Talud	3:1

TERRAZA TIPO No. V

Características de la terraza.

Área Total de la Terraza Tipo	6.654 ha
Ancho del Área Terraceable (Max.)	118.000 m
Longitud de la Terraza (Max.)	1,004.000 m
Coefficiente de Escorrimento	0.300
Textura del Suelo (Media)	2.000
Profundidad del Suelo Mínima	0.250 m
Lluvia Máxima en 24 hr	9.150 cm
Pendiente Interna Propuesta de la Terraza	0.5-1.0 %
Factor de Intensidad de Lluvia	0.21
Erodabilidad	0.37
Capacidad de Almacenamiento	354.00 l/ml

Bancales.

Altura Total de Bancales	10.00 m	25.00 m
Base Total de Bancales	10.50 m	30.75 m
No. de Bancales	1.00	4.00
Altura del Bancal	5.00 m	5.00 m
Base del Bancal	3.75 m	3.75 m
Talud de Bancal	0.75:1	0.75:1

Característica del Talud.

Altura del Talud	5.0 m
Ancho de Base	3.75 m
Relación de Talud	0.75:1

TERRAZA TIPO No. VI

Características de la terraza.

Área Total de la Terraza Tipo	2.936 ha
Ancho del Área Terraceable (Max.)	100.000 m
Longitud de la Terraza (Max.)	252.000 m
Coefficiente de Escurrimiento	0.30
Textura del Suelo (Media)	2.000
Profundidad del Suelo Mínima	0.250 m
Lluvia Máxima en 24 hr	9.150 cm
Pendiente Interna Propuesta de la Terraza	0.5-1.0 %
Factor de Intensidad de Lluvia	0.210
Erodabilidad	0.370
Capacidad de Almacenamiento	300.000 l/ml

Bancales.

Altura Total de Bancales
Base Total de Bancales
No. de Bancales
Altura del Bancal
Base del Bancal
Talud de Bancal

Característica del Talud.

Altura del Talud
Ancho de Base
Relación de Talud

TERRAZA TIPO No. VI a

Características de la terraza.

Área Total de la Terraza Tipo	1.844 ha
Ancho del Área Terraceable (Max.)	46.000 m
Longitud de la Terraza (Max.)	334.000 m
Coefficiente de Escurrimiento	0.300
Textura del Suelo (Media)	2.000
Profundidad del Suelo Mínima	0.250 m
Lluvia Máxima en 24 hr	9.150 cm
Pendiente Interna Propuesta de la Terraza	0.5-1.0 %
Factor de Intensidad de Lluvia	0.210
Erodabilidad	0.370
Capacidad de Almacenamiento	138.000 l/ml

Bancales.

Altura Total de Bancales	10.00 m
Base Total de Bancales	10.50 m
No. de Bancales	1.00
Altura del Bancal	5.00 m
Base del Bancal	3.75 m
Talud de Bancal	0.75:1

Característica del Talud

Altura del Talud	5.00 m
Ancho de Base	3.75 m
Relación de Talud	0.75:1

TERRAZA TIPO No. VII

Características de la terraza.

Área Total de la Terraza Tipo	0.876 ha
Ancho del Área Terraccable (Max.)	61.000 m
Longitud de la Terraza (Max.)	140.000 m
Coefficiente de Escurrimiento	0.300
Textura del Suelo (Media)	2.000
Profundidad del Suelo Mínima	0.250 m
Lluvia Máxima en 24 hr	9.150 cm
Pendiente Interna Propuesta de la Terraza	0.5-1.0 %
Factor de Intensidad de Lluvia	0.210
Erodabilidad	0.370
Capacidad de Almacenamiento	183.000 l/ml

Bancales.

Altura Total de Bancales
Base Total de Bancales
No. de Bancales
Altura del Bancal
Base del Bancal
Talud de Bancal

Característica del Talud.

Altura del Talud	5.00 m
Ancho de Base	15.00 m
Relación de Talud	3:1

B.4.- Diseño de presas filtrantes.

Para la recarga de las pozas, se concentran los escurrimientos de la parte alta de la micro cuenca, a partir de dos arroyos de clase "Efímeras", sin nombre y que al llegar al sitio del proyecto, descargan en las pozas; por lo que los denominaremos arroyo Oeste y arroyo Este, que descargan a las pozas Poniente y Oriente respectivamente.

El volumen aportado por cada uno de estos arroyos es de 159.59 Mm³, para el arroyo Oeste, con un gasto de 3.98 m³/seg; mientras que para el arroyo Este es de 158.95 Mm³, con un gasto de 3.95 m³/seg.

El establecimiento de presas filtrantes lleva la finalidad de controlar el gasto de los volúmenes escurridos, a velocidades no erosivas; además de retener sedimentos y basura arrastrados por la corriente, procurando así una recarga de las pozas con el mínimo de contaminación de las aguas y el máximo control de las cárcavas o arroyos que las alimentan.

Características de las Presas.

Las presas filtrantes(Figura III) se diseñaron en base a la elección de cuatro tramos de los arroyos citados y seleccionando la sección tipo del tramo correspondiente; de esta manera se tienen las siguientes características de construcción:

Cuadro B.5. Presas filtrantes del arroyo Oeste.

Sección	Tramo	H ₁	H ₂	B ₁	B ₂	B ₃	Ld	B	e	
Sección									Transversal	
1	0+050	1.50	0.50	4.30	1.30	2.50	2.20	0.30	0.50	12.00
2	0+160	1.00	0.30	2.80	1.00	1.50	1.50	0.20	0.30	18.00
3	0+330	1.00	0.30	2.80	1.00	1.50	1.50	0.20	0.30	12.00
4	0+480	1.00	0.30	2.80	1.00	1.50	1.50	0.20	0.30	25.00

Cuadro B.6. Presas filtrantes del arroyo este.

Sección	Tramo	H ₁	H ₂	B ₁	B ₂	B ₃	Ld	B	e	
Sección									Transversal	
1	0+032	1.50	0.50	4.30	1.30	2.50	2.20	0.30	0.50	12.00
2	0+138	1.00	0.30	2.80	1.00	1.50	1.50	0.20	0.30	06.00
3	0+195	1.00	0.30	2.80	1.00	1.50	1.50	0.20	0.30	12.00
4	0+245	1.00	0.30	2.80	1.00	1.50	1.50	0.20	0.30	11.00

Donde:

- H₁ = Altura de presa (m).
- H₂ = Profundidad de cimentación (m).
- B₁ = Base de presa (m).
- B₂ = Talud aguas arriba (m).
- B₃ = Talud aguas abajo (m).
- Ld = Longitud delantal (m).
- B = Bordo delantal (m).
- c = Corona (m).

Espaciamiento unitario.

Las presas filtrantes se determinan a la pendiente y longitud del cauce, definiendo para cada arroyo, el número de presas estimadas, el número de presas a establecer alternativamente, es decir, una presa sí y otra no se construye en el primer año; lo anterior es con la finalidad de ver el funcionamiento de las presas y su eficiencia, de estabilizarse el cauce del arroyo, no es necesario construir el resto de las presas calculadas lo que se traduce en un ahorro económico.

Se anexan los perfiles de los arroyos y las secciones tipo calculadas para los gastos propuestos, en donde se presentan los siguientes datos:

Perfil Arroyo Este.

Presas filtrantes	22			
Presas alternantes	13			
Longitud de tramo	0+032	0+138	0+195	0+245
Pendiente de tramo	57.1 %	8.7 %	32.25 %	2.82 %
Espaciamiento unitario	4.4 m	14.3 m	3.2 m	50 m

Perfil Arroyo Oeste.

Presas filtrantes	31					
Presas alternantes	16					
Longitud de tramo	0+050	0+160	0+330	0+480		
Pendiente de tramo	34.5 %	12.5 %	3.31 %	5.66 %	8.51 %;	9.10 %
Espaciamiento unitario.-	4.5 m	9.1 m	50.0 m	16.7 m	14.3 m	12.5 m

Vertedor de excedencias.

Para el mejor control de los gastos máximos, se diseña el vertedor de excedencias, ubicado en el tercio medio de la sección transversal tipo, es decir, al centro de línea del arroyo; presentan las siguientes características:

Características del vertedor de excedencias.

Cuadro B.7. Arroyo Oeste.

SECCIÓN	Lv	Hd	Lb	e
1	4.00	0.80	0.20	0.50
2	6.00	0.60	0.20	0.30
3	4.00	0.60	0.20	0.30
4	8.00	0.60	0.20	0.30

Cuadro B.8. Arroyo Este.

SECCIÓN	Lv	Hd	Lb	e
1	4.00	0.80	0.20	0.50
2	2.50	1.05	0.20	0.30
3	4.00	0.80	0.20	0.30
4	3.50	0.85	0.20	0.30

Donde:

- Lv = Longitud vertedor (m)
- Hd = Carga sobre vertedor (m)
- Lb = Libre bordo (m)
- e = Corona (m)

B.5.- Estudio de restauración de la fertilidad del suelo.

1.- Diagnóstico del Área.

El estudio del medio físico de esta área (manifestación de impacto ambiental), reportó lo siguiente:

1.- El estudio de suelos en cuanto a su composición física y química, señala que los suelos dominantes en el área del proyecto son la asociación de unidades de suelo Feozem haplico (Hh) + Regosol eutrico (Re) y la asociación Feozem haplico + Litosol (I), los cuales tienen un buen grado de fertilidad, presentándose el problema de lo reducido del área para almacenamiento de suelo de despalme. Y en caso de que se continúe con la extracción de material geológico, poder tener la opción de aprovechar los volúmenes de suelo de despalme, en la restauración de la fertilidad del suelo.

2.- Durante la etapa de operación de extracción de material geológico (piedra) se han realizado acciones impactantes que repercuten en la presencia o ausencia de suelo, tales como:

- Alteración de la cubierta vegetal.
- Alteración de la cubierta terrestre.
- Alteración de la hidrología y drenaje superficial.
- Confinamiento de productos.
- Destino de residuos sólidos y escombros.

3.- Al realizar la operación de extracción de material geológico, se observa en el área que los factores más impactados en lo relativo a la tierra y suelo son: la geomorfología y topografía de dicha área, el perfil y horizontes del suelo, las características físicas del suelo, las características químicas del suelo, se detectó erosión hídrica y se ha deteriorado la calidad para usos agrícolas de las áreas a donde se realizó esta actividad.

En cuanto a usos del territorio se observa que se ha reducido el uso del suelo para actividades agrícola-ganaderas, se ha reducido el potencial en cuanto a minas de piedra y disminución de la superficie de zonas verdes, las cuales eran explotadas hace años.

En cuanto a la economía y población, se presenta un cambio drástico del valor del suelo y se sustituye parcialmente el valor sustentado de producción en cuanto a actividades agrícolas y pecuarias con el incremento del ingreso por explotación del material geológico (piedra).

En lo relativo al medio perceptual se presenta una relevante pérdida del paisaje natural.

B.6.- Propuesta de restauración.

Todo lo anterior reclama la necesidad de conjuntar los esfuerzos de propietarios, promoventes y autoridades competentes a fin de realizar un proyecto integral de restauración del área, en el cual en lo relativo al Recurso Natural suelo se plantea:

1.- Definir sobre la base de volúmenes potenciales disponibles del material geológico, al abandono del área, la señalización de cotas de nivel que permitan definir terrazas y bancales expofeso para el proyecto de restauración ecológico.

2.- El no haber realizado confinamientos del material de despalme, presenta la problemática de no contar con la cantidad mínima requerida para cubrir el área con tierra vegetal, cuando menos con una profundidad de 20 cm de suelo, lo cual marca la necesidad de contar de cuando menos con 2,000 m³/ha de este material

Si se realiza una estimación de una superficie a restaurar o reincorporar suelos de 70 ha, se necesitarán 140,000 m³ de suelo, desgraciadamente no se tiene en existencia en su totalidad.

A falta de suelo se plantea utilizar como alternativa el material resultante del proceso de producción de gravas, revistiendo con este material una capa de 25 cm de profundidad al piso de terraza o bancale dejado al abandono del área, considerando las características físicas y químicas de este material (ver Cuadro B.9).

Sobre este material se depositaría una capa de 10 cm de suelo vegetal enriquecido con material orgánico (estiércol, composta, casting de lombriz), a fin de restablecer en forma rápida la microflora de suelos, del cuál se ocuparían 1,060 m³/ha.

Si se quisiera reincorporar estos suelos a la agricultura, para el caso que nos ocupa, se plantea un uso futuro como actividad industrial no contaminante y recreativo para el caso de las pozas. Por ello se requerirá implantar una vegetación de gramíneas de porte medio que permita estabilizar los taludes, bancales y terrazas, por lo que se recomienda que el sustrato en el que se establezca dicha vegetación deberá llevarse al 0.5 % de Materia Orgánica, lo que requerirá una aplicación de 6.5 ton/ha de abonos orgánicos (composta, estiércol, etc.).

Se recomienda como época de aplicación de los materiales orgánicos 3 meses antes de la siembra de las gramíneas a establecer.

3.- Para la estabilización del suelo se propone establecer arbolados y pastos en las terrazas y bancales, que atiendan a un modelo de reconstrucción paisajista, con posibilidad de área recreativa y uso industrial sin contaminación.

4.- Se hace necesario contar con apoyo de agua para riego, hasta asegurar que la repoblación vegetativa del área no tenga algún riesgo por sequía en condiciones naturales.

Cuadro B.9. Resultado de análisis físicos y químicos realizados a dos muestras de residuos del cribado de gravas.

Profundidad	PH	Mat. Org %	TEXTURA			Clasificación Textural	DENSIDAD		CIC *	NUTRIENTES							Color del suelo	
			a	L	Y		Apar g/cc	Real g/cc		N NO ₃	N NH ₄	P	K	Ca	Mg	Mn	Seco	Humedo
0-20	9,1	0,06	82,3	10	7,72	A/F	1,528	2,69	13,46	M	M	M	A	M	M	M	5Y6/1	5Y3/1
0-30	8,9	0,2	77,3	14	8,72	A/F	1,636	2,72	17,69	M	M	M	A	A	M	B	5Y5/1	5Y2,5/1

meq/100 g

A/F = Arena / Franca

A = Alta

A = Arena

M = Media

L = Limo

B = Baja

Y = Arcilla

Establecimiento de coberturas vegetales.

La vegetación que se encontraba en el área del proyecto antes de que fuera eliminada por actividades antrópicas, como la agricultura, la ganadería, asentamientos urbanos y principalmente, extracción de material geológico, etc.; eran el Bosque Caducifolio Espinosos y la Selva Baja Caducifolia.

