



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA

"DIAGNOSTICO AMBIENTAL DEL MUNICIPIO  
DE TULTITLAN, ESTADO DE MEXICO"

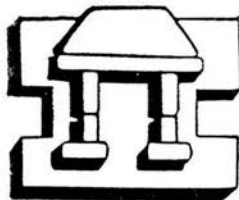
**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**B I O L O G A**

**P R E S E N T A :**

**ANA MARIA QUIROZ AYALA**



**IZTACALA**

DIRECTOR DE TESIS: M. en C. JONATHAN FRANCO LOPEZ

LOS REYES IZTACALA.

2002



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



U.N.A.M. CAMPUS

The logo consists of the letters 'IZT' in a bold, sans-serif font. Above the letters, there is a faint, stylized graphic element that resembles a mountain range or a series of peaks.

“...Cada nueva experiencia confirma  
que no somos esos conquistadores  
que han dominado a un pueblo extraño;  
no estamos fuera de la naturaleza;  
en la naturaleza estamos sumergidos;  
y en lo que nos concede una ventaja sobre los demás seres,  
lo que nos hace poderosos,  
es la capacidad de conocer y aplicar leyes  
a las que tampoco nosotros escapamos”.

Engels

## **Dedicatorias**

A mi madre: con cariño, respeto y admiración;  
porque gracias a su apoyo, confianza y consejos  
he logrado alcanzar esta meta.

A mi hermana: con mucho cariño;  
gracias por tus consejos,  
tus palabras de aliento y por estar  
siempre conmigo, tanto en los buenos,  
como en los momentos difíciles.

## Agradecimientos

A mi asesor: M. En C. Jonathan Franco López por compartir conmigo un poco de sus conocimientos; por su apoyo, su tiempo, y por brindarme la oportunidad de trabajar bajo su asesoría, lo cual me ha permitido ser una persona más crítica. ¡¡¡Muchísimas gracias!!!.

A mis revisores de tesis: M. En C. Arturo Rocha; M. En C. Rafael Chávez; Biól. Ángel Morán y Biól. Carlos Bedia; por sus valiosas observaciones que le hicieron a mi trabajo, lo cual me permitió mejorarlo. Por el valioso tiempo que me dedicaron. Muchas gracias.

Al maestro Mario Alberto Rodríguez de la C. Páez por su ayuda en la determinación de las plantas.

A todos los que trabajan en el laboratorio de Edafología de la UBIPRO por el apoyo brindado para la realización de las pruebas fisicoquímicas del suelo. A panchito, Mayra, Daniel, Ismael, y, principalmente a Poncho, muchas gracias por tu tiempo y por hacer del trabajo algo ameno.

A Jorge Ángel Cruz por su valiosa ayuda en la determinación de las aves y por su amistad; gracias!!!

A Valentín por su ayuda para la realización de mi trabajo y por ser un gran amigo.

A mis amigas: Pris, Julia y Claudia; por todo lo que vivimos juntas y por lo que nos queda por vivir.

A Elizabeth, Adrián, Horacio (choro), Victor (chacón), Juan Carlos (slow), Oscar, Alejandro, Emilio, Lian, por todos los momentos compartidos y por las prácticas de campo, las cuales serán inolvidables.

A Adriana, Ángel, Chucho, Joselo, Rigo, Daniel y Juan Carlos. Gracias por su amistad.

A Gerardo por su ayuda incondicional en la realización de este trabajo; por su amistad y momentos compartidos. Gracias!!!.

A mis tíos: Ángel y Esperanza; José y Josefina. Gracias por el apoyo que siempre he recibido de ustedes y por sus consejos que me han alentado a seguir superándome.

A mis primos: Karina, José Eduardo, Miguel Ángel, Adriana y Melissa, por llenar mi vida de momentos agradables.

A Jorge, por compartir un poco de su locura conmigo.

A todos mis compañeros de la carrera, y a todos los que ahora pudiera olvidar, pero que son parte importante en mi vida.

## Resumen

Ante la necesidad de atender la problemática ambiental y lograr un desarrollo sustentable, resulta imprescindible contar con datos y estadísticas que reflejen la situación actual y los posibles escenarios derivados de acciones o políticas; un instrumento valioso que nos permite estudiar esta información son los indicadores ambientales, el más usado es el conocido como Presión-Estado-Respuesta (PER), el cual se utiliza en la realización de diagnósticos ambientales, los cuales son instrumentos de evaluación encargados de detectar la problemática ambiental de algún lugar, en base con el mal uso y aprovechamiento de los recursos, para que, de esta manera, se puedan proponer acciones que mitiguen dichos impactos.

Tultitlán, un municipio localizado al noroeste del Estado de México, resultó atractivo para elaborar su diagnóstico ambiental, por tener además de muchos problemas ambientales, una parte de la Sierra de Guadalupe, lo cual hace que todavía se puedan buscar medidas de mitigación a sus problemas, además de buscar el óptimo aprovechamiento de sus recursos.

El objetivo general del trabajo fue la elaboración del diagnóstico ambiental del Municipio de Tultitlán, Estado de México; y los específicos, proponer acciones para restaurar y proteger el ambiente, en base a la problemática que presente el municipio.

Se utilizó el método conocido como Presión-Estado-Respuesta, el cual responde a las siguientes preguntas: ¿qué está afectando el ambiente?, ¿cuál es el estado actual del mismo? y ¿qué estamos haciendo para mitigar los problemas ambientales?. Para lo cual se consultaron las cartas del INEGI, se realizaron recorridos por el municipio para detectar la problemática ambiental; se realizaron también, inventarios florísticos y faunísticos, pruebas fisicoquímicas del suelo de diferentes colonias, y, las propuestas de mitigación y restauración se tomó en cuenta la normatividad vigente del año 2000.

El sector que está ejerciendo mayor presión sobre el ambiente es el industrial, que deteriora tanto la atmósfera, el agua y el suelo. El estado actual del ambiente es de deterioro, la única zona más o menos conservada es la parte de la Sierra de Guadalupe; entre las especies más representativas están el eucalipto, *Eucalyptus globulus*, encino *Quercus frutex*; aves como el colibrí *Hilocharis leucotis*, que es una especie endémica; el *Junco hyemalis*, que está en peligro de extinción, mamíferos como el conejo *Sylvilagus floridans* y reptiles como la víbora de cascabel *Crotalus* sp.

Entre las propuestas para mitigar dichos impactos, se encuentran, la implementación de una planta de aguas residuales por cada zona industrial, auditorías ambientales más estrictas a las industrias, la biorremediación de suelos en la zona industrial Lechería y la reforestación en la Sierra de Guadalupe con especies nativas como el encino, y sobre todo, evitar que la mancha urbana siga avanzando, sobre todo ganándole terreno a la Sierra de Guadalupe.

En conclusión, hay demasiados problemas ambientales en el municipio de Tultitlán, pero aún tienen solución, lo que hace falta es una participación más activa por parte del gobierno y la sociedad, además de profesionistas especializados en el área para afrontarlos.



