



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

Facultad de Planeación Urbana y Regional

**Impacto ambiental por el proceso de extracción de materiales no
concesibles: un referente en el Municipio de Zinacantepec, Estado de
México**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

PRESENTA:

Susana Vilchis Dávila

DIRECTORES DE TESIS:

M. en D. M. Emma González Carmona
Dr. en U. Sergio González López

Junio, 2015

Dedicatoria

Quiero comenzar dándote gracias Dios por permitirme llegar hasta donde estoy, Tú siendo sabio trazaste el camino dándome la capacidad para caminarlo, cada paso y cada tropiezo son parte de lo que soy, y a donde voy Tú vas conmigo.

Gracias a mis padres: Miguel y Guadalupe, porque han sido y serán siempre la base esencial de mi vida, porque gracias a sus consejos, sus regaños y su experiencia supieron darme las herramientas para enfrentarme al mundo de una manera distinta. Infinitamente gracias por que ahora sabemos que tanto esfuerzo y dedicación por parte de ustedes ha valido la pena, ahora comenzaremos a cosechar los frutos. Me siento muy orgullosa de ser su hija. Los amo con toda el alma.

A mis herman@s por estar ahí siendo parte importante de mi vida y de mi andar, a mi esposo por su amor y apoyo constante; y en especial al amor de mi vida: Camila porque eres mi motor y mi fe para continuar creciendo, pero ahora lo haré junto a ti, te amo mi niña hermosa.

Gracias Miss Emma, por estar al pie del cañón sin importar sus tormentas.

Gracias a todos los que pusieron un granito de arena para conformar este sueño, para los que creían y también para los que no creían, porque se reitera que todo con dedicación y esfuerzo es posible.

Mi dedicatoria final es para la vida, porque nos enseña cada día que las hojas de su libro pasan hacia adelante, jamás darán vuelta atrás.

ÍNDICE

	Pág.
Introducción	5
Hipótesis	8
Pregunta de investigación	8
Objetivos	9
Metodología	9
Primera Parte: Marco Referencial-Conceptual	12
Capítulo 1. Aproximaciones conceptuales sobre impacto ambiental	12
1.1 Definición de impacto	12
1.1.1 Clasificación de impactos	14
1.2 Algunos referentes del impacto ambiental que ocasiona la actividad minera.	16
Capítulo 2. Marco normativo	28
2.1 Antecedentes legislativos y jurídicos	28
2.2 Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-SMA-DS-2009 que regula la exploración y explotación de Minerales No Concesibles en el Estado de México.	34
2.2.1 Inconsistencias normativas	35
Segunda Parte: Marco Empírico	40
Capítulo 3. Medio biofísico: Vocación y potencialidad del área de estudio	40
3.1 Localización	40
3.2 Clima	43
3.3 Orografía	45
3.4 Hidrología	46
3.5 Geología	48
3.6 Edafología	52
3.7 Usos y aprovechamiento del suelo	55
3.8 Áreas Naturales Protegidas	59
3.9 Análisis FODA	63
Capítulo 4. Actividad minera: Descripción de zonas e impactos dentro del área de estudio	66
4.1 Descripción del proceso de extracción	66
4.2 Caracterización de las zonas minadas (activas o inactivas)	71

4.2.1 Fases de explotación por comunidad	76
4.3 Valorización de los impactos generados por el proceso de extracción de materiales no concesibles	94
4.3.1 Descripción de impactos	97
Capítulo 5. Propuestas: Medidas de mitigación	100
5.1 Medidas institucionales	102
5.2 Medidas normativas	105
5.3 Medidas operativas	106
5.4 Medidas sociales	107
Conclusiones	111
Bibliografía	116
Anexo fotográfico	119

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación y descripción de impactos	14-15
Cuadro 2. Características económicas de las comunidades	42
Cuadro 3. Elevaciones más importantes dentro de la zona de estudio	46
Cuadro 4. Ríos localizados dentro del área de estudio	47
Cuadro 5. Usos de suelo	59
Cuadro 6. Análisis FODA del área de estudio	64
Cuadro 7. Registro de bancos de material, 2006	72
Cuadro 8. Matriz de causa-efecto. Impactos dentro del área de estudio respecto de la actividad extractiva	95-96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización municipal	40
Figura 2. Comunidades dentro del área de estudio	41
Figura 3. Climas predominantes en el área de estudio	44
Figura 4. Geomorfología del área de estudio	45
Figura 5. Hidrología	47
Figura 6. Mapa geológico del área de estudio	49
Figura 7. Mapa edafológico de la zona de estudio	53
Figura 8. Mapa de uso de suelo	55

Figura 9. Porción del Área de Protección de flora y fauna Nevado de Toluca dentro del área de estudio	60
Figura 10. Subzonificación propuesta del ANP Nevado de Toluca	62
Figura 11. Banco de material ubicado en la limítrofe con la carretera Toluca– Temascaltepec	77
Figura 12. Vista lateral	78
Figura 13. Socavón con indicios de exploración de área	79
Figura 14. Indicio de exploración	79
Figura 15. Socavón reforestado	80
Figura 16. Mina Santa Cruz Cuauhtenco	83
Figura 17. Tiradero clandestino	83
Figura 18. Campo de futbol improvisado ubicado en socavón	84
Figura 19. Ejemplo de un voladero ubicado en los alrededores de las minas	84
Figura 20. Paredes con incidencia de extracción	86
Figura 21. Condiciones de terreno encontradas en la comunidad Buenavista	87
Figura 22. Aserradero	87
Figura 23. Ejemplo de un socavón a las orillas de Buenavista	88
Figura 24. Asentamientos sobre terreno frágil	88
Figura 25. Vista frontal de un banco de material, Loma Alta	90
Figura 26. Uno de los bancos abandonados	90
Figura 27. Socavón y panteón de la comunidad de Loma Alta	91
Figura 28. Puente derribado	92
Figura 29. Socavones encontrados A	92
Figura 30. Socavones encontrados B	93
Figura 31. Socavones encontrados C	93
Figura 32. Impactos generados en el componente agua	97
Figura 33. Impactos generados en el componente aire	97
Figura 34. Impactos generados en el componente suelo	98
Figura 35. Impactos generados en el componente fauna	98
Figura 36. Impactos generados en el componente flora	99
Figura 37. Impactos generados en el componente social	99
Figura 38. Marco Estratégico	108

Introducción

El desarrollo continuo de las poblaciones humanas actualmente demanda bienes y servicios en diferentes aspectos. Uno de ellos, sin duda, es la extracción de materiales no concesibles que proveerán de material para la construcción de infraestructura para cualquiera de las necesidades del hombre.

En consecuencia, las actividades extractivas provocan impactos evidentes en problemas ambientales, que son poco tratados por el ámbito público.

Esta forma de extracción es una práctica frecuente desarrollada en el país, la cual se ve influenciada por parte del desarrollo económico del mismo, ya que también depende de este tipo de actividades, ejemplo de ello es la extracción de minerales valiosos como el oro, la plata y el cobre entre los más demandados. Sin embargo la explotación de materiales no concesibles igualmente juega un papel fundamental en este sentido.

Derivado de este tema, en un ámbito local, las actividades extractivas que se desarrollan dentro de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca han provocado que ésta sea una de las zonas más competitivas, sin embargo los problemas derivados de estas actividades en estas áreas son poco atendidas y se manifiestan de manera potencial, del corto al largo plazo, sin garantizar un equilibrio entre los impactos positivos y negativos de las mismas.

El tratar este tipo de problemáticas pareciera no ser del interés de las autoridades puesto que no se atienden estos vestigios de explotación de materiales no concesibles, hace falta un monitoreo constante de estas actividades y de estas zonas especialmente durante la etapa final ya que como se mencionó, éstas son abandonadas una vez que han sido explotadas.

Como producto de ésta extracción, se presentan áreas con visibles socavones abandonados con grandes extensiones de terreno que denigran el paisaje, no solo por el desgaste continuo al suelo, sino por la pérdida de vegetación en estas áreas, así como por la escasa productividad agrícola. Además, la adecuación de

estas zonas como depósitos clandestinos de residuos sólidos, es una práctica que conduce a la contaminación de los mantos freáticos; tomando en cuenta la porosidad de los suelos e incluso para otro tipo de actividades como la delincuencia, que ponen en riesgo a la población en general. Por último, estos espacios olvidados promueven también los asentamientos humanos irregulares.

Además, la falta de auditorías y personal calificado fomentan las prácticas ilegales dentro de estas áreas de explotación; ya sea durante el proceso extractivo, compra-venta o al finalizar el trabajo de extracción. Cabe señalar que la mayoría de los socavones se encuentran en zonas de recargas de mantos freáticos y, de ofrecer el monitoreo y manejo adecuado, se garantizaría su cuidado; con ello, se prevenirían los efectos negativos en la calidad del agua y la consiguiente salud de la población.

Otro de los puntos por resaltar es la falta de homogenización de los requisitos para la explotación de los materiales no concesibles por las diversas instituciones, esto fomenta que la empresa que quiera explotar cumpla básicamente con aquello que está más a su disposición; siendo esto algo muy básico. A la par, los estudios de impacto ambiental generalmente se realizan después de que se ha otorgado la concesión y esto en lugar de ser un factor positivo, crea cierta libertad para excluir información, que probablemente en un futuro generará un impacto negativo de no considerarse. Esta laxitud de la norma explica la proliferación de este tipo de explotación.

En este trabajo se reconoce que, debido al desarrollo industrial y al crecimiento constante de la población, es evidente que la humanidad no puede prescindir de la explotación de rocas y minerales que son utilizadas como materia prima en distintas industrias, e incluso, por estas razones, está previsto que esta actividad se intensifique en el futuro.

González (2008), señala que “la presión por extracción de rocas y minerales industriales representa un volumen de extracción de 100 Mt/año (megatoneladas al año) y en las últimas décadas, éste es superior al total extraído durante toda la

historia de la humanidad. De ahí la urgente atención del impacto ambiental en la minería de materiales no concesibles. Al respecto, la misma autora menciona que “los instrumentos legislativos y jurídicos son ineficaces para combatir el problema. La situación es agravada por el hecho de que es prácticamente imposible vigilar al gran número de personas que se dedican a la minería de este tipo y que muchas veces están dispuestos a usar la fuerza para defender sus intereses”.

Por esta razón se hace necesaria una valoración en el cumplimiento de las normas en materia minera; ya que de esta manera se conoce si las formas de operación de las mismas han trascendido, la eficacia en su aplicación y de las instituciones que se encargan del seguimiento de este tipo de trabajos.

Es importante realizar estudios y análisis respecto al problema de la extracción de materiales no concesibles (arena, grava, arcilla y tezontle); porque se identifican diversas alteraciones en el medio físico. Esta práctica presenta el mismo patrón de comportamiento de diversas empresas a lo largo del país. De hecho, este trabajo es un antecedente para cambiar los efectos negativos, a partir del planteamiento y aplicación eficiente de medidas preventivas.

La extracción de minerales ha modificado de manera vertiginosa el medio ambiente que sustenta la localización de bancos de material y de manera lateral, estos espacios de explotación se han convertido en tiraderos clandestinos, agravando con ello los efectos ya de por sí nocivos. Por ello, el análisis de estas prácticas de extracción se convierte en un tema de las ciencias ambientales, por su complejidad problemática e impacto por la extracción.

Aunque la minería se controle con cuidado, siempre representa una carga significativa para el medio ambiente. El descubrimiento de recursos suele tener consecuencias trágicas para la población local, ya que la presencia de geólogos y mineros, la tala de árboles, la construcción de carreteras y el surgimiento de poblados muchas veces produce el desplazamiento de los habitantes originarios y la desaparición de los estilos de vida y costumbres tradicionales.

Este trabajo evidencia la falta de interés de las instancias públicas por atender problemas colaterales a la explotación, como el depósito ilegal de residuos sólidos, refugio de vándalos y el desarrollo de asentamientos irregulares.

La concentración y crecimiento de la población de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca aumenta la demanda de condiciones que permitan una buena calidad de vida para su población, sin embargo las fuentes hídricas, que provienen de su alrededor disminuyen en calidad y cantidad, pues los mantos y corrientes superficiales se contaminan incluso por la presencia de tiraderos clandestinos de residuos sólidos urbanos.

Con respecto a la calidad, es importante porque las actividades que se realizan en las periferias de la ZMVT fomentan la contaminación y deterioro del medio, ejemplo de ello es que el líquido vital no sea apto para el consumo.

En relación con la contribución de la propuesta, la realización del presente análisis de los impactos ambientales de los sistemas de explotación de materiales no concesibles constituirá un instrumento básico en el conocimiento de las condiciones de esta actividad dentro del municipio de Zinacantepec; lo cual permitirá por un lado denunciar el uso inadecuado de la extracción y por otro lado contribuirá a la prevención del deterioro ambiental producido por dichas actividades, a través del planteamiento de medidas estratégicas que permitan reducir los impactos negativos y optimizar los impactos positivos en beneficios, con el fin de conservar la calidad del medio natural del municipio.

Con base en este referente, la **hipótesis** que se plantea es:

Las condiciones de abandono de los bancos de extracción de material no concesible se deben a la falta de monitoreo por los funcionarios competentes.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son las fases que permiten el monitoreo de las actividades de extracción de material no concesible, por parte de los funcionarios en materia?

Con base en esta pregunta, el **objetivo general** que se plantea es: Caracterizar el impacto ambiental producido por las actividades de extracción de materiales no concesibles en las minas del municipio de Zinacantepec, con el fin de proponer medidas de atención en materia ambiental.

Así, los **objetivos específicos** son los siguientes:

1. Exponer los referentes conceptuales del impacto e impacto ambiental en materia de minería de materiales no concesibles.
2. Analizar la norma técnica estatal en materia minera a fin de verificar su efectividad a partir del proceso de extracción de materiales no concesibles.
3. Caracterizar los aspectos biofísicos y socioeconómicos de la zona de estudio para mostrar el contexto de extracción de materiales no concesibles en las minas.
4. Realizar la zonificación de las áreas minadas para dimensionar el impacto de la actividad a través de la caracterización de las minas activas e inactivas.
5. Proponer medidas de atención a largo plazo en materia ambiental para aquellas zonas que lo requieran.

Metodología

Fase 1. Exposición referencial y conceptual del impacto e impacto ambiental en la minería de materiales no concesibles.

- Identificación de trabajos alusivos al tema de minería de materiales no concesibles e impacto ambiental.
- Identificación de los antecedentes sobre dichos temas.
- Identificación de los casos que ejemplifiquen temas relacionados con los impactos ambientales por la extracción pétreo.
- Identificación de las metodologías para realizar impactos ambientales en materia minera.

Fase 2. Análisis de la normatividad en materia de extracción de materiales no concesibles.

- Identificación de la normatividad en materia de extracción de materiales no concesibles.
- Análisis de la Norma: NTEA-002-SMA-DS-2009.
- Identificación de las inconsistencias en su aplicación.
- Sugerencias de medidas con base en su incumplimiento, previsión y corrección posibles a la Norma, con base en las características de la zona de estudio.

Fase 3. Caracterización de aspectos biofísicos y socioeconómicos de la zona de estudio.

- Identificación de factores biofísicos y socioeconómicos del área de estudio.
- Selección de la escala y temas de análisis.
- Análisis de cartografía temática de INEGI, escala 1:20 000.
- Descripción de elementos, destacando con ello, la interrelación y su consiguiente importancia ambiental.
- Elaboración del diagnóstico FODA con base en características biofísicas y económicas encontradas en campo.

Fase 4. Zonificación de áreas minadas e impactos de la actividad minera.

- Identificación de áreas de minas de la zona de estudio.
- Análisis en campo de elementos como: Presencia de residuos, vegetación, fauna, maquinaria dentro del sitio, condiciones de trabajo, mantenimiento de las áreas explotadas, condiciones del suelo, cercanías a cuerpos de agua, entre otros.
- Elaboración de un instrumento (entrevista) para recabar información sobre la problemática.
- Recopilación de información a partir de entrevistas dentro y fuera de las minas reconociendo con ello, diferentes perspectivas según el impacto o la presencia de los yacimientos.

- Elaboración de un cuadro resumen de integración.
- Descripción de impactos por elemento ambiental.
- Descripción del estado actual de las minas activas e inactivas.

Fase 5. Elaboración de la propuesta de medidas de atención en materia ambiental para zonas con explotación de materiales no concesibles.

- Planteamiento de medidas institucionales en materia ambiental.
- Planteamiento de medidas normativas en materia ambiental.
- Planteamiento de medidas operativas en materia ambiental.
- Planteamiento de medidas sociales en materia ambiental.

Primera Parte: Marco Referencial-Conceptual

Capítulo 1. Aproximaciones conceptuales sobre impacto ambiental

El deterioro de los recursos ha puesto de manifiesto que las formas de extracción de éstos no han sido del todo racionales, por ello el Estado y en general los estudiosos han puesto su mirada para mitigar y normar las actividades que han impactado en el equilibrio del medio ambiente. Para ello, en este capítulo se muestran diversas concepciones del impacto ambiental que atañe a las actividades de extracción de materiales no concesibles.

El acelerado aumento de la población, hoy, ha dejado tras de sí manifestaciones del impacto que el hombre ha provocado en el medio físico, considerando éste como el conjunto de factores bióticos y abióticos, como lo son el agua, el suelo, la vegetación, las formas de relieve, la diversidad de climas y demás condiciones que hacen posible el desarrollo continuo y favorable de la especie humana. Esto ha traído consigo una mayor demanda de recursos que contribuyen a la satisfacción de necesidades básicas, como el líquido vital, así como la satisfacción de necesidades creadas, como el nacimiento y desarrollo de nuevas tecnologías.

Se sabe que las cuestiones ambientales han adquirido una importancia relevante en estos tiempos, debido por un lado, a los niveles de deterioro que se presentan en el medio biótico y abiótico. Por otro lado se percibe el necesario desarrollo de infraestructuras, como la creación de centros habitacionales, aeropuertos, carreteras, centros de recreación, escuelas, sitios de explotación y el desarrollo de actividades económicas entre otros servicios de beneficio común, que también son parte de las actividades que han producido fuertes impactos en el ambiente. Desde este referente, en este capítulo conviene definir ciertas categorías para comprender el bagaje referencial del tema que se trata: Impacto ambiental.

1.1 Definición de impacto

En términos básicos, Iribarren (S/A), define al impacto como "el resultado de un choque de un cuerpo contra otro", o bien "el efecto o impresión que una cosa

causa sobre otra", concepto más afín al tema que se trata, resultando en ambos casos, como consecuencia de esa acción o efecto y la alteración del elemento impactado.

Del mismo modo, el término "impacto" según Gómez (2002), se aplica preferentemente a la "alteración que introduce una actividad humana en su "entorno". Este último concepto identifica la parte del medio ambiente afectada por la actividad, o más ampliamente, que interacciona con ella".

Si se realiza un análisis exhaustivo del término impacto en múltiples disciplinas, se nota que su uso cuenta ya con una trayectoria amplia. En cuanto al proceso de "impacto ambiental" y derivado de las acepciones anteriores, este término ha llegado a definirse como "una acción o actividad humana que produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del mismo" (Conesa, 1997; 25).

A su vez, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), ha definido al impacto ambiental como una "modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza" (D.O.F. 28 de enero de 1988, y diciembre de 1996), asimismo se señala como entidad responsable de su gestión pública a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (D.O.F. 04-06-2012).

Del mismo modo (Espinoza y Alzina, 2002), traducen el término impacto ambiental como "una alteración significativa del ambiente de carácter positiva o negativa". En este sentido expresa: "Cuando son directos involucran pérdida parcial o total de un recurso o deterioro de una variable ambiental (contaminar agua, talar bosques, etc.). Cuando son indirectos inducen y/o generan otros deterioros sobre el ambiente (erosión antrópica, inundaciones, etc.)".

Se contempla entonces que el término impacto y el término compuesto impacto ambiental, no distan en su sentido inicial, esto es, que no es diferente la acepción sino el origen o causa del impacto, que aunque por algunos tiene un origen estrictamente antrópico, es prudente señalar que también puede ser de origen

natural, traducido en desastres naturales como ciclones, terremotos, erupciones volcánicas, en las que la mano del ser humano no interviene de ningún modo.

Con base en estos referentes, ahora conviene hablar de las clasificaciones que pueden dar cuenta del fenómeno de impacto que se relaciona con la extracción de materiales no concesibles, de hecho la zona de estudio se enmarca por los efectos de este tipo de extracción. Así la clasificación que muestra este impacto, se describe como sigue:

1.1.1 Clasificación de impactos

Conesa (1997; 29-42), señala en su Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental la clasificación siguiente de impactos, que se pueden identificar en el área de estudio.

Cuadro 1. **Clasificación y descripción de impactos**

Atributo	Valoración	Caracterización
Variación de la calidad ambiental Hace referencia al carácter beneficioso o perjudicial de las diferentes actividades sobre los factores considerados.	Positivo	Este se denomina así porque es la comunidad técnica, científica y social quien ya la ha admitido de esta forma, para que esto suceda se ha hecho el análisis completo de los costos y beneficios genéricos así como de los aspectos externos del proyecto contemplado.
	Negativo	Al contrario del anterior, éste se traduce en la pérdida de un valor que va desde el natural, cultural, paisajístico, hasta de productividad ecológica o en el aumento paulatino de perjuicios derivados de la realización de una obra o proyecto.
Intensidad o grado de destrucción Define el grado de incidencia de la acción sobre el factor.	Alto	Aquel impacto cuyo efecto se manifiesta como una modificación del medio ambiente, de los recursos naturales, o de sus procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos tal es el caso de deterioro del suelo y vegetación. Expresa una destrucción casi total del factor considerado en el caso en que se produzca el efecto.
Extensión	Parcial	Se presenta cuando el efecto supone una

<p>Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.</p>		<p>incidencia apreciable en el medio.</p>
<p>Persistencia</p> <p>Plazo de manifestación del impacto. Hace referencia al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto.</p>	<p>Permanente</p>	<p>Aquel cuyo efecto supone una alteración indefinida en el tiempo, de los factores medioambientales predominantes en la estructura o en la función de los ecosistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en un lugar. Es decir, aquel impacto que permanece en el tiempo; ya que los socavones no son habilitados para usos específicos, por eso se les ve como zonas de riesgo.</p>
<p>Capacidad de recuperación</p> <p>Tiempo de permanencia del efecto desde su aparición hasta que el factor afectado retoma a las condiciones iniciales, gracias a efectos naturales o acciones correctivas.</p>	<p>Mitigable</p>	<p>Efecto en el que la alteración puede paliarse o mitigarse de una manera ostensible, mediante el establecimiento de medidas correctoras.</p>
<p>Periodicidad</p> <p>Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica (efecto periódico), de forma impredecible cada vez que se repite (efecto irregular), o constante (efecto continuo).</p>	<p>Continuo</p>	<p>Aquel cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.</p>
<p>Necesidad de medidas correctoras</p>	<p>Severo</p>	<p>Efecto en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctoras o protectoras y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa de un período de tiempo largo.</p>

Fuente: Elaboración propia con base en Conesa (1997; 29-42), Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental.

1.2 Algunos referentes del impacto ambiental que ocasiona la actividad minera

La minería, como una de las actividades industriales más antiguas de la humanidad, consiste en la obtención selectiva de minerales y otros materiales a partir de la corteza terrestre. Esta actividad tiene una derrama económica considerable a nivel mundial, pero también es una de las actividades potencialmente dañinas al medio ambiente. Las grandes corporaciones e industrias de esta índole se caracterizan principalmente por la extracción masiva de recursos minerales metálicos como el oro, cobre, plata, plomo, zinc, níquel y en otros casos minerales no metálicos como la diatomita, caliza, arcilla, caolín, yeso, mármol, cantera, obsidiana, cuarzo, etc. (Ministerio de Minas y Energía, 2002).

En la práctica, el término incluye también las operaciones a cielo abierto, canteras, dragado aluvial y operaciones combinadas que incluyen el tratamiento y la transformación bajo tierra o en superficie. Esta actividad que aunque tiene casi 2.5 millones de años, ha sido la principal fuente de materiales para la fabricación de herramientas.

El desarrollo de esta actividad se intensifica con las conquistas de nuevas tierras, el desplazamiento de un continente a otro en la búsqueda de nuevos horizontes sociales, culturales y la apropiación de riquezas, descritos como el oro y otros metales denominados “preciosos”, que llevaron a la alza de los países colonizadores y a la decadencia a los colonizados. Sin duda, es notable el interés que generan los recursos naturales y en un sentido estricto los recursos minerales, desde el punto de vista del beneficio económico que proporciona a la sociedad.

Para la obtención de los minerales metálicos, inicialmente se debe remover la capa superficial de la tierra, que en su sentido básico es la que sostiene la flora y fauna. Al respecto, también hay que mencionar que se utilizan grandes cantidades de agua (millones de litros). Esto se traduce en la alteración del curso natural de ríos, la disminución de agua en mantos freáticos, vacío de humedales o afluentes

cercanos a las zonas y la creación de lagunas de aguas residuales y en todo caso con sustancias altamente tóxicas imposibles de eliminar.

En este sentido es imprescindible mencionar el papel que han jugado los países de América Latina en esta importante actividad. La riqueza biológica y cultural de los pueblos convierten a esta región en un atractivo de altas ganancias para las empresas extranjeras; quienes ven estas áreas con altos rendimientos, sin tomar en cuenta que en realidad son sustento de miles de personas, de una vasta biodiversidad y de recursos vitales como el agua. Estas regiones naturalmente tienen un alto valor ecológico por su variedad biológica, su variabilidad climática, de suelos y recursos acuáticos, áreas catalogadas como patrimonios únicos en el mundo.

Un ejemplo importante en este sentido es el caso conocido dentro de la región del Pantanal Boliviano, área natural cuyos límites se encuentran dentro de Brasil, Bolivia y Paraguay. Cuenta con una extensión de 175 mil km², y está considerada como sitio RAMSAR, ya que es un complejo de ríos, lagos, lagunas, pantanos, sabanas inundadas y palmares de gran riqueza biológica. Sin embargo, esta zona también cuenta con una riqueza abundante de recursos mineralógicos, lo que se ha convertido en una seria amenaza para la zona. La minería en estos sitios ha generado más impactos socioambientales que desarrollo económico y se pretende continuar funciones en áreas de abundante diversidad biológica y áreas protegidas como la Reserva del Valle de Tucavaca, Bolivia (PROBIOMA, 2010).