Actualmente estas comunidades presentan 2 sucesiones vegetales provenientes principalmente de la Selva Baja Caducifolia y son: Matorral Alto Subinorme y Pastizal Inducido.

En el área del Bosque Caducifolio no se establece una comunidad secundaria ya que dicha superficie actualmente está ocupada por agricultura y asentamientos humanos, encontrándose algunos relictos en los caminos y en la división de parcelas y algunos lugares donde se dejó de cultivar, se desarrollan herbáceas principalmente arbóreas.

A continuación se describen las sucesiones secundarias Pastizal Inducido y Matorral Alto Subinorme. Estos en el área del proyecto presentan una distribución irregular pues se distribuyen en manchones a través de taludes o montículos donde se dejó algún suelo o no se aprovechó el material geológico ya que debido al tipo de aprovechamiento y el sustrato del subsuelo que es roca, el impacto sobre el recurso fue muy severo.

Pastizal Inducido. Esta comunidad vegetal es una sucesión secundaria formada principalmente por gramíneas amacolladas y cespitosas de talla mediana, que se presenta en forma irregular en toda el área, aunque se pueden observar superficies más extensas en la parte norte del área en los promontorios de las torres de la C. F. E. y cerca del área de la quebradora de CALCA; por lo demás las gramíneas se encuentran en toda el área, en los taludes rocosos, en las oquedades con algo de suelo. Las principales especies son: *Cynodon dactylon*, *Rynchelytrum repesn*, *Eragrostis pectinacea*, *Paspalum humboldtianum*, *Digitaria sanguinalis*, *Eleusine indica*, *Aristida* spp, *Hilaria ciliata*, *Bouteloua repens*, *Chloris virgata*, *Chloris gayana*; así como: *Tagetes* sp, *Portulaca oleracea*, *Cyperus entretrianus*, *Senecio salignus*, *Amaranthus hibridus* y *Argemone*

ochroleuca. Se pueden observar algunas especies arbustivas como: *Verbesina greenmanii*, *Tecoma stans*, *Acacia farnesiana*, *Anona longiflora*, *Baccharis salicifolia* y *Nicotiana glauca*.

El promedio de las coberturas, se cita en el cuadro A.11. En la que como se puede observar la cubierta vegetal no es la deseable pero nos permite una protección del suelo.

Así mismo, cabe mencionar que la mayor parte de especies de zacates y arbustivas se consideran malezas por lo que sólo se puede señalar como especies primarias el *Paspalum humboldtianum*, *Aristida sp*, *Hilaria ciliata*, *Bouteloua repens*, *Tecoma stans*, *Anona longiflora*.

Matorral Alto Subinerme. Esta comunidad vegetal está constituida principalmente por arbustos altos y árboles bajos, la mayoría de ellos sin espinas, presentándose árboles dispersos mayormente en el área más retirada de la explotación.

Esta comunidad vegetal, como ya se dijo, proviene de la Selva Baja Caducifolia y es una sucesión más avanzada de esta comunidad ya que se encuentra principalmente en las partes más altas del noroeste del predio, que fueron las menos afectadas por la actividad extractiva.

Cabe mencionar que en estas áreas existen algunos árboles pequeños y grandes introducidos como la *Casuarina equisetifolia*, *Salix bomplandiana*, *Psidium guayaba*; existen también arbustos y árboles bajos como la *Anona longiflora*, *Lysiloma acapulcensis*, *Phithecellobium dulce*, *Bursera bipinata*, *Leucaena esculenta*, *Hyptis albida*, *Vitex mollis*, *Tecoma stans*, que son especies de la comunidad primaria; se encuentran también otras especies consideradas como invasoras como la *Acacia farnesiana*, *Baccharis salicifolia*, *Verbesina greenmanii*, *Thitonia tubaeformis*, *Senecio salignus*, *Solanum madrense*, *Solanum americanum*, *Glinus radiata*, *Lantana hirsuta*, *Verbesina croccata*, *Verbesina bipinnatifida*, *Xanthium strumarium*; se detectó en el estrato arbense gramíneas de los géneros *Bouteloua*, *Chloris*, *Aristida*, *Rynchelytrum*, *Cynodon*.

Las coberturas de esta comunidad se citan en el cuadro A.12:

La cobertura arbórea va decreciendo a medida que se desciende rumbo al área de extracción y aumentando las arbustivas, las consideradas como malezas, así como también aumentando la proporción del área desnuda y la de piedra; por lo que se puede considerar que estas áreas ocupadas por esta comunidad mantienen una estabilización del suelo bastante aceptable.

Por lo que respecta al Bosque Caducifolio Espinoso, solo se encontraba distribuido en las partes más bajas al sur del área del proyecto y que actualmente, todavía se encuentra agricultura de temporal quedando relictos de esta comunidad como son el mezquite *Prosopis laevigata* y guamúchil *Pithecellobium dulce* en los caminos y linderos de las parcelas.

Las especies que fueron colectadas en el área del proyecto se citan en el apéndice A.2.5 en base a las cuales se hace las siguiente recomendaciones:

Establecimiento de la cubierta vegetal del predio en cuestión, comprende cuatro fases:

- 1.- Establecimiento de la cubierta vegetal de herbáceas en los taludes naturales y de bancales.
- 2.- Plantación en los bancales.
- 3.- Establecimiento de una cubierta vegetal de herbáceas en las terrazas.
- 4.- Reforestación en terrenos naturales del proyecto.

1.-Establecimiento de la cubierta vegetal de herbáceas en los taludes naturales y taludes de bancales

Los taludes naturales del predio y los taludes de los bancales se van a revegetar con gramíneas y se encuentran distribuidos en todas las terrazas del proyecto de abandono y totalizan una superficie de 3.77-60 ha. Las pendientes de éstos varían de 0.75:1 a 3:1.

Para la estabilización de los taludes se requiere implantar una cubierta de herbáceas a base de gramíneas; las características de los bancales y taludes en estos terrenos presentan dificultades severas para el establecimiento de una cubierta vegetal ya que la mayor parte de ellos presentan pendientes muy fuertes y algunos no presentan suelo, por lo que se requerirán para su implantación técnicas de hidrosiembra, además de que las especies tengan propiedades para resistir el estrés por sequía y la baja fertilidad del suelo.

En base a lo anterior se sugiere para implantar la cubierta vegetal del área anteriormente descrita el zacate *Rhynchelytrum repens*.

Siembra:

A los taludes y bancales que tengan pendientes 3 a 1 se le incorporará suelo de despalme o gravilla producto de la fracturación de la piedra de acuerdo a lo descrito en el Estudio de Restauración de la fertilidad de suelos y a los taludes y bancales que presenten pendientes fuertes .75 a 1 se utilizará el método de hidrosiembra.

Fertilización:

Se recomienda incorporar al suelo de los taludes que tengan pendiente más suave 6.5 ton de composta o de gallinaza cuando menos 3 meses antes de la época de lluvia.

Se deberá aplicar 50 unidades de Nitrógeno un mes después de que emergió el pasto, para los taludes de menor pendiente, al suelo también se le pondrá un acolchado de rastrojo de maíz o sorgo de 6 a 8 cm de espesor después de haber depositado la semilla de pasto, con el objeto de retener suelo y la semilla.

La fertilización de los taludes de los bancales de mayor pendiente (0.75:1) se realizará por medio de fertilizante foliar a razón de 10 unidades de Nitrógeno cada 5 días cuando menos durante el primer temporal de lluvias de su implantación, en el mercado se venden productos de fertilizantes foliares ya formulados.

Siembra:

La siembra se realizará al voleo con una densidad de 7 kg de semilla pura viva por ha por lo que se requerirán 27 kg por ha.

Hidrosiembra:

La peletización que consiste en envolver una semilla en materiales adherentes y aglutinantes utilizando una peletizadora, los aglutinantes tienen el objetivo de proveer humedad y nutrientes a las semillas y los adherentes de fijar a las mismas en el suelo.

Para lo hidrosiembra en campo se utiliza una aspersora con motor y rejillas adaptables a los tamaños de las peletas. Se recomienda además, que las peletas lleven un adherente para que se fijen en el talud y se utilizará la misma densidad de siembra.

2.- Plantación y establecimiento de la cubierta vegetal de herbáceas en los bancales

Plantación:

Las especies recomendadas para la plantación en los bancales, que tendrán una anchura de 3 m y que se encuentran en toda el área de bancales, agregándoles su correspondiente suelo de despalme o en su caso gravillas y arenas producto de la fracturación de la piedra y en base a la inaccesibilidad de algunos de estos bancales se proponen especies de porte bajo y medio que no requieren más que el agua de lluvias para su desarrollo, siendo las siguientes:

Nopal para verdura *Opuntia ficus-indica*.

Colorín *Erythrina flavelliformis*.

Ozote o casahuate *Ipomoea arborescens*.

Cacalósúchil *Plumeria rubra*.

3.- Establecimiento de una cubierta vegetal de herbáceas en las terrazas.

El motivo del establecimiento de una cubierta vegetal de herbáceas es la estabilización de éstas mientras se ponen en marcha los proyectos industriales de bajo impacto y los recreativos con las especificaciones prescritas que marquen dichos proyectos. Las pendientes de estas terrazas en su mayor parte varían de 0.5 al 1 % por lo que se requerirá la incorporación de suelo de despalme o en su defecto gravillas y arena producto de la fragmentación de la piedra, de acuerdo a lo especificado en el estudio de restauración de la fertilidad del suelo.

Por lo anterior se sugiere que esta cubierta vegetal se establezca en base al zacate Rhodes Chloris gayana.

Esta gramínea es una especie perenne de tallos hasta de 1.5 cm de alto, habitualmente estoloníferos algunas veces amacollados erectos, su reproducción es por semilla. Introducido de África como forrajero esta especie se ha escapado de las praderas y es frecuente encontrarlo como una especie ruderal, en terrenos degradados y en bancos de material abandonados. Crece bien en climas cálidos subhúmedos y semicálidos subhúmedos con precipitaciones que varían de 500 a 1,200 mm al año; se ha utilizado con buenos resultados en cultivos de cobertura.

Fertilización.

Como ya se mencionó se recomienda incorporar al suelo 6.5 ton de composta o gallinaza por ha, en el mes de marzo o abril.

Además se deberá aplicar 50 unidades de Nitrógeno un mes después de que emergió el pasto, aproximadamente 30 kg de Urea por ha. También, al suelo se le pondrá un acolchado de rastrojo de maíz o sorgo de 6 a 8 cm de espesor después de haber depositado la semilla del pasto.

Siembra.

La siembra se realizará al voleo al comienzo del temporal de lluvias, con una densidad de siembra de 6 kg de semilla pura viva por ha. Por lo que se requerirá la cantidad de 225 kg.

4.- Reforestación en terrenos naturales del proyecto.

La reforestación en áreas naturales del proyecto tiene como objetivo el dotar de una cobertura arbórea a estas áreas que fueron despalmadas, algunas, y otras tienen confinado grava y/o gravilla. Estas áreas se encuentran en el norte de la poza más grande y al sur de la quebradora de Concretos de Alta Calidad.

En la primera de estas áreas se encuentran árboles de varias especies pero principalmente guamúchil *Pithecellobium dulce*, con una cobertura del 29.69 % y en la parte sur de la quebradora los árboles que dominan son el mezquite *Prosopis laevigata* y el guamúchil; por lo que se recomienda la reforestación con estas dos especies. La reforestación se realizará en las partes abiertas siguiendo el siguiente diseño:

Diseño de la reforestación:

La distancia entre los árboles será de 10 m, siguiendo las curvas de nivel. También cada 10 m cuando la curva sufra una gran separación es conveniente intercalar uno y en caso de que ésta se cierre se elimina uno de ellos.

Diseño y Tratamiento de la cepa:

Se marcará el lugar donde se abrirá la cepa de acuerdo a las medidas siguientes. Se perforarán las cepas a una profundidad de 60 cm y a una anchura aproximada de 40 cm.

El material procedente de tales cepas será enriquecido con gallinaza en una proporción de 3:1, parte de esta mezcla será colocada en el fondo de la cepa y sobre ella se colocará la planta, retirando previamente la bolsa de plástico que la contiene; la planta que se obtenga del vivero deberá ser de entre 60 a 80 cm de altura. El resto de la mezcla de suelo-gallinaza se emplea para terminar de llenar la cepa con la planta.. El cajete se formará con la tierra de la cepa sobrante, formando un círculo de aproximadamente 1 m de diámetro.

A continuación se describen las especies que se proponen para la reforestación:

Mezquite *Prosopis laevigata*.

Guamúchil *Pithecellobium dulce*.

B.7.- Acuicultura.

Análisis de calidad de agua contenida en las pozas.

En el presente se propone la creación de un área recreativa a partir de las pozas ya formadas por la extracción de material pétreo. Esta área incluye un proyecto de prefactibilidad para la producción de peces; para lo anterior se requirió de un análisis de calidad de aguas que sirvió de apoyo para la propuesta que se plantea (Ver cuadro B.12 y B.13). Las pozas en cuestión son dos fosas ubicadas al oriente y poniente del predio, con una superficie al espejo de agua de 1.04 ha y 1.45 ha, respectivamente.

Resultados.

La charca permanente número uno ubicada aproximadamente 300 m al norte de las oficinas de la compañía, tiene un área aproximada de 1.456 ha, una entrada de agua con un gasto aproximado de 6.72 l/s como valores máximos, proveniente de un manantial, se ubica aproximadamente a 15-20 m sobre el nivel de la charca, es retenida en un área natural de aproximadamente 0.25 ha, no existen canales de aguas negras o residuales drenando hacia esta zona, debido a la construcción de un drenaje aguas arriba, asegurando con ello una buena calidad del agua. El agua continua su flujo y cae en cascada a la charca asegurando un buen aporte de oxígeno. A esta charca asiste un gran número de vecinos de la localidad a pescar para mejorar su dieta diaria.

Se estima profundidad de 20 m.

Cuadro B.10. Resultados del muestreo realizado en la charca I. Las charcas no tienen ninguna salida de agua.