## INDICE

Resumen .....	5
Introducción .....	9
Antecedentes .....	11
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos	
Método .....	13
Descripción del área de estudio .....	16
- Ubicación	
- Aspectos físicos	
a) Geología	
b) Topografía .....	17
c) Edafología	
d) Clima .....	18
- Aspectos bióticos.....	19
a) Flora	
b) Fauna	
- Usos del suelo	
- Características socioeconómicas .....	20
A. Población	
B. Vivienda.....	21
C. Servicios	
1. Agua	
2. Drenaje.....	22
3. Energía eléctrica	
4. Vialidad	
D. Economía	
Resultados .....	24

### Presión

#### Problemática ambiental

- Aspecto urbano
- A. Vialidad

B. Agua .....	25
C. Aire .....	27
D. Suelo .....	
E. Residuos sólidos.....	28
F. Residuos peligrosos.....	31
• Aspectos bióticos .....	33
Estado.....	34
- Recursos naturales .....	35
• Aves .....	
• Mamíferos .....	36
• Flora.....	37
• Suelo.....	38
- Matrices para identificar impactos .....	43
• Matriz de Leopold .....	44
• Matriz de Mc Harg.....	46
• Redes de Sorensen.....	48
Respuesta .....	53
Presión-Estado-Respuesta .....	57
Discusión.....	62
Conclusión .....	65
Literatura citada .....	66

## INTRODUCCIÓN

En el terreno de la gestión ambiental es incuestionable la ventaja que representa contar con estadísticas y datos que reflejan la situación actual y los posibles escenarios derivados de acciones o políticas. Por otro lado, ante la avalancha de comunicación relacionada con el ambiente y la necesidad de contar con información confiable en apoyo al proceso de toma de decisiones, se ha vuelto imprescindible el desarrollo de un esquema para su manejo y difusión. De ahí la importancia de desarrollar un sistema de indicadores ambientales que defina los temas y los parámetros prioritarios para evaluar el desempeño ambiental (INE, 1995).

Aunque a nivel regional y nacional existen muchas instituciones ricas en datos y estadísticas sobre recursos naturales, estas son pobres en la producción de información ambiental. Generalmente se gastan muchos recursos en recopilar datos y elaborar estadísticas, pero estas actividades, a nivel nacional, regional y global no están coordinadas. La falta un marco metodológico común trae como resultado la existencia de datos incompatibles y de calidad dudosa e información inaccesible a los usuarios. Estos factores, incrementan la dificultad de hacer accesible y válida mucha de la información ambiental, que es cada vez mas necesaria para la toma de decisiones, la planificación y la elaboración de políticas y estrategias de desarrollo (Winograd, 1995)

Esto sugiere la necesidad de desarrollar una metodología e implementar un sistema integrado y compatible que permita sintetizar datos y estadísticas, identificar lagunas en la información y obtener indicadores e índices que faciliten y promuevan los usos secundarios de la información ambiental para la toma de decisiones (Winograd, 1995).

Por esto el interés y la necesidad de un desarrollo sostenible y la toma de conciencia frente a las amenazas que pesan sobre el ambiente y el mal manejo de los recursos naturales, han llevado a que los países, los organismos internacionales, los planificadores y los organismos no gubernamentales reexaminen los medios de los que se dispone para evaluar y vigilar la evolución y tendencias en el estado del medio ambiente, el uso de los recursos naturales y los procesos de desarrollo (Bakkes y col, 1994; Rodenburg, 1992).

Es así como los indicadores ambientales y de sustentabilidad reciben en la actualidad una atención creciente. Ellos aparecen como herramientas indispensables para el seguimiento y la definición de las políticas, acciones y estrategias conducentes a un desarrollo sostenible y al análisis de sus costos y beneficios (OCDE, 1991; UNEP-DPCSD, 1995; World Bank, 1995).

México no es la excepción y tiene que buscar opciones para el desarrollo sustentable, analizando su capacidad para evaluar y monitorear el estado del ambiente e identificar tendencias y cambios significativos, tomando en cuenta que la información ambiental es necesaria para comprender la problemática ambiental,

facilitando cambios de conducta en beneficio del ambiente. De este modo, el desarrollo de indicadores de desempeño ambiental pretende constituirse como una herramienta en el análisis de la situación ambiental en México.

El desarrollo de indicadores ambientales se ha dirigido principalmente hacia la consecución de tres objetivos ambientales para alcanzar el desarrollo sustentable: (INE, 1999)

- Proteger la salud humana y el bienestar general de la población
- Garantizar el aprovechamiento sustentable de los recursos, y
- Conservar la integridad de los ecosistemas

Un modelo ampliamente utilizado es el de Presión-Estado-Respuesta (P-E-R) desarrollado por la OCDE (OCDE,1991;1993) a partir del modelo original de Presión-Respuesta propuesto por Friends y Raport (1979). Este marco conceptual es probablemente el mas aceptado a nivel mundial debido a su simpleza, facilidad de uso y la posibilidad de aplicación a diferentes niveles, escalas y actividades humanas.

Un diagnóstico ambiental es un instrumento de evaluación que se encarga de detectar la problemática de algún lugar, en base con el mal uso y aprovechamiento de los recursos, para que, de esta manera, se puedan proponer acciones que mitiguen dichos impactos. Está basado, precisamente en el uso de indicadores ambientales, en este caso en el de Presión-Estado-Respuesta. Su realización es muy importante, porque es la base de otros estudios, como son el ordenamiento ecológico del territorio, el cual es un proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y protección al ambiente. Al contar con el diagnóstico, podemos entonces conocer los recursos con que se cuenta, en que estado y de esta manera buscar posibles acciones para restaurar y proteger el ambiente.

Tultitlán es un municipio localizado al Noroeste del Estado de México, pertenece al área Metropolitana de la ciudad de México, pero eso no es lo único que tiene en común con otros municipios conurbados, también comparten una densidad poblacional grande y una mala planeación del uso del suelo, lo que trae consigo un mal aprovechamiento de los recursos y problemas de contaminación graves, ejemplo de ello es el número excesivo de industrias y la mala ubicación de las mismas; por otra parte, este municipio resulta de interés por contener una parte del parque estatal Sierra de Guadalupe, y por tener un sector de la población que todavía se dedica a la agricultura. Por estas razones es que este municipio necesita de acciones inmediatas que le permitan mitigar de la mejor manera dichos problemas ambientales y aprovechar los recursos con que cuenta.

## ANTECEDENTES

Los indicadores ambientales en México son muy recientes y no discrepan mucho de otros países; no fue sino hasta 1987 que se inicia el desarrollo de conceptos sobre indicadores ambientales en Canadá y Holanda, países que hasta la fecha son de los más avanzados en el tema (INE, 1995).

La Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) ha desempeñado un papel fundamental, acumulando experiencia práctica, no sólo en la definición, armonización y producción de indicadores, sino también en su uso como herramientas analíticas y de evaluación (INE, 1995).

El enfoque Presión-Estado-Respuesta (PER) fue propuesto por Environment Canada y la OCDE. En México, el Programa de Medio Ambiente 1995-2000, establece como prioridad el desarrollo de un sistema de indicadores para la evaluación del desempeño ambiental como instrumento que permita evaluar el desempeño de las políticas ambientales, difundir información de manera objetiva, contribuir a la adecuada planeación de las políticas ambientales, entre otros (INE, 1999).

Este modelo fue utilizado por la OCDE para organizar la información ambiental de los países miembros de manera de revisar su desempeño y resultados ambientales (OCDE,1991;1993). Ha sido también utilizado para elaborar la información ambiental en función de metas y objetivos en países como Holanda (Adriaanse,1993) y para estructurar un conjunto de posibles indicadores de sustentabilidad para la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (DPCSD) y para el Banco mundial (UNEP-DPCSD,1995; World Bank,1995). A su vez ha sido aplicado a escala regional para organizar un conjunto de indicadores ambientales que permiten medir la sustentabilidad del uso de la tierra en América Latina y el Caribe (Winograd,1995).

El Gobierno del Estado de México en colaboración con la Secretaría de Ecología de la misma entidad realizaron en el año 1999 los diagnósticos ambientales para cada uno de los municipios del Estado; dichos diagnósticos cuentan con información básica y aunque representan un gran avance, se requiere que se estén actualizando, ya que la información que se encuentra en estos estudios no es estática (Gobierno del Estado de México, 2001).

Tultitlán, al igual que los otros 121 municipios del Estado de México, cuenta con un diagnóstico ambiental incompleto, debido a que le hacen falta datos, tanto socioeconómicos, como también de biodiversidad, propuestas o alternativas de solución a los problemas ambientales que presentan, además de que el diagnóstico ambiental tiene que estar actualizándose constantemente, debido a que las condiciones tanto socioeconómicas, como las condiciones ambientales no son estáticas y se requiere de información actualizada (Gobierno del Estado de México, 2001).