El problema particular de estas zonas es que tener el título de área natural protegida no es impedimento para obtener concesiones. Los principales minerales extraídos son el oro, plata y el estaño, y los beneficios económicos se ven traducidos en cuantiosas cantidades que van directamente a bolsillos de los corruptos gobiernos locales y empresas canadienses. Las empresas llegan a las zonas con engaños, esto es, que las manifestaciones de impacto no demuestran la realidad de sus intenciones de riqueza y pregonan un desarrollo económico que jamás se manifiesta en los pueblos, por el contrario se presentan problemas

notables e incluso sabidos. Los gobiernos no han sabido tomar en cuenta los problemas que acarrea la actividad (PROBIOMA, 2010).

Se retoma esta problemática en Bolivia porque a pesar de las alzas que ha mantenido la actividad minera, sigue siendo un país pobre de América. Resulta asombroso ver cómo el desarrollo de la minería ha determinado las condiciones de pobreza de este país; para los pueblos bolivianos, la actividad minera no significa desarrollo o beneficio, al contrario, la ven como una actividad que solo sirve para empobrecer el medio natural y social, una actividad que solo acarrea muerte y destrucción y que se teme siga creciendo en vez de reducirse con el paso del tiempo (PROBIOMA, 2010).

Otros países que de igual forma presentan problemáticas afines son Chile, Perú, Colombia y México. De este último conviene mencionar y describir los factores involucrados en esta problemática.

Si se comienza por reducir la pobreza sin corregir tanto los fallos de mercado como los de gobierno, se agravará la situación ambiental (Guevara, 2003).

México cuenta con una riqueza biológica tal, que a nivel mundial es concebido como un país megadiverso, ésta riqueza engloba una variabilidad de climas, de suelos, de biomas, de flora y fauna, de culturas y también de recursos minerales, que a lo largo de la historia ha atraído las miradas y los intereses de propios y extraños, y es visto por muchos como una maravilla y para otros como una “fuente inagotable de riqueza económica”.

En México, la minería ha alcanzado niveles no esperados en tan solo unas décadas, inicialmente conviene mencionar las principales regiones mineras del país, localizadas al norte en los estados de Chihuahua, Michoacán, Zacatecas, Durango, Sonora, Coahuila, Guanajuato, San Luis Potosí, Hidalgo, Sinaloa, Colima y Jalisco. En estos estados, durante décadas se han generado desechos y contaminación, degradación del medio físico, conflictos de tipo social y cultural, así como pobreza. El interés en estas áreas radica en la presencia de minerales como

el oro, fundamentalmente el más codiciado, la plata, el cobre, zinc y plomo entre los principales (La Jornada, 30 de diciembre de 2011).

La problemática relacionada con la minería, comienza a partir de las facilidades que la legislación mexicana otorga a empresas mineras en su gran mayoría extranjeras, para ejercer sus actividades, y aunque existen casos donde las condicionantes han sido dispuestas, éstas realmente no se respetan de la forma que se debería, ya que la falta de un monitoreo por parte de las instituciones y dependencias correspondientes hacen que la actividad sea desarrollada de cualquier manera y a cualquier costo (La Jornada, 28 de febrero de 2012).

La minería desarrollada en territorio mexicano corresponde tanto a la explotación a cielo abierto como la minería subterránea, este tipo de técnicas se basan en la remoción de toneladas de tierra, que después se trituran y se filtran haciendo uso de millones de litros de agua mezcladas millones de litros de sustancias químicas como el cianuro para el caso de la extracción de unos gramos de oro (La Jornada, 30 de diciembre de 2011).

Con la explotación a cielo abierto se crean inmensos cráteres que han llegado a ocupar más de 100 hectáreas y entre 200 y 800 m. de profundidad. Aunado a esto, otros problemas generados son la desaparición de flora y fauna por la eliminación del suelo en el área, el ruido excesivo que deriva de la molienda y trituración de rocas y materiales expuestos. Es notable la contaminación del aire con polvo, combustibles tóxicos, vapores y/o gases de cianuros, mercurio o dióxido de azufre. Uno de los principales problemas derivados de la explotación minera es la afectación al recurso agua, ya que se reduce la presencia de agua subterránea, y la contaminación de acuíferos y otros cuerpos de agua por lixiviación de sustancias tóxicas como el mercurio, antimonio, arsénico, el zinc y el cianuro, que traen consigo problemas a la salud e incluso la muerte, debido a las pésimas condiciones de trabajo de los mineros, y los accidentes y negligencias dentro de las minas (La Jornada, 30 de diciembre de 2011).

La actual devastación de extensos territorios se debe a que los minerales descritos ya no se encuentran en vetas como inicialmente estaban, sino que ahora se encuentran dispersos a lo largo de un territorio y en bajas concentraciones, así que las exploraciones no cesan y van extendiéndose a lo largo del territorio nacional. Es visible que en el territorio quedan daños permanentes e irreversibles (La Jornada, 30 de diciembre de 2011).

Como dato se tiene que durante la última década se concesionó más de una cuarta parte del territorio nacional (52 millones de hectáreas) para que grandes corporativos nacionales y extranjeros explotaran la riqueza minera y obtuvieran cuantiosas ganancias, sin beneficio alguno para la propietaria original de esos bienes, la nación (La Jornada, 16 de febrero de 2012).

Ante la problemática generada por mineras, la población ha reaccionado de dos formas, partiendo de quien sufre el agravio. La primera corre a cuenta de los pueblos donde se establecen los megaproyectos mineros, ya que se invaden territorios naturales y sagrados culturalmente, por esta razón, grupos de indígenas se han manifestado en contra de las empresas extranjeras para defender sus recursos. En los pueblos se reclama el respeto por zonas sagradas, el respeto por sus formas de vida, por sus derechos, el respeto por el medio natural. La respuesta obtenida en pocos casos ha sido favorable en el sentido que se han detenido (temporalmente) las iniciativas de extracción, en otros casos la respuesta ha sido la muerte.

La segunda forma se manifiesta en los grupos de trabajadores mineros quienes laboran en condiciones pésimas, la inseguridad dentro de las minas, la ausencia de equipo de salvamento y de seguridad elemental a empleados, los pagos injustos o falta de ellos y en un sentido crítico, no reclaman otra cosa más que lo justo. Los empleados están expuestos a derrumbes, explosiones, derrames de sustancias químicas, inundaciones, asfixias. Los accidentes dentro de minas han sido por demás conocidos (Pasta de Conchos, Coahuila, asesinatos en Zacatecas, pueblo Wirikuta en Chihuahua, etc.) y las medidas tomadas a partir de entonces no han dejado ver resultados claros.

Un ejemplo de esta lucha se demuestra en las manifestaciones hechas por grupos de indígenas en San Luis Potosí, en oposición a las concesiones otorgadas por el gobierno del país para la explotación dentro de áreas protegidas y para ellos sagradas. Son numerosos los casos dentro del país donde se ven claras irregularidades en el manejo de la legislación vigente, el trabajo por parte de funcionarios públicos y la falta de ética por parte de los corporativos involucrados (La Jornada, 16 de febrero de 2012).

Se percibe entonces que toda forma de degradación ambiental afecta también los ingresos y el bienestar de los diferentes grupos de ingreso de la población. Para aquellos individuos de ingresos medios y altos, este costo puede variar en importancia y motivar distintos tipos de respuesta. Sin embargo para aquellos que se encuentran cerca o por debajo de un nivel de pobreza acentuado, un impacto negativo siempre tiene consecuencias graves (Guevara, 2003).

Desde México hasta la Patagonia varios megaproyectos han sido frenados y hasta suspendidos por la férrea oposición de ciudadanos a sacrificar su entorno, a pesar de los estudios de impacto ambiental que presentan las empresas y los mensajes de progreso con inclusión social (creación de empleo) con los que las autoridades justifican su aprobación (La Jornada, 14 de febrero de 2012).

La problemática está a la vista de todos, las medidas correctoras son nulas y el saqueo masivo de recursos va a la alza, por años continuará la actividad degradando el medio ambiente y a los grupos sociales, cuando lo codiciado se agote solo quedarán para México pésimas condiciones tanto de vida para los pueblos como para el medio ambiente, y con mayores obstáculos a futuro.

Es importante destacar que actualmente el interés por este tipo de minerales no es exclusivamente de los metálicos, aunque si en mayor grado, sino que su demanda abarca ya a los no metálicos (o no concesibles) definidos por la NTEA-002-SMA-DS-2009 como "las rocas o los productos de su descomposición que sólo pueden utilizarse para la fabricación de materiales de construcción, ornamento de obras o se destinen a este fin; los productos derivados de la descomposición de las rocas,

cuya explotación se realice preponderantemente por medio de trabajos a cielo abierto y que no son concesionables por el Gobierno Federal” (Gaceta de gobierno, 12 de noviembre de 2010).

Puesto que ésta problemática es un tema poco abordado, conviene mencionar trabajos realizados al respecto, esto con el fin de verificar la importancia que actualmente este tipo de temas adquiere en el mundo.

Warhurst (1999), en su libro: *Mining and the Environment. Case Studies from the Americas* describe un proceso constructivo y de investigación en las áreas de minería y medio ambiente. Este proceso comienza a mediados de los años 80 en América Latina, cuando un número de investigadores del International Development Research Centre (IDRC), estructuran proyectos en temas de competitividad, producción y cambios tecnológicos, como resultado se identifica una notable asociación entre la producción minera ineficiente y el daño ambiental.

Del mismo modo, se ejemplifican trabajos realizados como parte de un curso de mineralogía aplicada de la Universidad Internacional de Andalucía. En él, aparecen aspectos especiales como: Impacto ambiental producido por la extracción de minerales y arcillas cerámicas de construcción y cerámica fina: Impacto Ambiental provocado por su extracción. En estos trabajos se plantea el desarrollo de la industria minera en España, el aprovechamiento industrial de los minerales y otros elementos, el papel de los mismos en problemas medioambientales y la forma en que mineralogistas se involucran en el análisis de estos temas en relación con el medio ambiente. Al respecto, se enfatiza en la necesidad de realizar estudios de impacto ambiental previos a la ejecución de labores mineras y proyectos de restauración de las zonas de explotación actuales y futuras, esto con el fin de lograr la preservación de los recursos naturales y el aprovechamiento eficiente de los recursos mineros (Galán, 2001).

Los impactos reconocidos en la extracción de materiales no concesibles, en este caso de gravas y arenas, en gravedad no se comparan con los impactos derivados de la extracción de metálicos. Por su parte este tipo de minería se caracteriza por

ser a cielo abierto, sin explosivos u otro tipo de sustancia tóxica, sin embargo el uso de maquinaria pesada para su extracción proporciona la facilidad de extraer grandes cantidades de terreno en poco tiempo, degradando grandes zonas en pocos años. El tema no es muy tratado sin embargo se reconoce la importancia del mismo por la problemática ambiental actual.

La degradación del medio se basa principalmente en la creación de grandes socavones sin posibilidad de recuperación natural, extensas áreas desprovistas de la capa superficial de tierra que como se mencionó, sostiene en un inicio a la flora y fauna de la zona. Aunado a esto prosiguen la erosión y deslave en los taludes, acumulación de agua por alteración al drenaje natural, contaminación atmosférica por partículas suspendidas, compactación del suelo por maquinaria pesada, contaminación subterránea por derrames de combustible, entre otras (H. Ayuntamiento de Toluca, 2012).

Para otorgar una concesión, de acuerdo con información del Instituto de Fomento Minero y Estudios Geológicos del Estado de México (IFOMEGEM), el método dispuesto es realizar una manifestación de impacto ambiental o estudios de impacto ambiental, estos deben comprender una propuesta de las fases de desarrollo del proyecto que consisten en un análisis de las condiciones físicas y biológicas que conllevan a la preparación del sitio de elección, los impactos posibles y potencialmente significativos al área y alrededores durante la fase de explotación, así como las medidas de aprovechamiento, mitigación y recuperación una vez dada la culminación de la labor minera, esto de acuerdo con el conocimiento de las normas establecidas en esta materia.

Una parte de la problemática se deriva a partir de la existencia de minas de arena dentro de áreas naturales protegidas. Las características propias de los métodos de explotación minera la hacen una actividad incompatible con objetivos de conservación ambiental, ya que la perturbación que implica es irreversible, particularmente cuando no se llevan a cabo las medidas de mitigación indicadas en las normas oficiales (H. Ayuntamiento de Toluca, 2012).

En este sentido la minería reemplaza ecosistemas o una parte también funcional dentro de ellos debido al potencial de diversas zonas, ejemplo de ello es el Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, antes denominado Parque Nacional en cuyos límites se resguardaba la existencia de aproximadamente 38 minas identificadas, cuya situación jurídica se desconoce todavía. Las alteraciones ambientales que estas provocan son evidentes: Pérdida en la capa protectora superficial y; desvío de cauces cuyas aguas ingresan directamente a los socavones sin control alguno, acelerando la erosión, el arrastre de sedimentos y basura, ocasionando una afectación directa en la cantidad y calidad del agua subterránea, además de las inundaciones provocadas a raíz de la falta de filtración aguas arriba (H. Ayuntamiento de Toluca, 2012).

Recientemente se conoció el caso de la clausura de zonas de explotación dentro del Área del Nevado de Toluca, con el nuevo decreto que denomina al antiguo parque como Zona de Protección. Dicho reporte declaraba la clausura por no contar con los permisos de impacto ambiental y afectaciones al suelo correspondientes, ante esta situación las medidas tomadas fueron: La imposición de una multa a la compañía minera por 73 mil 850 pesos, así como la remodelación del área y trabajos de reforestación. Por una parte se manifiesta la probable solución al problema, sin embargo, hay que tomar en cuenta las afectaciones de tipo social que derivan de esta situación. Esto es, una baja en la venta y distribución de arena y grava, el alza en los precios del combustible, así como el desempleo, entre otros que se traducen en recursos insuficientes para la compensación de la multa y garantizar con esto la restauración de la zona. Del mismo modo se toma en cuenta la observación hecha por el dueño de la mina quien refiere que las zonas minadas no son revisadas físicamente, solo si existe una denuncia de por medio y existen otras minas cercanas al volcán mucho más peligrosas también sin supervisión (El Universal, 09 de octubre de 2012).

Otro Estado afectado por esta misma situación como ya se mencionó es Chiapas, debido a las recientes concesiones otorgadas para la extracción de materiales no concesibles dentro de la Selva Lacandona, considerada hasta ahora como región

prioritaria para el país por su riqueza biológica e hidrológica (El Herald de Chiapas, 18 de octubre de 2012).

Al respecto, Guevara (2003) señala que en México, los terrenos en los que se encuentran los sistemas naturales menos perturbados por el hombre son aquellos que están más alejados de los centros de población y de las vías de comunicación. Generalmente dichos sistemas, manglares, bosques, selvas, costas, están habitados por comunidades indígenas, campesinas y pesqueras, cuyos ingresos están por debajo del promedio nacional y donde el usufructo del recurso está definido en forma colectiva, dadas estas condiciones, son zonas que debido a su extensión y aislamiento, el control y la supervisión ambiental pueden resultar difíciles y costosos.

Sumado a estas acciones, la extracción incluso ilegal de materiales que deriva de la idea errónea de que si un terreno es propiedad de una persona tal, o un río pasa por el mismo pueden sacar sin más el material, desforestar, destruir un cerro o permitir a terceros la extracción del material permitiendo con ello un resultado aún más desfavorable.

Un eslabón más en la problemática de la explotación de materiales no concesibles, se presenta en el último proceso o etapa final de extracción: mitigación y recuperación de las zonas.

Las minas abandonadas son el problema más común y, con evidentes zonas que algún día abastecieron de materiales para la construcción, pero ahora en determinado momento por diversas circunstancias dejan de operar y sin más se ven en la facilidad de abandonar las áreas sin ningún propósito de recuperación, dejando de lado la propuesta realizada en la manifestación de impacto ambiental.

Los resultados de estas acciones son: extensas áreas desprovistas de vegetación, con procesos erosivos, zonas propensas a ser utilizadas como vertederos clandestinos de residuos sólidos, como áreas para delinquir debido a la falta de seguridad.

Al respecto, diversos casos son reportados por diarios informativos como: El Universal (2012), Milenio (2012), El Heraldó (2012). Destacan este comportamiento los Estados de Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Estado de México. En éste último se ejemplifican casos en municipios del Estado de México, en los cuales este tipo de explotación ha generado zonas de riesgo, debido a derrumbes y deslaves, disposición ilegal de residuos, además de la falta de equipos de seguridad que deja vulnerables a empleados dentro de las zonas y, los casos conocidos dentro de la misma zona de estudio en el municipio de Zinacantepec donde en su momento se aprovecharon estas zonas abandonadas para dejar cuerpos de personas sin vida (Milenio 14 de abril de 2012, El Heraldó de Chiapas 18 de octubre de 2012, El Universal 25 de octubre 2012).

Por lo general los accesos a estas zonas de extracción son de terracería y lógicamente, sin ningún tipo de vigilancia por autoridades correspondientes. Entonces, la falta de monitoreo en estas zonas es lo que el trabajo aborda: Las condiciones en las que estas zonas se abandonan al culminar labores, los problemas incluso a agricultores debido a que la gran mayoría de estas zonas se encuentran dentro de campos agrícolas y los problemas de tipo social y de seguridad que se suscitan, son elementos clave para el análisis de la legislación en torno al tema.

Ante todo esto, existe una gran justificación en el que toda actividad humana causa alteración ambiental. La sentencia afirma una realidad, sin embargo suena como una excusa cuando proviene de aquellos quienes tienen la responsabilidad en sí mismos de sobrellevar el monitoreo de este tipo de actividades o de cualquier actividad que genera daño, puesto que no están demostrando las facultades para los que son nombrados en el caso de quienes ocupan puestos en la gestión municipal.

Aunque se reconoce que es complicado frenar una explotación ya concesionada; el fin radica en por lo menos, observar y exigir que se cumplan los requisitos que determina la legislación.

“Un recurso por su condición de libre acceso, o por el bajo riesgo legal que implica explotarlo, crea incentivos a que dicha explotación se realice de manera acelerada. Sin embargo, si se establecen y se hacen cumplir legalmente los derechos de propiedad de manera permanente [...] se puede estimular la conservación de los recursos y la explotación racional de los mismos” (Guevara, 2003).

El desarrollo de esta actividad seguirá su curso, y la presión sobre los recursos materiales no concesibles continuará debido a que son la materia prima en las diferentes industrias, por ello es indispensable dar atención de calidad a este tipo de problemáticas. A su vez, es fundamental revalorar el cumplimiento de las normas en materia de minería de materiales no concesibles dada la problemática que ocasiona y permitir consecuentemente una interacción equitativa entre los diferentes actores que se involucran en el desarrollo de la actividad extractiva; la aplicación de medidas preventivas sería la estrategia ideal, sin embargo ahora las medidas a aplicar deben enfocarse a la corrección y remediación del problema.

Capítulo 2. **Marco normativo**

2.1 Antecedentes legislativos y jurídicos

En 1972 se dio la primera respuesta directa de organización administrativa del gobierno federal para enfrentar los problemas ambientales. A lo largo de cuatro décadas (1940-1980), la estrategia de desarrollo nacional se centró en el impulso a la industrialización a través de la sustitución de importaciones (SEMARNAT, 2010).

El medio fundamental fue la intervención directa del estado en la economía, que incluía la protección de un mercado interno. La industrialización subordinó el desarrollo de las demás actividades económicas, particularmente las del sector primario y, con ello generó por un lado, un modelo de explotación intensiva y extensiva de los recursos naturales y, por otro lado un desarrollo urbano industrial que no previó sus efectos ambientales, ni reguló adecuadamente sus resultados en términos de manejo de residuos, emisión de contaminantes a la atmósfera y descargas de aguas residuales en los cuerpos de agua (SEMARNAT, 2010).

A partir de 1982, la política ambiental mexicana comenzó a adquirir un enfoque integral y se reformó la Constitución para crear nuevas instituciones y precisar las bases jurídicas y administrativas de la política de protección ambiental (SEMARNAT, 2010).

Ámbito nacional

➤ **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**

La presente Carta Magna, en su artículo 115, fracción V, faculta a los municipios en el control y vigilancia del uso del suelo en su jurisdicción territorial y participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas (D. O. F.).

De esta manera los municipios tienen la potestad y capacidad para participar de manera activa en la forma en que se destinan los usos de suelos y las reservas

ecológicas, de este modo son partícipes en el momento de hacer cumplir el control del manejo de suelo a que se destina el territorio perteneciente a su jurisdicción.

➤ **Ley Minera**

En su Artículo 2° establece las disposiciones a las que se sujeta esta Ley; siendo la exploración, explotación, y beneficio de los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyen depósitos; cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, así como de las salinas formadas directamente por las aguas marinas provenientes de mares actuales, superficial o subterráneamente, de modo natural o artificial y de las sales y subproductos de éstas (D.O.F. 26-06-2006).

Sin embargo para efectos de este trabajo, la ley no es viable ya que en su Artículo 5° hace mención de los casos que se exceptúan de la aplicación de la misma.

IV.- Las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen a este fin;

V. Los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación se realice por medio de trabajos a cielo abierto,

La reflexión sobre esta ley se basa en el cuestionamiento del porqué hacer omisión a este tipo de materiales en la aplicación de la norma. Si bien la minería de extracción de materiales no concesibles en apariencia no significa un daño potencial en comparación con la minería metálica, si es una actividad que genera importantes cambios en el medio físico; considerando la facilidad de extracción y el predominio de materiales no concesibles a lo largo del territorio mexicano y las consecuentes alteraciones en los ecosistemas.

En 1987 se facultó al Congreso de la Unión para legislar en términos de la concurrencia de los tres órdenes de gobierno, en materia de protección al ambiente. Con base en esa reforma y con base en las leyes anteriores, en 1988 fue publicada la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

(LGEEPA), misma que hasta la fecha, ha sido la base de la política ambiental del país (SEMARNAT, 2010).

➤ **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**

En el Artículo 23° expone las especificaciones para:

La determinación de áreas para actividades altamente riesgosas, estableciendo zonas intermedias de salvaguarda en las que no se permitirán los usos habitacionales, comerciales u otros que pongan en riesgo a la población, es decir, menciona que la política ecológica debe buscar la corrección de aquellos desequilibrios que deterioren la calidad de vida de la población y, a la vez, prever las tendencias de crecimiento del asentamiento humano para mantener una relación eficiente entre la base de recursos y la población, así como los factores ecológicos y ambientales que son parte integrante de la calidad de la vida.

Esta ley, en sus artículos establece claros criterios para la regulación de actividades involucradas con el uso de suelo. Al respecto, es necesario que cada actividad mantenga un control sobre su adecuado aprovechamiento, en estos casos siendo para crecimiento urbano.

➤ **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente en Materia de Impacto Ambiental**

En este se determinan las facultades de la SEMARNAT para:

- I. Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento;
- II. Formular, publicar y poner a disposición del público las guías para la presentación del informe preventivo, la manifestación de impacto ambiental en sus diversas modalidades y el estudio de riesgo;
- III. Solicitar la opinión de otras dependencias y de expertos en la materia para que sirvan de apoyo a las evaluaciones de impacto ambiental que se formulen;

IV. Llevar a cabo el proceso de consulta pública que en su caso se requiera durante el procedimiento de evaluación de impacto ambiental;

VI. Vigilar el cumplimiento de las disposiciones de este reglamento, así como la observancia de las resoluciones previstas en el mismo, e imponer las sanciones y demás medidas de control y de seguridad necesarias, con arreglo a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables (D.O.F. 26-04-2012).

Capítulo II. De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones se exponen como sigue:

L) Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la federación considerando a su vez:

I. Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo;

II. Obras de exploración, excluyendo las de prospección gravimétrica, geológica superficial, geoelectrica, magnetotelúrica, de susceptibilidad magnética y densidad, así como las obras de barrenación, de zanjeo y exposición de rocas, siempre que se realicen en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos o templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinares, ubicadas fuera de las áreas naturales protegidas (D.O.F. 26-04-2012).

Con base en este análisis previo, se considera de forma breve que lo expuesto en relación con el impacto ambiental se define de manera clara, sin embargo no se garantiza su efectivo cumplimiento si no existe una facultad que se enfoque en el monitoreo de las diferentes actividades.

En relación con las actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental es posible ver el interés del manejo de los materiales metálicos por encima de los no concesibles.

Ámbito estatal

➤ Reglamento del libro segundo del Código para la Biodiversidad del Estado de México

En este documento se establecen las facultades del poder ejecutivo estatal a través de la Secretaría del Medio Ambiente se centran en participar coordinadamente con la autoridad estatal, en la evaluación del impacto ambiental de obras o actividades de competencia municipal y estatal, cuando las mismas se realicen en el ámbito de su circunscripción territorial, de la misma manera aborda la especificaciones referentes a la evaluación del impacto ambiental en su Capítulo XIII, a partir de su Artículo 113° el cual dice que se podrá coordinar la evaluación y dictamen en materia de impacto ambiental a los H. Ayuntamientos, los cuales para ello deberán:

- I. Asignar el personal encargado de la evaluación y dictamen en materia de impacto ambiental.
- II. Que el personal asignado de manera anual acredite las evaluaciones que le realice el área correspondiente de la Secretaría y,
- III. Se firme convenio de coordinación de funciones.

Artículo 114°. Las autoridades estatales y municipales de desarrollo urbano, en el ámbito de sus respectivas competencias, no podrán expedir el dictamen de impacto regional y licencias de uso de suelo, sin la autorización expresa de procedencia ambiental en los casos que sea exigible por el Código y las disposiciones aplicables.

Artículo 115°. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo anterior, el interesado deberá presentar ante esta Secretaría la solicitud correspondiente en términos de los Artículos 6° y 9° del Código de Procedimientos Administrativos del Estado de México.

A partir del artículo 115° y hasta el 129°. El reglamento establece los requisitos referentes a la documentación para la obtención de licencias (D.O.F. 2011).

Se menciona como autoridad competente para la expedición de licencias a la SEMARNAT, y como unidades de monitoreo a las subdirecciones municipales correspondientes.