Parámetros	Fechas		Observaciones
	15/09/95	16/09/95	
Temperatura ambiente	27 °C	24 °C	El 15 de septiembre se muestreó a las 16:00 hr y el 16 a las 8.30 hr.
Temperatura superficial	26 °C	24 °C	
Temperatura de fondo	25.5 °C	24 °C	
Transparencia	1.0 m	0.90 m	
Alcalinidad parcial	0	0	
Alcalinidad Total	480 ppm	586 ppm	
CO ₂	No detectada		
pH	9.00	8.5	
Oxígeno disuelto	8.8 ppm	7.8 ppm	
Nitratos	0.88 ppm	0.88 ppm	
Fosfatos	0.88 ppm		

La charca No. 2 ubicada aproximadamente 500 m al oriente de la No. 1, cuenta con 1.04 ha de área con un aporte de agua de 4.65 m³/s aproximadamente, Como gasto máximo de agua. El agua proviene de un manantial que cae directamente en la charca en forma de cascada.

Cuadro B.11 Resultados del análisis de calidad del agua de la charca No. 2

Parámetros	Fechas		Observaciones
	15/09/95	16/09/95	
Temperatura ambiente	34 °C	20 °C	El 15 de septiembre se muestreó a las 15:30 hr. y el día 16 a las 9:30 hr.
Temperatura superficial	27 °C	24 °C	
Temperatura de fondo	26 °C	23 °C	
Transparencia	0.55 m	0.90 m	
Alcalinidad Parcial	0.88 ppm	0	
Alcalinidad Total	472 ppm	480 ppm	
CO ₂	No detectada		
pH	8.50	9.0	
Oxígeno disuelto	11.2 ppm	6.80 ppm	
Nitratos	0.88 ppm	0.88 ppm	
Fosfatos	0.44 ppm		

En ambos sitios se colectaron peces de las siguientes especies: *Guddea atripinis*, *Xiphophorus* sp., *Chaplichthyes encaustos*, *Poeciliopsis infas*, *Cyprinus corpio* y *Oreochromis aereus*.

B.8.- Instalación y operación de granja piscícola-recreativa.

Objetivos.

Diseñar la función de producción óptima que mejor utilice los recursos disponibles en la producción de peces tilapia y carpa, de talla comercial.

Presentar el tamaño, proceso técnico, la localización, la obra física, la organización, el calendario y el análisis de costos para la función de producción.

Demostrar la viabilidad técnica del proyecto "Instalación y operación de la granja piscícola-recreativa en el BMG, objeto de estudio".

Introducción y antecedentes.

La charca permanente No. 1, referida en el documento "Informe técnico respecto a la calidad del agua en dos charcas permanentes en San Martín de las Flores, Tlaquepaque, Jalisco". (Sep. 1995), será el área a que este estudio técnico está referido. Tiene un área de aproximadamente 2.5 ha.

En relación a las condiciones climáticas se ha reportado en este Estado una precipitación media al 70 % de probabilidad, de 1,031.6 mm, la evaporación anual, al 70 % de probabilidad, de $>2,200 <1,854.9$ mm y la temperatura media anual de 20-22 °C.

Por otro lado A. Camacho (1995) ha reportado con condiciones buenas para la piscicultura de carpas y tilapias el lugar señalado.

Pesca (1982) en su "Manual Técnico para el Cultivo de Carpa", recomienda una densidad de siembra, para engorda, de 5 peces por 1 m², con un flujo de agua de 2 lt/seg y un régimen de alimentación del 3 % de la biomasa total, dos veces al día.

Ahora bien, las carpas y tilapias son más o menos adaptables a las mismas condiciones por lo que se pudiera pensar en un policultivo de carpas y tilapias con una densidad de carga de 1.0 carpas/1.0 tilapias/m² y el mismo régimen alimentario.

Tamaño.

El tamaño del presente proyecto está en función del volumen de producción en kg de pescado en un ciclo biológico, por área de la charca. Esto es, en las 2.5 ha se pueden sembrar, sin ningún riesgo de sobrepoblación 25,000 crías de carpa de 10 cm y 25,000 de crías de tilapia de 10 cm, que con una tasa de crecimiento mínima esperada de 20 mm mensuales y una relación peso-longitud esperada de $W = 0.025 L^{2.9}$ para carpas y tilapias se usa una tasa de crecimiento mínima esperada de 15 mm/mes, $W = 0.0172 L^{3.1}$,

se obtendrían al concluir el décimo mes una producción de 9,000 kg de carpa y 6,937.5 kg de tilapia.

Esto es así con una mortalidad esperada de 25 % y una densidad de siembra de 2 peces por metro cuadrado.

Proceso técnico.

Enseguida se describe el proceso técnico para seguir la producción de peces carpa y tilapia.

La obtención del pie de cría deberá hacerse bajo solicitud a la Delegación Federal de Pesca en el Estado; quien dictaminará el número de crías que puede donar, el faltante deberá ser obtenido en el medio silvestre a través de colectores de huevo diseñados expofeso.

Las crías de carpas y tilapias obtenidas de la Delegación de Pesca serán depositadas en un estanque de cría de una dimensión de 10 x 30 x 1.20 m. Su nutrición será con alimento balanceado para crías. Cuando hayan alcanzado la talla apropiada serán sembrados en el charco acondicionado de 2.5 ha.

Los huevos colectados serán depositados junto con los colectores en una pileta de incubación con aireadores hasta su eclosión. De 3 a 6 seis después de su eclosión las crías serán depositadas y alimentadas en el estanque de crías anteriormente mencionado, y de ahí transferirlas a las pozas.

Las pozas permanentes serán fertilizadas con alimento orgánico cerdaza o gallinaza a razón de 200 kg/ha.

Diariamente se verificarán los parámetros fisicoquímicos del agua, a efecto de tener un mejor control de los requerimientos piscícolas, a una hora determinada que sea siempre la misma y preferentemente a las primeras horas del día.

El alimento complementario a proporcionar deberá tener un nivel apropiado de proteínas, de acuerdo al desarrollo de los peces y deberá ser proporcionado a una taza de 3-5 % de la biomasa total.

La cosecha se realizará al otorgamiento de derecho de pesca a los visitantes. Las artes de pesca podrán ser caña de pescar.

Obra física.

- * Camino de acceso
- * Estanque rústico de 10 x 30 x 1.20 m
- * Piletas de incubación de concreto de 3 x 5 x 2.00 m
- Charca condicionada de forma irregular, con una profundidad de 2 a 3 m y de pendiente suave

- Atracadero de madera con pilotes de concreto para 4 embarcaciones
- Tejaban con 4 asadores
- Margen de la charca arbolado (sauces y álamos)
- Canal de entrada de agua (acequia) para un flujo mínimo de 6 lt/seg
- Almacén para alimento con capacidad para 20 ton mínimo
- Laguna de decantación de ¼ ha a 3 m del desnivel por arriba de la charca

Organización.

Se requiere de un responsable, jefe de producción y auxiliar piscicultor

Calendario (cronograma).

Se parte del supuesto de que obra física ya esta concluida.

ACTIVIDAD	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
OBTENCIÓN DEL PIE DE CRIA				■	■							
CRECIMIENTO HASTA 10 cm				■	■	■						
SIEMBRA EN CHARCA				■	■	■						
FERTILIZACIÓN				■	■	■						
ALIMENTACIÓN	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
COSECHA				■	■	■	■	■	■	■	■	■

COSTOS DE UN PROYECTO ACUÍCOLA

En el cuadro B.12 se sintetizan los costos directos que se tendrá que implementar en un proyecto de esta naturaleza, considerando la infraestructura existente.

Cuadro B.12 Análisis de costos en 1995.

Análisis de Costos	
1. Obtención de pie de cría	1,500.00
2. Alimento balanceado (20 ton)	40,000.00
3. Un auxiliar /año	18,666.00
4. Un Responsable de producción	26,666.00
5. Análisis fisicoquímicos (temperatura, pH, oxígeno)	2,592.00
6.- Fertilizante orgánico	800.00
TOTAL	87,632.00

*No incluye costo de obra física (costos al mes de septiembre de 1995).

En el punto No. 3 se calculó como salario \$1,400.00 mensuales, más 40 días de salario como aguinaldo, en el punto No. 4 un salario de \$2,000.00 al mes más cuarenta días de aguinaldo y en el punto No. 5 del costo de los equipos claves G-58902-10, G-58902-30 y G-58902-70 del catálogo Cole-Palmer Instrument-Company 1993-1994, pp. 1452.

La viabilidad técnica del presente proyecto se podrá demostrar solo en la práctica y al cabo de un ciclo de producción.

Al concluir el ciclo productivo se espera una producción total de 15,937.5 kg de pescado.

Conclusiones del proyecto acuícola

Los niveles de calidad del agua se acomodan bien para el cultivo de carpas y tilapias.

En el manual técnico para el cultivo de la carpa, de la carpa de la Secretaría de Pesca, se establecen los parámetros físicos y químicos óptimos para el crecimiento de la carpa de la siguiente manera:

- Temperatura de 22° C con un rango de 4° C.
- PH de 7.5 a 8.0
- Oxígeno disuelto de 5 a 7 ppm

La productividad es reflejada a manera indirecta por los altos niveles de transparencia que es poca para soportar algún nivel de explotación redituable.

Recomendaciones al proyecto acuícola.

Introducir crías de carpa y/o tilapia de una talla de 10 cm y 8 cm respectivamente, con una densidad de un pez por metro cuadrado.

Afinar taludes

Conservar el área del espejo del agua

Que no se modifiquen las condiciones del aporte de agua en ninguna de las dos charcas

Una vez establecido el cultivo deberá suministrarse alimento complementario para peces a un nivel apropiado

Tener un programa de siembras y cosechas

Se sugiere que parte del área de explotación de la pedrera se use con fines recreativos introduciendo flora representativa de la zona para embellecer el paisaje y conservar así mismo las especies existentes.

- El área aledaña a la fosa poniente deberá restaurarse y no dedicarse a la explotación de material geológico, en base a las características especificadas.
- El límite del Manifiesto de Impacto Ambiental en ampliación solicitada para 7.5 ha corresponde a parte de la terraza II y de las 1.5 ha corresponden a parte de la terraza V (ver plano proyecto de terrazas).
- Se proponen como alternativas de uso del suelo del proyecto, que la zona comprendida por la poza oriente y la terraza V así como la poza oriente y el terreno natural en su porción norte, se dediquen para áreas recreativas.
- El resto del área del proyecto que incluye la poza sur, se podrá dedicar a un uso industrial no contaminante, residencial de baja densidad (cercanía con Hotel El Tapatío), etc.
- La aplicación de la propuesta del presente proyecto, se deberá seguir con la secuencia acorde al avance de la vida útil del banco, iniciándose la restauración en aquellas áreas donde ya no se extraerá material y en aquellas denominadas “áreas naturales” estableciéndose la revegetación con el avance del temporal de lluvias.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

I.- En el presente trabajo se ha propuesto una metodología para recuperar un ecosistema alterado por la actividad de un banco de material geológico, mediante un proceso simultáneo de aprovechamiento - restauración.

En el estudio participo un equipo de técnicos de diferentes disciplinas que trabajaron en conjunto para estudiar los diferentes componentes del medio físico y de esta forma presentar un proyecto que considere las recomendaciones vertidas por los especialistas que en el intervinieron.

En forma resumida un proyecto de restauración debe de considerar lo siguiente:

Uso actual de suelo actual y propuesta de uso futuro del predio donde se ubica el BMG. Esto varía en cada BMG dado que en algunos la vida útil pueden ser mayor de 20 años y otros solo meses, considerando la vida útil del BMG y la tendencia de crecimiento de la zona habitacional, industrial, agrícola ó forestal, se debe de proyectar dejar el terreno conformado acorde con las necesidades o planeación del uso de suelo en el futuro.

Si el predio en estudio es un BMG ya trabajado determinar la condición ambiental del mismo para definir que elementos del medio físico están dañados y en que medida, para con esta base definir las medidas de mitigación necesarias a implementar a corto o largo plazo. De la misma forma definir que obras de restauración son necesarias de efectuar para la minimización de los impactos ambientales. Si el predio aún no se ha modificado, es necesario realizar un estudio de Impacto Ambiental para determinar las características del medio físico y las actividades impactantes que se darán en el mismo. En base a esto determinar la factibilidad ambiental del mismo y las medidas de mitigación necesarias.

Un punto importante en un proyecto de abandono es conocer la topografía existente (en banco nuevos o abandonados), ya que en base a esta se podrá conocer la vida útil del BMG las áreas donde es necesario realizar efectuar cortes o donde es necesario rellenar o efectuar modificaciones acorde con una propuesta de abandono.

La modelación del terreno se debe de dar de acuerdo a la propuesta de uso futuro del mismo predio, la modelación se puede efectuar mediante el uso de Sistemas de Información Geográficos (GIS) o paquetes de computo más sencillos como el surfer, el objetivo debe de ser, dar las pendientes adecuadas para evitar la rápida erosión de la superficie conformada, la adecuada conducción del agua y la preservación del suelo.

En el aspecto de hidrología, es necesario considerar que este tipo de proyectos modifican substancialmente la hidrología superficial y en ocasiones las zonas de recarga o descarga de los acuíferos. Estas modificaciones pueden generar amenazas de inundación, erosión o azolve a otros predios, puede también afectar a elementos como la fauna o la flora, por deficiencia o exceso de agua: este es uno de los aspectos

importantes a considerar en los proyectos de abandono, la conducción adecuada del agua.

En cualquier parte de la tierra existen riesgos naturales y antropogénicos, pero en diferentes grados, sin embargo si se esta considerando planear el futuro uso del suelo del predio convertido temporalmente en un BMG, este uso futuro debe de estar en base a los riesgos existentes en el, si el riesgo es bajo bastara considerar algunas medidas de mitigación, pero si es alto debe de condicionarse su uso.

Finalmente la vida útil de un BMG, esta en función de la demanda del material existente pero también de la maquinaria, personal e inversiones que se pongan a trabajar en el, por lo que es importante definir cual es el cronograma de actividades a realizarse porque en función del mismo se añadirán las medidas de mitigación necesarias para preservar el medio ambiente y minimizar los impactos ambientales que esta actividad puedan generar.

II.- Análisis de las características del medio físico de la localidad en estudio.

Subsistema Abiótico. El aire ha sido afectado básicamente por la emisión de polvos que se generan en los movimientos de tierra, extracción del material pétreo y en su trituración, incrementando la concentración de partículas suspendidas.

El ruido es otro factor presente en las fases de preparación del sitio y en la operación; está dado principalmente por el uso de maquinaria pesada y por el uso de explosivos.