## **OBJETIVO GENERAL**

- Elaborar el diagnóstico ambiental del Municipio de Tultitlán, Estado de México.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Elaborar el diagnóstico ambiental de Tultitlán con base al sistema de indicadores ambientales de Presión-Estado-Respuesta.
- Proponer acciones para restaurar y proteger el ambiente, en base a la problemática que presente el municipio

## MÉTODO

Se adoptó la metodología desarrollada por el grupo de evaluación ambiental de la OCDE, conocida como de indicadores ambientales con el esquema Presión-Estado-Respuesta (Fig. 1), el cual se basa en una lógica de causalidad que presupone relaciones de acción y respuesta entre la actividad económica y el ambiente, y se origina de planteamientos simples:

- ¿Qué está afectando el ambiente?
- ¿Cuál es el estado actual del ambiente?
- ¿Qué estamos haciendo para mitigar o resolver los problemas ambientales?

Cada una de estas preguntas se responde con un conjunto de indicadores.



Figura 1. Esquema Presión-Estado-Respuesta

Fuente: INE. 1999. Indicadores Ambientales. Presión-Estado-Respuesta

Para el conocimiento de los indicadores de presión, se realizaron recorridos para identificar las actividades generadoras de la problemática en el municipio por las zonas industriales y las avenidas. Además, se consultó el inventario de industrias más reciente para conocer el número de industrias existentes en el municipio.

Para el análisis de la problemática ambiental de los recursos biológicos en el municipio, se realizaron encuestas a la comunidad que se encuentra en vecindad con la parte de la Sierra de Guadalupe perteneciente al municipio. Cabe destacar que las encuestas fueron realizadas sólo a personas originarias de esa localidad para que pudieran responder adecuadamente. El formato que se utilizó fue el siguiente:

1. ¿Qué animales podían observarse en la región hace algún tiempo y ahora ya no?

2. ¿Qué animales podemos observar actualmente en la región?
3. ¿A qué cree que se deba que esté disminuyendo la fauna en este lugar?
4. ¿Considera importante la conservación de estos animales? ¿Por qué?

Para la descripción de los recursos florísticos y faunísticos se realizaron muestreos en la zona de la sierra de Guadalupe comprendida en los límites del municipio, esto con el fin de conocer el estado de los mismos.

En el caso de la flora se efectuaron visitas y recorridos de campo a partir del mes de marzo de 2001 a octubre del mismo año, se realizaron transectos de 10 por 100 metros, para la colecta de los ejemplares, el material fue prensado y trasladado al laboratorio. Una vez prensado y secado se procedió a su determinación, para lo que se utilizaron las claves y descripciones elaboradas para la flora del Estado de México editadas por Rzedowski y Rzedowski Volumen I (1979) y Volumen II (1985).

Para la realización del inventario faunístico; en el caso de las aves, se realizaron recorridos, y, con la ayuda de binoculares y las guías de campo de aves mexicanas (Peterson, 2000) y de aves de Norteamérica (National Geographic Society, 1992) se determinaron las mismas.

Para realizar el listado de mamíferos y reptiles se utilizaron métodos indirectos, como fueron, el análisis de excretas en el caso particular de la tuza, también se basaron en registros visuales y con la ayuda de encuestas realizadas en los poblados de Santa María y San Mateo Cuauhtepac, un poblado ubicado en las faldas de la sierra de Guadalupe.

También se realizaron muestreos de suelo, utilizando el método del zigzag se tomaron muestras de 5 lugares en la misma zona en dos profundidades diferentes, de 0 a 20 cm y de 20 a 40 cm, posteriormente se mezclaron las muestras de 0 a 20 y por otro lado las de 20 a 40 cm de profundidad para tener una muestra representativa, esto se hizo en 5 diferentes zonas del municipio para conocer el estado actual del mismo, el uso que debería dársele, si es el correcto y los problemas que este pueda presentar.

Las pruebas fisicoquímicas que se aplicaron a cada una de las muestras fueron:

- ◆ **Color.** Técnica de comparación con tablas de color desarrollada por Munsell, 1975.
- ◆ **Textura.** Método del hidrómetro para determinar la textura de la fracción fina del suelo (partículas menores a 2 mm) desarrollada por Bouyoucos, 1962.
- ◆ **Densidad aparente.** Método volumétrico o de la probeta desarrollado por Beaver, 1963.
- ◆ **Densidad real.** Método del picnómetro desarrollado por Aguilera y Domínguez, 1982.
- ◆ **Estructura.** Método cuantitativo desarrollado por Cuanalo, 1981.



- ◆ **Consistencia.** Método cuantitativo desarrollado por Cuanalo, 1981.
- ◆ **Materia orgánica.** Método de oxidación con Ácido Crómico y Ácido Sulfúrico desarrollado por Walkley y Black, 1947.
- ◆ **pH.** Método potenciométrico para determinar el pH real, desarrollado por Beate, 1954; Willard, Merrit y Dean, 1958.
- ◆ **Capacidad de Intercambio Catiónico Total (CICT).** Método volumétrico de versenato desarrollado por Schollemberger y Simon, 1945.

Adicionalmente, se consultaron las cartas y anuarios del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) correspondientes al municipio del año 1995.

Para el reconocimiento de los impactos ambientales se utilizaron las siguientes metodologías:

Lista de Referencia (Jain y col. 1993);  
 Método Matricial de Leopold (1971);  
 Método Matricial de Mc Harg (1969);  
 Método Redes de Sorensen (1969);

Para las acciones de respuesta o compensación a los posibles impactos ambientales, se realizaron y establecieron en función del marco jurídico normativo vigente (2000).

## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### UBICACIÓN

El municipio cuenta con una superficie total de 71.087 Km<sup>2</sup> (GEM, 1995) está integrado en la región económica II Zumpango, se ubica al norte del Valle de México, al noroeste del Estado de México. Colinda al Norte con Cuautitlán y Tultepec, al Sur con Tlalnepantla y el Distrito Federal, al Este con Coacalco y al Oeste con Cuautitlán Izcalli (Fig. 2).

Las coordenadas geográficas del municipio son: latitud Norte 19°41'20", latitud mínima 19°34'25"; y, Longitud Oeste 99°11'35" y longitud mínima 99°03'46", a una altitud media de 2,240 metros sobre el nivel del mar en la zona urbana.



Figura 2. Ubicación geográfica del Municipio de Tultitlán

Fuente: Gobierno del Estado de México. Secretaría de Ecología. Información para la gestión ambiental. México. 2001. "Diagnósticos Municipales: Tultitlán.

### • ASPECTOS FÍSICOS

#### 1. GEOLOGÍA

Tultitlán está ubicado en la provincia fisiográfica del eje neovolcánico, y en su parte montañosa los terrenos están conformados por rocas ígneas de origen extrusivo de la época terciaria, de tres periodos sucesivos de actividad volcánica, dichos periodos se reconocen por el aspecto fisicoquímico de las rocas.

El municipio se ubica también en la porción septentrional de la cuenca lacustre de México, cuyo desarrollo ocurrió en el terciario tardío y cuaternario temprano de la era cenozoica, los rellenos lacustres del área son derivados de la erosión de las rocas ígneas mencionadas, que se depositaron como resultado de las erupciones formativas del grupo Chichinautzin.

Las planicies se formaron principalmente por capas sedimentarias, resultado del continuo deslave de los montes circundantes, el material deslavado fue rellenando las depresiones conjuntamente con la gran cantidad de cenizas volcánicas que fueron arrastradas en escurrimientos y corrientes de lodos volcánicos, o como lluvia de cenizas al ser lanzadas por las erupciones (Gobierno del Estado de México, 2001).

## 2. TOPOGRAFÍA

El relieve del municipio de Tultitlán en su mayor parte es sensiblemente horizontal ya que se trata de un área conformada por sedimentos lacustres, hacia el Sur inician las pendientes las cuales están enmarcadas por lomeríos y prominencias de origen ígneo que conforman la Sierra de Guadalupe, este macizo montañoso tiene altura máxima es de 2,700 msnm. cerca del punto de unión entre Tultitlán, Coacalco y el Distrito Federal, conocido como Picacho o Pico del Águila.