En tal caso la Secretaría podrá confirmar la autorización, modificarla, condicionarla, suspenderla o revocarla si estuviera en riesgo el equilibrio ecológico o se pudieran producir o se produjeran alteraciones graves al ambiente.

Artículo 132°. En la Resolución que emita la Secretaría, se determinará su vigencia, pudiendo prorrogarla previa evaluación y a solicitud de la parte interesada, dicho documento se hará del conocimiento del interesado por vía de notificación personal y/o por estrados según se determine (D.O.F. 2011).

El incumplimiento de condicionantes hará exigible el establecimiento de las garantías que la Secretaría determine necesarias para reparar o compensar los impactos negativos que un proyecto se encuentre generando (D.O.F. 2011).

Artículo 135°. Las personas físicas o jurídicas colectivas que pretendan realizar actividades de exploración, explotación o aprovechamiento de recursos naturales o bien del repoblamiento, translocación, recuperación, trasplante o siembra de especies de flora o fauna, silvestre o acuática, en Áreas Naturales Protegidas de interés del Estado, deberán contar con autorización previa de la Secretaría en materia de impacto ambiental, cuando conforme a las declaratorias respectivas corresponda a la misma la conservación, administración, desarrollo o vigilancia de las áreas de que se trate (D.O.F. 2011).

Artículo 137°. La Secretaría, por conducto de la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México (PROPAEM) realizará los actos de inspección y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones contenidas en las resoluciones en materia de impacto y/o riesgo ambiental, así como de imponer las sanciones correspondientes, sin perjuicio del ejercicio de las acciones civiles y penales que

procedan por las irregularidades detectadas por la autoridad en el ejercicio de sus atribuciones de inspección y vigilancia (D.O.F. 2011).

A lo largo del capítulo se especifican los documentos necesarios para la obtención de licencias así como las competencias de los organismos en materia ambiental y sus atribuciones respecto al impacto ambiental que generan ciertas actividades; sin embargo al comparar estos requisitos con otras dependencias se encuentra una variedad de procesos administrativos. Esta falta de homogenización se convierte en un problema en el momento de liberar concesiones.

2.2 Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-SMA-DS-2009

La Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-SMA-DS-2009 regula la exploración y explotación de Minerales No Concesibles en el Estado de México. Esta norma, que establece las especificaciones de protección ambiental para realizar las actividades de exploración, explotación y transporte de sustancias minerales no concesionables por el Gobierno Federal, además tiene carácter obligatorio para aquellos que tienen la responsabilidad de la propiedad o posesión del sitio de extracción o transportación de minerales no concesionables, así como para el titular de la autorización de explotación de minerales no concesibles en materia de impacto ambiental y en lo que corresponda a los responsables de los depósitos de minerales no concesionables ubicados en el Estado de México (Gaceta de gobierno, 12 de noviembre de 2010).

De manera general, en esta norma se establecen las especificaciones para los trabajos de exploración y explotación de materiales, que van desde la localización de los sitios hasta las características que deben contar una vez que las actividades extractivas han comenzado.

También se establecen condiciones para la maquinaria utilizada en estos procesos así como los factores involucrados para la seguridad propia de la mina y de los alrededores; medidas para el transporte y venta del material extraído; condiciones a propietarios y titulares y; de manera muy breve las especificaciones por cumplir una vez terminada la actividad extractiva o referentes en la fase de restauración.

Para efectos de este apartado no se definen más especificaciones debido a que estas serán tomadas para análisis del subtema siguiente.

2.2.1 Inconsistencias normativas

Para hablar de legislación se requiere de un análisis exhaustivo que demanda tiempo y conocimiento pleno en la materia, sin embargo en este apartado pretende hacerse un análisis sino meticulado, si de manera que se hagan notar aquellas inconsistencias dentro de la norma.

Observaciones dentro de la Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-SMA-DS-2009 que regula la exploración, explotación de Minerales No Concesibles en el Estado de México. El siguiente análisis se realiza con incisos específicos de la misma.

“4.1.3 En los terrenos donde se convengan nuevos aprovechamientos la explotación será únicamente a cielo abierto, en terrenos de 3 hectáreas o mayores”.

En este sentido se especifica que los terrenos deben ser de tres has. o mayores, dejando la posibilidad de expandirse en ellos sin el establecimiento de un límite espacial ni temporal, esto a su vez deja a los terrenos circundantes vulnerables de degradación. Para este fin debería establecerse un límite tanto espacial como temporal; es decir, que se especifique el área que en un determinado periodo de tiempo pueda someterse a explotación para permitir el aprovechamiento óptimo de recursos disponibles sin transgredir la integridad ecológica del medio.

“4.1.6 Los sitios ubicados en la colindancia con un área natural protegida deberán respetar una franja de amortiguamiento mínima de 20 metros a partir del límite del polígono del área”.

De acuerdo con información recibida por personal de la Dirección del Medio Ambiente del Municipio de Zinacantepec, los trabajos de explotación solo se realizan por debajo de la cota 3000, la cual delimitaba lo que en su momento fuera el polígono del Parque Nacional Nevado de Toluca, sin embargo durante las visitas a campo, se constató que la actividad se realizaba dentro de este rango de

referencia, es decir que no se respetaba incluso la franja de amortiguamiento descrita en el inciso 4.1.6 mencionado arriba.

Ahora bien, tomando en cuenta el nuevo decreto como Área de Protección de Flora y Fauna, esta actividad minera queda incluida dentro de la zona de amortiguamiento donde las actividades se ejecutan bajo una política de aprovechamiento pero ¿bajo qué condiciones ahora cambia la regulación de este tipo de actividades? Es decir, ¿en qué sentido se modifican las sanciones a actividades extractivas ilegales al otorgar un nuevo decreto a la zona?, ya que el Artículo Décimo Primero del propio decreto establece que dentro de la zona de amortiguamiento del Área de Protección de Flora y Fauna "Nevado de Toluca" está prohibido abrir bancos de material y extraer materiales para construcción, como arena, grava y tepojal, entre otros.

Se encuentra que las autorizaciones y concesiones se facilitan de manera informal. Esto significa que no se toma en cuenta lo decretado en la legislación correspondiente, sin embargo para este caso, lo ilegal es la actividad como tal, ya que cualquier persona puede adquirir una concesión, lo cual deja que un propietario con disposición de este tipo de materiales dentro de los límites de su propiedad, se vea con el derecho de explotarlo e incluso venderlo a la iniciativa privada con pleno desconocimiento de la ley, aunado a la indiferencia de las autoridades. Dicho de otra manera, aunque la actividad esté presente, las autoridades ocultan la explotación de materiales no concesibles, aún en áreas protegidas.

Una interrogante que surge a partir de este inciso y del análisis de casos similares es: ¿Qué sucede si se ignora el decreto del Área de Protección de Flora y Fauna y la actividad que se desarrolla está dentro de un área natural protegida con autorización plena de SEMARNAT? ¿Bajo qué condiciones se da esta concesión?

4.2.1 Las minas se deben localizar fuera de zonas de inundación. En caso de no cumplir lo anterior se debe demostrar que no existe la obstrucción de flujo en las áreas de escurrimiento o inundación y las posibilidades de deslaves o erosión.

Para describir la observación de este punto se utiliza como referencia la comunidad de Buenavista, dentro del polígono del área de estudio en el municipio de Zinacantepec.

Las actividades extractivas en este lugar han cesado, sin embargo las condiciones en las que se dejó el lugar no son las más óptimas. La población comenzó a asentarse de manera irregular sobre los terrenos abandonados de lo que fuera la mina. El problema radica en que la zona está en medio de escurrimientos que durante el periodo de lluvias, intensifican el arrastre de materiales, suponiendo un riesgo para viviendas vulnerables. Se ha de considerar que si se somete este punto a investigación seguramente se encontrarán casos en condiciones similares.

4.4.3 Construir una barrera física en los frentes y partes laterales con materiales propios de la mina conforme ésta avanza, a efecto de prevenir el aproximarse al voladero o frente de explotación, evitar que se depositen residuos sólidos urbanos de forma clandestina y reducir el riesgo de accidentes.

Este edicto no asegura que en las zonas de extracción pétreo del municipio y en otras regiones del país, se eviten los riesgos por los derrumbes, ya que han sido los protagonistas de accidentes por la inexistencia de barreras o bardas que garanticen la estabilidad de las zonas y sus frentes.

En cuanto a la condición de evitar la disposición de residuos sólidos, a pesar de establecerse dentro de este inciso, la realidad es otra, ya que son innumerables las zonas de este tipo que se han utilizado de manera clandestina como vertederos de residuos que de por sí ya son un problema, aunado a las condiciones de las propias zonas que muchas veces están localizadas cerca de escurrimientos de agua y de zonas de filtración. Esto acarrea un grave problema si se toma en cuenta la existencia de mantos freáticos, que debido a los lixiviados son vulnerables a una contaminación no gradual, sino potencial.

5.3.1 Se impedirá que la mina sea empleada como área de disposición final de residuos sólidos o líquidos, con las excepciones que establezca la Secretaría.

Al igual que en el inciso anterior, no se dice de manera clara las condiciones por las que actúa; es decir la manera en que se impedirá que la disposición final de residuos se realice en estos lugares, asimismo se evidencia que no se establecen los criterios bajo los cuales la Secretaría podrá autorizar esta disposición, esto sin embargo puede realizarse a partir de un análisis de aptitud, restricción y uso de suelo, además de que no se establece las medidas que se tomarán para la corrección del problema en caso de presentarse.

5.5.1 Una vez finalizada la explotación, se deberá iniciar el retiro de las instalaciones que fueron ocupadas durante la operación, así como el desmantelamiento y demolición de la tolva, la cribadora, su basamento y cualquier otro dispositivo. El piso de la mina deberá ser uniforme, plano y libre de cualquier obstáculo.

En este punto se hacen muy breves especificaciones sobre el abandono del área de explotación. Una vez realizadas las visitas al área de estudio y el conocimiento de otros casos, se ha verificado que en este punto la norma carece de claridad; ya que de manera muy breve se establece que el lugar debe quedar limpio, sin embargo no se menciona de forma clara el tipo de condiciones, de la misma manera se omiten las posibles sanciones en caso de incumplimiento y la dependencia que supervisa estas zonas.

El problema derivado al dar poca importancia a este último paso en el proceso de extracción, es que los terrenos suelen dejarse abandonados y sin mantenimiento, visualmente producen una inestabilidad paisajística y con el paso del tiempo se convierten en terrenos con usos ilegales tales como la disposición de residuos que acarrea en sí mismo un problema mayor, si se toma en cuenta la cercanía con cuerpos de agua y centros de población, o en su defecto, cuando éstos se encuentran apartados, además por falta de seguridad civil éstas se convierten en zonas para delinquir.

8.1 La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Técnica Estatal Ambiental, corresponde al Poder Ejecutivo del Gobierno del Estado de México, a través de la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México, cuyo personal realizará los trabajos de verificación que sean necesarios.

Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos del Código y el Reglamento del Libro Segundo del Código y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

En términos de este último inciso se cuestiona el tipo de condiciones y las derivaciones de otros organismos, las iniciativas para la vigilancia de los predios de extracción; si hay una regularidad para realizar la vigilancia y lo que sucede entonces con los lugares que han sido explotados en el pasado y que actualmente se encuentran abandonados.

Estas observaciones muestran la ineficiencia de las herramientas jurídicas; por lo que se precisa una renovación que garantice su firmeza y observancia, de esta manera sería mucho más fácil y menos costosa la restauración de una zona o incluso el pago por el daño ambiental.

Segunda Parte: Marco Empírico

Capítulo 3. Medio biofísico: Vocación y potencialidad del área de estudio

La descripción biofísica de la zona de estudio permite identificar los componentes contextuales de donde se desarrolla la problemática. En efecto, la configuración geomorfológica, hidrológica, climatológica, geológica, edafológica, usos y aprovechamiento del suelo y vegetativa, permite mostrar los riesgos ambientales y sociales por la forma de extracción y manejo de los socavones, una vez que se realiza esta práctica.

3.1 Localización

El municipio de Zinacantepec cuenta con una superficie territorial de 308.68 km² y 30, 918 hectáreas, que representan el 1.38 % del territorio estatal, ubicado en la meseta más elevada del país, que cuenta con una altura que oscila entre los 2,700 y 4,500 msnm. Limita al norte con los municipios de Almoloya de Juárez, al Oeste con Amanalco y Temascaltepec, al sur con Texcaltitlán y Coatepec Harinas, al Sureste con Villa Guerrero y al Este con el municipio de Toluca. Debido al análisis central del tema, cabe destacar que Zinacantepec pertenece a la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), siendo así un importante proveedor de material para la construcción para los municipios que la conforman (INEGI, 2010).

Figura 1. Localización municipal

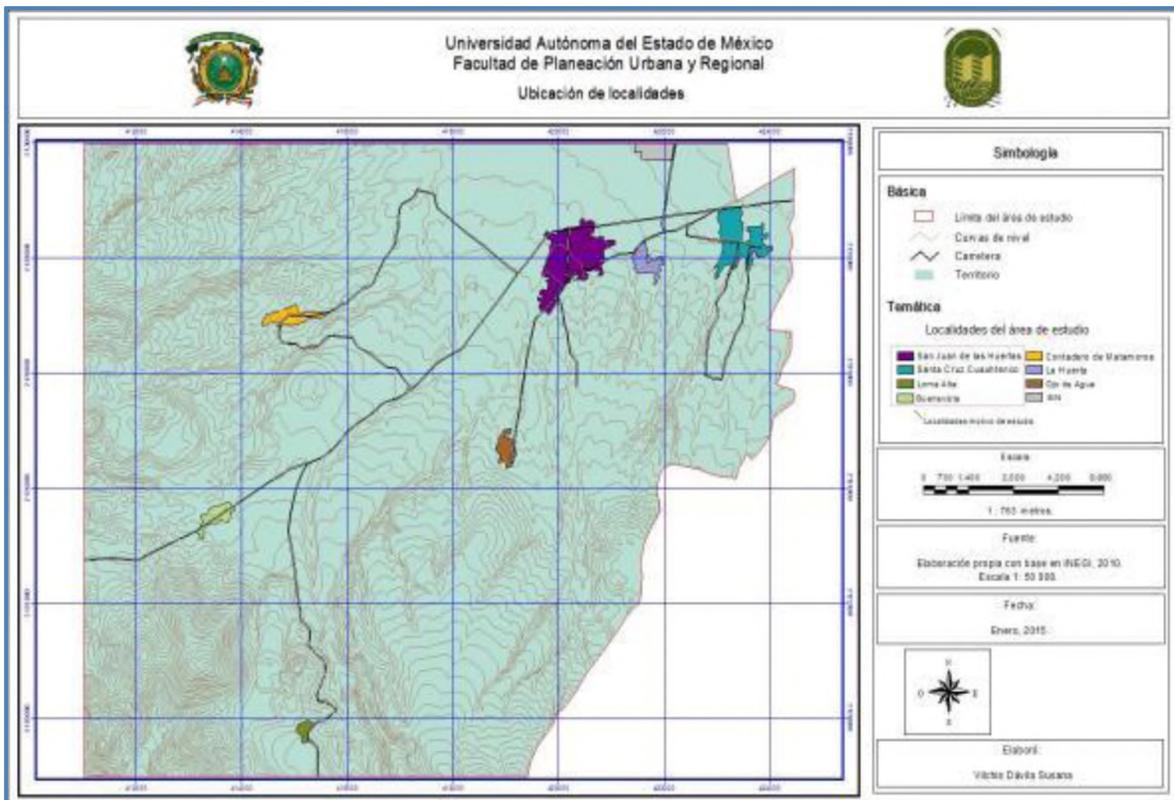


Fuente: PDMZ, 2013-2015.

Geográficamente se localiza a los 19° 03' 47" de latitud Norte y 99° 54' 47" de latitud Oeste (PDMZ 2009-2012).

Cabe señalar que la zona de estudio cuenta con un área total de 12707.2 has. y se localiza en la parte centro del Municipio. Comprende las comunidades de Loma Alta, La Puerta, Buenavista, Contadero de Matamoros, San Pedro Tejalpa, Tejalpa, San Juan de las Huertas, Santa Cruz Cuauhtenco y Ojo de Agua. Se excluyen las comunidades de Contadero de Matamoros, San Pedro Tejalpa y Tejalpa, las demás comunidades se integran para el presente análisis, ya que en ellas la actividad minera se manifiesta desde activa hasta inactiva. Ver la Figura 2 las comunidades dentro del área de estudio y el cuadro 2.

Figura 2. **Comunidades dentro del área de estudio**



Fuente: Elaboración propia con base en información cartográfica INEGI.

Cuadro 2. **Características económicas de las comunidades**

Comunidad	Categoría	Altura msnm.	Población Total (Hab.)	Población masc. (Hab.)	Población fem. (Hab.)	PEA (Hab.)	PO (Hab.)
Loma Alta	Rural	3 447	530	262	268	189	154
La Puerta (del Monte)	Rural	3 170	253	130	123	87	76
Buenavista	Rural	3 115	560	293	267	184	157
San Juan de las Huertas	Semiurban a	2 861	12 253	6 054	6 199	4 596	4 392
Santa Cruz Cuauhtenco	Semiurban a	2 741	7 460	3 640	3 820	2 797	2 597
Ojo de Agua	Rural	3 017	2 083	1 022	1 061	722	684

Fuente: Elaboración propia con base en *Principales resultados por localidad* (ITER), 2010.

A escala municipal y de acuerdo con el registro de población ocupada por sector, las actividades secundarias muestran que las acciones de construcciones e industria manufacturera son las más relevantes, en tanto que para las actividades terciarias los principales lugares, según la población ocupada, son el comercio al por menor, otros servicios exceptuando actividades en el sector público y; actividades referente a transporte, correo y almacenamientos, lo que refleja una especialización en actividades comerciales (PDMZ 2013-2015).

De manera particular, en las comunidades que forman parte del área de estudio, las actividades económicas se basan principalmente en actividades primarias, siendo la principal, la agricultura. Debido a la lejanía de los centros urbanos, existen desplazamientos en busca de mejores condiciones de vida. Existen empleos básicos como la albañilería, carpintería y obreros, con excepción de San Juan de las Huertas, donde los servicios permiten ofertar también oportunidades de trabajo para las comunidades más cercanas.

Los servicios disponibles para esta última comunidad abastecen la mayor parte de la población y se resumen en: Alumbrado público, energía eléctrica, agua potable

y alcantarillado, drenaje, servicios de recolección de basura, pavimentación, educación desde básica (primaria, secundaria) y media básica, así como servicios de salud.

En las restantes comunidades mencionadas los servicios apenas abastecen a un número restringido de la población y se basan principalmente en servicios básicos que en ocasiones no cumplen con la calidad debida, estos son: Energía eléctrica; educativos, primarias y telesecundarias o secundarias técnicas y; pequeños centros de salud.

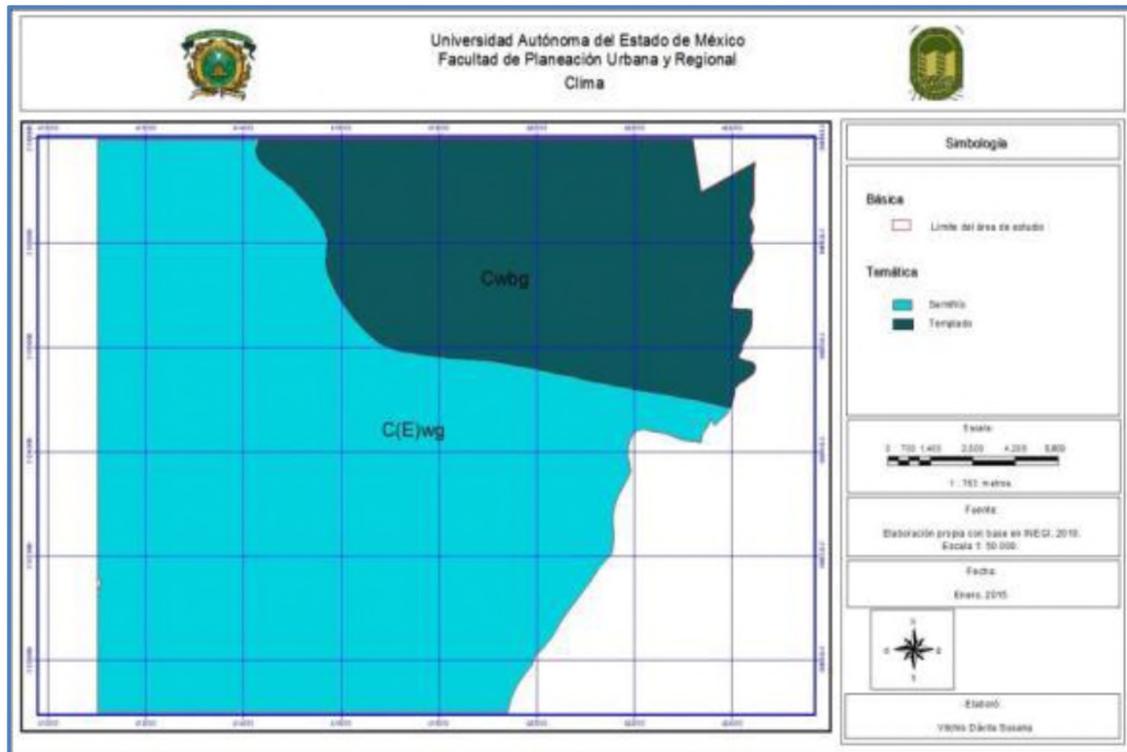
Se carece de sistemas de drenaje, de agua potable, ya que ésta es extraída directamente de los manantiales cercanos a las comunidades, aún se observa el uso de estufas de leña para las cuales se utiliza madera del mismo lugar, siendo esta de árboles secos o de ramas que en algún momento cayeron.

3.2 Clima

Dentro del área de estudio predomina el clima templado del tipo Cwbg en la parte norte y un clima semifrío de tipo C (E) wg en la parte suroeste de acuerdo a la clasificación de Köppen, tal como se puede constatar en la figura 3.

La temperatura media anual oscila entre los 11° y 16° C, por tanto la época más calurosa se presenta en los meses de mayo, junio y julio con una temperatura máxima extrema de 38° C. Durante el invierno se experimenta una fuerte incidencia de los rayos solares, con temperaturas extremas altas con la puesta del sol y por las noches la temperatura es extremadamente baja, originando heladas de magnitudes considerables. La temperatura mínima varía de -10° C hasta los 4° C durante la época invernal; siendo los meses de diciembre, enero y febrero los más fríos (SMN, 2013).

Figura 3. Climas predominantes en el área de estudio



Fuente: Elaboración propia con base en información cartográfica INEGI.

La precipitación promedio en la zona es de 1225 mm. anuales con presencia de lluvias en el periodo de junio a septiembre (SMN, 2013).

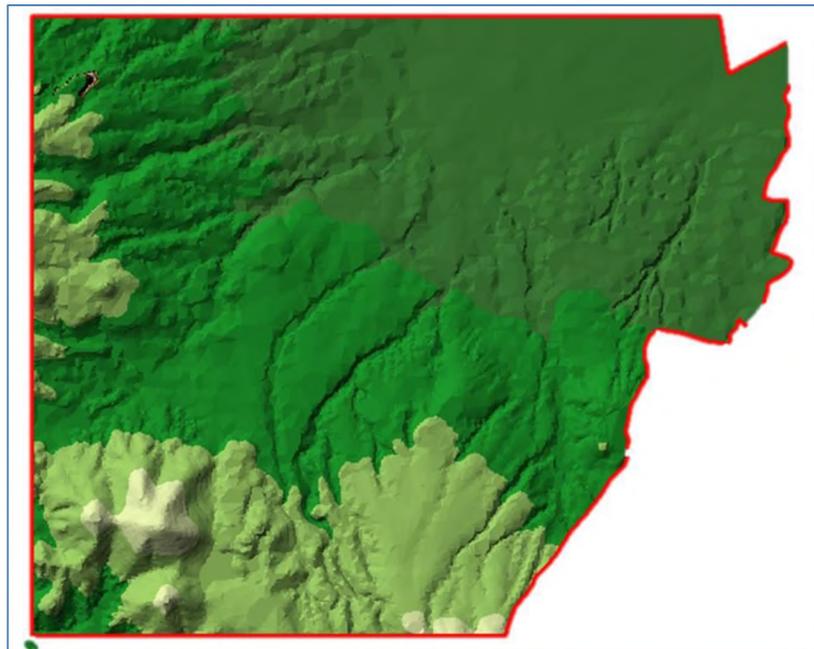
Debido a las manifestaciones climáticas, las comunidades exponen su vulnerabilidad con el tipo de vivienda, en la época de invierno, tanto por la incidencia de las corrientes de aire frío, como por la altura, aunada a la cercanía del cráter del Volcán Nevado de Toluca, que en ocasiones es posible que precipite granizo, como es el caso de Loma Alta, Buenavista y La Puerta, esto conlleva al continuo desarrollo de enfermedades respiratorias, sin embargo se favorece la existencia de bosques y pastizales que resaltan variaciones climáticas que en conjunto con otros factores han modificado ciertos aspectos dentro del área.

3.3 Orografía

El municipio de Zinacantepec se sitúa dentro del Eje Neovolcánico Transversal, derivado de esto su sistema de topoformas se integra por la Gran Sierra Volcánica, lomeríos de colinas redondeadas y la zona lacustre, distribuidas de suroeste a noreste, con alturas que van de 4 680 msnm., hasta 2 750 msnm., con pendientes que oscilan de 25% al 6% (PDM 2009-2012).

En términos específicos de la zona de estudio, su altura varía de 3740 msnm. a 2780 msnm.; siendo Loma Alta, Buenavista y La puerta del Monte las comunidades más altas, cuyas pendientes son de hasta 20%, y Santa Cruz Cuauhtenco, Ojo de Agua y San Juan de las Huertas en las partes más bajas, con pendientes que van del 10% al 15%, y con esta pendiente consideradas en zona de riesgo.

Figura 4. **Geomorfología del área de estudio**



Fuente: Elaboración propia con base en ArcGis.

En esta región se encuentran materiales de origen volcánico que dieron paso a la formación de las más representativas elevaciones dentro del municipio, principalmente en la parte sur.

Ya que el municipio pertenece al Valle del Xinantécatl, en el territorio son frecuentes las elevaciones y las zonas accidentadas.