El suelo ha sido afectado por sus características sobre todo en la fase de preparación del sitio, ya que se debe despallar el terreno para dejar al descubierto la roca a explotar, el mal almacenamiento y las pocas obras de preservación de este elemento prácticamente ha provocado que haya sido eliminado este factor.

El agua se ve afectada dado que se modifica la hidrología superficial original en las fases de preparación del sitio y operación del proyecto, en la localidad se han construido depresiones que han formado cuerpos de agua y esto ha modificando los sitios de recarga del somero y profundo acuífero.

Subsistema Biótico. La flora se ve afectada principalmente en la fase de preparación del sitio, porque como la capa de suelo fue removida esto altero la biomasa y cobertura en área de trabajo.

La fauna es otro factor que se ve impactado, sobre todo por la disminución de la flora que le sirve de alimento y protección. De igual manera los ruidos y la presencia de equipo y personal ahuyenta a la fauna al alterarse el hábitat natural.

Subsistema perceptual. El paisaje es un factor que fue modificado en relación al entorno al remover el suelo, modificar la morfología, hidrología y la vegetación por extracción del material rocoso. No obstante, que el paisaje original ya ha sido alterado con anterioridad por las labores agropecuarias y la urbanización.

Subsistema Sociocultural. El elemento que se ve alterado respecto al estado original es el empleo principalmente, tanto fijos como eventuales ya que se fomenta la inversión directa. Además indirectamente se favorece al sector de la construcción incidiendo en la calidad de vida de los pobladores. Los propietarios del predio reciben actualmente una renta fija por sus terrenos que supera lo que en antaño obtenían por cosecha, sin embargo de no darse la restauración el terreno será improductivo.

III.- Con relación de las amenazas naturales existentes en la zona de estudio existen las siguientes:

Sismicidad.

Esta localidad, se encuentra dentro de una faja que está considerada, históricamente, dentro del área de influencia de epicentros de sismos mayores a 6 en la escala de Richter, esta característica geológica no modifica la factibilidad de desarrollar el proyecto planteado, ya que su realización no implicaría la creación de un sinergismo, pero en el proyecto de abandono es necesario destacar estos antecedentes sísmicos debido a que se podría generar un sinergismo, de dejar taludes inestables, dado que estos podrían generar una amenaza antrópica y una alta vulnerabilidad para las estructuras que se edificarán en un futuro en esta zona, consecuentemente podría considerarse, de no tomar las medidas adecuadas, una zona de riesgo.

Deslizamientos y Derrumbes.

En forma natural dentro del predio antes de la extracción de material geológico no existía ningún talud con las características para sufrir un deslizamiento y/o derrumbe producto de fallas. Actualmente si existen varios lugares que antrópicamente se han dejado inestables por los cortes realizados lo cual puede representar una amenaza para la salud de los trabajadores o bien de la población que realice alguna actividad cercana a dichos taludes. Además es necesario considerar que los asentamientos humanos en un futuro próximo rodearán esta zona y podrían incluso asentarse peligrosamente sobre o bajo algún talud inestable como ha sucedido en otras partes de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Vulcanismo

La actividad volcánica asociada a esta zona es solo la relacionada con el volcán Colima considerado actualmente activo y con eventos históricos continuos, sin embargo no es factible pensar que los daños que puedan ocurrir en esta localidad con relación a una erupción paroxismal de alguno de ellos sean trascendentales. Con relación de la Sierra de la Primavera no existen fenómenos premonitorios que sugieran un próximo evento volcánico.

IV.- Se logro identificar y evaluar los impactos ambientales que los bancos de material causan y su área de influencia, estos son:

La mayoría de los impactos ambientales negativos se ubican en las fases de preparación y operación por lo que las medidas propuestas en el proyecto de

rehabilitación y aquellas de mitigación aquí propuestas minimizarán los impactos ambientales adversos.

En la fase de preparación del sitio los subsistemas abiótico, biótico y perceptual presentan un balance negativo: -445, -310 y -148 respectivamente, en tanto que el subsistema socio – cultural presentó un balance positivo (+9) ocasionado principalmente por la generación de empleos y la derrama de inversiones en el área; para esta fase se obtuvo un valor final de -894.

En la fase de operación de matriz de impactos, en los subsistemas abiótico, biótico y perceptual presentan un balance negativo (-126, -143 y -63, respectivamente), no así el subsistema sociocultural que arrojó un valor de +310, dado principalmente por la generación de empleos y la inversión realizada. Esta fase de operación reporta un balance final de -22.

En la fase abandono, la matriz de impactos produjo en los subsistemas abiótico, biótico, perceptual y sociocultural un balance positivo (+1,339, +826, +294 y +595, respectivamente) con un total positivo de 3,054, lo anterior dado por las actividades de beneficio, lo que equilibra el balance final del proyecto.

V.- Las actividades que se realizan son acordes, a las necesidades inmediatas de la población y del promovente en forma actual y a futuro, por lo que se cita a continuación:

Las características del área de extracción, así como su cercanía a la ciudad de Guadalajara, hacen factible el uso posterior a la extracción de material pétreo, encaminado a la recreación y al uso industrial no contaminante.

El predio cuenta con material pétreo suficiente en calidad y cantidad a explotarse y las compañías cuentan con el equipo y personal capacitado para llevar a cabo la explotación. En tanto que el presente estudio prevé los niveles y volúmenes de extracción adecuados para que sea viable económicamente y con factibilidad ecológica, que garantiza a seguir los planteamientos aquí señalados, que posterior a la explotación del área debe quedar restaurada de la manera siguiente:

El suelo será fértil.

Habrà vegetación nativa.

Los taludes estarán estables.

Las terrazas estabilizadas se podrán usar posteriormente.

Escenarios en unidades de paisaje rehabilitadas.

La hidrología regional no se verá afectada ya que los escurrimientos superficiales reabastecerán al acuífero, en tanto que los volúmenes a utilizar en los trabajos de explotación del material pétreo son mínimos y serán extraídas de las pozas que captan el agua de lluvia que se formaron por la actividad de extracción. Al abandono de las actividades de extracción las pozas pueden servir como elemento de rehabilitación del paisaje, recreación para visitantes y criadero de peces. La modificación de los cauces

superficiales garantizan el que dichas pozas mantengan un nivel aceptable de agua y con ello la continuidad de las actividades que aquí se realicen.

El uso a que se pretende destinar es el recreativo (en la zona de las pozas) y para uso industrial no contaminante, eliminando en lo posible un proyecto de uso urbano dada la actividad de extracción que se realizó.

La actividad de extracción de material pétreo es una fuente de empleo para la mano de obra existente en las áreas colindantes al banco de material, a la vez que es un recurso que va a satisfacer las necesidades de construcción de infraestructura urbana y vivienda en la zona metropolitana de Guadalajara.

VI.- Los problemas que pueden generar hacia la salud de la población si el banco de material es mal terminados o se da malos usos (basureros) posteriores a su aprovechamiento.

- Inconformidad social;
- Emisión de lixiviados y gases (metano);
- Hundimientos (en las habitaciones construidas sobre basureros);
- Inundaciones;
- Deslizamientos;
- Cambio de uso y valor del suelo;
- Impacto al paisaje;
- Desarmonías;
- Degradación de la calidad de vida salud e higiene;
- Corrosión de estructuras;
- Concentración de fuentes de contaminación microbiana.

VII.- Especificar las posibles medidas de mitigación acorde a los impactos, para minimizar estos.

La superficie total a restaurar es de aproximadamente 75 ha. En el proyecto se especifican la construcción de terrazas, banales, taludes, revegetación de éstas y obras de conservación de suelo y agua como canales, presas filtrantes principalmente.

Las medidas de mitigación con detalle son las siguientes:

1.- Cuando se despalde, solo se hará en el lugar que va a trabajar y el suelo (material de despalde) al removerse de su sitio se confinara durante el tiempo de explotación de un área específica del predio, para posteriormente ser regresado al sitio original como material de rehabilitación mientras se trabaja otra sección. Esta operación se repetirá hasta la etapa de abandono, en cada operación se debe, agregar el material vegetal removido para incrementar el nivel de materia orgánica y con ello la fertilidad de este suelo. Evidentemente el tiempo almacenado no puede ser mayor a un año, dado que perdería sus propiedades, principalmente de fertilidad. De suceder esto, será necesario tomar muestras de suelo para su análisis y determinación del volumen y calidad de los nutrientes necesarios para su mejoramiento.

2.- Dotar de cubierta vegetal las áreas específicas en apoyo las medidas mecánicas recomendadas en el proyecto de abandono, lo que influye tanto en la estabilización de las terrazas y áreas naturales. Como en la absorción de partículas suspendidas y elemento de amortiguamiento sonoro.

3.- Establecer un programa de adecuación y vigilancia de las normas de seguridad e higiene.

4.- Establecer y en su caso reforzar, el señalamiento al interior y exterior del área de explotación, cercas en las áreas de acceso restringido a personal no autorizado, normas de conducta en casos de accidentes o eventualidades, integradas a un plan general de emergencias, con rutas de evacuación y simulacros.

5.- Vigilar el cumplimiento del programa de mantenimiento de las trituradoras e instalaciones eléctricas reforzando las barreras de protección de los puntos de riesgo de estas áreas de trabajo.

6.- Establecer puntos fijos de reabastecimiento de combustible para equipo móvil, mediante el camión cisterna en el interior del banco. En caso de algún derrame se buscará que no afecte las reservas de agua, áreas reforestadas, áreas de trabajo como: oficinas, talleres, trituración o estación eléctrica.

7.- Establecer un programa de capacitación de las labores a realizar en la empresa, con el objeto de optimizar la calidad de la mano de obra (implementar la ISO 9,000 y la ISO 14,000 por ejemplo) y disminuir accidentes laborales.

8.- En lo posible en las nuevas actividades planteadas en el proyecto de restauración y rehabilitación del banco de material, se debe contratar al personal idóneo para tal fin, en lo posible considerar a aquellos que quedaron sin trabajo al concluir las actividades de explotación del material pétreo, mitigando así los problemas originados por el desempleo.

IX.- Finalmente se aplicó la metodología propuesta para la zona de estudio denominada "La Mesita y El Órgano", en un BMG de roca, el cual es de los más lentos en cuanto a avances de extracción de material y en consecuencia también en la modelación de la morfología lo cual es lo primordial para posteriormente hacer la aplicación de las restantes medidas de mitigación tendientes a restaurar el predio. Se estima terminar el proyecto de restauración en un lapso de 20 años. Existen convenios con el ayuntamiento para evitar que se de un uso de suelo a esta zona antes de terminar el proyecto en forma general.

En la elaboración de los anexos A y B trabajaron los siguientes especialistas:

Ing. *J. Francisco Calderón Calderón* (Área de edafología).

Biol. *Agustín Camacho* (Calidad de aguas y Proyecto de Factibilidad de producción de peces).

Ing. *Sergio H. Contreras Rodríguez* (Vegetación).

Ing. *Hector Frías Urena* (Cartografía computarizada).

Dr. *Eduardo López Alcocer* (Hidrología).

Ing. *Jacqueline Reynoso Dueñas* (Flora).

Ing. *Jorge Pedro Topete Angel* (Hidrología y restauración).

Pasante de Biol. *Natalia Amezcua Torres*.

Pasante de Biol. *Raúl Beltrán Palacios* (Vegetación).

Pasante de Biol. *Erika Berenice Echauri*.

Pasante de Biol. *Yolanda Escobedo Cervantes* (Vegetación).

Pasante de Ing. *Rafael Romero Luna* (Vegetación).

Pasante de Biol. *Hugo Heriberto Sandoval Sánchez*

Pasante de Biol. *Ma. Guadalupe Silva Ortiz* (Flora).

Pasante de Biol. *Thisbet Vargas Zarate* (Vegetación).

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

Banco Mundial 1992, Informe sobre el Desarrollo Mundial, 1992, Desarrollo y Medio Ambiente, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento.

Bedoy V. V. 1994, Antología “ Medio Ambiente y Desarrollo”, Dirección General Académica Universidad de Guadalajara. México.

Bifani P. 1997. Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad de Guadalajara. México

Colegio de Postgraduados, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1982. Manual de conservación del suelo y agua.. Chapingo, México.

Colegio de Postgraduados 1991. Manual de conservación del suelo y agua. CP-SARH-SPP. Chapingo, México

Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe 1991, nuestra Propia Agenda Sobre Desarrollo y Medio Ambiente. Banco Interamericano de Desarrollo Fondo de Cultura Económica Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.

Comisión Nacional del Agua – Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 1989. Manual de Clasificación Cartografía e Interpretación de Suelos con base en el Sistema de Taxonomía de Suelos.

Conesa F. V. 1993. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Levante. Ediciones Mundi-Prensa. España.

Consultora y Exploradora de Recursos Naturales. 1994. Estudios de análisis de Riesgo para determinar donde Instalar la Planta de Helados Bing. Informe Inédito.

Consultora y Exploradora de Recursos Naturales. 1994. Estudio de Riesgo para un fraccionamiento ubicado en la ribera de Chapala. Informe Inédito.

Consultora y Exploradora de Recursos Naturales. 1994. Estudio de Riesgo de una Gasolinera en Tuxpan, Jal. Informe Inédito.

Consultora y Exploradora de Recursos Naturales. 1994. Estudio para estabilizar una ladera con problemas de deslizamiento, en el Desarrollo turístico, El Tamarindo Cihuatlán, Jal. Informe Inédito.

Consultora y Exploradora de Recursos Naturales. 1994. Estudio para estabilizar una ladera con problemas de deslizamiento, en el desarrollo turístico, El Palomar, Tlajomulco de Zuñiga, Jal. Informe Inédito.