En la parte occidental del municipio existe una sucesión de lomeríos con cañadas y depresiones pequeñas, este plano inclinado se divide en tres formas características de relieve:

- Zona de pendientes abruptas. Localizada al sur del municipio, integrada por la Sierra de Guadalupe.
- Zonas de transición. Incluye lomeríos en el occidente del municipio y el pie de monte de la Sierra de Guadalupe, y zona plana en la parte lacustre.
- Zonas planas: Se encuentra en la mayor parte del municipio, conformada por suelos de origen lacustre que presentan pendientes muy suaves formando llanuras.

## EDAFOLOGÍA

La distribución de tipos de suelo se sitúa en relación con el tipo de geología, topografía y procesos de transporte, de la parte más alta del municipio que corresponde a la topografía de la Sierra de Guadalupe hacia la zona plana de origen lacustre (figura 3).



Fig. 3. Tipos de suelo en Tultitlán

Fuente: Gobierno del Estado de México. Secretaría de Ecología. Información para la gestión ambiental. México. 2001. "Diagnósticos Municipales: Tultitlán.

#### 4. HIDROLOGÍA

Tultitlán se encuentra ubicado dentro de la región hidrológica número 26 o del Alto Pánuco que por sus dimensiones se encuentra dividida en varias subcuencas. Las subcuencas correspondientes a Tultitlán son: la "D" o del río Moctezuma, y la "P" que corresponde a la de los lagos de Texcoco y Zumpango (Gobierno del Estado de México, 2001).

#### 5. CLIMA

El clima del municipio es del grupo templado, subgrupo templado, humedad intermedia, porcentaje de precipitación invernal menor de 5 mm, es el más seco de los subhúmedos. La temporada de lluvias se observa durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre, las lluvias en el verano son abundantes, mientras que el resto del año son escasas. Los meses más calurosos son marzo, abril, mayo y junio, con temperatura media del mes más caliente de 34°C., y la del mes más frío de -5°C, la temperatura media anual es de 16°C. La precipitación media anual es de 807 mm, registrándose heladas en los meses de noviembre a febrero (Gobierno del Estado de México, 2001).

## ASPECTOS BIÓTICOS

### 1. FLORA

El estrato arbóreo se encuentra disperso en las diferentes zonas del municipio, siendo los organismos más representativos los siguientes: pirúl *Schinus molle*, jacaranda *Jacaranda acutifolia*, casuarina *Casuarina equisetifolia*, cedro *Cupressus lindleyi*, colorín *Erythrina americana*, tepozán *Buddleia cordata*, alcanfor *Eucaliptus globulus*, fresno *Fraxinus udhei*, trueno *Ligustrum japonicum*, capulín *Prunus capuli*, durazno *Prunus persica*, álamo plateado *Populus alba*, álamo temblón *Populus tremuloides*, álamo canadiense *Populus deltoides*, ahuejote *Salix bonplandiana*, entre otras.

Las partes más altas de la Sierra de Guadalupe están cubiertas por matorral crasicaule, esto es especies espinosas con tallos suculentos, como biznagas; en tanto que en sus faldas se encuentran áreas reforestadas con eucaliptos *Eucaliptus* sp. y cedro *Cupressus lindleyi* (Gobierno del Estado de México, 2001).

### 2. FAUNA

Entre los animales, las aves representan el grupo que predomina en diversidad y se conocen las siguientes: tórtoia *Columbina inca*, colibrí de diferentes géneros y especies, zenzontle *Mimus polyglottos*, cuillacoche *Toxostoma curvirostre*, gorrión mexicano *Carpodacus mexicanus*, gorrión común *Passer domesticus*.

Los mamíferos más comunes de esta zona son el conejo *Silvilagus floridanus*, tuza *Pappogeomys merriami* y diversos géneros y especies de ratones (Gobierno del Estado de México, 2001).

### USOS DEL SUELO

La superficie total del municipio es de 71.087 Km<sup>2</sup>. La zona urbana tiene una superficie de 2,601.4 hectáreas que representan el 36.6 % de la superficie total del municipio. La superficie que ocupa cada uno de los distintos usos y su distribución porcentual con respecto al total, como se muestra en la Fig. 4. (Gobierno del Estado de México, 2001).

### USOS DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE TULTITLÁN

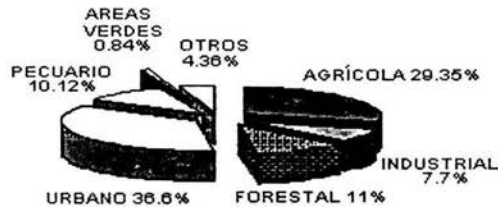


Fig. 4. Usos del suelo en el Municipio de Tultitlán  
FUENTE: Cédula de Información Ambiental Municipal. H. Ayuntamiento, 1997

## CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

### A. POBLACIÓN

De acuerdo al Censo de Población y vivienda de INEGI 1995 para el Estado de México, el municipio de Tultitlán cuenta con una población de 361,434 habitantes. En la Fig. 5 se puede observar la tendencia de crecimiento poblacional en el Municipio de Tultitlán (Gobierno del Estado de México, 2001).

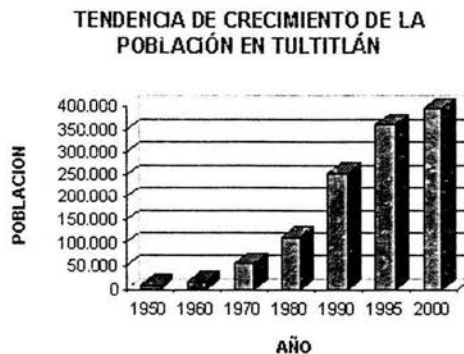


Fig. 5. Tendencia de crecimiento de la población en Tultitlán

Fuente: Atlas General del Estado de México, GEM, 1993; Censo de Población y Vivienda del Estado de México, INEGI, 1995; y, Consejo Estatal de Población, 1996.

## B. VIVIENDA

En la tabla 1 puede observarse de acuerdo al número de habitantes en el Municipio para 1997, el número de viviendas totales y el promedio de ocupantes por cada una de ellas (Gobierno del Estado de México, 2001).

Tabla 1. Número de viviendas en el Municipio de Tultitlán

<b>POBLACIÓN</b>	<b>VIVIENDAS TOTALES</b>	<b>PROMEDIO DE OCUPANTES POR VIVIENDA</b>
379,779	82,561	4.6

## C. SERVICIOS

### 1. AGUA

En la siguiente tabla (2) se hace un resumen de las viviendas que cuentan con servicio de agua potable en el Municipio, ya sea dentro o fuera de la vivienda, y la proporción en cuanto al total de habitantes que cuentan con este servicio (Gobierno del Estado de México, 2001).

Tabla 2. Número de viviendas de Tultitlán que cuentan con agua entubada

	<b>Dentro de la vivienda</b>	<b>Fuera de la vivienda pero dentro del terreno</b>	<b>De la llave pública o hidrante</b>
<b>Numero</b>	64,399	14,999	252
<b>Proporción</b>	78.00 %	18.17 %	0.31 %

### 2. DRENAJE

Como puede observarse en la siguiente tabla, la mayoría de los habitantes de Tultitlán cuentan con el servicio de drenaje y están conectados a la red pública, una pequeña parte cuenta con fosa séptica y en menor proporción se encuentran las viviendas, cuyo desagüe tiene como destino final ríos o barrancas (Gobierno del Estado de México, 2001).