A partir del análisis con ortofotos digitales de INEGI, escala 1:20000 y el mapa topográfico en escala 1:50000 de la misma institución, se han podido delimitar las principales elevaciones dentro de la zona de estudio.

Cuadro 3. Elevaciones más importantes dentro de la zona de estudio

Nombre de la Elevación	Ubicación	Altura
Cerro La Calera	Oeste	3 740 msnm.
Cerro El Jabalí	Oeste	3 440 msnm.

Fuente: Elaboración propia con base en carta topográfica de Zinacantepec, escala 1:50 000, INEGI.

Estas elevaciones, en conjunto con otras dentro del mismo municipio están consideradas como áreas propicias para el desarrollo forestal y la extracción de minerales no metálicos.

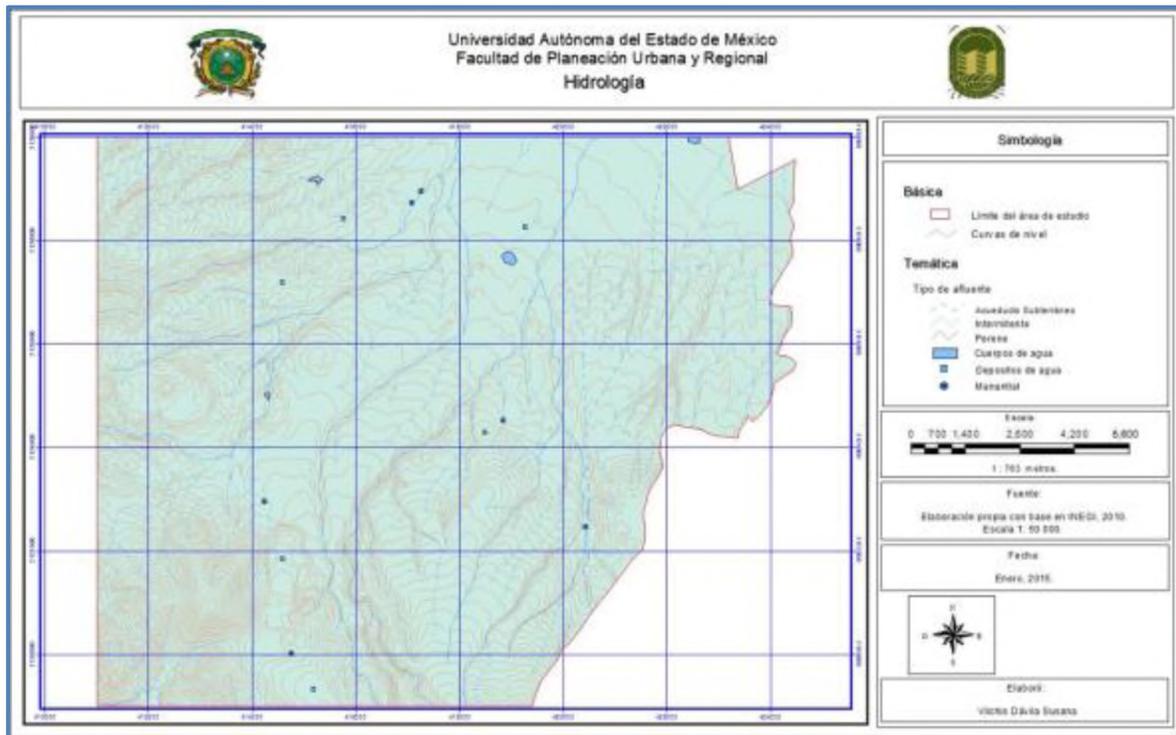
Partiendo del mismo análisis, se puede observar que las comunidades identificadas en la zona de estudio se encuentran en zonas accidentadas: Loma Alta con presencia de hundimientos y pendientes elevadas, la Puerta con pendientes de hasta 20%, Buenavista rodeada por escurrimientos y Ojo de Agua con pendientes cercanas al 15%.

3.4 Hidrología

El municipio de Zinacantepec se encuentra dentro de la Región Hidrológica XII “Lerma-Santiago”, subcuenca “Río Tejalpa” en la parte noreste (PDMZ 2013-2015).

Como se muestra en la figura 5, el área de estudio cuenta con varios ríos y arroyos permanentes e intermitentes, los cuales son:

Figura 5. Hidrología



Fuente: Elaboración propia con base en información cartográfica INEGI.

Cuadro 4. Ríos localizados dentro del área de estudio

Carácter del río	Nombre
Principales (Permanentes)	<ul style="list-style-type: none"> • San Pedro • La Garrapata • Tejalpa • Cano
Secundarios	<ul style="list-style-type: none"> • La Ciervita • Terrerillas
Intermitentes	<ul style="list-style-type: none"> • San Miguel • Tata Merced • La cuchilla • Caballero
Otros cuerpos de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Presa Tejalpa

Fuente: Elaboración propia con base en análisis cartográfico, INEGI, 2010.

La hidrología que presenta el área de estudio ha sido determinante para el abastecimiento de agua, si no potable, si con las condiciones de calidad necesarias para abastecer a la población; sin por ello provocar enfermedades gastrointestinales que se ocasionan por agua contaminada. La presencia de estos ríos también es importante para las áreas de producción agrícola, ya que sus aguas son bombeadas a terrenos de cultivo en tiempos de sequía o escasez.

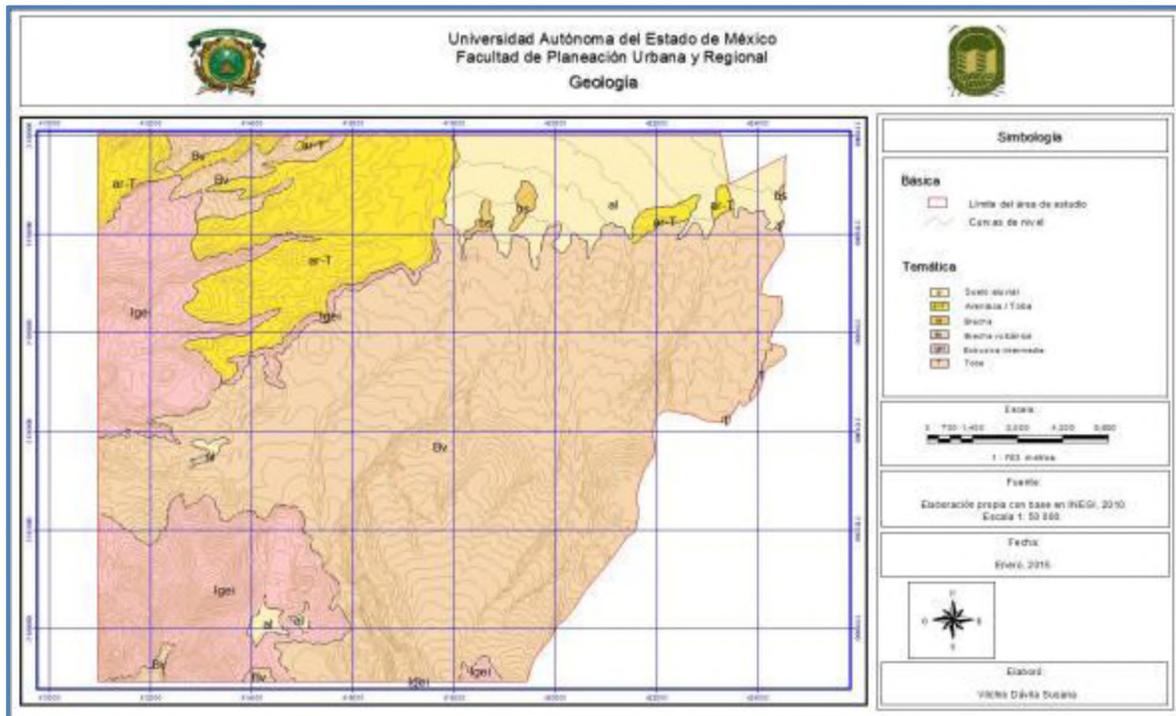
Es importante destacar que en los bordes de algunos de estos ríos se pueden observar desgajamientos, en algunos casos esto se debe al aumento del caudal o bien por la falta de vegetación en estas zonas, esto deja a la intemperie material arenoso de fácil acceso, aunado a que en los últimos seis años los torrentes y avenidas han aumentado de manera considerable dejando con ello, numerosos casos de inundación que afectan no solo a las comunidades cercanas a los afluentes sino también a los terrenos de cultivo más cercanos a ellos.

3.5 Geología

En la búsqueda de material para ser utilizado en la construcción, el análisis de una carta geológica simplifica de manera notable la localización de afloramientos rocosos que son una fuente potencial para la extracción de cierto material. También el hecho de que aparezcan señaladas las minas y catas de yacimientos conocidos, pone al usuario en antecedentes sobre la explotación minera de un lugar (INEGI, 2005). Ver figura 6.

A partir del análisis de cartografía temática de INEGI escala 1:50 000 del municipio de Zinacantepec, en la zona de estudio se identifica material volcánico, es decir, rocas ígneas y sedimentarias principalmente, y suelos como el aluvial, descritos a continuación:

Figura 6. Mapa geológico del área de estudio



Fuente: Elaboración propia con base en información cartográfica INEGI.

Suelo Aluvial. Los suelos aluviales se forman a partir del depósito de materiales sueltos (gravas y arenas) provenientes de rocas preexistentes, que han sido transportados por corrientes superficiales de agua y depositados cuando la velocidad del agua disminuye. Estos materiales pueden ser de origen fluvial o lacustre y pueden contener partículas finas, gruesas o entremezcladas (INEGI, 2005).

En ocasiones, los suelos aluviales presentan una matriz de arcilla cementando los granos de arena, grava y limos. Estos cementantes son generalmente, óxidos de hierro o arcillas. Los suelos aluviales cementados forman, en ocasiones, terrazas altas con niveles freáticos colgados muy susceptibles a los deslizamientos (INEGI, 2005).

Los suelos aluviales, compuestos por arcilla tienden a ser blandos y los de arena tienden a ser sueltos. Debido a su poca cementación, los materiales

aluviales son propensos a erosión y deslizamientos (<http://es.scribd.com/doc/12594608/Suelos-y-Rocas#download>).

Los depósitos aluviales generalmente, son estratificados y la permeabilidad en la dirección horizontal es mayor que en la dirección vertical.

Este tipo de depósitos presentan algunas limitaciones con relación a la capacidad de carga y vulnerabilidad sísmica; de esta manera la zona motivo de estudio, presenta baja capacidad de carga y resulta ser altamente susceptible a los fenómenos sísmicos, estas características condicionan en gran medida el crecimiento urbano, sobre todo al margen de los ríos existentes (PDMZ, 2013-2015).

Este tipo de material se encuentra localizado al Noreste de la zona delimitada de estudio teniendo como referencia a las comunidades de San Juan de las Huertas Tejalpa y en menor proporción, cerca de las comunidades de Loma Alta y Buenavista al Oeste de la zona de estudio. Ocupa un área aproximada de 1157.5 has.

Arenisca. Una arenisca se forma por la litificación de granos de arena, es decir que se obtiene a partir de la fragmentación natural o artificial de otras rocas, como el cuarzo, yeso, coral, feldespato, etc. (<http://es.scribd.com/doc/12594608/Suelos-y-Rocas#download>).

Son rocas sedimentarias, constituidas por granos de arena unidos por un cementante que puede ser sílice, arcilla, carbonato de calcio, óxido de hierro y otros. En general, es muy porosa y puede almacenar una gran cantidad de humedad. Los fragmentos del tamaño de la arena van de 1/16 mm. hasta 2 mm. (PDMZ, 2013-2015).

En el área de estudio, este tipo de roca se encuentra combinado con toba, que es una roca ígnea extrusiva depuesta por material piroclástico, cuyos residuos fueron arrojados por la erupción de volcanes. También tiene un aspecto poroso, su uso económico se basa principalmente en la fabricación

de hormigón, sillería y mampostería, es decir la obtención de arena y materiales de relleno (<http://es.scribd.com/doc/12594608/Suelos-y-Rocas#download>).

Sus posibilidades para el uso urbano son de bajas a moderadas ya que se consideran de alto riesgo en presencia de temblores.

Este tipo de roca se localiza básicamente al noroeste del área de estudio, esto es, en las comunidades de Contadero de Matamoros, San Pedro Tejalpa y en la zona noreste en San Juan de las Huertas y Santa Cruz Cuauhtenco, siendo esto en menor proporción, ocupa un área total aproximada de 1690.5 has.

Brecha volcánica. Es una roca ígnea piroclástica, cuyos depósitos están formados por materiales fragmentados expulsados por los conductos volcánicos, a la par, proyectados al aire y depositados en la superficie. Comprende fragmentos angulosos de diferentes tamaños y composición. Por estas características presenta bajas posibilidades para el uso urbano (<http://es.scribd.com/doc/12594608/Suelos-y-Rocas#download>).

Este tipo de roca se encuentra en la parte central, representa la mayor parte del territorio delimitado al área de estudio; siendo 7325 has, las cuales son ocupadas por las comunidades de Buenavista, La Puerta, Loma Alta, Ojo de Agua, San Juan de las Huertas y Santa Cruz Cuauhtenco.

Extrusiva intermedia. Es otro material ígneo. Se refiere a la roca que se forma a partir del enfriamiento y solidificación del magma cuando este llega a la superficie terrestre. Se distinguen de las intrusivas, por presentar cristales que solo pueden ser observados por medio de una lupa, esto es que tienen una textura afanítica. Son fácilmente reconocidas por la presencia del vidrio volcánico, por su textura muy fina o por presentar agujeros (vesículas) como si fuera un queso gruyere, producto del escape de gases durante el enfriamiento. El término intermedio se refiere a su

clasificación química, ya que contienen entre 52 y 65% de SiO₂. (<http://es.scribd.com/doc/12594608/Suelos-y-Rocas#download>).

Esta roca se localiza al Oeste y Suroeste dentro de la zona de estudio, esto es cercano a la comunidad de Loma Alta. Ocupa un área total aproximada de 2495.1 has.

Brecha Sedimentaria. El sedimento es el precursor de una roca sedimentaria, y se encuentra en la superficie de la Tierra como capas de partículas sueltas tal como la arena, el limo o la arcilla. Es una roca de grano grueso, con formas esféricas y angulosas, con dimensiones que van de 2 mm. a más de 256 mm. (<http://es.scribd.com/doc/12594608/Suelos-y-Rocas#download>).

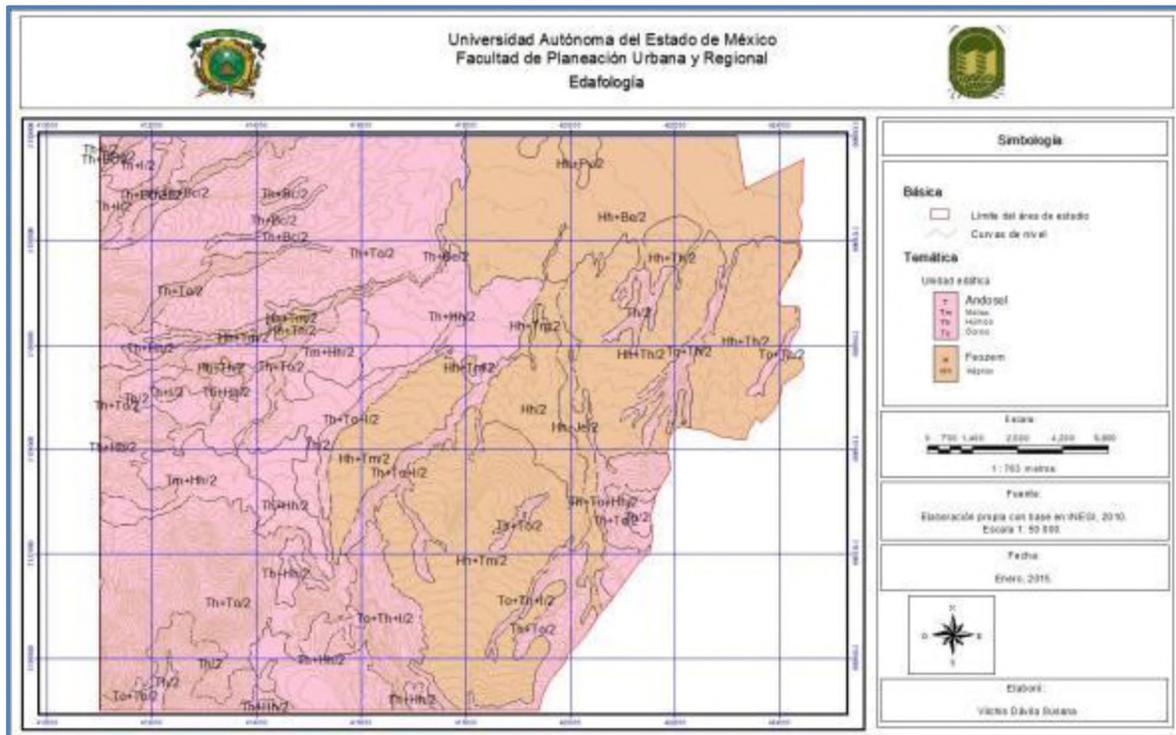
Este tipo de roca se encuentra en una mínima cantidad al norte de la zona de estudio, tomando como referencia a la comunidad de Tejalpa, contando con un área total aproximada de 45.388 has.

Una vez descrita la geología del área de estudio, se observa que dichas características conforman en su conjunto un territorio rico en materiales de tipo arenoso, esta es una evidencia clara del potencial del territorio como uno de los principales proveedores de material para la construcción a la ZMVT, al tiempo que queda expuesta su vulnerabilidad a la degradación ambiental.

3.6 Edafología

Las unidades generales de suelo identificadas en el área corresponden a un tipo de suelo andosol y feozem, esto a partir del análisis de cartografía temática de INEGI, escala 1:50 000. Ver figura 7.

Figura 7. Mapa edafológico de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia con base en información cartográfica INEGI.

Andosol. Dentro de sus características generales se encuentra que este tipo de suelo se desarrolla en eyecciones volcánicas bajo casi cualquier clima, excepto bajo condiciones climáticas hiperáridas; lo cual no es caso para el área de estudio. También puede desarrollarse cuando se presentan otros materiales ricos en silicatos bajo meteorización ácida en climas como el húmedo y subhúmedo. Por lo general son negros y descriptivos de regiones volcánicas, dan origen a un ambiente que va de ondulado a montañoso (IUSS, 2007).

Los andosoles en pendientes pronunciadas tienen una mayor aptitud forestal, ya que permiten la fijación del suelo, además de que este provee de nutrientes a la vegetación que posteriormente alimentará de materia orgánica de nuevo al suelo; por esta razón también tienen un alto potencial para la producción agrícola, son fáciles de cultivar y tienen buenas propiedades de enraizamiento y almacenamiento, sin embargo cuando este tipo de suelo tiene un exceso de

humedad son difíciles de labrar, ya que baja su capacidad de carga y adhesividad, es decir, se reduce su resistencia y puede ser fácilmente deslavado (IUSS, 2007).

Se encuentran concentraciones importantes de esta unidad edafológica al oeste de la región; abarcando con ello, las comunidades de San Pedro Tejalpa, Contadero de Matamoros, Buenavista, La Puerta y Loma Alta que cubre un área total estimada dentro del área de estudio de 9598.76 has. Las subunidades encontradas en esta área corresponden a:

Andosol húmico, el cual es un suelo con una capa superficial oscura y rica en materia orgánica, pero ácida y pobre en algunos nutrientes indispensables para ciertos tipos de plantas.

Andosol ócrico, que indica una capa de color claro y pobre en materia orgánica.

Andosol mólico, que presentan una capa superficial suave, oscura y fértil, rica en materia orgánica.

Feozem. Este tipo de suelos se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en México. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Tienen una profundidad muy variable (INEGI, 2004).

Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo. Tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. El uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobretodo de la disponibilidad de agua para riego (INEGI, 2004).

Esta unidad se encuentra distribuida en casi el 50% del área de estudio, al Este, ocupando las comunidades de Ojo de Agua, San Juan de las Huertas, Santa Cruz Cuauhtenco y Tejalpa. Sus subunidades dentro del área son:

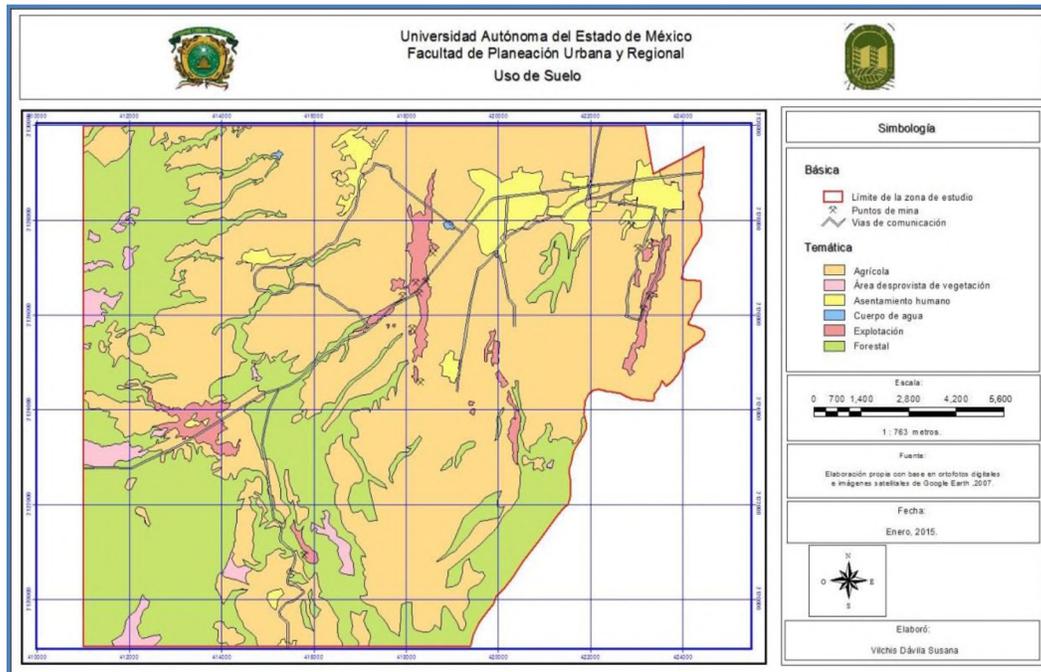
Feozem háplico, que carece de otro tipo de características encontradas en subunidades de ciertos tipos de suelo.

Cambisol crómico, cuyo tipo de subunidad posee un color pardo a rojizo, algunas ocasiones amarillento, poseen una fertilidad moderada dada su alta capacidad para proporcionar nutrientes.

3.7 Usos y aprovechamiento del suelo

A partir del análisis de ortofotos digitales de INEGI, escala 1: 20 000 del año 1999, e imágenes obtenidas de *Google Earth* (2007), así como visitas a la zona de estudio, se determinaron las tendencias generales sobre el uso de suelo correspondiente dentro de la zona de estudio. Ver figura 8.

Figura 8. Mapa de uso de suelo



Fuente: Elaboración propia con base en cartografía de INEGI.

A partir de su porcentaje dentro del área de estudio, los usos más importantes dentro de la misma son:

Uso Urbano

La zona en general puede denominarse no apta para desarrollo urbano ya que presenta pendientes de 15% a 20% que hacen insostenible este proceso, aunado a las condiciones topográficas del lugar y a su morfología, así como las características de los suelos y rocas existentes que no permiten el desarrollo de los asentamientos humanos. Su uso estaría definido para las actividades forestales. Sin embargo la población ha definido zonas exclusivas de asentamientos o en otros casos, lo terrenos son adquiridos por fuereños para la construcción de casas de descanso.

De las comunidades encontradas en la zona de estudio son Loma Alta, La Puerta y Buenavista las que más se enfrentan a esta limitante; mientras que Santa Cruz Cuauhtenco, San Juan de la Huertas, Ojo de Agua, Tejalpa, San Pedro Tejalpa y Contadero de Matamoros son las comunidades con menos restricciones en este sentido.

En conjunto, las comunidades dentro del área de estudio ocupan una superficie aproximada de 512.53 has.

Uso Agrícola

Este uso abarca una superficie aproximada de 7685.93 has, poco más del 50% del área total de estudio. Con base en las condiciones edafológicas y climáticas dentro de la misma, los cultivos son principalmente de papa, haba y forrajes como la avena y el ébol para el ganado bovino, ovino, porcino; maíz y en pocos casos chícharo.

Debido a la riqueza orgánica de los suelos con aptitud forestal pero con fines agrícolas, como se menciona, uno de los cultivos predominantes es el de papa, representando con ello, el de mayor demanda y con mayores ganancias en buenas temporadas. Actualmente se ha forzado la producción de la misma según

el tipo de semilla. Esto explica el uso sistemático de fertilizantes químicos que ocasiona que las tierras sean menos productivas y a partir de las características de los suelos, con mayores posibilidades de contaminación de mantos freáticos e incluso de los propios suelos y del producto mismo.

Los otros cultivos son generalmente para autoconsumo aunque no del todo redituables, son granos básicos como el maíz, cuyo producto principal es la tortilla que se hace a mano.

Aunque la aptitud de los suelos es forestal, la frontera agrícola ha ido ganando terreno, a partir de la invasión de zonas forestales, aunado a que su desarrollo está en el Área de Protección de Flora y Fauna “Nevado de Toluca”, que pese a los numerosos programas y estudios realizados dentro de la misma, esta expansión se ha dado sin control alguno.

Uso de explotación

El potencial geológico del área de estudio y en el municipio en general, se determina por la variedad de productos no concesibles; puesto que tiene material para la construcción, el mantenimiento de vialidades, así como para retenes del suelo cuyo fin es evitar la erosión. Este uso está referido a las zonas que de años atrás (aproximadamente 20 años), a la fecha han presentado actividades extractivas de materiales de origen pétreo tales como arenas y gravas. Ocupa en total alrededor de 284.57 has en el área de estudio.

En estado activo, la extracción de estos materiales se ubica en las comunidades de Santa Cruz Cuauhtenco y San Juan de las Huertas. En las comunidades aledañas se presenta la extracción en la fase inactiva de las minas, las más representativas en este sentido son Loma Alta y Buenavista, localidades ubicadas dentro del límite de la zona de amortiguamiento del Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, esta última localidad comenzó como un asentamiento sobre los restos de lo que en su momento fuera un área de extracción de arena.