- Consultora y Exploradora de Recursos Naturales. 1995. Estudio de análisis de riesgo en las cañadas del desarrollo Turístico El Tamarindo, Cihuatlán, Jal. Informe Inédito.
- Consultora y Exploradora de Recursos Naturales. 1995. Estudio para el confinamiento de residuos de caolín, en el municipio de Sayula, Jal. Informe Inédito.
- Consultora y Exploradora de Recursos Naturales. 1996. Estudio geológico geohidrológico en el predio de San Gerardo, Ags. Determinación de posibilidad de hundimientos. Informe Inédito.
- Consultora y Exploradora de Recursos Naturales. 1996. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad General y Proyecto de Abandono para Concretos de Alta Calidad y Agregados. La Mesita y El Órgano. Jal. Informe Inédito.
- Consultora y Exploradora de Recursos Naturales. 1997. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad General, Para El Banco De Material Geológico "Diatomita Atotonilco El Bajo, Jal. Informe Inédito.
- Consultora y Exploradora de Recursos Naturales. 1997. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad General Para Concretos de Alta Calidad y Agregados. Planta la Piedrera, Tonalá Jal. Informe Inédito.
- Consultora y Exploradora de Recursos Naturales. 1998. Manifiesto de impacto Ambiental Modalidad General para la mina La Santa Cruz. Informe inédito.
- Corey O. G. 1988. Vigilancia en Epidemiología Ambiental. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Organización Panamericana de la Salud, Organización mundial de la salud, Metepec, México
- Delgado, H. 1991. Características de Rift de Chapala. Convención sobre la Evolución Geológica de México, Primer Congreso Mexicano de Mineralogía, Resúmenes, p.40
- Demant, A. 1978. Características del Eje Neovolcánico Transmexicano y sus problemas de interpretación. U.N.A.M. Revista del Instituto de Geología. Vol 2-2:178-187.
- Demant, A. and Vincent P. M.. 1978. A preliminary report on the comenditic dome and ash flow complex of Sierra La Primavera, Jalisco; Discussion: Univ. Nal. Auton. México, Inst. Geología, Revista del Instituto de Geología, Vol.2, p. 218-222.
- Diario Oficial de la Federación. 1994. Acuerdo por el que se establece el calendario para la captura, transporte y aprovechamiento racional de aves canoras y de ornato para la temporada 1994-1995, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 18 de julio de 1994.
- Diccionario General de la Lengua Española 1999. Enciclopedia Microsoft Encarta E.U. A.

Forest Agrology Organization, 1988. Soil Map of the World Revised Legend. World Resources Report 60. FAO, Rome, Reprinted as Technical Paper 20, ISRIC, Wageningen 1989.

García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía UNAM. México

Garibay Ch. G. 1997, Compiladora, Salud Ambiental, Retos y Perspectivas Hacia el Siglo XXI. Guadalajara. Universidad de Guadalajara, Centro universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. México.

Guía Forest Agrology Organization (FAO) 13/5 1990 Manual de Campo para la Ordenación de Cuencas Hidrográficas. Diseño y construcción de Caminos en Cuencas hidrográficas Frágiles. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma.

Hall, R. H. 1981. The Mammals of North America. John Wiley and Sons, New York, USA. Vols. 22, 1181 pp + 90, figs. 634, Maps 546.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1997, División Territorial del Estado de Jalisco de 1810-1995, Impreso en México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1995 Estadísticas del Medio Ambiente México 1994, impreso en México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1990. Jalisco, Sistema para la consulta de Información Censal (SCINCE) Resultados Definitivos, XI Censo General de Población y Vivienda 1990.

King, H. W. y Brater, E.F. 1962. Manual de hidráulica. DE. Uteha. México, D.F.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 1998, Decimoquinta edición actualizada, Editorial Porrúa.

Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 1990, Periodico Oficial del Estado, El Estado de Jalisco. Tomo CCC Sec. II, Num 49, Guadalajara Jal. México.

Mahood, G. A, 1981. Chemical evolution of a Pleistocene rhyolitic center: Sierra La Primavera, Jalisco, México. Contrib. Mineral. Petrol., 71.129-149.

Mateucci, S. D. y Colina, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Srio. General de la OEA. Programa de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington.

McVaugh, R. 1987. Flora Novogaliciana. The University of Michigan Press.

Ministerio de Obras Publicas y Transportes. 1992. Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico. Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones, España.

Nicmbro, R. A. 1986. Árboles y arbustos útiles de México. Limusa. México, D. F.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1978. Lecturas especiales sobre técnicas de conservación. Guía FAO CONSERVACION 4.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1990. Manual de Campo para la Ordenación de Cuencas Hidrográficas. Diseño y construcción de caminos en cuencas hidrográficas frágiles. Guía FAO CONSERVACION 13/5.

Orozco M. M. G, 1997 en Garibay Ch. G. 1997, Salud Ambiental, Retos y Perspectivas Hacia el siglo XXI. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. México.

Ortiz S. R. 1993, Problemática Geoambiental y Desarrollo. V Reunión Nacional de Geología ambiental y Ordenación del Territorio. Sociedad Española de Geología Ambiental y ordenación del Territorio. Murcia España.

Porta, M López-Acevedo, C. Roquero. 1994. Edafología para la Agricultura y el medio Ambiente. MP. Madrid, España.

Ribera G. E. C., Quesada V. O. y Arguedas N. J. L. 1988. Vulnerabilidad sísmica del sistema de tuberías del acueducto metropolitano de San José. (Primera etapa), CONACYT, MÉXICO & COMICIT, COSTA RICA.

Schreckenberk K, Hadley M, Dyer M. I, 1990, Management and Restoration of Human Impacted Resources, Approaches to Ecosystem Rehabilitation. United Nations educational, Scientific and Cultural Organization. Paris, France

Seoáñez C. M 1995. El Gran diccionario del medio ambiente y de la contaminación. Mundiprensa, México.

Testa S. M. 1994. Geological aspects of Hazardous Waste Management. Lewis, Publishers, CRC Press, Inc. Washington

Trueba, C. S. (1970). Manual de Hidráulica.. Continental. México, D. F.

Universidad de Guadalajara 1994. Atlas de Riesgo de la Zona Metropolitana de Guadalajara, UdG. Colección del Medio Ambiente. México.

Universidad de Guadalajara 1995. Estudio de Riesgo Naturales en Ciudad Guzmán, Jal. Centro de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. México.

Universidad de Guadalajara 1995b. Estudio de Diagnostico de Salud Ambiental en la Zona Las Pintas, Tlaquepaque, Maestría en Salud Ambiental, Guadalajara. México.

Universidad de Guadalajara 1999. Jalisco a Futuro, Construyendo el porvenir 1999 – 2025, Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades , Departamento de Estudios Socio – Urbanos. Centro de Estudios Estratégicos para el Desarrollo Guadalajara. México.

Universidad Nacional Autónoma de México, 1989, Diccionario Geomorfológico. Instituto de Geografía, Coordinación de Ciencias.

Varnes D. J. 1984. Landslide Hazard Zonation: a Review of Principles and Practice (Natural hazards 3). United Nations Educational, UNESCO, Francia.

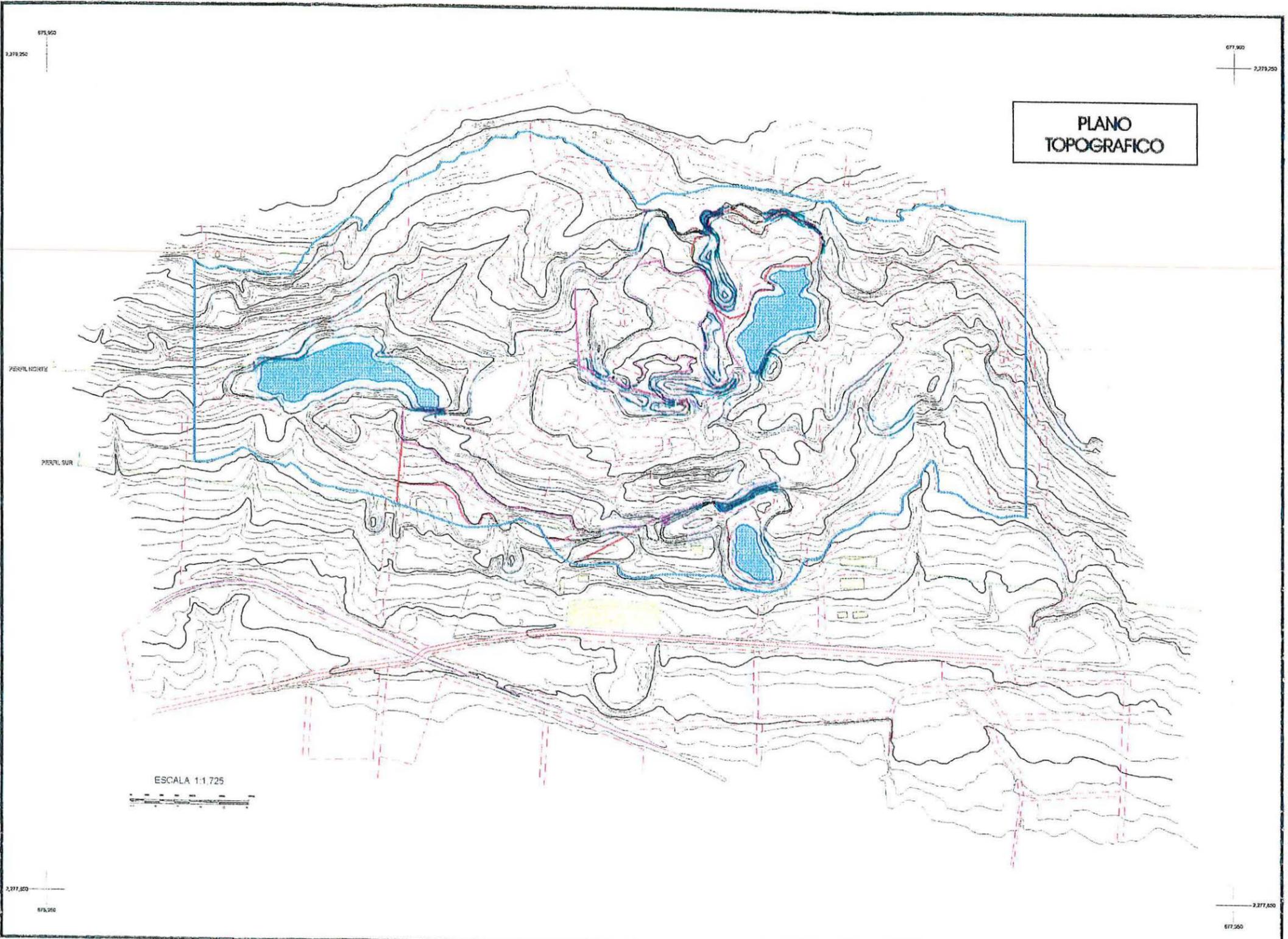
Venegas, S.S Herrera, F.J.J. y Maciel F. R 1985. Algunas características de la Faja Volcánica Mexicana y sus recursos geotérmicos. Geofísica internacional, v. 24, No. 1. Pp 47-81.

World Resources Institute 1994. World Resources 1994 1995. World Resources Institute The United Nations environment programme and The United Nations Development Programme. New York Oxford, Oxford University Press.

Wilson, D. E. and D.A. Reeder. 1993. Mammal species of the World, A taxonomic and geographics reference. Smithsonian Institute. Vol. 1 Num2 pp.755

Wright, J. V. and Walker, G. P. L. 1977. The ignimbrite source problem: Significance of a co-ignimbrite lag fall deposit, Geology, Vol.5, Num. 2 p 729- 732.

PLANO TOPOGRAFICO



Simbología

	AVIA DEL AREA DE PROYECTO		CONDICION
	EROSION		QUEMADO
	PERFORADO		CURVA DE NIVEL SECUNDARIA (1:500)
	FERROCARRIL		CURVA DE NIVEL PRINCIPAL (CADA 5 METROS)
	SECCION Y VISTA DE PERFIL		

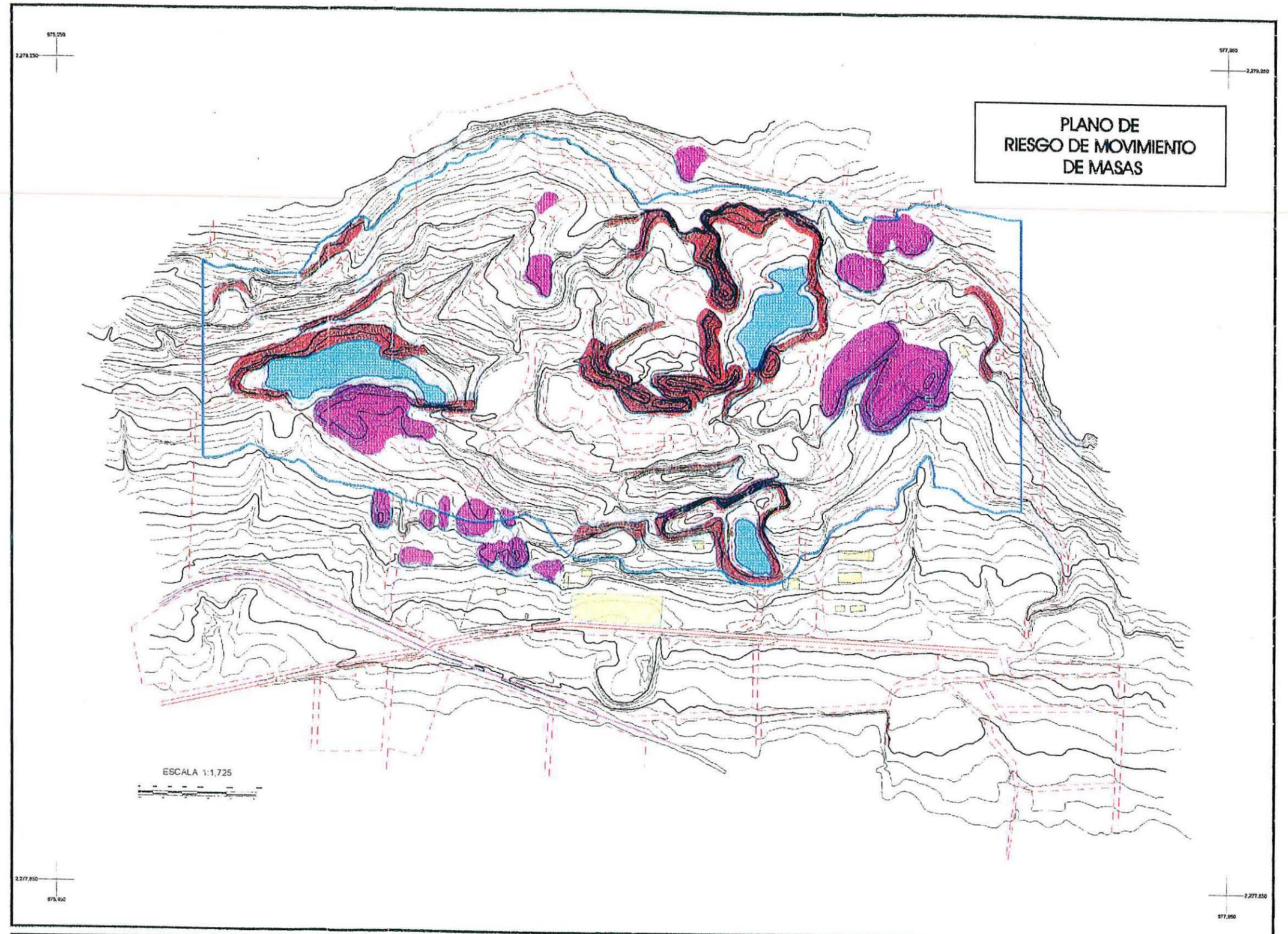
LEYENDA

PROMOVENTE	ETAPA	COTA	VOLUMEN
AGREGADOS GUADALAJARA	1	75 a la 80	69,187
	2	70 a la 75	842,997
	3	65 a la 70	902,050
	4	60 a la 65	962,800
	SUBTOTAL		2,777,024
CALCA	1	80 a la 85	28,519
	2	75 a la 80	256,400
	3	70 a la 75	256,400
	SUBTOTAL		541,319
	TOTAL		3,318,343

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
 CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD
 MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA RESTAURAR Y APROVECHAR UN BANCO DE MATERIAL GEOLÓGICO EN EL MARCO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE. ESTUDIO DE CASO: SAN MARTIN DE LAS FLORES, TLAQUEPAQUE, JALISCO.