Tabla 3. Número de viviendas particulares que cuentan con drenaje en el Municipio de Tultitlán

	Conectado a la red pública	Conectado a fosa séptica	Con desagüe al río o lago	Con desagüe a grieta o barranca
<b>No. de viviendas</b>	72,111	6,752	147	1142
<b>Proporción</b>	87.34 %	8.18 %	0.18 %	1.47 %

### 3. ENERGÍA ELÉCTRICA

Como puede observarse en la siguiente tabla, casi el total de la población en el Municipio de Tultitlán cuenta con el servicio de energía eléctrica (Gobierno del Estado de México, 2001).

Tabla 4. Número de viviendas de Tultitlán que cuentan con energía eléctrica

Viviendas particulares por disponibilidad de energía eléctrica	Proporción de viviendas particulares por disponibilidad de energía eléctrica
82,337	99.73 %

### 3. VIALIDAD

La longitud total de la red carretera en el municipio al 15 de marzo de 1997 era de 15.70 km., la cual estaba toda pavimentada (Gobierno del Estado de México, 2001).

### D. ECONOMÍA

El municipio se encuentra en la región socioeconómica "A" que corresponde a los salarios mínimos más altos a nivel nacional. Este municipio cuenta con una importante planta industrial que permite la existencia de altos ingresos per-cápita,



no obstante existen actividades extensivas y de autoconsumo, lo que provoca la presencia de bajos ingresos en algunos sectores de la población (Gobierno del Estado de México, 2001).

La distribución de la población económicamente activa (PEA) en el municipio de Tultitlán es la siguiente: el sector primario (agricultura, ganadería, artesanía) con el 0.98% de la PEA, el sector secundario (sector industrial) con 48.6% de la PEA y el sector terciario (comercio y servicio) con el 50.47% de la PEA, de lo que se deduce una nula participación de la actividad agropecuaria como motor de la economía (Gobierno del Estado de México, 2001).

# RESULTADOS

## PRESIÓN

### PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

#### ASPECTO URBANO

##### A. VIALIDAD

Los problemas de vialidad son graves. Existe una falta de planificación de avenidas, ya que las calles por donde se da la circulación son muy estrechas y eso dificulta el tránsito. Esto puede observarse en las principales calles del centro del municipio (Fig. 6); además la avenida más importante que atraviesa el municipio, la vía López Portillo, constantemente se ve congestionada, debido a que se trata de una vía que comunica al distrito no sólo con el municipio de Tultitlán, sino que también a los municipios vecinos de Tultepec y Coacalco, además de que estos problemas viales se incrementan en época de lluvia por ser una vía alterna a la autopista México-Querétaro (Gobierno del Estado de México, 2001).



Fig. 6. Problemas de vialidad en el centro de Tultitlán a una hora pico.

La Tabla 5 muestra los vehículos registrados en el municipio por tipo de servicio hasta el 31 de diciembre de 1997, como puede notarse son demasiados si se toma en cuenta la extensión del municipio, que es de 71.1 Km cuadrados (Gobierno del Estado de México, 2001)

Tabla 5. Vehículos registrados para Tultitlán por tipo de servicio (31-Dic-1997)

Tipo de servicio	Número
Automóviles	10, 242
Camiones para pasajeros	72
Camiones de carga	2, 292
Motocicletas	55

Fuente: INEGI. Anuario Estadístico del Distrito Federal, Edición 1998.  
Anuario Estadístico del Estado de México. Edición 1998.

El tiempo de traslado que realizan los vehículos por las bajas velocidades, más el tiempo que se mantienen parados en los semáforos, aumenta el consumo de combustibles y por tanto, su contribución a la emisión de contaminantes. Esto se agrava si consideramos que aproximadamente 45 % de los vehículos tienen más de 10 años de uso y que el tipo de vialidades con que se cuenta entorpece la vialidad. La tabla muestra la velocidad de los automóviles en las horas pico en Tultitlán en 1996 (INEGI, 1999).

Tabla 6. Velocidad promedio de los vehículos en las horas pico, según tipo de transporte, 1996.

Tipo de transporte	Velocidad
Autobús/Trolebús	16
Colectivo	21
Automóviles	27

Fuente: COMETRAVI, Diagnóstico de las condiciones del transporte y sus implicaciones sobre la calidad del aire en la ZMVM, Estudio No. 1, Vol. 1. Informe principal, 1996

## B. AGUA

Las aguas contaminadas de origen industrial contienen elementos nocivos como lo son: metales pesados, solventes, ácidos, grasas y aceites, entre otros. Este problema es en gran parte resultado de los desechos industriales en los canales, tal es el caso de la industria Cromatos de México, la cual afectó varios canales y a varias colonias del municipio por causa del mal manejo de sus desechos, otro caso similar es el de la industria Quimir, la cual tras un convenio aceptó entubar sus desechos, los cuales eran arrojados al canal (Gobierno del Estado de México, 2001).

Los principales contaminantes del agua generados por las industrias son compuestos químicos, y, tomando en cuenta que en Tultitlán esta rama industrial es de las predominantes (Tabla 5), esto provoca que el problema de las aguas residuales se incremente. Estos contaminantes incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos. Entre las sustancias inorgánicas están las sales metálicas solubles como cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos y carbonatos; los desechos ácidos, alcalinos y gases tóxicos disueltos, como el bióxido de azufre, el amoniaco, el ácido sulfhídrico y el cloro. Los contaminantes orgánicos son compuestos que contienen carbono, por ejemplo, los solventes, aceites, breas, colorantes y compuestos de tipo sintético, los cuales, tienden a agotar el oxígeno del agua (Enkerlin, 1997). En la Fig. 7 se muestra el problema que representan las industrias en la contaminación del agua en el municipio.



Fig. 7. Contaminación del agua provocada por la industria

En la Tabla 6 se muestran los sectores industriales del Municipio de Tultitlán que más contaminantes generan sobre el agua.

Por lo que respecta a la problemática de las casas - habitación se tiene que el uso extendido de detergentes es el mayor aporte de contaminantes (Gobierno del Estado de México, 2001).

Los principales afluentes que han sido perjudicados, por las descargas de aguas residuales de la industrias, uso doméstico, servicios y comercios son los arroyos: Temamatla, San Mateo y Sta. María; canales, Acocila, Cartagena y Dren II; y las zanjas Intermitentes y Acosila en el barrio de Belén Concha Reyes, (ver Fig. 8) (Gobierno del Estado de México, 2001).



Fig. 8. Contaminación del agua. Zanja Acosila en el centro de Tultitlán.

### C. AIRE

La contaminación del aire producida por la industria se incrementa de manera rápida, al sumarse a la contaminación causada por los automotores que circulan sobre las vialidades de éste y otros municipios. El viento es un factor que provoca que la contaminación se observe, en muchas ocasiones, en donde no se genera (Gobierno del Estado de México, 2001).

Las ramas industriales de mayor emisión de contaminantes atmosféricos en Tultitlán, son la termoeléctrica, la industria química, la de vidrios y la de metales (Tabla 6); las cuales generan principalmente óxidos de Nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), cuyo efecto ambiental, como componentes del smog citadino, es la formación del ozono troposférico. Generando también, óxidos de azufre, los cuales resultan de la oxidación del azufre inorgánico presente en los combustibles fósiles. Los problemas más graves por este tipo de contaminación se producen por la combustión del carbón (Enkerlin, 1997).

### D. SUELO

Hay dos fuentes principales de contaminación de suelo, las industrias y el tiradero de basura mal planeado, ya que la vocación natural del suelo donde está ubicado no era esa y por eso se plantea su reacomodo, además de que ya está lleno (Gobierno del Estado de México, 2001).

El sector industrial también genera la contaminación del suelo en el municipio. En la tabla 6 se muestran los principales contaminantes de algunas ramas industriales del municipio.

## E. RESIDUOS SÓLIDOS

Una parte del tiradero municipal se encuentra en la Sierra de Guadalupe, en la parte sur del municipio. El tiradero municipal, con una superficie de cinco Ha., opera desde hace aproximadamente 17 años y actualmente se encuentra sobresaturado, los residuos sólidos que llegan no reciben ningún tratamiento antes de su disposición final, desde hace varios años no se realiza ninguna operación de cobertura de residuos. En la Fig. 9 se aprecia la generación de residuos sólidos por sector, estimada para Tultitlán hasta el año 2015 (Gobierno del Estado de México, 2001).