La problemática con este uso radica en que las áreas explotadas no tienen un monitoreo periódico por la autoridad correspondiente y, en la mayoría de los casos no reciben el mantenimiento pertinente, decretado en las evaluaciones de impacto ambiental para su restauración.

Uso Forestal

Abarca cerca de 3989.94 has. dentro del área de estudio, y pertenece al Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca. Las especies dominantes son pino, cedro blanco, oyamel, encino y en otras zonas la vegetación arbórea ha ido perdiendo terreno debido al desarrollo de la agricultura que extiende sus fronteras dejando con ello, algunas zonas desprovistas de vegetación, solo arbustiva.

Este uso predomina a partir de la cota 3200, en el cual están incorporadas en las comunidades de Buenavista, La Puerta y Loma Alta, al Oeste de la zona de estudio.

Uso Pastizal

Definido por la SEMARNAT (2014), el pastizal es aquel derivado de la eliminación de la vegetación original de un área, que a la par facilita la invasión de especies de tipo arbustivo como los zacatonales o pastos silvestres que con el tiempo han llegado a ser fuente de alimento para los ganados. Aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación. Puede a su vez desarrollarse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de zonas que se incendian con frecuencia. Son de muy diversos tipos y aunque cabe observar que no hay pastizales que pudieran considerarse como totalmente libres de alguna influencia humana, el grado de injerencia del hombre es muy variable y con frecuencia difícil de estimar.

En este uso también se consideran las áreas desprovistas de vegetación que definen la ausencia de material vegetal que resguarde la zona, esta condición permite el uso del terreno como productor de pastizal.

Dentro del área de estudio ocupa una extensión cercana a las 227.30 has.

A continuación se resume en el cuadro 5, la superficie y el porcentaje de acuerdo con el uso de suelo referido dentro de la zona de estudio.

Cuadro 5. Usos de suelo

Uso de suelo	Superficie (has)	Porcentaje (%)
Urbano	512.53	4.0
Explotación	284.57	2.24
Agrícola	7685.93	60.51
Forestal	3989.94	31.42
Cuerpos de agua	5.22	0.05
Pastizal	227.3	1.78
Total	12707.2	100

Fuente: Elaboración propia con base en análisis de ArcGis.

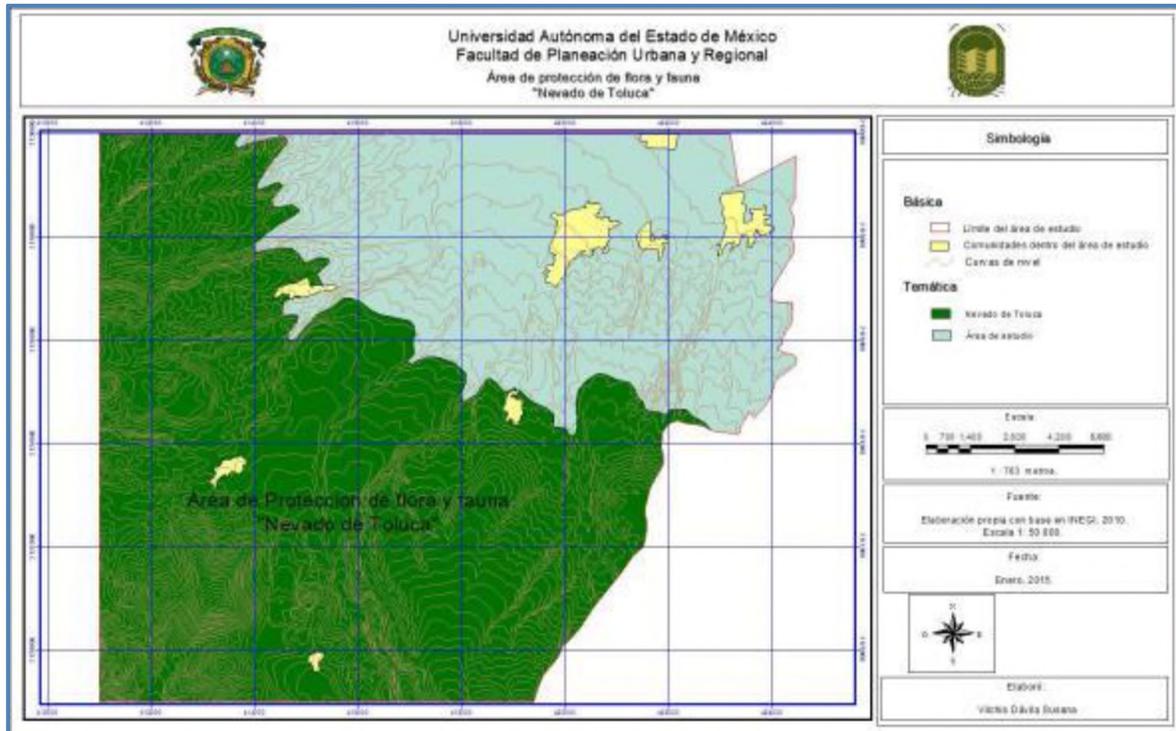
3.8 Áreas Naturales Protegidas

El municipio de Zinacantepec cuenta con dos áreas naturales protegidas importantes las cuales son: Área de protección de flora y fauna "Nevado de Toluca" y el Parque Estatal Sierra Morelos.

El área natural que se involucra dentro de la zona de estudio corresponde al Nevado de Toluca, cuyo polígono tiene una superficie total de 53,590 has. Dicha área fue decretada como Parque Nacional el 25 de enero de 1936, su administración estaba dada por CEPANAF y ejidatarios de las comunidades que lo integraban. La CONANP, conforme a lo señalado en el decreto de creación y tomando como límite inferior la cota de los 3,000 msnm., interpretó y elaboró el plano oficial del polígono del ANP utilizando el sistema de información geográfico, con lo cual se realizó una delimitación y se calculó una superficie de 53,987.54 has. para el Parque Nacional Nevado de Toluca (H. Ayuntamiento de Toluca, 2012). Recientemente se recategoriza declarándolo Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, el 01 de octubre de 2013. En breve, la nueva área es una región de gran importancia pues además de formar parte del origen de los ríos Lerma y Balsas, dos de las principales cuencas del país, aporta recursos naturales para lograr el desarrollo de las comunidades aledañas. En esta nueva delimitación

se dejan fuera comunidades cuyo crecimiento poblacional va a la alza y que se localizaban en los límites del polígono, esto es el equivalente a 396.87 has, a partir de esta nueva delimitación el área total del polígono se considera en 53 590.67 has. (CONANP, 2013).

Figura 9. Porción del Área de Protección de flora y fauna Nevado de Toluca dentro del área de estudio



Fuente: Elaboración propia con base en información cartográfica del INEGI y ArcGis.

El 63% de la superficie municipal de Zinacantepec se encuentra inmersa en el Área de Protección. El municipio ocupa dentro del área natural un aproximado de 18,865.09 has., esto es el equivalente al 35% del área de protección. Dentro del área de estudio ocupa una superficie aproximada de 8226.889 has. En ésta es visible que la frontera agrícola se extiende de manera progresiva avanzando cada vez más sobre el terreno del ANP, sin mencionar las zonas aledañas fuera de la zona de estudio.

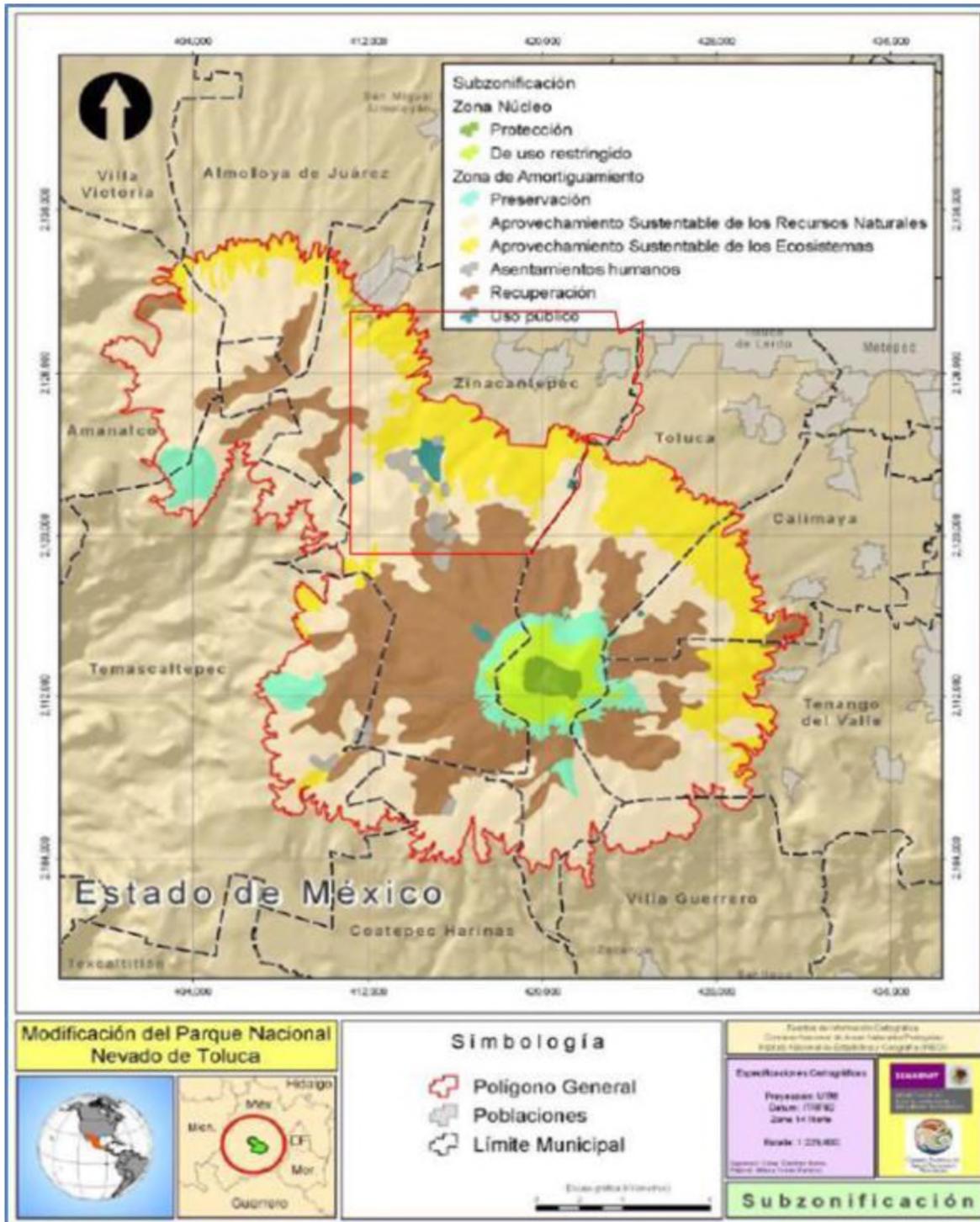
Una de las problemáticas manifestadas en esta área es la proliferación de pequeños terrenos con actividades de extracción minera que se establecen por arriba de la cota 3000 msnm., la cual limita con la ANP.

Actualmente el área natural quedó dimensionada de modo que sus nuevas políticas encajaran con su declaración. Esto es una zona núcleo que resguarda el cráter del volcán Nevado de Toluca y una área de amortiguamiento que resguarda el total de territorio restante del ANP, esta zona tiene como función principal orientar que las actividades de aprovechamiento se conducen hacia el desarrollo sustentable al mismo tiempo que se conservan los ecosistemas a largo plazo (CONANP, 2013).

Esta zona a su vez se divide en subzonas de las cuales se retoman las siguientes considerando nuestra zona de estudio:

- Subzona de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; la cual permite el aprovechamiento exclusivo de recursos naturales renovables, siempre que estos generen beneficios para los pobladores locales, la investigación científica, la educación ambiental y el desarrollo de actividades turísticas de bajo impacto.
- Subzona de aprovechamiento sustentable de los ecosistemas; en la cual se realizaran solo actividades de tipo agrícola y pecuarias de baja intensidad en predios con esta aptitud siempre y cuando sean compatibles con las actividades cotidianas y con acciones de conservación del área, que contribuyan al control de la erosión y evitar la erosión de los suelos.
- Subzona de asentamientos humanos; incluyen las comunidades de Buenavista, Loma Alta, La Puerta del Monte.
- Subzona de recuperación; que involucran superficies que han sido severamente afectadas y que a largo plazo serán objeto de programas de recuperación y rehabilitación. Comprende el área de minas de materiales de construcción (CONANP, 2013).

Figura 10. Subzonificación propuesta del área natural protegida Nevado de Toluca



Fuente: Estudio Previo Justificativo para la modificación de la declaratoria del Área Natural Protegida, Parque Nacional Nevado de Toluca, CONANP, 2013.

En este sentido, el tema de la extracción de materiales, se considera en el nuevo decreto con el Artículo XI que da cuenta de las actividades prohibidas dentro de la zona de amortiguamiento del Área de protección de flora y fauna de las que se destaca: IX. Abrir bancos de material y extraer materiales para construcción, como arena, grava, tepojal, entre otros, sin embargo hasta hoy la actividad sigue latente sin determinar los criterios de su permanencia (D.O.F., 01 de octubre, 2013).

Aunque las políticas aplicadas o nuevamente declaradas para el manejo del ANP son coherentes, no serán del todo productivas si no se tiene el monitoreo continuo del área, ya que actividades como la agricultura, el desarrollo urbano, la minería de materiales no concesibles, la tala y extracción clandestina de madera así como de otras especies de flora y fauna, continúan siendo problemas que amenazan su equilibrio ecológico de por sí ya deteriorado. Además de que existen demasiadas instancias para manejar el parque nacional y hace falta una coordinación eficiente entre las mismas.

“En México la gran mayoría de las áreas protegidas al momento de ser decretadas tenían ya habitantes, propietarios formales o informales. A partir de esta situación se tomaron dos medidas, o bien se expropiaron los terrenos; reubicando con ello a la gente y otorgándole una compensación, o se les permitió que continuaran habitando en ellas con base a una serie de restricciones respecto a lo que podían hacer con sus terrenos y las zonas circundantes” (Guevara, 2003).

3.9 Análisis FODA

El diagnóstico FODA permite identificar los factores internos y externos que dan cuenta de las condiciones de deterioro, contaminación y sobreexplotación de los recursos naturales, así como de las potencialidades que con ellos se puede realizar, de éste es posible derivar las estrategias de atención según el caso, así como las tareas de los tomadores de decisiones quienes asumen la responsabilidad en el manejo adecuado de los recursos naturales presentes. Esto da pauta a la integración del comportamiento de los componentes que integran el sistema territorial a partir de las interrelaciones que conducen a establecer

lineamientos y acciones encaminadas a la protección, conservación y aprovechamiento sustentable, tal como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Análisis FODA del área de estudio.

Factores Internos	Fortalezas	Debilidades
Factores Externos	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de recursos forestales, materiales no concesibles, hídricos. • Escasa sobreexplotación. • Zona limítrofe del Área de protección. • Zona con baja incidencia humana. • Ubicación de ANP. 	<ul style="list-style-type: none"> • Altos grados de marginación. • Contaminación del suelo y agua. • Desempleo. • Ausencia de monitoreo para actividades que denigran el equilibrio del medio como: Caza, minería de materiales no concesibles, asentamientos humanos.
<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aptitud territorial para desarrollar el turismo sustentable. • Desarrollo de actividades agrosilvopastoriles. • Programas de carácter federal en materia. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ En el desarrollo de actividades agrosilvopastoriles fomentar el uso óptimo de los recursos hídricos. ✓ Estimular el desarrollo de actividades de recreación al aire libre dadas las condiciones ambientales de la zona de manera que logre desarrollar un turismo sustentable. ✓ Incentivar el uso y manejo eficiente de recursos de carácter federal con base en los resultados observados a nivel local. ✓ Optimizar la eficiencia de la aplicación de políticas ambientales con respecto a la realidad potencial del área. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Asesorar a la población sobre el potencial del territorio para el desarrollo de actividades que fomentan el desarrollo económico y ambiental de la zona. ✓ Crear un organismo local que se encamine al monitoreo de actividades como la minería de materiales no concesibles y la regulación de la extracción de madera. ✓ Sugerir alternativas de empleo dentro de la zona.
<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento poblacional en aumento. • Tala ilegal. • Predominio de material no concesible y la extracción ilegal del mismo. • Disposición ilegal de residuos. • Avance de la frontera agrícola. • Desempleo. • Insuficiencia de servicios educativos, médicos y sociales a la población. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollar a escala municipal un plan estratégico para la regulación de los asentamientos humanos. ✓ Atención oportuna a problemáticas sociales y ambientales. ✓ Capacitación técnica sobre la optimización de sistemas de producción agrícola, silvícola y ganadero. ✓ Planteamiento de programas que optimicen el desarrollo de la zona en todos sus ámbitos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Trabajo conjunto entre autoridades y sociedad; de modo que haya un manejo sustentable de los recursos respecto a los programas planteados. ✓ Fomentar la conservación de la zona a través de la participación social.

Fuente: Elaboración propia con base en análisis de trabajo de campo, interpretación cartográfica y revisión de instrumentos de planeación del municipio de Zinacantepec.

A través del análisis de los distintos elementos que integran el sistema territorial y su estado actual, se determina que el área de estudio presenta diversas problemáticas, esto es: En el territorio comprendido dentro del Área de Protección, región Oeste, existe un bajo índice de problemas debido quizá a la propia conciencia de la gente; en lo correspondiente a la región Este la demanda de servicios por la población acarrea un sinnúmero de problemáticas.

En la región Oeste, determinada por las comunidades de Loma Alta, Buenavista y La Puerta es visible una preocupación por los recursos naturales, debido en gran parte a que son su fuente primaria de abastecimiento, sin llegar a poner en riesgo el equilibrio de los mismos, sin embargo las problemáticas observadas son causadas por la gente fuereña que aprovechan este territorio como áreas de recreación o para realizar actividades delictivas, tales como: Depósitos ilegales de residuos en parajes abiertos, ríos y carreteras, incendios que consumen grandes porciones de bosque, saqueo clandestino de madera y de material no concesible. Estos espacios se convierten en un peligro para la población aledaña.

Debido a la capacidad natural de este territorio, de manera general se plantean alternativas que favorecen el desarrollo de la misma. Los empleos locales se enfocan en el manejo de las áreas con potencial turístico, así como el manejo de actividades productivas como la agricultura, la ganadería y la silvicultura.

En la región las condiciones cambian debido a la demanda del aumento paulatino de la población que demanda servicios, tales como: Servicios de limpia, áreas deportivas, centros educativos y de salud; generando con ello, basureros clandestinos, contaminación de suelo y agua.

Frente a esta problemática, las alternativas que se vislumbran se centran en la adecuación de servicios, la integración de comités y organismos que regulen las actividades o que por lo menos asesoren a la población sobre los problemas que le concierne como sociedad.

Capítulo 4. **Descripción de zonas minadas e impactos en el área de estudio**

Este capítulo muestra el desarrollo del proceso de extracción de materiales no concesibles, así como las formas en que se ha apropiado la población en la zona de estudio; es decir, los cambios que se producen dentro de las zonas explotadas en un contexto natural, económico y social. Del mismo modo se realiza una caracterización que corresponde a las distintas etapas que manifiesta la mina en un tiempo determinado, esto es, la descripción de una mina activa, semiactiva e inactiva y abandonada en condiciones desfavorables.

Cabe señalar que la información encontrada en el presente capítulo corresponde al trabajo elaborado en campo, a partir de la observación y la corroboración de información con los habitantes vecinos a las áreas y trabajadores de las minas.

4.1 Proceso de extracción pétreo

a) Características geológicas del yacimiento

Para iniciar un trabajo de extracción de materiales es necesario presentar un Programa de Trabajos y Obras anticipado y su respectivo Estudio de Impacto Ambiental ante la institución correspondiente, esto es la Dirección de Medio Ambiente de su respectivo municipio, quien a su vez lo enviará para resolución a la SEMARNAT quien dará consentimiento para la actividad; la realización de este último documento puede ser auxiliada por el Instituto de Fomento Minero y Estudios Geológicos del Estado de México para lo cual son indispensables los requisitos siguientes: Solicitud por escrito al C. Secretario de Desarrollo Económico, mencionando el tipo de apoyo y las justificantes del mismo (IFOMEGEM, 2012).

Anexar la documentación necesaria que compruebe, en su caso, la propiedad usufructo de terrenos, acuerdos de asamblea comunales o ejidales, etc. Es necesario además que estos grupos se encuentren organizados, o en proceso de organización, en cooperativas o alguna figura social equivalente, que les permita afrontar las obligaciones financieras y legales correspondientes de sus proyectos.

Anexado al Estudio de Impacto Ambiental debe haber una descripción abreviada de los montajes a utilizar y deberá dar aviso a las autoridades competentes de la iniciación de dicha explotación. Todo lo anterior sin perjuicio de tener oportunamente establecidas las obras e instalaciones definitivas.

b) Definición de la forma de explotación

Se reconoce que la explotación puede ser subterránea o a cielo abierto, tomando esta última como la de interés para el tema. La minería a cielo abierto consiste en la extracción por separado de la totalidad de la sustancia mineral y estéril que se encuentra en el depósito, hasta una profundidad determinada por las condiciones propias del yacimiento. Esencialmente es una excavación abierta al aire para extraer el recurso mineral del subsuelo. Este sistema se emplea cuando la relación entre el volumen de estéril y mineral (toneladas, onzas troy, m³, relación de descapote) permita una explotación económicamente rentable. Esta minería ofrece, entre otras ventajas, un mayor grado de mecanización, seguridad y mayores volúmenes de extracción que la minería subterránea (Ministerio de Minas y Energía; 2002).

b.1) Apertura y desarrollo de frentes mineros

Es la construcción, montaje e implementación de las actividades y obras indispensables para la puesta en marcha de la explotación. Depende en gran medida de las características geológicas del yacimiento y del entorno ambiental del área de influencia. Según el sistema de explotación minera a cielo abierto, se revisan los siguientes aspectos:

- Descapote (suelo, material aluvial).
- Estabilidad de taludes, definida como la resistencia de las paredes de la mina o los cortes de taludes a fallar.
- Altura y ángulos de bancos.
- Longitud de bancos.

- Trazado de vías y bermas, es decir, la adecuación o construcción de infraestructura vial (carreteras), para tener acceso al sitio donde se adelanta la explotación.
- Patio de almacenamiento de mineral.
- Disposición de estéril (escombrera), se define como el depósito donde se disponen de manera ordenada los materiales o residuos no aprovechables (estériles) procedentes de las labores de extracción minera (Ministerio de Minas y Energía; 2002).

Actividades y operaciones unitarias de la explotación a cielo abierto

Algunos materiales no concesibles se utilizan sin apenas transformación. A continuación se describen las actividades y operaciones unitarias propias de la operación minera, que en muchos casos se realizan en la misma cantera:

➤ Preparación

Durante esta etapa se remueve la capa vegetal, el suelo o el "estéril", mineral o roca que no representa beneficio económico para la empresa minera, que cubre un yacimiento para dejar descubierto el mineral de interés económico. El material del descapote debe ser dispuesto adecuadamente para su posterior reutilización en procesos de restauración o recuperación ambiental. Generalmente se realiza con maquinaria como bulldozer, mototraillas y otros.

➤ Arranque

El arranque es la remoción del estéril y la extracción del mineral de interés. Consiste en la fragmentación del macizo rocoso a un tamaño que pueda ser manipulado por el sistema definido de cargue y transporte planeado. El arranque puede ser realizado con métodos directos, mecánicos y también por medio de la perforación con sustancias explosivas. En la extracción del cuerpo mineralizado se debe evitar la contaminación del material de interés con el estéril.

➤ **Cargue**

Una vez realizado el arranque del material, se procede a la operación de cargue del mineral o estéril al sistema de transporte definido, la cual consiste en colocar el material en un medio de transporte, ya sea manual o mecánico.

➤ **Transporte**

Es el traslado del material o mineral arrancado desde el frente de extracción hasta el sitio de acopio o planta de beneficio, así como del estéril hasta las escombreras o botaderos. Puede ser manual o mecanizado. Existen algunos sistemas en los que se sustituye el transporte por disposición continua del material estéril detrás del banco de explotación.

➤ **Acopio**

Hace referencia al sitio de disposición del material extraído de la mina, con el fin de ser vendido o almacenado, para su posterior beneficio o uso. Estas áreas deben estar diseñadas de acuerdo con el volumen de extracción, el tiempo de almacenamiento y la calidad del material. Existen otros sistemas más sofisticados de recolección y almacenamiento continuo de material.

➤ **Disposición de estériles en botaderos o escombreras**

Es la disposición técnica, final o temporal, de los materiales que no presentan ningún valor económico y que acompañan a la sustancia enriquecida. El material se deposita en las escombreras en condiciones adecuadas de estabilidad, seguridad e integración al entorno. Para la implementación de las escombreras se deben adelantar estudios técnicos previos que determinan su ubicación. Así, previo a un estudio geotécnico se establecerá la estabilidad de los sitios de escombrera, sus pendientes, el diseño técnico de los bancos o terrazas, así como el estudio hidrogeológico, de escorrentía, drenajes y nivel freático y de estabilidad de los taludes finales (ángulo de reposo).

➤ **Transformación y beneficio**

Una vez extraído y beneficiado el material de interés, este se modifica de forma mecánica o química, para obtener un primer producto comercial utilizable por la industria y el consumidor.

➤ **Cierre de mina y abandono**

Se refiere a la fase del ciclo minero durante la cual tiene lugar la disminución gradual de la producción, la elaboración del plan de cierre de la mina, el retiro de los equipos mineros, la disposición de activos y excedentes, el cierre y la restauración de las excavaciones mineras y las actividades para la prevención y la mitigación de los impactos ambientales por el cierre de la operación.

El plan de cierre de una mina debe tomar en consideración las condiciones del área antes de la explotación, durante el desarrollo de la actividad, la finalización de las actividades y el uso posterior del suelo. Este plan también debe tener en cuenta los impactos positivos y negativos generados por la actividad durante su operación, los cuáles han sido convenientemente documentados en el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental y, analizar la respuesta del territorio a los procesos naturales de su entorno. Las actividades de cierre y abandono de la mina deben ser tomadas en cuenta desde el planeamiento minero y durante la ejecución del proyecto (Ministerio de Minas y Energía; 2002).