PLANO 1
 No. del Proyecto: 1001
 FECHA: JUNIO DE 1989
 CARTOGRAFIA Y PROCESO DE EDUCACION



**PLANO DE
RIESGO DE MOVIMIENTO
DE MASAS**

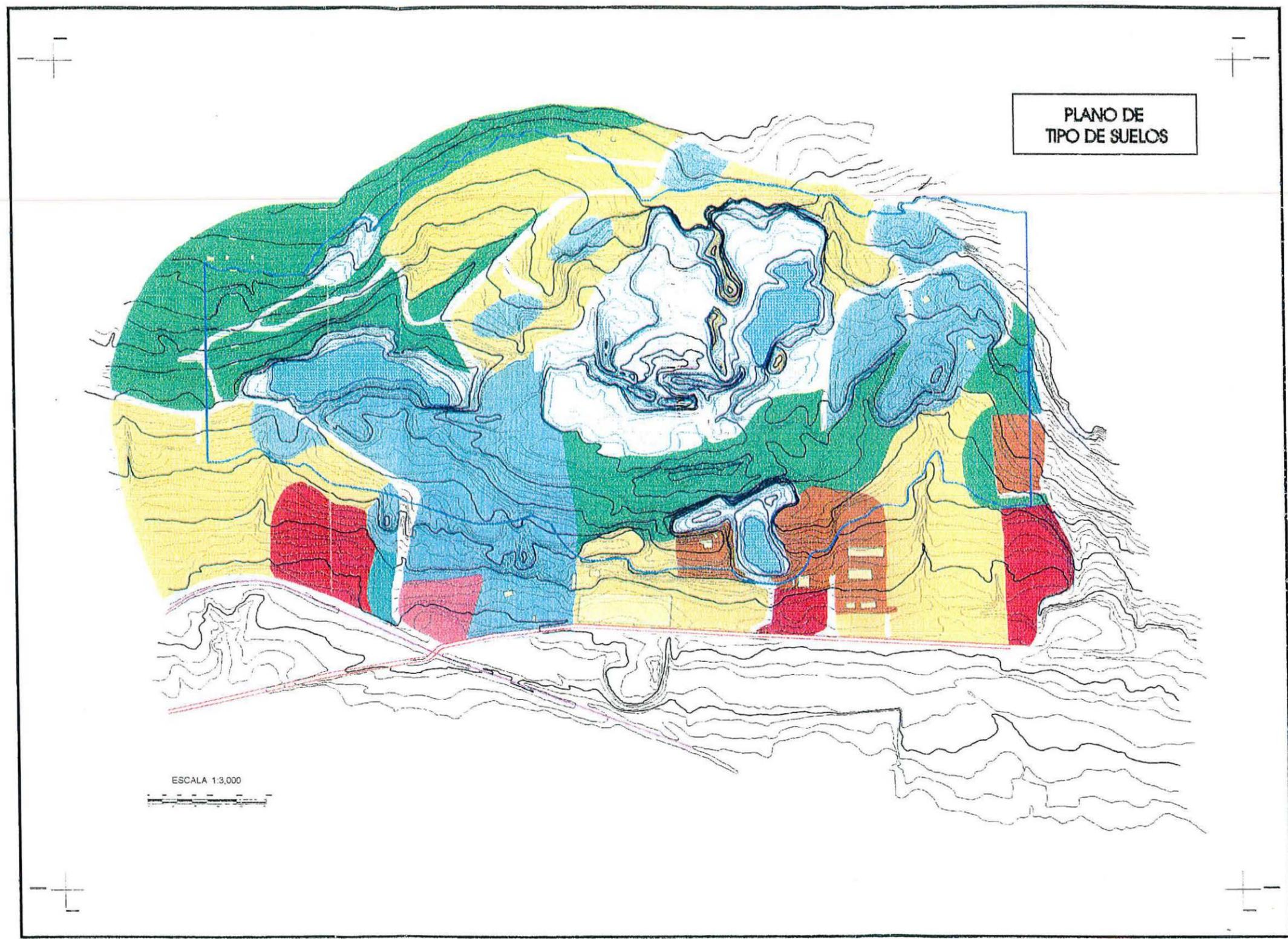
ESCALA 1:1,725

S i m b o l o		LIMITE DEL AREA DE PROYECTO		ALCANTARILLAS POR TUBERIAS
		SECOA		CONFINAMIENTO DE OBRAS
		PERIFERICO		DESARROLLO DE AGUA
		TERMINAL		OPERA DE MANTENIMIENTO DE OBRAS
		CONSTRUCCION		OPERA DE MANTENIMIENTO DE OBRAS
		TERMINAL		OPERA DE MANTENIMIENTO DE OBRAS

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD
MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL
PROPUESTA METODOLÓGICA PARA RESTAURAR Y
APROVECHAR UN BANCO DE MATERIAL GEOLOGICO
EN EL MARCO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE.
ESTUDIO DE CASO: SAN MARTIN DE LAS
FLORES, TLAQUEPAQUE, JALISCO.

	PLANO	Ing. Cid Roberto Maciel Flores
	2	FECHA: JULIO DE 1998
CARTOGRAFIA Y PROCESO DE SIGUCCAVIA		

PLANO DE TIPO DE SUELOS



S
i
m
b
o
l
o
g
i
a

	LINEA DEL ARCADE PROYECTA		DE FERROCOLIN
	PERIPEO		QUEBRA DE AGUA
	TERRA CARA		OPORTA DE TRILSOLICIA PARA CARA MENT
			OPORTA DE TRILSOLICIA PARA CARA MENT

L
E
N
D
A

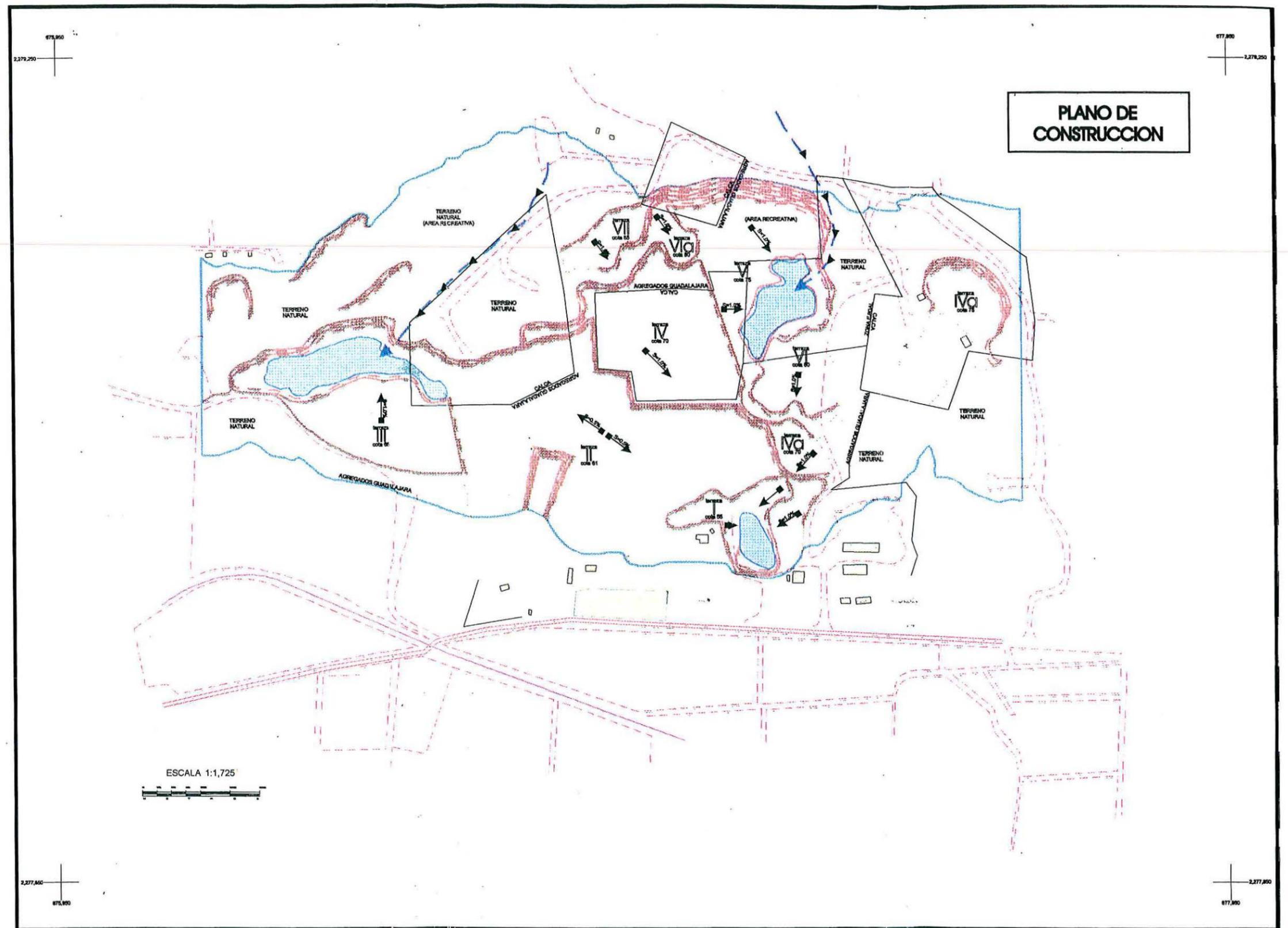
	CONFINAMIENTO DE ARENA		LEPTOSOL + FEZEM HAPLICO
	CONFINAMIENTO DE GRAVA		CAMINOS DE ACCESO
	AREA DE CONSTRUCCION		BASURERO
	ANTROSOLES		BANCO DE PIEDRA
	FEZEM HAPLICO + REGOSOL EUTRICO		

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD
MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA RESTAURAR Y APROVECHAR UN BANCO DE MATERIAL GEOLOGICO EN EL MARCO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE. ESTUDIO DE CASO: SAN MARTIN DE LAS FLORES, TLAQUEPAQUE, JALISCO.

	3	Ing. Geol. Roberto Maciel Rojas
		FECHA: JULIO DE 1998
		CARTOGRAFIA Y PROCESO LAS SIGUELAS

PLANO DE CONSTRUCCION



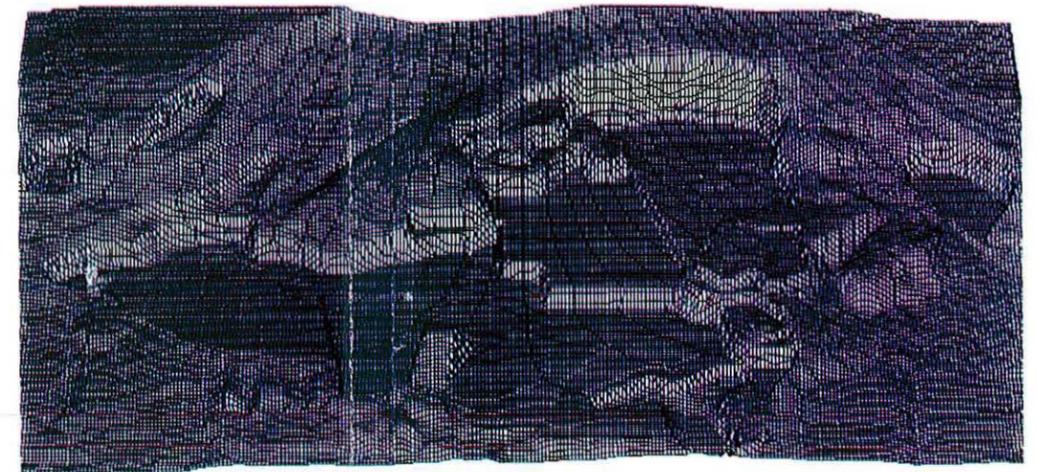
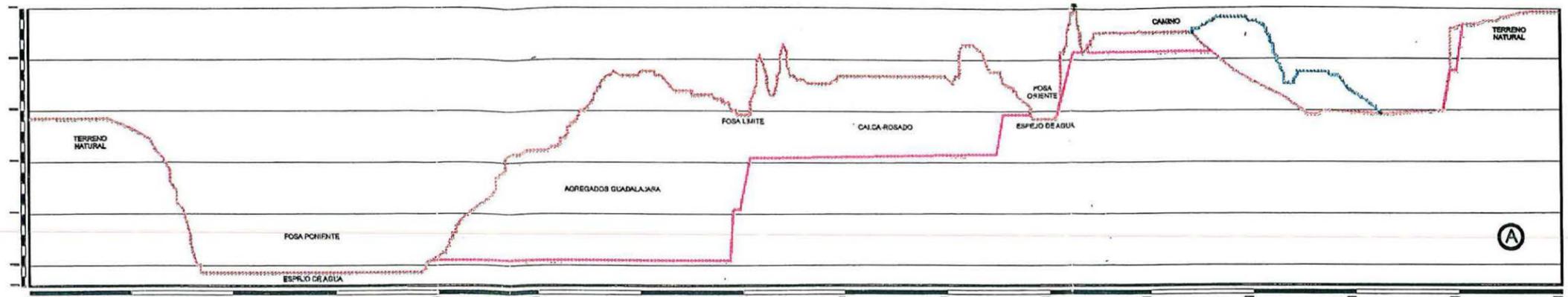
	LMITE DEL AREA DE PROYECTO		LMITE DE TERRAZA
	BRECHA		LMITE DE TALUD
	PERIBRICO		LMITE GRADUAL
	FERROVIARI		ARROYO
	CONSTRUCCION		PRESA FILTRANTE
	CUERPO DE AGUA		PENDIENTE GENERAL DE TERRAZA

TERRAZA	SUPERFICIE (%)	ANCHO		PENDIENTE	CAP. DE ALMAC. (m ³)	NUMERO	BANCAL			TALUD			
		MEDIO (m)	MAXIMA (m)				ALMAC. (%)	ALMAC. (m)	NUMERO	ALTURA T. (m)	BASE T. (m)	ALT. IND. (m)	BANCAL (m)
I	1.89	140.0	180.0	1.0	420.0	1	10.00	10.60	5.00	0.75:1	5.00	3.75	0.75:1
II	19.26	232.0	975.0	1.0	897.0	2	15.00	17.25	5.00	0.75:1	5.00	3.75	0.75:1
III	3.73	150.0	248.0	1.0	450.0	0							
IV	5.13	220.0	294.0	1.0	650.0	1	10.00	10.50	5.00	0.75:1	5.00	3.75	0.75:1
IVA	8.63	84.0	354.0	1.0	282.0	1	10.00	10.50	5.00	0.75:1	5.00	15.00	3:01
V	8.95	119.0	1004.0	1.0	354.0	4	25.00	30.75	5.00	0.75:1	5.00	3.75	0.75:1
VI	2.94	100.0	252.0	1.0	300.0	0							
VIa	1.84	48.0	334.0	1.0	138.0	1	10.00	10.50	5.00	0.75:1	5.00	3.75	0.75:1
VIb	0.89	81.0	140.0	1.0	183.0	0							
TOTAL	50.75												

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
 CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD
 MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA RESTAURAR Y APROVECHAR UN BANCO DE MATERIAL GEOLÓGICO EN EL MARCO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE. ESTUDIO DE CASO: SAN MARTIN DE LAS FLORES, TLAQUEPAQUE, JALISCO.