Fig. 9. Generación de residuos sólidos en Tultitlán.

Fuente: Secretaría de Ecología, Estudio para la localización de terrenos que puedan ser destinados a la construcción de rellenos sanitarios, Tomo 1, Estudios de gran visión.

La secretaría de Ecología ha realizado estudios para determinar la ubicación de sitios adecuados para ser utilizados como rellenos sanitarios regionales, cumpliendo las especificaciones de la norma oficial mexicana NOM-083-ECOL-1996. Para Tultitlán, el sitio seleccionado más cercano es Chiconautla en Tecámac, aledaño a la colonia Loma Bonita en la localidad de Santo Tomás Chiconautla, con una superficie de 70 ha, en terrenos de propiedad ejidal, con material adecuado para la cobertura de residuos, además se considera una franja de 50 m para amortiguamiento, y para el cual se estima una capacidad de 12.0 millones de toneladas. El sitio es óptimo, pero el problema del tiradero representa un problema grave por que los desechos están a cielo abierto (Gobierno del Estado de México, 2001).

Tomando en cuenta que de sus 71.1 kilómetros cuadrados, el 70 por ciento es de uso industrial, pues existen 480 macroempresas, 778 industrias, una central de abastos y 14 mercados que, en suma constituyen el sector que está ejerciendo mayor presión sobre el ambiente. Afectando tanto a la atmósfera por la emisión de gases, contaminando el agua y el suelo también (Gobierno del Estado de México, 2001).

En la Fig. 10 puede observarse una de las industrias más representativas del municipio, la termoeléctrica de Tultitlán



Fig. 10. Sector industrial. Termoeléctrica de Tultitlán

El inventario industrial con que cuenta el municipio del año 2000, sólo contempla 363 industrias, de las cuales se realizó una clasificación por sector (Tabla 7), para poder definir el tipo de contaminantes que estas pudieran estar emitiendo, siendo las ramas de metales, automotriz y químicos las predominantes (H. Ayuntamiento de Tultitlán, 2000).

Tabla 7. Industrias de Tultitlán por rama industrial

Rama industrial	Número
Alimenticia	20
Almacén	13
Automotriz	37
Construcción	23
Iluminación	3
Metales	61
Metalmecánica	8
Pinturas	2
Termoeléctrica	1
Plásticos	23
Químicos	24
Ropa	4
Textil	5
Vidrios	7
Otros	133
Total	363

Fuente: H. Ayuntamiento Constitucional de Tultitlán de Mariano Escobedo. Dirección de Desarrollo Económico. Directorio industrial. Edición 2000.

De estos sectores industriales, se hizo una segunda clasificación, tomando en cuenta las industrias generadoras de mayores contaminantes, tanto en aire, agua y suelo (Tabla 8).

Tabla 8. Principales contaminantes del agua, aire y suelo por rama industrial en el Municipio de Tultitlán, Estado de México.

Rama industrial	Principales contaminantes		
	Aire	Agua	Suelo
Metales	SO <sub>2</sub> ; NO <sub>x</sub> (óxidos de Nitrógeno), HC, CO. Hidrógeno, Sulfite, el cual genera la lluvia ácida, Fluoruro, CO, SO <sub>2</sub> y partículas.	DBO, sólidos suspendidos, aceite, metales, ácidos, fenol, sulfuro, sulfatos, amoniaco, cianuros, efluentes de conductores de gas, efluentes depuradores de gas que contienen fluoruro, sólidos e hidrocarburos.	Escoria, desperdicios de operaciones finales, lodo de tratamiento de efluentes, desperdicios de celdas de electrólisis (que contienen carbono y fluoruro)
Textil	Partículas, olores	DBO, sólidos suspendidos, sales, sulfatos, metales tóxicos.	Lodo de tratamiento de efluentes.
Químicos	NO <sub>x</sub> SO <sub>x</sub> Partículas suspendidas	Químicos orgánicos, metales pesados, sólidos suspendidos, cianuros, DCO (demanda de Monóxido de Carbono).	Sedimentos del tratamiento de la contaminación del aire y del agua, desperdicios de procesos químicos.
Termoeléctrica	NO <sub>x</sub> SO <sub>x</sub> Químicos orgánicos (benceno, tolueno, fragancias).		
Vidrio	NO <sub>x</sub> SO <sub>x</sub> Partículas suspendidas		

Fuente: SEDESOL/INE. México: informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente 1991-1992, México-1993. Relación de las principales actividades industriales generadoras de contaminantes emitidos a la atmósfera (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> y partículas suspendidas).

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, The State of the Environment, OCDE, París, 1991



## F. RESIDUOS PELIGROSOS

En 1958 se estableció en Lechería, Municipio de Tultitlán, una empresa dedicada a producir compuestos de cromo. Esta planta empleaba 160 trabajadores y producía diariamente 12 toneladas de cromato de sodio, una tonelada de cromato de potasio y casi 8 toneladas de sulfato de sodio, además produjeron dicromatos en cantidades proporcionales a las del sulfato de sodio, ya que este es un subproducto en el proceso de obtención de aquella sal (Gutiérrez, R. M. E., 1986).

El proceso de producción se realizaba a cielo abierto, sin control sobre las emisiones de polvos, las descargas de agua residual y la disposición de los residuos sólidos. Dado el bajo costo de la materia prima y la falta de criterios de eficiencia y seguridad, no se recirculaba el material residual y, consecuentemente, se incrementaba la cantidad de desechos por tonelada de producto y el contenido de cromo en los mismos (Tristán, 1984).

Especialmente durante la primera década, los residuos del proceso se arrojaron en cualquier sitio disponible de las zonas aledañas y simultáneamente se ofrecieron, por su apariencia de grava, como material de relleno. Por desconocimiento, los habitantes y autoridades locales los recibieron con beneplácito y permitieron que se depositara en múltiples calles y depresiones, según información proporcionada por vecinos y extrabajadores de la fábrica (Gutiérrez, R. M. E., 1986).

Los habitantes de la zona afectados por las emanaciones de la chimenea de la fábrica, por residuos transportados por el viento, que vivían en áreas rellenas, observaron que el "agua amarilla", producto de la disolución del polvo contaminante, causaba la muerte de animales domésticos. Además había mayor incidencia de enfermedades respiratorias, desde simples irritaciones, hasta agresiones serias al tabique nasal de los obreros de la planta (Gutiérrez, R. M. E., 1986).

A partir del año 1975 se iniciaron múltiples reclamaciones por parte de los afectados. Después de un largo proceso, en 1978 se logra la clausura definitiva de la fábrica, el traslado de los terrenos de la planta de parte del relleno utilizado en la nivelación de las calles y, finalmente, la construcción de un cementerio industrial que se termina en 1982 y se inaugura en 1983. En este depósito, que consiste en un cajón cuyas paredes son de concreto reforzado, de 25 cm de espesor, cuya parte superior únicamente se cubrió con 20 cm de tepetate y asfalto, sin protección inferior que aislara el material del suelo, se almacenaron 75 000 toneladas de residuos que estaban dispuestas a cielo abierto en los terrenos de la planta (Tristán, 1984).

Dadas las características del cementerio, el agua proveniente de las precipitaciones pluviales penetra en el mismo y disuelve el cromo, distribuyéndolo lentamente en el suelo (Gutiérrez, R. M. E., 1986).

Ella, generó la contaminación del Pozo Santo Domingo y ocho más ubicados en un radio de tres kilómetros, a través de los cuales se abastece de agua a los pobladores de la región; siendo los residentes más afectados los de las colonias Lechería, Chimalpa y la Unidad Habitacional COCEM. Por esta razón es urgente tratar esos residuos.

En la figuras 11 se puede observar la apariencia que guarda la empresa actualmente, donde se pueden observar los residuos de cromo en un tono amarillo, el cual aún se sigue infiltrando por las lluvias.