Según el Plan de Desarrollo Municipal de Zinacantepec 2013-2015 un requerimiento indispensable para el desarrollo de la actividad extractiva es la actualización del padrón de establecimiento y registro de minas, así como la reglamentación para su uso, tanto en el proceso de explotación como el de sustentabilidad ambiental, por lo que se precisa una mayor concienciación para adoptar medidas preventivas y de recuperación del suelo y, con ello obtener incentivos y apoyo por parte de la administración pública local.

4.2 Caracterización de las zonas minadas

La caracterización de las zonas minadas (activas o inactivas) a partir de la valorización de los impactos generados por el proceso de extracción de materiales, parte de su ubicación geográfica y sus características ambientales. El municipio de Zinacantepec se coloca como un municipio con un alto potencial para el desarrollo en la actividad silvícola, ecoturística, agrícola y de prestación de servicios.

Partiendo de esas mismas características geomorfológicas, geológicas y edafológicas de la zona comprendida por el municipio, este también se convierte en un lugar de gran potencial, entre otras cosas, para la extracción de materiales no concesibles tales como la arena, grava y tezontle.

Se reconoce que en el municipio de Zinacantepec, desde hace aproximadamente cuatro décadas, la extracción de materiales no concesibles ha sido una de las actividades que en comparación con otras, también aporta parte de los ingresos económicos en el municipio, ya que esta actividad ha provocado que diferentes empresas cementeras vean la zona como una importante fuente de ingresos a partir de la explotación y aprovechamiento del material no concesible, de la misma manera se plantea como una de las actividades que ha traído consigo importantes modificaciones en el medio natural, comparándose en estos casos con actividades como la agricultura, la ganadería y la tala ilegal.

Hoy, aunque la actividad sigue vigente, la potencialidad de extracción ha disminuido. Según ex-trabajadores de las minas de la comunidad de San Juan de las Huertas, la época de mayor apogeo fue la concerniente a la extracción de material denominado arena azul; ya que éste cuenta con un valor económico mayor en el mercado de materiales para la construcción.

De acuerdo con la evolución geológica y el acomodo y arrastre de materiales, actualmente el material extraído corresponde a la denominada arena rosa que si bien mantiene calidad para su uso, es menos demandada y menos cotizada en el mercado de materiales, como en su caso lo es la arena azul. Otro de los

materiales obtenidos de los actuales yacimientos es la tierra para relleno y la piedra para cemento.

Partiendo de información proporcionada por el Instituto de Fomento Minero y Estudios Geológicos del Estado de México (IFOMEGEM), para el año 2006 se encontraban registrados 17 bancos de materiales distribuidos a lo largo del municipio de los cuales 6 se describían como minas activas, 10 más en estado inactivo y una denominada temporal. Con base en la información para el año 2012, el comportamiento de la extracción no ha tenido cambios sustanciales, así lo demuestra documentos que justifican 7 minas como “reconocidas”; siendo éstas las minas activas, expuestas en el cuadro 7. Los 17 bancos registrados se describen a continuación.

Cuadro 7. Registro de bancos de material, 2006

Nombre	Localidad	Sustancia	Operación	Tipo
Mina Ejido Santa Cruz	Santa Cruz	Arena, grava	Activa	No metálico
MAPECS	San Juan de las Huertas (Av. México)	Arena, grava	Inactiva	No metálico
Mina Xinantécatl (Tauro)	San Juan de las Huertas (Carretera Toluca-Temascaltepec)	Arena, grava	Inactiva	No metálico
Loma Alta	Loma Alta	Arena, grava	Activa	No metálico
Mina arenera Santa Cruz (GAMSA)	Santa Cruz Cuauhtenco	Arena, grava	Activa	No metálico
Mina de Ruperto*	Santa María del Monte	Arena, grava	Inactiva	No metálico
Procesadora San Juan	San Juan de las Huertas (Carretera Toluca-Temascaltepec).	Arena, grava	Activa	No metálico
Cerro El Murciélago*	Barrio del Murciélago, Zinacantepec	Tezontle	Inactiva	No metálico

Mina P. El Tecolote*	Ejido San Cristóbal Tecolotit	Arena, grava	Activa	No metálico
El Nevado*	N/A	Tezontle	Inactiva	No metálico
Procesadora Jesús Cuadros S.	Carretera Toluca-Temascaltepec	Arena, grava	Inactiva	No metálico
Mina P. Puente el Tecolote	San Juan de las Huertas (Av. México)	Arena, grava	Inactiva	No metálico
Mina Caseta Vieja (El Toro)	San Juan de las Huertas (Carretera Toluca-Temascaltepec)	Arena, grava	Inactiva	No metálico
Santa Cruz Cuauhtenco	Santa Cruz Cuauhtenco	Arcilla común	Inactiva	No metálico
Santa Cruz Cuauhtenco	Santa Cruz Cuauhtenco	Arena, grava	Inactiva	No metálico
Mina El Atorón Procesadora Jiménez	Ejido de Ojo de Agua	Arena, grava	Activa	No metálico
La Peñuela*	La Peñuela	Arena, grava	Temporal	No metálico

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos del Instituto de Fomento Minero y Estudios Geológicos del Estado de México (IFOMEGEM), 2012.

*Estos bancos de material no se involucran dentro del área de estudio.

De acuerdo con los datos anteriores se determina que 12 de las minas mencionadas se encuentran dentro del área de estudio; las cuales se han agrupado por comunidad para el presente análisis. Sin embargo, según información proporcionada por un empleado de la Dirección de Medio Ambiente del municipio de Zinacantepec, actualmente el municipio cuenta con tan solo cuatro bancos de materiales registrados, ubicados en el Cerro del Molcajete, el Cerro del Murciélago, en San Luis Mextepec y Santa Cruz Cuauhtenco. Al respecto, no se sabe en que radica la inconsistencia de estos datos. Las visitas a campo permitieron constatar la ubicación de algunos de los bancos, sin embargo otros de ellos no fueron encontrados e incluso la gente vecina desconocía la existencia de los mismos.

Dentro de la misma dirección se reconoce la existencia de bancos ilegales; especialmente en lo que fueron los límites del Parque Nacional Nevado de Toluca, sin embargo no se tiene información del número total de ellos y su ubicación exacta. Se afirma que los mismos trabajan sin algún tipo de licencia y por temporalidad, esto hace que las zonas de extracción sean clandestinas y por consiguiente, de saqueo de material sin control; lo que conduce a la generación de impactos negativos, no solo para el medio natural inmediato, sino también para la población aledaña a las zonas. Ante esta situación se cuestiona la facultad que tienen las autoridades municipales para la resolución o mitigación de este tipo de irregularidades en lo que respecta a su territorio.

Durante el trabajo realizado en campo se obtienen información que no corresponde a los obtenidos por el IFOMEGEM y la Dirección de Medio Ambiente de Zinacantepec. Se ha recorrido el municipio y se encontraron diversos puntos que muestran indicio de actividad extractiva a cielo abierto y que no están reconocidas por el registro de IFOMEGEM, y también se desconoce su existencia por el Ayuntamiento; lo cual es clara prueba de la clandestinidad de la actividad.

Por otro lado, por lo que respecta a la información de la IFOMEGEM, como se menciona, algunos de los puntos no fueron encontrados; ya que en algunos casos se trató de extracción temporal y de pequeña escala, en otros casos la actividad no se había presentado y la gente desconocía totalmente la existencia de estos bancos. En lo correspondiente al registro del Ayuntamiento, los bancos reconocidos corresponden únicamente a los ubicados dentro del área de la cabecera municipal.

La actividad minera, independientemente de su condición, legal o no, tiene un fuerte impacto en la región del Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, debido a la apertura de bancos de materiales y de caminos de acceso, lo que destruye la morfología de los terrenos, y en muchos casos provoca la erosión y destrucción de los cauces hidrológicos. A ello se le puede atribuir que en dichos establecimientos no se cumplan las medidas de mitigación de los impactos

ambientales generados o las que se llevan a cabo son insuficientes o inadecuadas (CONANP, 2013).

En el caso del tepojal en diferentes sitios del volcán ha dado lugar al incremento de la escorrentía superficial; puesto que el suelo ha disminuido sensiblemente su capacidad de infiltración, aumentando con ello, la intensidad de los torrentes sobre el suelo y daños a poblaciones y áreas de producción. Con ello, el beneficio de la actividad económica de aprovechamiento de materiales de construcción, tiene un alto costo que compromete seriamente la capacidad de infiltración de agua de lluvia y de recarga de acuíferos (CONANP, 2013).

La principal función de la vegetación natural y los bosques circundantes del Nevado de Toluca es favorecer la infiltración para la recarga de los acuíferos que surten de agua a la ciudad de México y a las poblaciones asentadas en el Valle de Toluca, por lo que es fundamental mantener la salud de estos ecosistemas. Por lo tanto, es necesario revisar la situación de la actividad minera en el área natural protegida. La alta permeabilidad de los terrenos del actual Área de Protección, así como la prioridad que establece la Ley de Aguas Nacionales para las fuentes de abasto y de recarga de los acuíferos para uso público y productivo de agua, es otro elemento a considerar para la regulación de esta actividad. En el resto, deberán llevarse a cabo la aplicación de las medidas ambientales para su ordenamiento o término de la actividad de explotación de bancos de material, lo que deberá cumplir con las disposiciones legales que resulten aplicables, además de estar supervisado por autoridades en la materia (CONANP, 2013).

La problemática observada a partir de la práctica de la actividad extractiva en el área motivo de estudio, radica en este último punto, es decir, en el abandono de estas zonas una vez que se ha obtenido de ellas el mayor beneficio de materiales; dejando de lado la última etapa del proceso de extracción que corresponde a la finalización de la actividad minera citado en la NTEA-002-SMA-DS-2009, ya que si bien la práctica de esta actividad de forma legal es un punto clave para la economía del municipio por la generación de empleos, las cuantiosas ganancias por la venta de este tipo de materiales y, por los micronegocios derivados de la

propia actividad dedicados a la fabricación de *block*, de igual forma la actividad deja a la vista no solo el deterioro y degradación del medio natural, sino otros inconvenientes que se plasman, por mencionar un ejemplo, en el uso de estas zonas como medios de disposición final de residuos u otros fenómenos de tipo social, como la exposición de la población por futuros desbordamientos y, la consiguiente vulnerabilidad de las zonas al posterior saqueo del material ahí encontrado.

Para fines de este trabajo únicamente se toman en cuenta 12 puntos localizados dentro del área de estudio; tomando en este sentido, como zonas específicas las comunidades de Santa Cruz Cuauhtenco, San Juan de las Huertas, Buenavista y Loma Alta dentro del municipio de Zinacantepec, para realizar una comparación descriptiva de la extracción en las diferentes etapas.

4.2.1 Fases de explotación por comunidad

Comunidad: San Juan de las Huertas

Fase de la explotación: Activa

San Juan de las Huertas es una comunidad que se localiza al Noreste de la zona de estudio y cuenta con una altitud promedio de 2800 a 2900 msnm. Según la microrregionalización¹ propuesta por el actual gobierno municipal de Zinacantepec, esta comunidad corresponde a la Microrregión III, con un bajo grado de marginación; ya que los servicios con los que cuenta benefician a un importante sector de la población propia y aledaña. Asimismo es considerada una localidad metropolitana, ya que es la tercera más poblada del municipio de Zinacantepec, pues forma parte importante del centro urbano del mismo. Cuenta con una población total de 12, 253 habitantes (INEGI, 2010).

¹Esta propuesta de microrregionalización considera la jerarquización de las localidades al interior del municipio de Zinacantepec, con la idea de relacionar su ubicación territorial; el nivel de servicios e infraestructura a partir de la identificación de aquellas que pueden ser lugares centrales; la toma en cuenta su conectividad y accesibilidad a ellas (PDM 2013-2015).

De acuerdo con lo tratado en el Capítulo 3, el territorio de esta comunidad se considera como un importante proveedor de recursos materiales no concesibles, lo cual significa la generación de ingresos por la extracción de materiales para el abastecimiento del municipio y otros de la ZMVT.

La actividad en esta zona se ha desarrollado por más de 30 años, inicialmente a pequeña escala y con baja producción, debido a la escasez de máquinas, sin embargo, la cantidad de material disponible de material, permitió el auge de la actividad y la modernización de los métodos de trabajo; volviéndose con ello, una producción intensiva y redituable. La producción de la zona en materia se concentra en arenas, gravas y material para relleno y cimiento. Su ubicación respecto a la vía de comunicación principal beneficia su extracción y la afluencia de camiones de peso considerable. Se habla aproximadamente de 30 a 40 carros de material por día, los cuales se distribuyen a lo largo del municipio de Zinacantepec; proveyendo así de material a importantes centros de venta.

Figura 11. **Banco de material, ubicado en la limítrofe con la carretera Toluca–Temascaltepec**



Fuente: Trabajo de campo, San Juan de las Huertas, julio 2014.

Una de las principales problemáticas encontradas en este lugar es la ubicación de los yacimientos a los bordes de las principales vías de comunicación, en este caso la carretera Toluca-Temascaltepec, deja frentes y voladeros con un alto grado de riesgo por las vibraciones del terreno y la verticalidad de los mismos; poniendo con ello en riesgo a la actividad extractiva y terrenos agrícolas aledaños, tal como se constata en la figura 12.

Figura 12. **Vista lateral**



Fuente: Trabajo de campo, San Juan de las Huertas, julio 2014.

Otra de las problemáticas observadas es el abandono de áreas con indicios de exploración. Solo fue removida la capa superficial que conservaba la vegetación y por cerca de 30 años; el terreno se ha conservado así. Esto sucedió cuando incluso aún no se contaba con la carretera que conecta a dos comunidades rurales a la vía principal. Esta pequeña área, aunque podría ser no significativa para algunos, crea en el paisaje una alteración importante y significativa, puesto que el terreno quedó transformado y, por si fuera poco ha sido utilizado y adecuado para la construcción de viviendas. En otros casos el ambiente se ha adaptado de manera que resguarda una represa temporal, demostrando de esta

manera la capacidad que tiene el medio para adaptarse a las modificaciones de tipo antrópico.

Figura 13. Socavón con indicios de exploración de área



Fuente: Trabajo de campo, Tejalpa, julio 2014.

Figura 14. Indicio de exploración



Fuente: Trabajo de campo, febrero 2015.

Otras de las microáreas de explotación pertenecientes a esta comunidad han sido utilizadas con otros fines entre los que destacan la disposición ilegal de residuos y abandono de cuerpos humanos sin vida, sabido por los recientes casos ocurridos en áreas cercanas a este lugar y otro tipo de accidentes que si bien no pudieran causar gran revuelo, una vez conocidos son poco mencionados para no alarmar a la población.

Se rescata también que algunas de las zonas circundantes y que en su momento presentaron actividad extractiva, por el potencial del suelo se han aprovechado para el desarrollo forestal de árboles de navidad; significa que la producción estará lista en un periodo de 8 a 10 años.

En estas mismas áreas es común encontrar pequeños comercios de venta de *block* elaborado a partir de material que ha sido comprado en las mencionadas minas. De esta manera se genera un empleo en la zona.

Figura 15. **Socavón reforestado**



Fuente: Trabajo de campo, San Juan de las Huertas, julio 2014.

Comunidad: Santa Cruz Cuauhtenco

Fase de la explotación: Activa

Es una comunidad urbana localizada al Noreste de la zona de estudio y cuenta con una altitud promedio de 2800 msnm. Santa Cruz Cuauhtenco se contempla dentro de la Microrregión III, ya que es considerada como una de las localidades metropolitanas del municipio, con un grado medio de marginación, y una población total para el año 2010 de 7460 habitantes (INEGI), siendo así la quinta comunidad más poblada del municipio de Zinacantepec.

De acuerdo con las visitas realizadas a la zona minera de esta comunidad se destacan las siguientes características:

Respecto a los aspectos del medio biofísico descritos en el Capítulo 3, el territorio que comprende la comunidad de Santa Cruz Cuauhtenco manifiesta el potencial para explotar de manera prolongada el material ahí encontrado que, en este caso corresponde a arena y grava, a esto se suma la capacidad que tiene el territorio para ofertar servicios, siendo un importante proveedor de material no concesible.

Los puntos de explotación encontrados en esta comunidad tienen un periodo aproximado de entre 20 y 30 años. La práctica de la actividad en sus orígenes fue manual, es decir, con poca mano de obra, y apoyada con instrumentos como palas, zapapicos, rastrillos entre otros, con los que la gente hacía su extracción con baja intensidad, es decir en pocas cantidades, aunque el terreno ofreciera mayor disponibilidad de los materiales.

Al comienzo, estos espacios de explotación eran de propiedad ejidal, el establecimiento de la empresa de extracción se concretizó a partir de un acuerdo común entre ejidatarios de Santa Cruz y los dueños de la empresa. Este acuerdo consideraba una indemnización por parte de la empresa a la comunidad a través de los ejidatarios. De esa cuota, los ejidatarios hacían uso para alguna necesidad específica de la comunidad y en apariencia todos han salido beneficiados. Con el

paso del tiempo algunos de estos terrenos se han vuelto propiedad privada, aunque sigue considerándose en su mayoría propiedad ejidal.

Desde el inicio de la explotación hasta hoy, la población de Santa Cruz Cuauhtenco se ha visto beneficiada de manera directa por la empresa. Al inicio, el beneficio fue a partir de la obtención de materiales para la satisfacción de necesidades específicas, ejemplo de esto es la construcción del puente denominado “Los Capulines”; con éste se benefició a gran parte de la sociedad. La piedra y arena del banco se distribuía a la población de manera gratuita o a un precio menor. También se llegó a donar material para para las escuelas.

Por otro lado, los efectos negativos considerados por la población en el inicio de la explotación fue el tránsito intensivo de los camiones, que debido a la estreches de las calles suponía un riesgo constante para los habitantes; por esta razón la empresa optó por la construcción y adecuación de sus propias vías de entrada y salida; representando con ello, una ventaja debido a la facilidad de transporte de los materiales obtenidos.

Se habla de una producción aproximada de 30 a 40 carros por día de salida de material que se distribuyen en algunos puntos del municipio de Zinacantepec y Toluca.

La extracción a cielo abierto en esta comunidad continua hasta ahora de manera activa y con la posibilidad de continuar en un futuro por lo que sería conveniente una revisión del Estudio de Impacto Ambiental previo; de manera que se pueda corroborar la eficiencia del trabajo hasta ahora realizado, así como la congruencia e identificar los criterios considerados para la culminación de las actividades de extracción, ya que uno de los problemas encontrados es la existencia de pequeños predios que se han dejado abiertos dentro de la misma área de explotación.

Por la imagen de estos es probable la posterior explotación, sin embargo, por el momento solo dejan puntos viables para la disposición final de residuos sólidos,

que aunque son en pequeña escala podrían representar un peligro para el resto del paisaje.

Figura 16. Mina Santa Cruz Cuauhtenco.



Fuente: Trabajo de campo, Santa Cruz Cuauhtenco, julio 2014.

Durante el recorrido en campo fue posible visualizar puntos de disposición clandestina de residuos sólidos, esta práctica involucra un serio problema por las características del terreno como punto de filtración de lixiviados además por la proliferación de plagas como roedores que podrían incluso afectar a los terrenos agrícolas cercanos.

Figura 17. Tiradero clandestino



Fuente: Trabajo de campo, Santa Cruz Cuauhtenco, julio 2014.

Dentro de la misma área se pudo encontrar un paraje donde el terreno se ha adecuado para un campo deportivo, que no cuenta con las medidas de seguridad correspondientes. El área se encuentra en un lugar de riesgo para los usuarios.

Figura 18. **Campo de futbol improvisado ubicado en socavón**



Fuente: Trabajo de campo, Santa Cruz Cuauhtenco, julio 2014.

Además se pudieron encontrar los frentes de mina o voladeros que ponen un riesgo a la población, ya que en los terrenos circundantes predominan campos agrícolas.

Figura 19. **Ejemplo de un voladero ubicado en los alrededores de las minas**



Fuente: Trabajo de campo, Santa Cruz Cuauhtenco, julio 2014.

Comunidad: Buenavista

Fase de explotación: Inactiva

Esta es una localidad rural localizada en la parte Suroeste de la zona de estudio entre los 3150 msnm., pertenece a la Microrregión V del municipio, el número total de habitantes es de 560 en 2010 (INEGI), que tiene un alto grado de marginación por el abastecimiento de servicios a la población.

En base en lo visto en campo y al análisis cartográfico, el territorio que comprende esta localidad es un depósito aluvial. Según las características del terreno, se encuentra rodeado por corrientes intermitentes de agua superficial lo cual presupone un riesgo potencial para las familias que lo habitan, principalmente durante la época de lluvia, porque muchas de las viviendas son de madera y otras de reciente asentamiento han sido edificadas con concreto, sin embargo se localizan en puntos que físicamente no son viables, debido a la vulnerabilidad del suelo, la posibilidad de deslizamientos y el material que lo compone. Ante esta situación es importante destacar que la población va en aumento, situación que requiere atención en cuanto al replanteamiento del asentamiento humano.

La población vecina no sabe exactamente cuándo empezó a extraerse el material no concesible, sin embargo el terreno muestra incidencia de ello debido a las formas que predominan en el paisaje. Se identifica que se extrajeron materiales porque hay vestigios e irregularidades, mismos espacios que se han acondicionado para construir viviendas. Lamentablemente la población entrevistada fue de reciente llegada al lugar por lo que no se pudo ahondar mucho en el tema, sin embargo dicen recordar el terreno siempre igual.

Existen puntos específicos donde es posible ver la reciente extracción de material, y por testimonio de los habitantes de este lugar, la extracción se inició hace aproximadamente 15 años hasta terminar con la arena disponible y dejando con ello el socavón abierto. En ese periodo de 15 años, solo 3 o 4 fueron de extracción, de esta manera cerca de 12 años el socavón representa un riesgo. Se habla de cerca de 30 camiones de material extraído por día.

Figura 20. **Paredes con incidencia de extracción**



Fuente: Trabajo de campo, Buenavista, julio 2014.

La propiedad de estos terrenos en su mayoría sigue siendo ejidal, sin embargo la llegada de foráneos a la zona permite la propiedad privada. El caso particular determina el aprovechamiento de una porción de terreno ya con denominación privada, para la extracción de arena, para no dejar el área en condición de abandono se optó por la construcción de una casa de descaso.

Por voz de la población se reconoce la ausencia de servicios como el alumbrado público según dicen debido a la irregularidad del terreno y a los escurrimientos que posiblemente afectarían la infraestructura.

La actividad extractiva continúa por temporadas en las cercanías, sin embargo no es posible saber si esta actividad continúa con autorización o de manera ilegal. Para esta comunidad no hubo beneficio, sin embargo, dicen tampoco se perjudicó, porque han aprendido a vivir según lo que tienen. Recientemente (2 años) se adaptó un predio como aserradero.

Figura 21. **Condiciones de terreno encontradas en la comunidad Buenavista**



Fuente: Trabajo de campo, noviembre 2013.

Figura 22. **Aserradero**



Fuente: Trabajo de campo, abril 2015.

Figura 23. **Ejemplo de un socavón a las orillas de Buenavista**



Fuente: Trabajo de campo, noviembre 2013.

Figura 24. **Asentamientos sobre terreno frágil**



Fuente: Trabajo de campo, abril 2015.

Comunidad: Loma Alta

Fase de la explotación: Inactiva

Esta localidad es rural y está localizada en la parte Suroeste del área de estudio cerca de los 3400 msnm. Al igual que la localidad anterior cuenta con un grado alto de marginación y se enmarca dentro de la microrregión V del municipio. Cuenta con una población total de 530 habitantes en 2010 (INEGI).

Las características ambientales en este territorio son aceptables; puesto que la explotación de otros recursos ha sido moderada, sin embargo pudieron encontrarse puntos de explotación que han sido abandonados ya que la resolución de impacto ambiental otorgada por SEMARNAT esta vencida, sin embargo las condiciones no son las óptimas. Esto es un indicador significativo de la importancia que requiere el monitoreo regulado de estas actividades y sobre todo en las fases de culminación porque los puntos encontrados están deteriorados, con el montaje incluso de algunos instrumentos y que de alguna manera visualmente generan una alteración en el paisaje.

Se dice que en este lugar, la extracción comenzó hace poco más de 10 años, como un acuerdo entre ejidatarios de Loma Alta y los dueños de la empresa de la cual se desconoce su nombre. Se considera que por solo un periodo de 3 a 4 años la actividad tuvo su auge de manera intensiva.

Los problemas ocasionados a la población eran causados donde transitaban los camiones de material, ya que se utilizaban caminos de acceso de la propia población y no había vías de acceso específicas para este tipo de actividad. Ante la inconformidad de la población se construyó un puente que permitía el transporte del material de manera más fácil y con mejor acceso a la vía de comunicación principal. Debido a posibles problemas entre la empresa y los ejidatarios, la actividad dejó de realizarse y los socavones permanecen hasta hoy en las condiciones que fueron abandonadas. El puente se mantuvo en pie durante algunos años, pero el aumento del caudal del río destruyó esta infraestructura.

Figura 25. **Vista frontal de un banco de material, Loma Alta**



Fuente: Trabajo de campo, julio 2014.

Figura 26. **Uno de los bancos abandonados**



Fuente: Trabajo de campo, Loma Alta, julio 2014.

Otra de la problemáticas observadas a partir de la extracción son los grandes socavones que se encuentran localizados en las zonas arbóreas de Loma Alta, además de que su ubicación no respeta lo establecido en la norma en cuanto a la distancia que debe haber de la infraestructura poblacional. Específicamente en este lugar los socavones se encuentran detrás de un panteón, si estas áreas no reciben el mantenimiento necesario las posibles afectaciones se verán reflejadas en desbordamientos y el deterioro del panteón.

Figura 27. **Socavón y panteón de la comunidad de Loma Alta**



Fuente: Trabajo de campo, abril 2015.

Figura 28. **Puente derribado**



Fuente: Trabajo de campo, abril 2015.

Figura 29. **Socavones encontrados A**



Fuente: Trabajo de campo, abril 2015.