PLANO 4 Ing. Geol. Roberto Maciel Flores
 FECHA: JULIO DE 1998.
 CARTOGRAFIA Y PROCESO: Lic. SUCUCBA/16/98



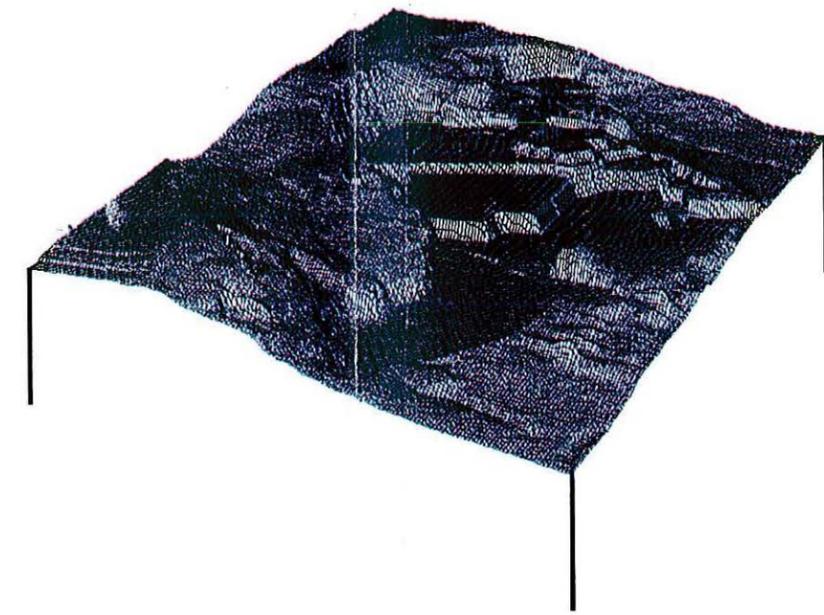
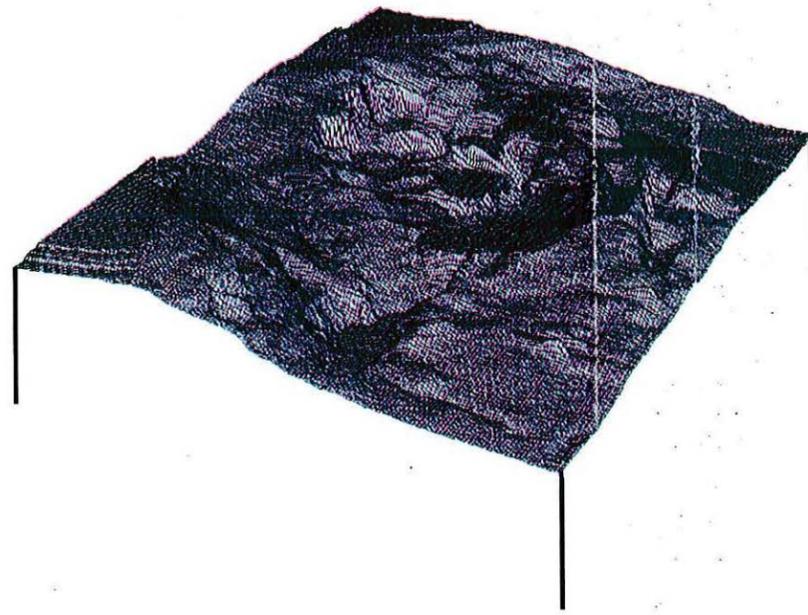
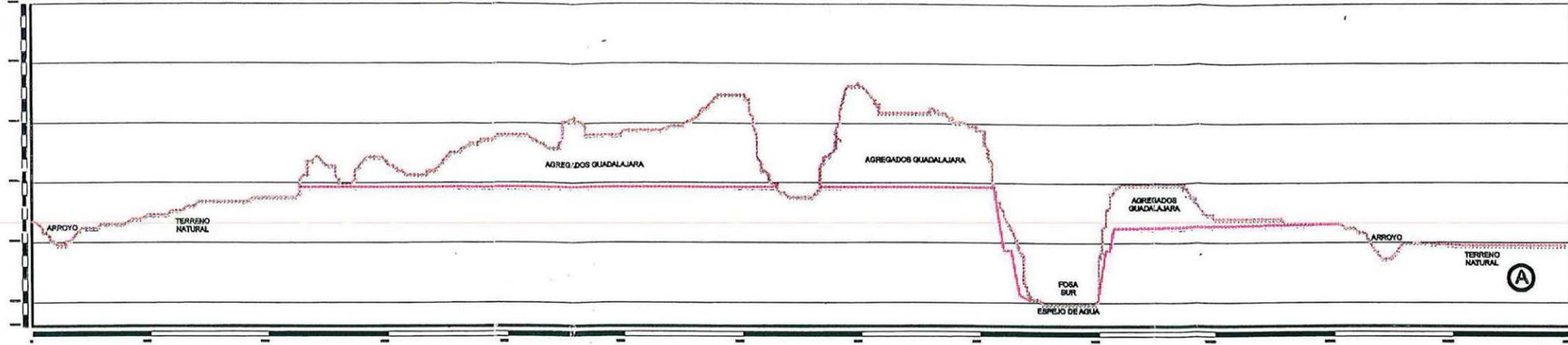
PLANO DE REFERENCIA NORTE



(A) VISTA HORIZONTAL ESTE-OESTE (PERFIL NORTE), RELACION HORIZONTAL-VERTICAL 1:10.
(B) DIAGRAMA DE BLOQUE DEL TERRENO EN SU ESTADO ACTUAL, RELACION HORIZONTAL-VERTICAL 1:3.1
 ANGULO HORIZONTAL: 0 GRADOS AZIMUT, ANGULO VERTICAL 40 GRADOS.
(C) DIAGRAMA DE BLOQUE DEL TERRENO UNA VEZ REALIZADA LA OBRA DE ABANDONO, RELACION HORIZONTAL-VERTICAL 1:3.1
 ANGULO HORIZONTAL: 0 GRADOS AZIMUT, ANGULO VERTICAL 40 GRADOS.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
 CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD
 MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL
 PROPUESTA METODOLÓGICA PARA RESTAURAR Y APROVECHAR UN BANCO DE MATERIAL GEOLÓGICO EN EL MARCO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE. ESTUDIO DE CASO: SAN MARTIN DE LAS FLORES, TLAQUEPAQUE, JALISCO.

Ing. Geol. Roberto Maciel Flores
 FECHA: JULIO DE 1998
 CARTOGRAFIA Y PROCESO Lab. SIGUCSAMHIG



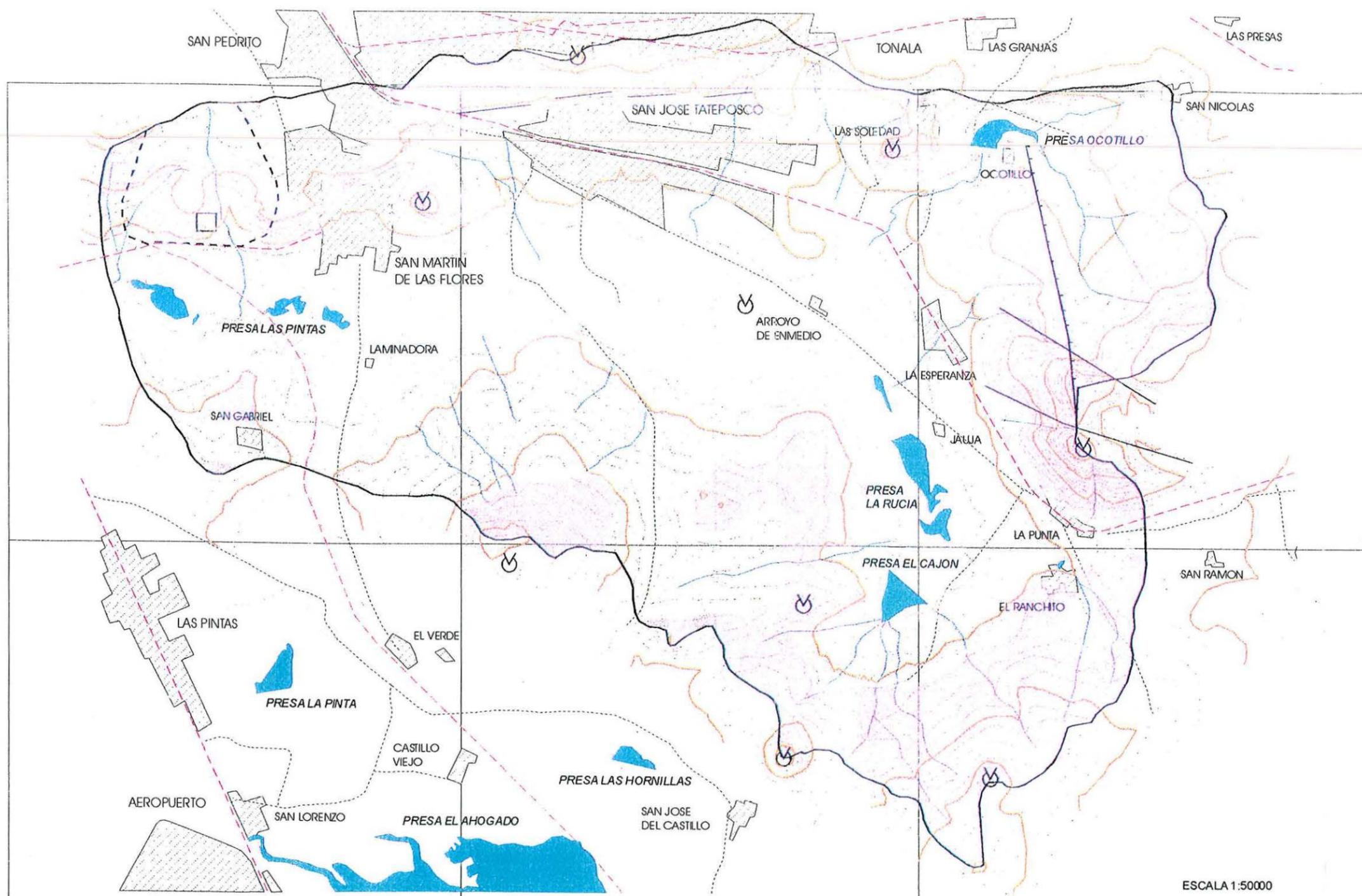
PLANO DE REFERENCIA SUR

PERFIL DEL TERRENO EN SU ESTADO ACTUAL
 PERFIL DEL TERRENO UNA VEZ REALIZADA LA OBRA DE ABANDONO
 PERFIL DE ACUMULACION DE GRAVA A REMOVER
 POSTE DE LINEA ELECTRICA MIERA

- (A)** VISTA HORIZONTAL ESTE-OESTE (PERFIL SUR), RELACION HORIZONTAL-VERTICAL 1:10.
- (B)** DIAGRAMA DE BLOQUE DEL TERRENO EN SU ESTADO ACTUAL, RELACION HORIZONTAL-VERTICAL 1:3.1
ANGULO HORIZONTAL: 290 GRADOS AZIMUT, ANGULO VERTICAL: 20 GRADOS.
- (C)** DIAGRAMA DE BLOQUE DEL TERRENO UNA VEZ REALIZADA LA OBRA DE ABANDONO, RELACION HORIZONTAL-VERTICAL 1:3.1
ANGULO HORIZONTAL: 290 GRADOS AZIMUT, ANGULO VERTICAL: 20 GRADOS.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
 CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD
 MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL
 PROPUESTA METODOLÓGICA PARA RESTAURAR Y APROVECHAR UN BANCO DE MATERIAL GEOLOGICO EN EL MARCO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE. ESTUDIO DE CASO: SAN MARTIN DE LAS FLORES, TLAQUEPAQUE, JALISCO.