Fig. 11. Vista de la antigua entrada a la empresa "Cromatos de México".

Otro problema es el de la basura. La denominación del tiradero de Tultitlán es "Sierra de Guadalupe", ya que se encuentra en las faldas de la sierra de Guadalupe, hacia el sureste a seis kilómetros de la cabecera municipal. El nombre oficial por parte de la Secretaría de Ecología del Estado de México es "Buena Vista. El terreno que fue utilizado hasta el 2001 tiene una superficie de más de siete hectáreas y es de tipo ondulado-semiescarpado. 75 % de la superficie antiguamente fue de uso agrícola y el resto fue reserva ecológica. El régimen de propiedad es ejidal (Secretaría de Ecología del Estado de México, 2002).

A un costado del sitio existe un jagüey que actualmente funge como laguna de lixiviados, cabe aclarar que no cuenta con un sistema de impermeabilización y a las orillas del tiradero se encuentra una barranca, la cual en época de lluvias conduce el agua pluvial captada de las partes altas de la Sierra al tiradero. La vegetación existente en los alrededores es una zona de reforestación de pinos, cedros y eucaliptos. Hacia el sur existen asentamientos irregulares que están a escasos metros del tiradero. Incluso dentro del mismo, se detecta una tienda donde una pepenadora vende tacos y referescos. A una distancia de 200 m del sitio cuentan con un banco de material de tepetate, sin embargo el tiradero se encuentra actualmente a cielo abierto (ver fig. 12). En el oeste del tiradero se

ubica la colonia Ampliación las Torres, Sierra de Guadalupe y Ampliación El Tesoro (Secretaría de Ecología del Estado de México, 2002).

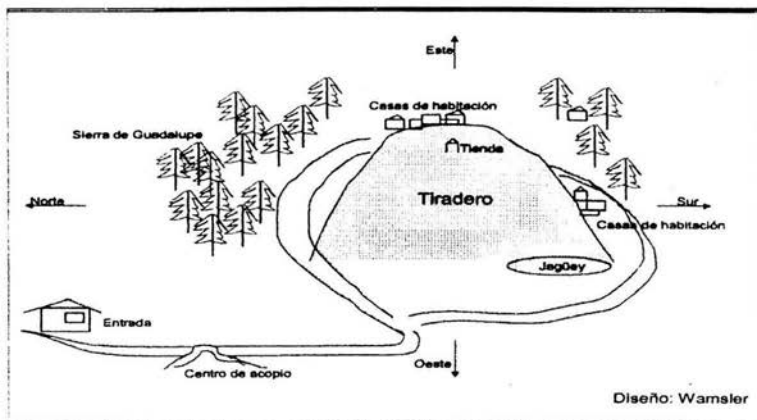


Fig. 12. Tiradero de Tultitlán

Cada día aproximadamente 100 camiones subían al tiradero depositando entre 1 y 9 toneladas de basura cada uno. El promedio estimado de la cantidad de basura es de 500 toneladas/día. Un problema que se presentó es que no se tenía una vigilancia estricta para el control de los residuos ingresados, es decir, se permitía el acceso a vehículos particulares que depositaban probablemente residuos peligrosos (Secretaría de Ecología del Estado de México, 2002).

Por tratarse de un problema ambiental grave, la Secretaría de Ecología realizó estudios en el 2001 para determinar la ubicación de sitios que pudieran ser utilizados como rellenos sanitarios, seleccionando para Tultitlán uno con los requerimientos necesarios, ubicado en Tecámac (Gobierno del Estado de México, 2001)

## ASPECTOS BIÓTICOS

Las actividades primarias realizadas por el hombre; como la agricultura y la ganadería, han desplazado la fauna y erradicado la flora originales en una gran extensión del territorio municipal. También la introducción de la fauna doméstica como gatos, perros y ganado, ha causado una merma importante en estos recursos; el ganado pastando libremente provoca la destrucción del renuevo del bosque así como la plantación de reforestación.

En la zona urbana también existen efectos negativos a la flora, debido a una mala planeación en la reforestación de áreas urbanas, encontrando en parques, viviendas y camellones especies que no son adecuadas, las lesiones que

provocan los árboles sobre la vivienda promueven su poda o derribo, dado las podas generalmente no se realizan bajo técnicas adecuadas, ocasiona que el árbol se desarrolle de la misma manera (Gobierno del Estado de México, 2001).

## ESTADO

Se realizaron 20 encuestas a algunos de los habitantes de san Mateo Cuauhtepac, un poblado que se encuentra en las faldas de la Sierra de Guadalupe en la parte de Tultitlán. Las edades de los encuestados entraron en un rango de 30 a 70 años; y cuya residencia en el poblado era mayor a 15 años. Dichas encuestas se realizaron con el propósito de conocer las especies de animales que habitan en la zona, cuáles podían observar hace algunos años y la diferencia con las que observan ahora y las posibles causas; además se les preguntó si consideran importante la conservación de esos animales y por qué. Obteniéndose los siguientes resultados:

Consideran que antes se podían observar más especies de aves, víboras de varias especies, entre estas el cincuate; hurón, coyote, armadillo, tlacuache, gato montés, tuza, perros salvajes, águilas, mandinga y lagartijas. Actualmente se observan, aunque en menor proporción, víboras de cascabel, conejos, ardillas, ratas, tuzas, lechuzas y otras aves.

Consideran la posibilidad de que estos animales no hayan desaparecido, sino que al avanzar la mancha urbana están siendo obligados a alejarse cada vez más. Consideran también otras causas:

- ◆ La construcción de la unidad habitacional "Real del bosque" en las faldas de los cerros (Fig. 13)
- ◆ La caza
- ◆ Los incendios naturales, pero en mayor medida, los provocados por el turismo principalmente de fin de semana, y,
- ◆ El avance de la mancha urbana.

Por último, consideran que es muy importante su conservación por:

- ◆ Estética
- ◆ Porque son parte de la naturaleza
- ◆ Producción de oxígeno, en el caso de la vegetación
- ◆ Conservar las especies en peligro de extinción
- ◆ Ayudan a controlar las plagas, como las ratas

- ◆ Por sus propiedades medicinales, por ejemplo la víbora de cascabel para la lepra y el tlacuache para el susto.

Algunos mencionaron que se está llevando a cabo una reintroducción de especies, como son víboras y aves. por parte del parque estatal Sierra de Guadalupe



Fig. 13. Fraccionamiento Real del Bosque

## RECURSOS NATURALES

Se llevaron a cabo recorridos de campo para hacer un monitoreo de los recursos naturales existentes en el lugar, encontrando además de las que estaban reportadas para la zona (Tabla 9):

Tabla 9. Aves de Tultitlán

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	
Aves	Columbiformes	COLUMBIDAE	<i>Zenaida</i>	<i>asiática</i>	Paloma alas blancas	
				<i>macroura</i>	Huilota	
			<i>Columbina</i>	<i>inca</i>	Tórtola	
	Apodiformes	TOCHILIDAE	<i>Cinanthus</i>	<i>latirostris</i>	Colibrí	
			<i>Hylocharis</i>	<i>leucotis</i>		
	Passeriformes	HIRUNDINIDAE	<i>Tachycineta</i>	<i>thalassina</i>	Golondrina	
			<i>Hirundo</i>	<i>rustica</i>		
		CORVIDAE	<i>Aphelocoma</i>	<i>coerulescens</i>	Quesque	
		EMBERIZIDAE	AEGITHALIDAE	<i>Psaltripaus</i>	<i>minimus</i>	Sastrecito
			<i>Basileuterus</i>	<i>rufifrons</i>	Semillero	
			<i>Guiraca</i>	<i>caerulea</i>	Picogruoso azul	
			<i>Pipilo</i>	<i>fuscus</i>	Pájara vieja	
			<i>Aimophila</i>	<i>ruficeps</i>	Gorrión coronado	
		FRINGILIDAE	<i>Junco</i>	<i>hyemalis</i>	Junco	
		<i>Carpodacus</i>	<i>mexicanus</i>	Gorrión mexicano		
<i>Carduelis</i>	<i>psaltria</i>	Jilguero				

Entre estas aves se encontraron las siguientes especies importantes para la conservación (Tabla 10) :

Tabla 10. Aves importantes para la conservación en Tultitlán

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IMPORTANCIA
<i>Hylocharis leucotis</i>	Colibrí	Especie endémica
<i>Junco hyemalis</i>	Junco	Peligro de extinción
<i>Zenaida macroura</i>	Paloma macroura	Recurso cinegético

La tabla 11 muestra las especies ubicadas dentro de la clase de ornatocantora, que por esta característica sufren de comercio y pueden tener el riesgo de ser capturadas:

Tabla 11. Aves ornatocantoras de Tultitlán

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Columbina inca</i>	Tórtola
<i>Aimophila ruficeps</i>	Gorrión coronado
<i>Guiraca caerulea</i>	Picogrueso Azul

## MAMIFEROS

La tabla 12 muestra los mamíferos que fueron encontrados en Tultitlán, en la parte correspondiente a la Sierra de Guadalupe.