Figura 30. **Socavones encontrados B**



Fuente: Trabajo de campo, Loma Alta, abril 2015.

Figura 31. **Socavones encontrados C**



Fuente: Trabajo de campo, Loma Alta, abril 2015.

4.3 Valorización de los impactos generados por el proceso de extracción de materiales

A continuación se describen los impactos generados por la extracción de materiales no concesibles. Cabe mencionar que la identificación de los impactos es realizada a partir de un modelo descriptivo; el cual permite plantear el funcionamiento del sistema con base en la observación detallada.

Para la demostración de los impactos se hace uso de una matriz causa-efecto, este es un método cualitativo que permite la organización de los diferentes factores ambientales susceptibles de afectación con las actividades generadoras de ésta.

El uso de matrices puede llevarse a cabo con una recolección moderada de datos técnicos y ecológicos, pero requiere en forma imprescindible de una cierta familiaridad con el área afectada por el proyecto y con la naturaleza del mismo. De hecho, es fundamental un ejercicio de consulta a expertos, al personal involucrado, a las autoridades responsables de la protección ambiental y al público involucrado. Todos pueden contribuir a una rápida identificación de los posibles impactos. Son muy útiles cuando se trata de identificar el origen de ciertos impactos, pero tienen limitaciones para establecer interacciones, definir impactos secundarios o terciarios y realizar consideraciones temporales o espaciales.

Cuadro 8. Matriz de causa-efecto. Impactos dentro del área de estudio respecto de la actividad extractiva

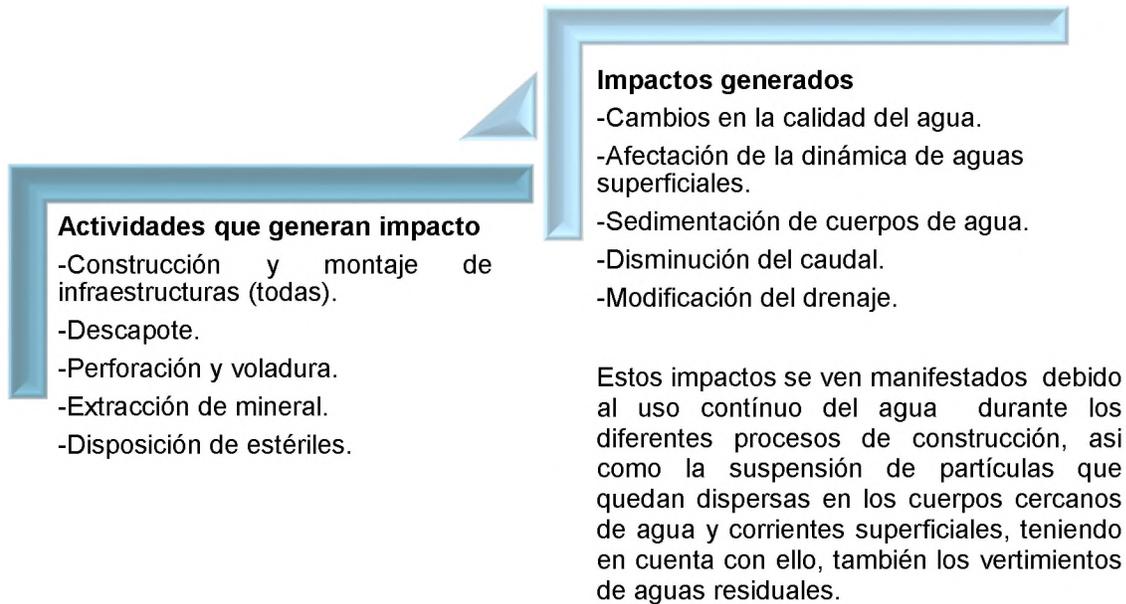
		Actividades, obras y trabajos de explotación a cielo abierto																
Impactos potenciales		Preparación				Arranque			Transporte, transformación y beneficio						Cierre de mina y abandono			
Componente ambiental		Construcción de edificaciones	Construcción de patios de acopio	Construcción y adecuación de vías externas e internas	Construcción de otras infraestructuras	Perforación y voladura	Remoción de estériles	Extracción de mineral	Cargue	Transporte	Acopio	Disposición de estériles en botaderos o escombreras	Transporte	Compra-Venta	Frentes mineros	Voladeros	Infraestructuras	Restauración
Abiótico	Cambios en la calidad del agua	A	A	A	A	C	A	C	A	A	A	C	A	A	A	A	A	A
	Afectación de la dinámica de aguas superficiales	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	C	C	C	A
	Sedimentación de cuerpos de agua	A	A	A	A	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Emisión de partículas de material (polvo) y gases	A	A	A	A	C	C	C	A	C	A	A	C	A	A	A	A	A
	Generación de ruidos	A	A	A	A	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Remoción en masa y pérdida de suelo	A	A	A	A	I	C	I	A	A	A	A	A	A	I	I	C	A
	Activación de procesos erosivos	A	A	A	A	C	C	C	A	A	A	C	A	A	I	I	C	A
	Contaminación de suelo	C	C	C	C	I	C	A	A	C	A	A	C	A	I	I	C	A
	Hundimiento de terreno	C	C	C	C	C	C	C	A	A	C	I	A	A	A	A	C	A
Movimiento de material rocoso y vibración del terreno	C	C	C	C	I	C	C	A	A	A	C	A	A	C	C	A	A	
Biótico	Remoción y pérdida de cobertura vegetal	C	C	C	C	C	C	C	A	A	C	C	A	A	C	C	C	A
	Afectación de comunidades faunísticas	C	C	C	C	I	I	I	A	A	A	A	A	A	C	C	C	A
Social	Incremento de bienes y servicios	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	C	A	A	I	I	I	A
	Generación de empleos	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	A
	Cambios en el uso de suelo	A	C	A	A	C	A	A	A	A	A	C	A	A	I	I	C	A

Modificación del paisaje	I	I	I	C	I	I	I	A	A	A	C	A	A	I	I	C	A
Afectación de la infraestructura pública y privada	C	C	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	A
Seguridad civil	C	C	C	C	I	C	C	A	A	A	A	A	A	C	I	I	A
Clasificación del impacto: Inaceptable I; Crítico C; Aceptable A.																	

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo, análisis de factores causales y consecuencias de la extracción.

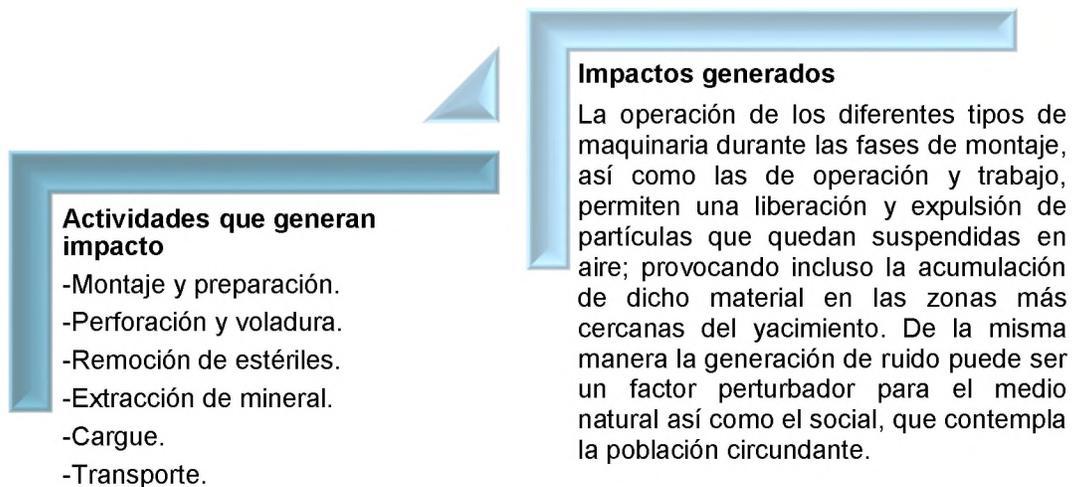
4.3.1 Descripción de impactos

Figura 32. Impactos generados en el componente agua



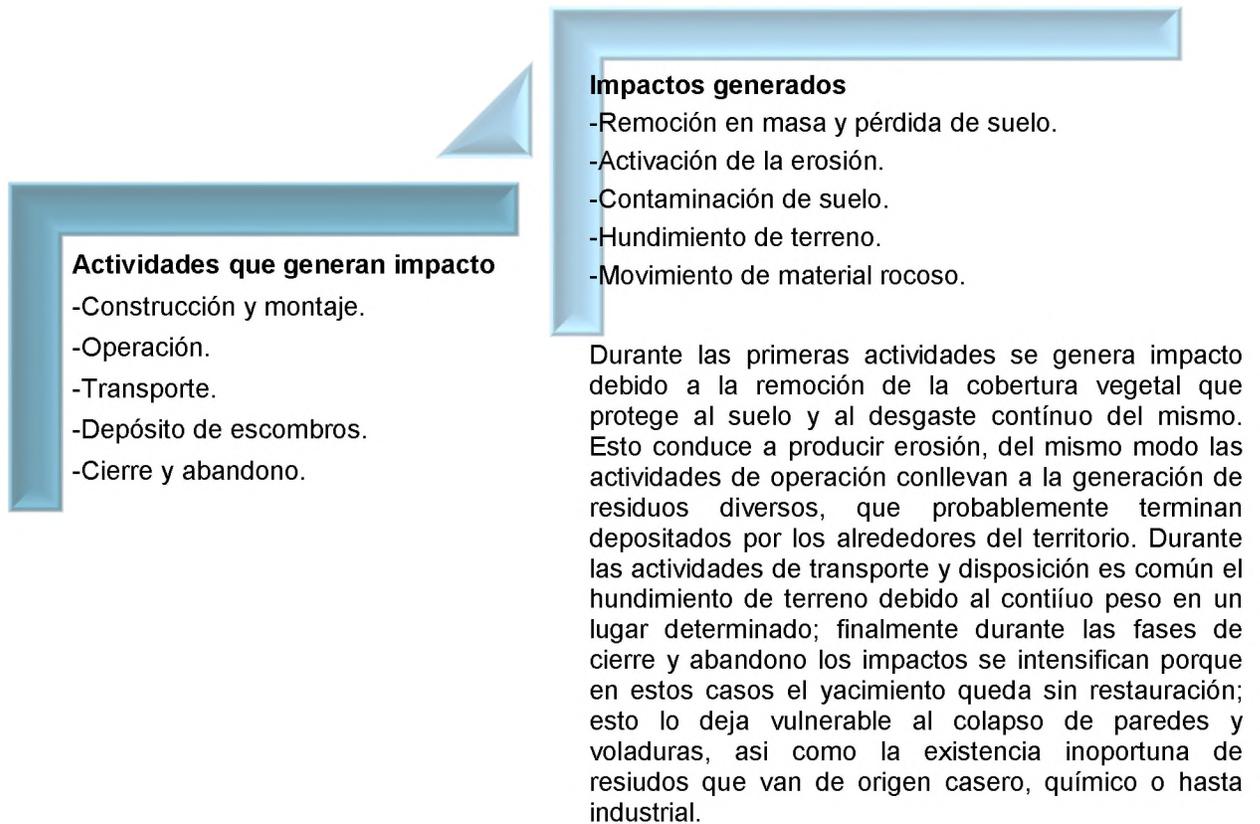
Fuente: Elaboración propia.

Figura 33. Impactos generados en el componente aire



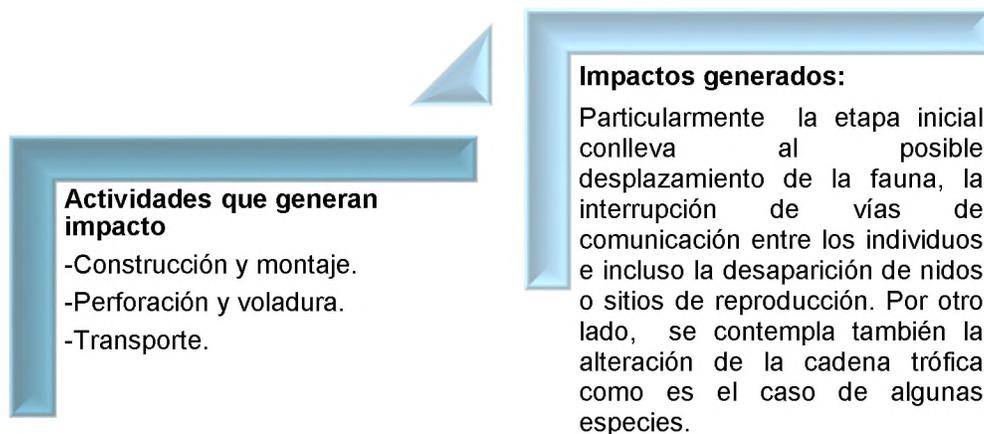
Fuente: Elaboración propia.

Figura 34. Impactos generados en el componente suelo



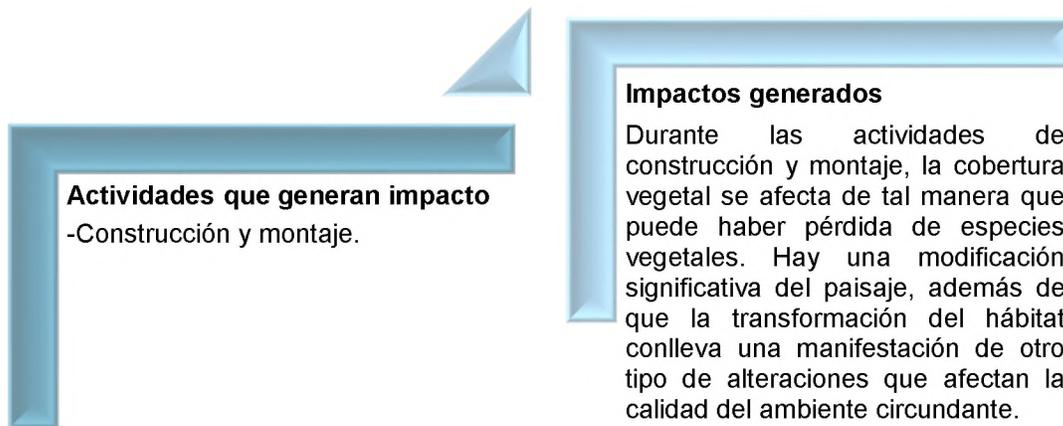
Fuente: Elaboración propia.

Figura 35. Impactos generados en el componente fauna



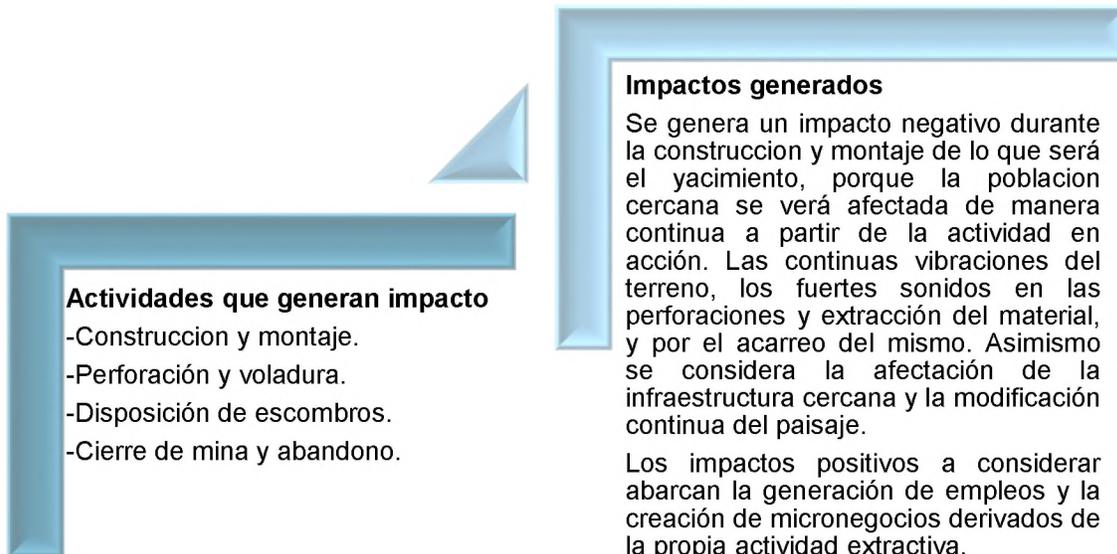
Fuente: Elaboración propia.

Figura 36. Impactos generados en el componente flora



Fuente: Elaboración propia.

Figura 37. Impactos generados en el componente social



Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 5. **Propuestas: Medidas de mitigación**

Las evidencias del impacto de la extracción pétreo son perceptibles y la respuesta ante la problemática hasta ahora es incierta. En este sentido no basta con la clausura de los bancos de material que trabajan de manera ilegal, sino es necesario dar una respuesta fundamentada y que se encamine a sugerir una solución global al problema y no solo en parte, es decir, que no solo se dé una respuesta a la problemática en una etapa inicial o intermedia de la explotación sino que abarque hasta su etapa final; puesto que uno de los puntos que la propia norma establece es la restauración de estas áreas. En este sentido las siguientes propuestas son el resultado de trabajo de campo y la incorporación de algunas alternativas tomadas de la Guía Minero Ambiental de explotación, que publica el Ministerio de Minas y Energía (2003).

A la hora de establecer medidas preventivas para reducir o eliminar los impactos negativos hay que partir de la premisa de que siempre es mejor no producirlos que establecer medidas de mitigación. Esto supone un costo adicional que, aunque en comparación con el valor global sea bajo, puede evitarse al no generar el impacto mediante la modificación o ajuste del proyecto. Hay que añadir que, en la mayoría de los casos, las medidas mitigadoras solamente eliminan una parte de la alteración y por lo tanto, pueden perder otros beneficios derivados de la disminución del impacto como, por ejemplo, el aprovechamiento de materias y sustancias químicas. Por ello es conveniente definir inicialmente a la mitigación como el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar o disminuir los impactos ambientales (negativos) significativos que resultan de la implementación de una acción humana (Espinoza y Alzina, 2002).

Su propósito es generar acciones prediseñadas, destinadas a llevar a niveles aceptables los impactos ambientales de una acción humana y puede con ello evitar completamente el impacto al no desarrollar una determinada acción; disminuir impactos al limitar el grado o magnitud de la acción y su implementación; rectificar el impacto al reparar, rehabilitar o restaurar el ambiente afectado; y

eliminar el impacto paso a paso con operaciones de conservación y mantenimiento durante la extensión de la acción (Espinoza y Alzina, 2002).

Esta herramienta puede reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En el caso de no ser ello posible, se reestablecen al menos las propiedades básicas iniciales (Espinoza y Alzina, 2002).

Una vez dado el análisis de la zona de estudio a partir de trabajo de campo y de gabinete se procede a la formulación de una propuesta enfocada a prevenir, mitigar y en su caso evitar el impacto que las actividades de extracción de materiales pétreos generan en el medio hablando de tiempo y espacio, esto es, establecer un conjunto de medidas que permitan el manejo adecuado de estas zonas y con mayor peso, la aplicación de medidas una vez dada su etapa final o la culminación de la actividad extractiva.

Por principio de cuentas es indispensable analizar y revalorizar los requisitos que se establecen para la entrega de concesiones, así como esclarecer y hacer cumplir las obligaciones de quienes las obtienen, especialmente en materia de protección ambiental y de salud de quienes viven en las zonas donde se instala este tipo de industrias. Es también prudente analizar los pagos por derechos de uso y aprovechamiento de los recursos naturales y los impuestos por comercialización de los mismos.

“Será prioritario el ordenamiento de las actividades mineras, ya sea de exploración y explotación, y considerando el fuerte impacto sobre los recursos naturales, se buscará que se realicen bajo criterios que minimicen el impacto ambiental sobre la morfología, suelo, vegetación y agua, conforme a las disposiciones legales que resulten aplicables” (CONANP, 2013).

La propuesta siguiente se centra en el planteamiento de medidas en cuatro aspectos fundamentales: Institucionales, normativas, operativas y sociales desde un enfoque ambiental.

5.1 Medidas institucionales

➤ Creación de una institución de verificación de actividades extractivas

Crear un organismo público que tenga como fin el trabajo constante con las actividades extractivas, esto es, que se preocupe por proponer capacitación necesaria para el comienzo de una obra de este tipo, así como, asesorías, guías, requisitos legales, que cumpla con un monitoreo periódico desde las fases de montaje y construcción, durante la explotación minera, que a su vez verifique instalaciones, equipo de trabajo, condiciones de los trabajadores, a fin de garantizar una efectiva explotación y la seguridad propia tanto del área como de los alrededores y población inmersa en la misma.

De igual forma este organismo se ocupará de aplicar las sanciones correspondientes con visto previo de la SEMARNAT, y de acuerdo con el seguimiento que se ha tenido con el yacimiento o área de explotación, con las cuales se logre frenar aquellas acciones que vayan en contra de lo establecido en las concesiones otorgadas. El trabajo conjunto de autoridades, propietarios y trabajadores de los yacimientos deberá generar un trabajo para beneficiar a todos, incluyendo al ambiente.

En la etapa final, el organismo se ocupará de asesorar de manera oportuna a fin de evitar el abandono de la zona y de la misma manera realizar visitas que constaten el trabajo responsable, así como el acondicionamiento óptimo de las zonas de acuerdo con los puntos establecidos en los documentos oficiales y de acuerdo con las normas establecidas en la materia.

Este organismo se verá coordinado a su vez por la SEMARNAT de manera que haya una relación y coordinación oportuna y efectiva entre autoridades en todos los ámbitos de gobierno.

Al mismo tiempo debe haber una conformación de órganos de representación social con los cuales se lleven a cabo microproyectos que generen empleo fuera

de las minas, pero con material de las mismas, estos a su vez también deben ser coordinados por el organismo anterior.

Estos nuevos órganos deben también ser informados de las concesiones, decisiones y proyectos que involucran el medio que les rodea, de modo que puedan intervenir en la toma de decisiones, al tiempo que se informan sobre los beneficios de este tipo de proyectos a nivel social (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

El primer paso para comenzar con actividades de extracción de materiales debería ser la elaboración de un estudio detallado de impacto ambiental de manera que se pueda evaluar la efectividad y viabilidad del proyecto, para dar paso entonces a una aprobación o refutación del proyecto con base en las condiciones del mismo.

Los estudios y evaluaciones deben contar con una guía común para establecerlas distintas exigencias, los documentos y formatos distintos. Con ello se evitarían contradicciones en el proceso de sanción.

Una vez aprobado el proyecto, se procederá al otorgamiento de la concesión para la extracción con base en las decisiones respecto a la legislación vigente y a la autoridad correspondiente.

Es importante también la actualización y mejora de los Estudios y Evaluaciones de Impacto Ambiental, ya que estos se orientan principalmente al establecimiento de líneas base y no ponen énfasis en la mitigación de impactos; lo cual se convierte en el eslabón importante dentro de la actividad extractiva y para los estudios y evaluaciones respectivas.

Es indispensable la implementación de este tipo de medidas, porque el fortalecimiento institucional jugará un papel importante durante toda la vida útil de la empresa minera y de sus procesos extractivos. El proyecto de extracción debe mantener una buena imagen y no solo por encima, es decir, por cuidar las apariencias, sino por la eficiencia de su trabajo y la calidad de los servicios que oferte (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

➤ **Establecimiento de seguimiento y retroalimentación continúa**

El seguimiento permite supervisar la implementación, asegurar el cumplimiento de las condiciones de aprobación de las acciones, verificar que los impactos reales no sean mayores que los impactos predichos y retroalimentar evaluaciones futuras. Una concepción amplia del seguimiento ambiental incluye observaciones y mediciones regulares y *ad hoc* de parámetros ambientales, como también varias formas de auditoría e inspección (Espinoza y Alzina, 2002).

La experiencia práctica indica la necesidad de verificar la aplicación del sistema, revisar frecuentemente sus éxitos y fracasos y generar los ajustes necesarios que resulten de mayor conocimiento sobre el tema. Su ausencia es una fuerte limitación para la correcta aplicación del instrumento; por ello, el seguimiento debe ser un vehículo utilizado permanentemente por quienes administren el sistema (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

➤ **Creación de un programa de visitas**

Puesto que la problemática no se puede determinar, exclusivamente a partir de la información documental, se plantea un programa de visitas para lo cual se consideran los requisitos siguientes:

- ✓ Legislación apropiada.
- ✓ Provisión de mecanismos administrativos.
- ✓ Términos y condiciones de aprobación.
- ✓ Medición y control de impactos no previstos.
- ✓ Participación de la población afectada (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

El propósito que persigue el establecimiento de un programa de seguimiento es, por lo tanto, múltiple y, podría sintetizarse en los siguientes puntos:

- ✓ Comprobar que las medidas propuestas en el estudio de impacto ambiental se han realizado.

- ✓ Proporcionar información que podría ser usada en la verificación de los impactos predichos y mejorar así las técnicas de predicción.
- ✓ Proporcionar información acerca de la calidad y oportunidad de las medidas de mitigación adoptadas.
- ✓ Comprobar la cuantía de ciertos impactos cuando su predicción resulta difícil.
- ✓ Articular nuevas medidas en el caso de que las aplicadas no sean suficientes.
- ✓ Ser una fuente importante de datos para mejorar el contenido de futuros estudios de impacto ambiental, puesto que permite evaluar si las predicciones efectuadas son correctas.
- ✓ Detectar alteraciones no previstas en el estudio de impacto ambiental; debiendo en este caso adoptar nuevas medidas.
- ✓ Buscar mecanismos de concertación entre la administración municipal, la comunidad y el proyecto minero; de tal forma que se aclaren las participaciones económicas, las responsabilidades, los deberes y los derechos.
- ✓ Fomentar la participación del concesionario minero y su institución en aquellas actividades que considere importantes en su área de influencia y que tengan relación con su objeto social.
- ✓ Dar a conocer la importancia de la Geología y las concesiones mineras dentro de la formulación de Planes o Esquemas de Ordenamiento Territorial.

5.2 Medidas normativas

➤ Actualización de normas

Se reconoce la necesidad de una coordinación entre los diferentes organismos que tienen entre sus líneas de acción el resguardo del medio ambiente, en las áreas forestales, agrícolas y de aguas; ya que muchas veces dos instituciones que trabajan con temas independientes se sobreponen a una misma área, generando con ello, conflictos.