Ing. Geol. Roberto Maciel Flores
 FECHA: JULIO DE 1999.
 CARTOGRAFIA Y PROCESO: Lab. SIG/CUBA/1999



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
 CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD
 MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL
 PROPUESTA METODOLÓGICA PARA RESTAURAR Y APROVECHAR UN BANCO DE MATERIAL GEOLÓGICO EN EL MARCO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE. ESTUDIO DE CASO: SAN MARTÍN DE LAS FLORES, TLAGUEPAQUE, JALISCO.
 Ing. Geol. Roberto Manuel Flores
 FECHA: JULIO DE 1992
 CARTOGRAFÍA / PROCESO: LIG. SIG/INSTRUCO

LEYENDA

	ALUVION
	TEFRAS
	ANDESITAS BASÁLTICAS
	APARATO VOCÁNICO
	FALLA
	FRACTURA

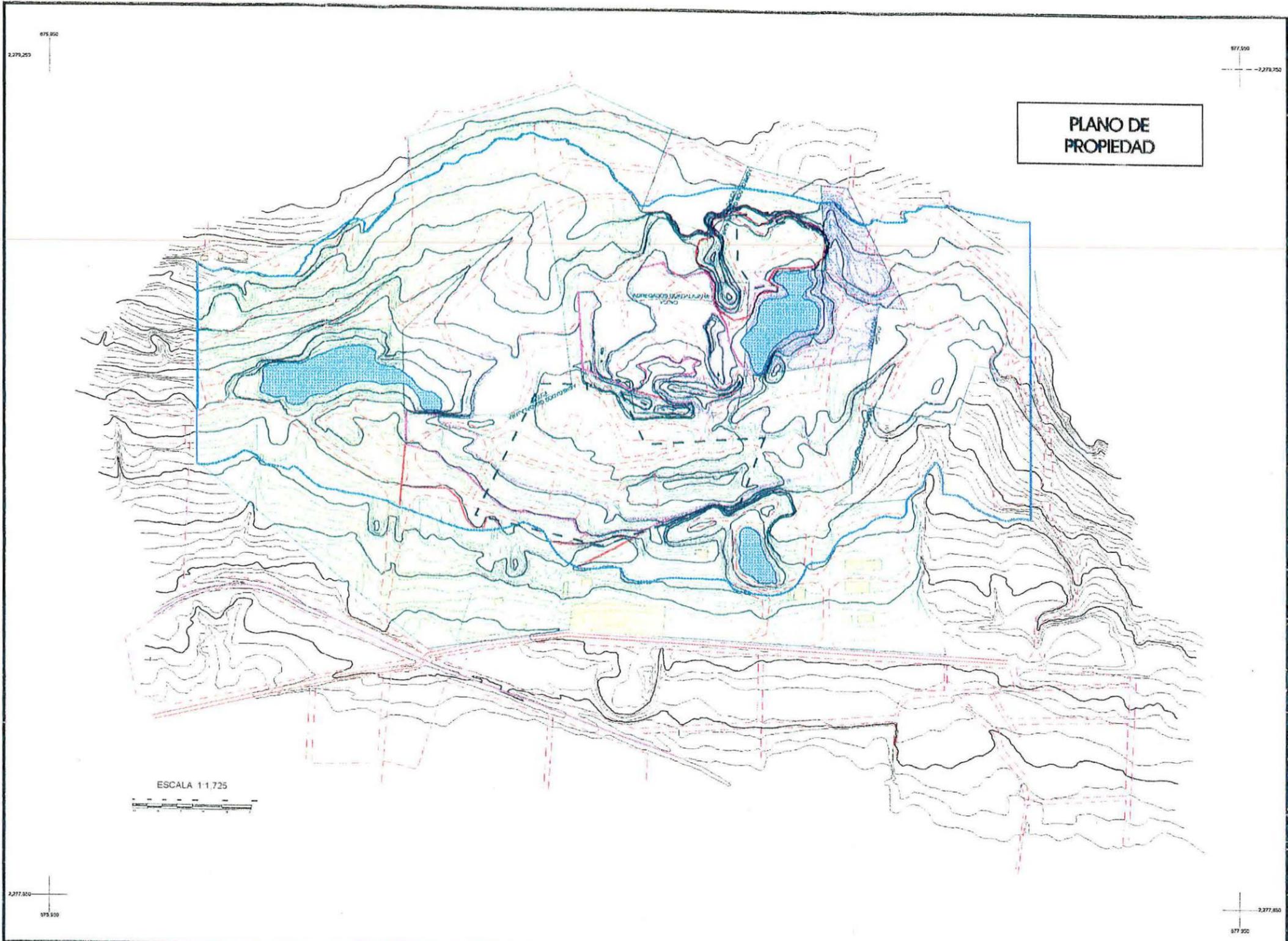
SIMBOLOGIA

	Población
	Carretera pavimentada
	Terracería transitable todo el año
	Vía FF.CC.
	Corriente intermitente
	Bordo
	Area del proyecto
	Area de estudio
	Area de microcuenca
	Curva de nivel equidistancia cada 10 m.

FIGURA II LOCALIZACIÓN, CUENCA Y GEOLOGIA REGIONAL DEL AREA DE ESTUDIO

2270000
675000

PLANO DE PROPIEDAD



ESCALA 1:1,725

S
i
m
b
o
i
o
g
i
a

	ET. LÍNEA DE PROYECTO		CONSTRUCCION
	FRONTERA		OLEOJO DE AGUA
	PERIFERICO		OTRA COTA EN EL SECUNDARIA CADA 1 METRO
	FRONTERA		OTRA COTA EN EL PRIMARIA CADA 5 METROS

L
E
N
D
A

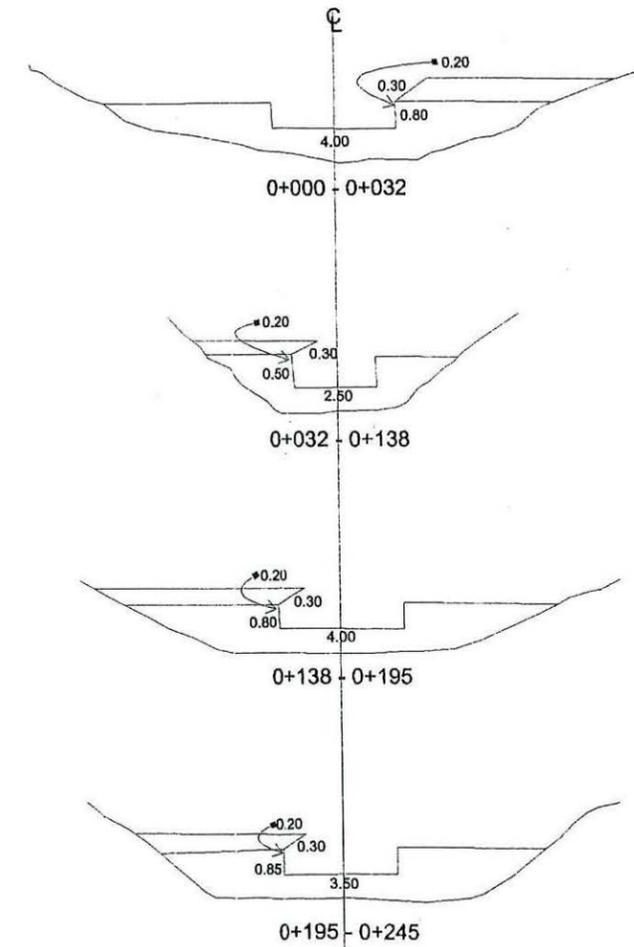
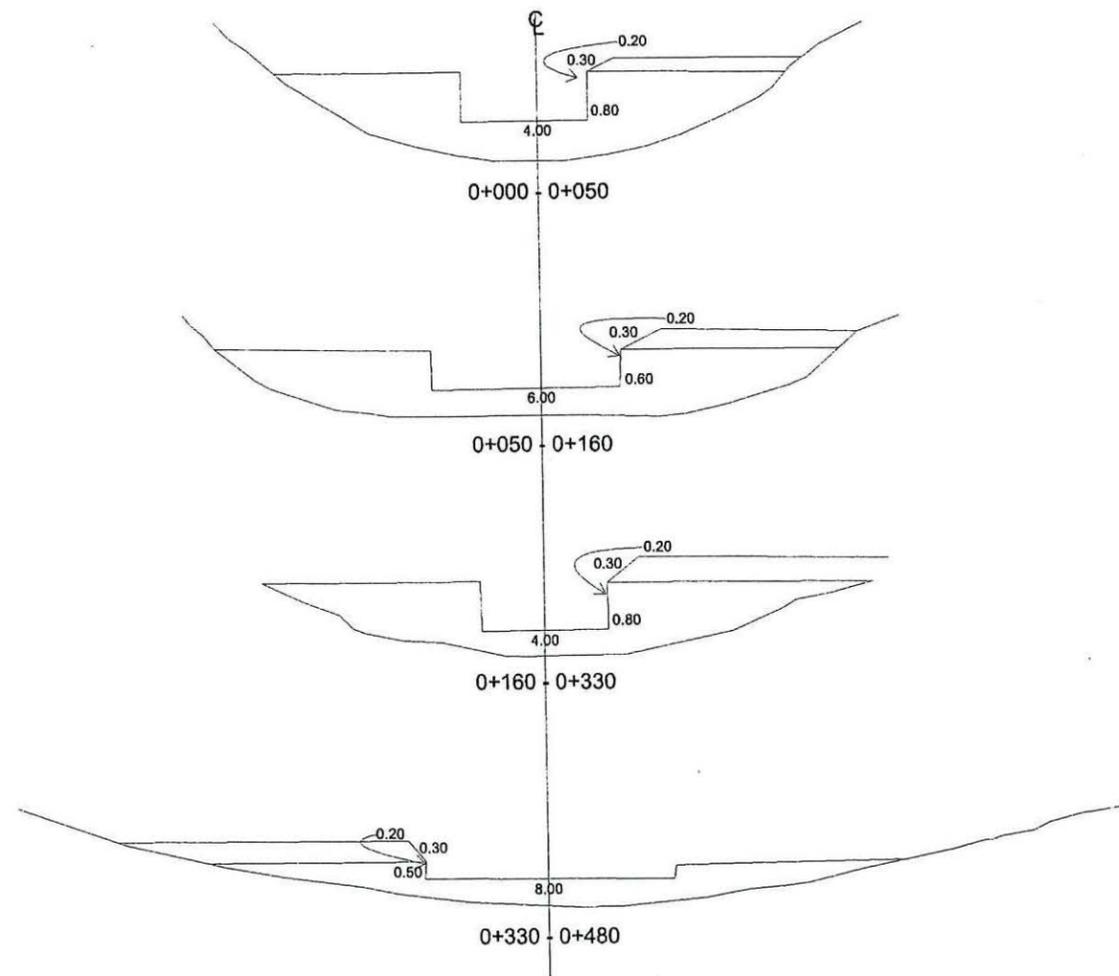
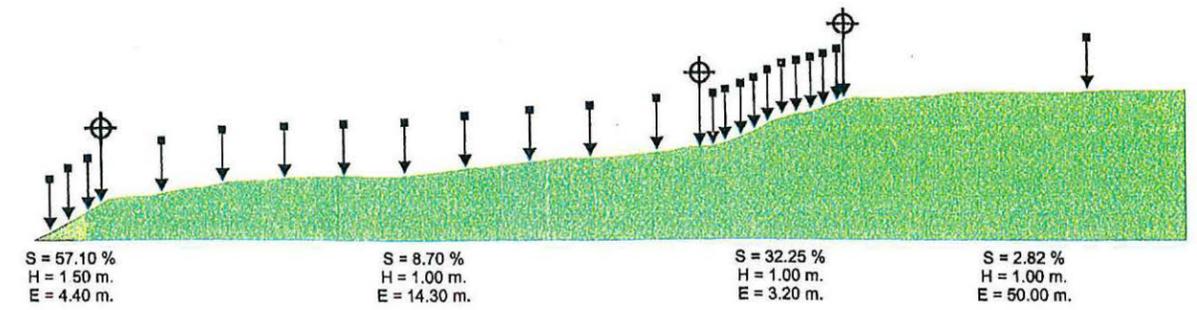
PROMOVENTE	ETAPA	COTA	VOLUMEN
AGREGADOS GUADALAJARA	1	75 a la 80	69,187
	2	70 a la 75	842,987
	3	65 a la 70	902,050
	4	60 a la 65	962,800
	SUBTOTAL		2,777,024
CALCA	1	80 a la 85	28,519
	2	75 a la 80	256,400
	3	70 a la 75	256,400
	SUBTOTAL		541,319
	TOTAL		3,318,343

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD
MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL
PROPUESTA METODOLÓGICA PARA RESTAURAR Y APROVECHAR UN BANCO DE MATERIAL GEOLÓGICO EN EL MARCO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE. ESTUDIO DE CASO: SAN MARTÍN DE LAS FLORES, TLAQUEPAQUE, JALISCO.

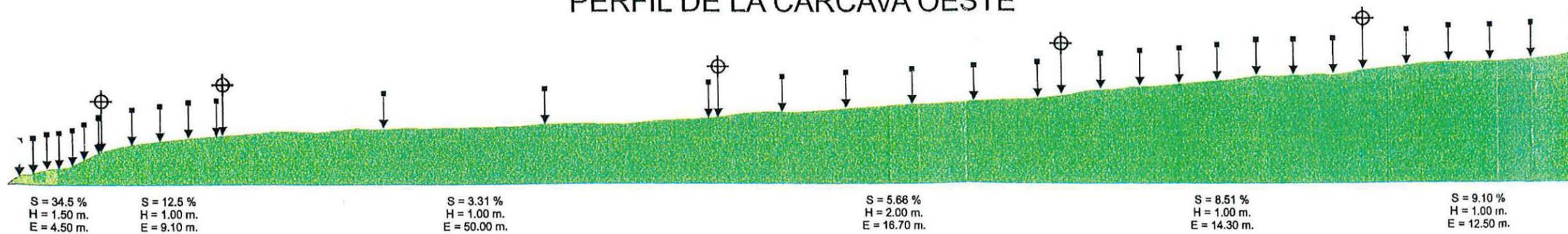
PLANO
1
No. del Proyecto: Mod. Flores
FECHA: JUNIO DE 1981
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

-  CAMBIOS DE PENDIENTE
-  PRESAS FILTRANTES
- S; PENDIENTE DE CARCAVA
- H; ALTURA DE PRESA
- E; ESPACIAMIENTO UNITARIO

PERFIL DE LA CARCAVA ESTE



PERFIL DE LA CARCAVA OESTE



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA RESTAURAR Y APROVECHAR UN BANCO DE MATERIAL GEOLÓGICO EN EL MARCO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE. ESTUDIO DE CASO: SAN MARTÍN DE LAS FLORES, TLAQUEPAQUE, JALISCO.

Ing. Despl. Roberto Maciel Pineda

FECHA: JULIO DE 1983

CARTOGRAFÍA: PROCESO LAB. SIGENSA/UMG