Es importante tener en cuenta la actualización y reestructuración normativa en los aspectos siguientes:

- ✓ Delimitación del espacio y tiempo de la actividad extractiva; con la finalidad de que cada periodo determinado, puedan renovarse las concesiones y de ser necesario la cancelación o negación de las mismas.
- ✓ Establecer sanciones ante el incumplimiento de los puntos establecidos en la norma de modo que se haga valer, y se haga cumplir de manera óptima.
- ✓ Con respecto a la verificación periódica de los yacimientos, se indica la seguridad de la mina, de los trabajadores y de las condiciones de la población aledaña a los yacimientos.
- ✓ La disposición legal de residuos con la verificación durante la etapa final o cierre de la mina; con el fin de ver incluso la viabilidad de la zona como relleno sanitario o de otro uso, incluyendo la adecuación de la misma para recreación.

5.3 Medidas operativas

Para realizar, de una manera lógica, la planificación y el manejo ambiental de un proyecto minero se requiere fundamentalmente tener claridad y conocimiento de la naturaleza y las implicaciones de las actividades propias del proyecto; así como de las obligaciones y responsabilidades de carácter ambiental que se derivan de su ejecución.

➤ Elaboración de plan de manejo de área

Se debe considerar la elaboración de un plan de manejo de cada área donde se incluya la mitigación y compensación, en el cual quedarán establecidas las medidas a tomar para reducir, compensar o mitigar los impactos ambientales generados durante las actividades de explotación de material.

Este plan también debe considerar el monitoreo regulado a fin de verificar el comportamiento de los diferentes actores involucrados en la restauración de zonas.

Todo proyecto minero debe incluir un programa de educación ambiental, dirigido a dos públicos: A las comunidades asentadas en la zona del proyecto y al personal vinculado al proyecto, incluida la dirección de la empresa. Debe estar diseñado de acuerdo con el sector y se debe ajustar a la realidad del proyecto (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

➤ **Organización dentro del proyecto**

Cada proyecto minero debe tener una organización a su interior, que tenga claros los procesos y componentes de su planificación ambiental y su ejecución, y considere la posibilidad de evaluarlo periódicamente con el objeto de mejorarlo y hacerlo cada vez más eficiente. Esta forma de trabajo se conoce como «Sistema de Gestión (o Manejo) Ambiental-SGA» (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

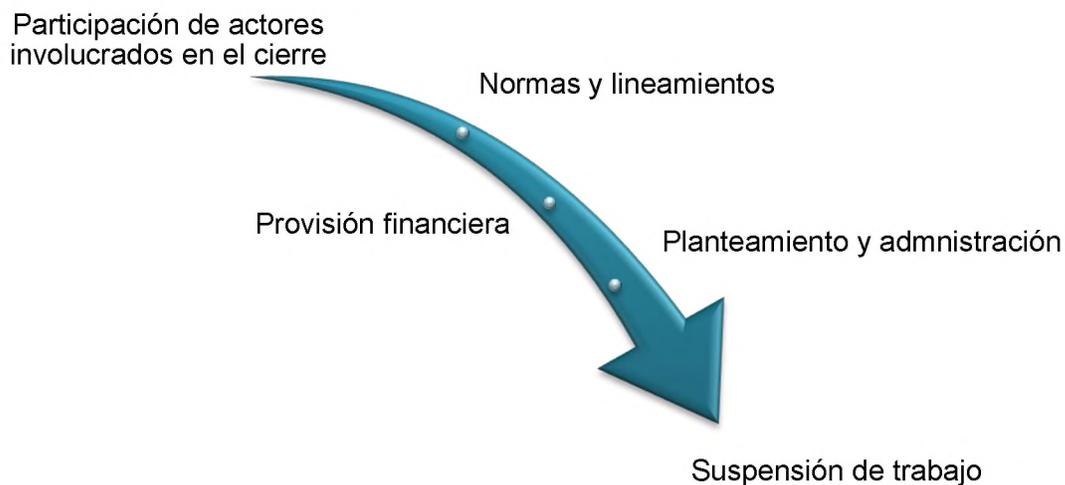
De esta manera deberán tomarse en cuenta los aspectos siguientes:

- ✓ Selección y capacitación del personal de labores y de los mismos propietarios de manera que haya un conocimiento de la actividad, de las problemáticas ambientales sociales y laborales a fin de minimizar riesgos laborales y ambientales.
- ✓ Una selección de equipos, la sustitución de maquinaria, modelos antiguos por modelos recientes para la optimización de recursos, energía y, que la eficiencia de tecnologías permita la minimización de los ruidos generados dentro del yacimiento. En cualquiera de los casos debe considerarse el mantenimiento de la maquinaria y la infraestructura utilizada.
- ✓ Revisión y verificación de los procesos de trituración, exploración y disposición final, de modo que se minimice la pérdida de partículas de material.
- ✓ Replanteamiento de la ubicación de plantas de trituración conforme las corrientes de aire, para minimizar pérdidas y afectaciones sociales.

➤ **Elaboración de plan de cierre de mina**

Este plan debe considerar las condiciones del área antes de la actividad extractiva, del mismo modo se debe tener en cuenta el grado de explotación y el destino del uso de suelo más viable. Como se mencionó, deben considerarse todos los impactos derivados de la actividad extractiva, es decir, los beneficios y perjuicios que se han acarreado de esta actividad, con la finalidad de establecer las consecuencias posteriores al cierre de mina, en los ámbitos ambiental, social, y económico, y de esta manera establecer propuestas que conlleven a una respuesta óptima.

Figura 38. **Marco Estratégico**



Fuente: Elaboración propia con base en Guía Minero Ambiental de Explotación, PROBIOMA, 2002.

Una vez culminadas las labores extractivas se visualizan tres opciones en el área de estudio: Restaurar inmediatamente después de concluir totalmente con las obras; en caso de no tener la restauración inmediata, plantear un plan de restauración de zona de acuerdo con las condiciones actuales de la misma y; restaurar la zona conforme se va trabajando.

Restauración inmediata una vez concluidas totalmente las obras

Esta restauración contempla la condición del terreno, esto es, si el terreno abandonado cuenta con óptimas condiciones será mucho más fácil la restauración según sus propiedades naturales, que a su vez ayudarán a la pronta regeneración incluso de la vegetación (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

Sin restauración inmediata, plantear un plan de restauración de zona de acuerdo con las condiciones actuales de la misma

Esto es, desde dos vertientes, cuando el terreno está en “buenas condiciones”, que favorecen la aplicación de medidas que contemplen la regeneración natural como parte de, o la sustitución de uso, como puede ser dar un uso forestal, o agrícola, según la condiciones del suelo. Por otra parte si las condiciones de éste son malas, lo viable sería una recuperación a largo plazo; considerando a la par, otros usos para el mismo, como la urbanización o con funciones recreativas o deportivas (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

Restaurar la zona conforme se va trabajando

Esta sería una opción cuando la extracción no ha sido tan significativa o cuando el terreno por dejar cuenta con la capacidad de regeneración por la intervención humana. Los usos van desde el original, forestal o agrícola (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

5.4 Medidas sociales

Para proporcionar una respuesta positiva a la sociedad ante la problemática de la explotación se requiere de conocimiento de la naturaleza del proyecto y del medio que lo rodea.

Para esto es necesario involucrar a la sociedad teniéndola informada. La información debe ser clara, accesible y actual sobre la naturaleza del proyecto, la naturaleza del mismo, la importancia medioambiental de su territorio, su potencial como territorio, el papel que juegan las instituciones públicas en torno a la

actividad y las respuestas que se emiten a la misma. Es importante que conozcan de disposiciones legales y demás instrumentos que se involucran por las actividades extractivas así como los impactos ambientales identificados y las medidas previstas y los beneficios que se derivan de la actividad, las características de las obras, los procesos constructivos y operativos, las posibles afectaciones en los predios y las posibilidades reales de empleo local.

Según el Ministerio de Minas y Energía de Colombia (2003), “para una mejor coordinación de los aspectos sociales y comunitarios, es importante que el concesionario minero organice un vínculo permanente con la comunidad, mantenga una constante comunicación con las autoridades ambientales y cuente con una persona que atienda las quejas, sugerencias y reclamos, y se encargue de registrar y resolver esos asuntos”. Con base en ello, la educación ambiental es importante.

“La educación ambiental para las comunidades se realiza a partir del diálogo de saberes, y se orienta hacia el diseño y la ejecución de las acciones pedagógicas y participativas, que contribuyan al manejo sostenible del ambiente y al establecimiento de pautas para la convivencia armónica entre el proyecto, la comunidad y el entorno natural, así como al fortalecimiento de la capacidad de autogestión comunitaria” (PROBIOMA, 2002).

Conclusiones

De manera sucinta en esta parte conclusiva se exponen los alcances y limitantes del trabajo, así como el cumplimiento de cada uno de los objetivos delineados en el mismo.

Con respecto a los referentes conceptuales del impacto e impacto ambiental en materia de minería de materiales no concesibles se adopta los que fundamenta Conesa (1997; 25), en el que señala que impacto ambiental es “una acción o actividad humana que produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del mismo”. Al respecto cabe señalar que esta concepción es la base para explicar los efectos por acción humana.

Por otro lado, en relación con el objetivo del análisis de la norma estatal en materia minera, se encontraron inconsistencias en los siguientes puntos:

- Delimitación espacial y temporal. No se establece un límite final, aunque señala que es a partir de 3 has.
- Franja de amortiguamiento respecto de áreas naturales protegidas. La norma señala que un banco de material no se puede ubicar en menos de 20 metros de límite del área natural, sin embargo en la realidad existen bancos de material en las Áreas Naturales.
- Construcción de barreras físicas. La norma señala que haya barreras físicas que impidan aproximarse a los voladeros; sin embargo, sólo el banco de San Juan de las Huertas cuenta con una protección en un perímetro reducido.
- Depósito de residuos sólidos. La norma condena el depósito de residuos, pero no fundamenta como respetarla o sanciones por hacer caso omiso de la misma.
- Culminación de la explotación. La norma establece de manera muy superficial la fase de culminación de explotación y no señala las formas de restauración, tampoco fuerza a quienes explotan los bancos a la reparación de las zonas.

Se destaca que la norma no está claramente definida, especialmente en lo que concierne a la etapa final de explotación; lo cual hace que quienes explotan el

material una vez terminada su actividad, se olviden de la restauración de las minas; con ello, dejan los páramos abandonados y generan a la par otro tipo de problemas, tales como el depósito de residuos sólidos, espacios para delinquir y asentamientos humanos irregulares, aunado a la falta de interés de las autoridades locales. Es preciso señalar que el predominio de este tipo de actividad en el país, merece importancia y por tanto, el establecimiento de legislación apropiada para su regulación.

Con base en el objetivo de la caracterización física ambiental del área de estudio, se considera que la zona tiene un potencial regenerativo; ya que parte de ella se encuentra en un área con políticas ambientales definidas, sin embargo factores externos como la persistencia de extracción de materiales no concesibles, de manera clandestina, así como el depósito de residuos sólidos y el aumento de asentamientos irregulares de población ponen en riesgo el equilibrio de la misma.

Por otro lado, el predominio de materiales no concesibles convierte a la zona en una importante fuente de recursos y con ello en una práctica tradicional al alcance para la construcción del proceso de expansión de las áreas urbanas aledañas. Los municipios que se benefician de esta actividad son los llamados municipio conurbados de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

Un aspecto importante de señalar es la forma en que la población se acostumbra a los efectos negativos de la extracción, por ejemplo al ruido, al riesgo, a la presencia de delincuentes y a las vibraciones constantes en el terreno derivados de la propia actividad.

Se identifican los bancos de material cerca de las corrientes superficiales de agua, lo que hace que éstas corrientes arrastren materia de los mismos.

Los suelos de la zona tienen una aptitud forestal, sin embargo son utilizados para la agricultura, esto provoca erosión y la cantidad de captación de agua a los mantos freáticos.

Es importante mencionar que la integración del análisis FODA, se realizó a partir de observación directa de los elementos del medio biofísico y socioeconómico del área de estudio; permitiendo así, el diseño de propuestas generales relacionadas directamente con las condiciones actuales de la zona.

Con respecto a la extensión que ocupan los bancos de material, se considera reducida; en comparación con lo que se dedica a actividades como la agricultura, pastoreo y la explotación forestal, sin embargo los riesgos por su mal manejo están latentes. Por otro lado estos espacios desolados se convierten en guaridas y en depósitos de restos de todo tipo que van desde residuos sólidos urbanos hasta humanos, ya que han sido utilizados incluso por las mafias de la zona. A su vez los usos contingentes como las viviendas localizadas en terrenos irregulares o de campos de práctica deportiva, representan un riesgo para la vida y por los materiales que pueden dejarse en el área, ejemplo máquinas, vehículos y otros en general.

Se identifica que en su mayoría los bancos son de propiedad ejidal, de hecho, los ejidatarios permitieron la explotación por algunas empresas privadas a cambio de beneficios locales, sin embargo no todos los contratos favorecieron a las comunidades, en el transcurso de la explotación se rompían los acuerdos y las empresas abandonaban el proceso de explotación pactado; tal vez esta sea la razón por la que se encuentren abandonados los socavones a lo largo de la zona.

Para realizar la zonificación puntualizada en el objetivo cuatro, fue necesaria la observación en campo del comportamiento de los factores que se involucran en el proceso de extracción, esto permitió la localización y el reconocimiento de las áreas minadas, así como la descripción de los componentes ambientales que se ven afectados por la práctica de esta actividad. Fue posible observar la problemática más allá de lo que se cree respecto a ella; es decir, que se conocieron los problemas que se han derivado de la misma, asimismo se consultaron algunos informantes de las poblaciones vecinas, lo que permitió reconocer el punto de vista de la población con respecto a su cercanía con estas áreas. A la par, la pretensión del objetivo era comparar la situación anterior a la

explotación de estas áreas, con respecto a la situación actual, sin embargo, se desistió puesto que las autoridades se negaban a proporcionar información. Este mismo comportamiento se encontró en los administradores de las empresas de extracción de material.

De esta manera las problemáticas encontradas durante el trabajo de campo y evidenciadas en el presente documento consisten en: La modificación de drenajes, arrastre de materiales, socavones sin mantenimiento con usos alternativos como la reforestación, la adaptación de terrenos para áreas deportivas que carecen de seguridad básica, áreas destinadas al depósito ilegal de residuos sólidos, infraestructura urbana en riesgo debido a su ubicación con respecto de las áreas de extracción, así como al fomento de la delincuencia.

La matriz causa-efecto pudo integrar estos elementos clasificando los impactos en su mayoría como críticos e inaceptables, concluyendo así, la importancia de establecer propuestas de medidas de mitigación con relación a la extracción de los materiales no concesibles.

A partir de lo observado en campo, se lograron establecer las medidas de atención proyectadas en el capítulo 5. Su estructuración se expresa en cuatro niveles importantes que son: Institucional, normativo, operativo y el ámbito social. Así, la propuesta consiste en medidas que se adaptan a los métodos de extracción a cielo abierto; ya que durante el proceso de extracción del material, no se manejan sustancias químicas ni materiales explosivos; de esta manera no será compleja la restauración de zonas. Dicho de otro modo, se minimizan los costos por la restauración ya que no se involucran análisis complejos, como es en el caso de la minería metálica; donde las zonas quedan devastadas y sin esperanza de restauración por el predominio de sustancias como los ácidos que perjudican los espacios que explotan.

Para evitar este tipo de situaciones se plantea la creación de un organismo que se enfoque en el monitoreo constante de la actividad extractiva, en sus diversas etapas. De esta manera se garantizaría el cumplimiento de los instrumentos

legales y jurídicos que fundamentan su funcionamiento; rescatando con ello la participación social como elemento indispensable para la toma de decisiones respecto de la problemática.

En lo referente con la hipótesis que a la letra dice: “Las condiciones de abandono de los bancos de extracción de material no concesible se deben a la falta de monitoreo por los funcionarios competentes”, se corrobora afirmativa, ya que hace falta un monitoreo y seguimiento de los procesos de extracción, considerándose esta la razón fundamental del abandono de las áreas, ya que al no existir una figura legal que garantice el cumplimiento de lo establecido en las normas, se promueve el uso indebido de los recursos, alterando por consiguiente, el equilibrio del medio natural.

Si bien este documento evidencia la problemática derivada de las actividades de extracción de materiales no concesibles de una porción pequeña con respecto del total del territorio mexicano, es también un antecedente que busca la revisión y reestructuración de los instrumentos que promueven el desarrollo de la actividad extractiva, de manera que se minimicen los impactos negativos y al mismo tiempo que se fomente su práctica apropiada.

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Conesa Fernández-Vítora, Vicente. "**Guía Metodológica para la Evaluación Del Impacto Ambiental**". Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 1997. 3ª ed.
- ❖ Espinoza, Guillermo y Alzina, Virginia. "**Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental**". Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Centro de Estudios para el Desarrollo (CED). Santiago Chile. 2002.
- ❖ González, Isabel (2008) en Galán Huertos, Emilio. "**Mineralogía aplicada**". Editorial Síntesis S.A. Sociedad Española de Mineralogía. España. 2001.
- ❖ Guevara Sanginés, Alejandro E. "**Pobreza y medio ambiente en México: teoría y evaluación de una teoría pública**". Universidad Iberoamericana. INE. INAP. México. 2003. 1ª ed.
- ❖ Gómez Orea, Domingo. "**Evaluación del Impacto Ambiental**". Ed. Mundi--Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid. 2002. 2ª ed.
- ❖ Gobierno del Estado de México (2009-2012). **Plan de Desarrollo Municipal de Zinacantepec.**
- ❖ Gobierno del Estado de México (2013-2015). **Plan de Desarrollo Municipal de Zinacantepec.**
- ❖ Hidalgo Hernando, José Luis, 2013. Subdirección de Exploración y Evaluación Geológica. Instituto de Fomento Minero y Estudio Geológicos del Estado de México, (IFOMEGEM).
- ❖ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). **Guía para la interpretación de cartografía: Geología.** 2005
- ❖ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). **Guía para la interpretación de cartografía: Edafología.** 2004
- ❖ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). **Principales resultados por localidad (ITER) 2010. Localidades rurales.**
- ❖ IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. **Base Referencial Mundial del Recurso Suelo.** Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.
- ❖ Diario Oficial de la Federación, 2012. **Ley General Del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).** 1988, 28 de enero. Última reforma junio 2012.

- ❖ Secretaría de Medio Ambiente (2010). **Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-SMA-DS-2009** que regula la exploración y explotación de Minerales No Concesibles en el Estado de México. Gaceta de Gobierno.
- ❖ Clasificación climática de Köppen. Material de clase. M. en C. Adriana Guerrero Peñuelas.

MESOGRAFÍA

- ❖ Federico J. Iribarren, Argentina S/A. Disponible en: http://www.jfhcs.unp.edu.ar/catedras/Impacto_Ambiental/Impacto_Ambiental/Textos/EIA.pdf, (Consultado en octubre de 2013).
- ❖ Material De Clase Ing. Ligia María Vélez Moreno. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/12594608/Suelos-y-Rocas> Febrero 2009, (Consultado en octubre, 2013).
- ❖ Ministerio de minas y energía. **Guía minero ambiental de explotación**. República de Colombia, Bogotá. 2003. Disponible en: http://www.minminas.gov.co/documents/10180/416798/explotacion+2_3.pdf (Consultado en marzo, 2014).
- ❖ Ministerio de minas y energía. **Glosario técnico minero**. República de Colombia, Bogotá. 2003. Disponible en: <http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/userfiles/file/minas/glosario2.pdf> (Consultado en marzo, 2014).
- ❖ <http://edomex.milenio.com> noticia del 14 de abril de 2012, revisado el 17 de enero de 2013.
- ❖ Periódico La Jornada. “AL ya no es el paraíso desregulado para las mineras: economista del BM AFP”. Martes 14 de febrero de 2012, p. 29. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2012/02/14/mundo/029n2mun> (Consultado en febrero, 2013)
- ❖ Periódico La Jornada. “La industria destruye la biodiversidad; amenaza un cuarto del territorio mexicano”. Angélica Enciso L. Viernes 30 de diciembre de 2011, p. 36. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2011/12/30/index.php?section=sociedad&article=036n1soc>. (Consultado en febrero, 2013).

- ❖ Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2010. Disponible en <http://www.semarnat.gob.mx/movil/conocenos/Pages/antecedentes.aspx> (Consultado en julio, 2014).
- ❖ Video: Minería en la Chiquitanía y el Pantanal. PROBIOMA y AVINA. Unidad de Incidencia y Biodiversidad. Bolivia, 2010. Disponible en: http://https://www.youtube.com/watch?v=N_En1VclpUQ; https://www.youtube.com/watch?v=-ial73Yua_0; <https://www.youtube.com/watch?v=sNo9f4xkScw> (Consultado en agosto 2013).



Fotografía 1. Mina San Juan de las Huertas, julio 2014.



Fotografía 2. San Juan de las Huertas, julio 2014.



Fotografía 3. San Juan de las Huertas, julio 2014.



Fotografía 4. San Juan de las Huertas, julio 2014.



Fotografía 5. San Juan de las Huertas, julio 2014.



Fotografía 6. San Juan de las Huertas, julio 2014.

SANTA CRUZ CUAUHTENCO



Fotografía 7. Santa Cruz Cuauhtenco, julio 2014.



Fotografía 8. Santa Cruz Cuauhtenco, julio 2014.



Fotografía 9. Santa Cruz Cuauhtenco, julio 2014.



Fotografía 10. Santa Cruz Cuauhtenco, julio 2014.



Fotografía 11. Santa Cruz Cuauhtenco, julio 2014.



Fotografía 12. Santa Cruz Cuauhtenco, julio 2014.



Fotografía 13. Santa Cruz Cuauhtenco, julio 2014.



Fotografía 14. Santa Cruz Cuauhtenco, julio 2014.



Fotografía 15. Santa Cruz Cuauhtenco, julio 2014.



Fotografía 16. Santa Cruz Cuauhtenco, julio 2014.



Fotografía 17. Santa Cruz Cuauhtenco, julio 2014.



Fotografía 18. Santa Cruz Cuauhtenco, julio 2014.

SAN PEDRO TEJALPA



Fotografía 19. San Pedro Tejalpa, julio 2014.

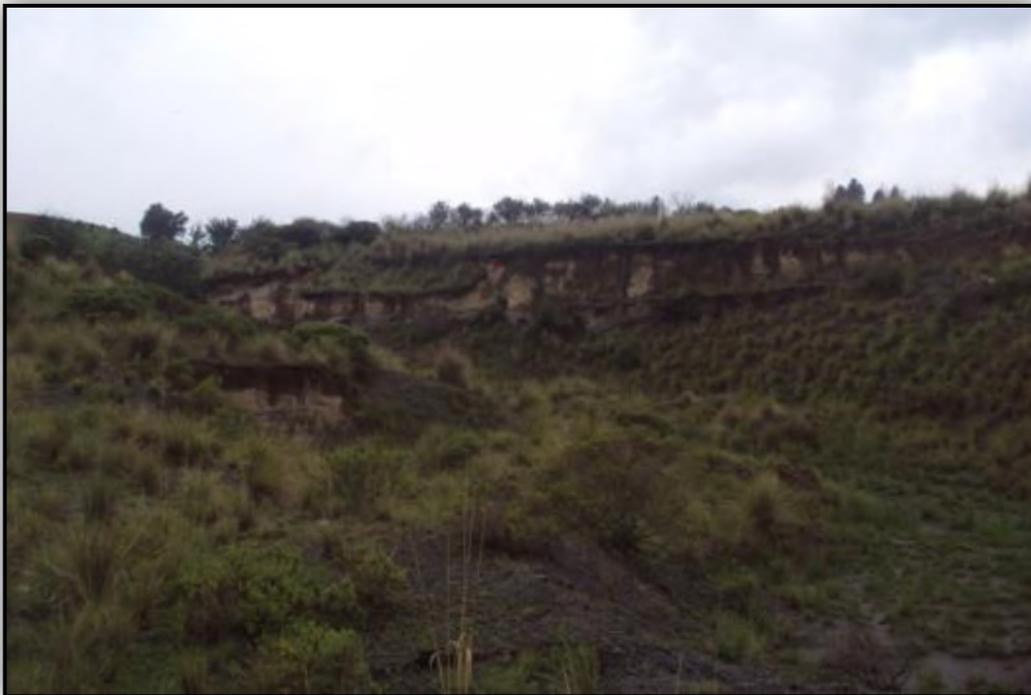


Fotografía 20. San Pedro Tejalpa, mayo 2014.



Fotografía 21. San Pedro Tejalpa, mayo 2014.

OJO DE AGUA



Fotografía 22. Ojo de agua, octubre 2013.



Fotografía 23. Ojo de agua, octubre 2013.



Fotografía 24. Ojo de agua, octubre 2013.



Fotografía 25. Buenavista, octubre 2013.



Fotografía 26. Buenavista, octubre 2013.



Fotografía 27. Buenavista, octubre 2013.



Fotografía 28. Buenavista, octubre 2013.



Fotografía 29. Buenavista, octubre 2013.



Fotografía 30. Buenavista, octubre 2013.



Fotografía 31. Loma Alta, julio 2014.



Fotografía 32. Loma Alta, julio 2014.



Fotografía 33. Loma Alta, julio 2014.



Fotografía 34. Loma Alta, julio 2014.



Fotografía 35. Loma Alta, abril 2015.



Fotografía 36. Loma Alta, abril 2015.



Fotografía 37. Loma Alta, abril 2015.



Fotografía 38. Loma Alta, abril 2015.



Fotografía 39. Loma Alta, abril 2015.

El presente anexo fotográfico muestra las evidencias de las condiciones de las minas en estado activo e inactivo. Las correspondientes a San Juan de las Huertas y Santa Cruz Cuauhtenco exhiben las áreas actuales de trabajo, Santa Cruz Cuauhtenco evidencia indicios de actividad a lo largo de la zona, sin embargo con la proliferación de socavones que representan la modificación gradual del medio físico.

Algunas fotografías muestran socavones encontrados a lo largo del territorio del área de estudio sin ser abordados específicamente en el contenido del presente documento, estas son Ojo de Agua y San Pedro Tejalpa, esto debido a su extensión y la poca información acerca de los mismos.