Tabla12. Mamíferos de Tultitlán

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN
<i>Silvilagus floridanus</i>	Conejo
<i>Pappogeomys merriami</i>	Tuza
<i>Mus musculus</i>	Ratón silvestre

## FLORA

La flora que se puede observar en el Municipio se encuentra en la tabla 13, la cual contiene, tanto a las especies de la Sierra de Guadalupe, como de la zona urbana.

Tabla 13. Flora de Tultitlán

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Schinus molle</i>	Pirúl
<i>Jacaranda acutifolia</i>	Jacaranda
<i>Equisetifolia sp.</i>	Casuarina
<i>Cupressus lindleyi</i>	Cedro
<i>Erythrina americana</i>	Colorín
<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán
<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto
<i>Fraxinus udhei</i>	Fresno
<i>Ligustrum japonicum</i>	Trueno
<i>Prunus capuli</i>	Capulín
<i>Prunus persica</i>	Durazno
<i>Populus alba</i>	Álamo plateado
<i>Populus tremuloides</i>	Alamo temblón
<i>Populus deltoides</i>	Alamo canadiense
<i>Salix bonplandiana</i>	Ahuejote
<i>Quercus obtusata</i> H & B *	Encino
<i>Quercus frutex</i> Trel *	Encino
<i>Indigofera sp.</i> *	"Leguminosa"
<i>Cassia tomentosa</i> L. *	Retama
<i>Cvataegus pubescens</i> *	Tejocote
<i>Seneçio salignus</i> *	Jarilla
<i>Anoda sp.</i> *	Violeta del campo
<i>Ferocactus latispinus</i> *	Biznaga
<i>Acacia farnesiana</i> *	Huizache
<i>Pinus sp.</i> *	Pino
<i>Mimosa bruncifera</i> *	Uña de gato
<i>Opuntia sp.</i> *	Nopal

\* Plantas que fueron observadas además de las que estaban reportadas.

## SUELO

Las pruebas fisicoquímicas realizadas a las muestras de suelo de cinco diferentes partes del municipio muestran que, en el caso de la zona industrial Lechería, se presenta un suelo orgánico, con retención de calor, no forma agregados, lo que indica que es un suelo sin desarrollo, y provoca que sea muy difícil la retención de agua, lo que se refleja en ser un suelo suelto, fácil de erosionar. La extremada cantidad de sales que presenta puede deberse a los contaminantes que se presentan en la zona, ya que se trata de una zona industrial, y, además, contiene residuos peligrosos como el cromato. Este suelo no es óptimo para ningún uso agrícola, ni habitacional, siendo que también alberga una gran población.

San Antonio, en el centro de Tultitlán, posee un suelo óptimo para la agricultura, posee entre otras características, una buena formación de agregados, mejor conocidos como terrones, los cuales favorecen el crecimiento de las plantas y la aireación del suelo, así como su buen drenaje, además de ser un suelo poroso, lo que lo hace aún mejor (Fig. 14).



Fig. 14 Agricultura en San Antonio, centro de Tultitlán

San Mateo es un poblado que se encuentra en las faldas de la sierra de Guadalupe, presenta un tipo de suelo favorable para la agricultura, posee un balance adecuado entre agua oxígeno, absorbe una gran cantidad de calor, además de ser rico en materia orgánica. Es un suelo resistente a la erosión por estar muy compactado, aunque esta característica no lo hace del todo favorable por que puede resultar difícil el establecimiento de las raíces.

Actualmente, los habitantes de esta comunidad no practican la agricultura, hace aproximadamente 20 años, era una zona totalmente agrícola, pero debido a la



falta de apoyo y el creciente avance de la mancha urbana, tuvieron que dejar esa actividad y desplazarse hacia la zona industrial en busca de empleo.

Cartagena posee el suelo más favorable para la agricultura en el municipio, y, sin embargo, es uno de los más urbanizados y contiene una de las zonas industriales más importantes de la zona.

Resulta contrastante observar que este suelo en la parte de Tultitlán está siendo utilizado como zona industrial y, a unos cuantos metros, en la parte correspondiente al municipio de Tultepec está siendo aprovechado para la agricultura, siendo esta última, la vocación natural de este tipo de suelo.

El color nos indica que es un suelo que retiene mucho calor, lo cual es favorable para el desarrollo de las plantas, es poroso y eso permite el establecimiento óptimo de las raíces. Posee una capacidad de intercambio catiónico total (CICT) alto, característica muy importante en el almacenamiento de iones en el suelo.

Los problemas que se observan en este tipo de suelo, y en general en todo el municipio es la falta de Calcio y Magnesio, que son los minerales más importantes para las plantas, aunados a un problema de acidez por el uso de fertilizantes.

El suelo de la Sierra de Guadalupe es bastante fértil, pero por las condiciones de alta pendiente y pedregosidad, lo más viable para este tipo de suelo es seguir manteniendo su uso forestal, evitando lo más posible la remoción de la cubierta vegetal;

La tabla 14 muestra la colonia de Tultitlán de la que fueron tomadas las muestras, cabe señalar que por cada lugar se hicieron 2 muestreos a profundidades diferentes, que son de 0 a 20 cm y de 20 a 40 cm. Para poder hacer un mejor análisis

Tabla 14. Lugares donde fueron tomadas las muestras de suelo

# DE MUESTRA	PROFUNDIDAD (cm)	LUGAR
1	0-20	Lechería
2	20-40	
3	0-20	San Antonio
4	20-40	
5	0-20	San Mateo
6	20-40	
7	0-20	Cartagena
8	20-40	
9	0-20	Sierra de Guadalupe
10	20-40	

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la realización de las pruebas fisicoquímicas realizadas a las 10 muestras de suelo de las 5 diferentes colonias del municipio (tablas 15, 16 y 17).

Tabla 15. Resultados de las pruebas fisicoquímicas realizadas a los suelos de Tultitlán.

MUESTRA	COLOR				TEXTURA		ESTRUCTURA		
	Seco (Fórmula y color)		Húmedo (Fórmula y color)		Porcentaje de partículas	Clase textural	Tipo de agregado	Porcentaje de los agregados	Grado de desarrollo
1	10YR 5/2	Pardo grisáceo	10YR 3/2	Pardo grisáceo muy oscuro	Arenas 88 Limos 7.6 Arcillas 4.4	Arena	sin	Sin	Sin desarrollo
2	10YR 5/3	Pardo	10YR 3/2	Pardo grisáceo muy oscuro	Arenas 80 Limos 11.6 Arcillas 8.4	Arena migajosa	Sin	Sin	Sin desarrollo
3	10YR 4/2	Pardo grisáceo obscuro	10 YR 2/2	Pardo muy oscuro	Arenas 92 Limos 3.6 Arcillas 4.4	Arena	Poliédrica subangular	Fina 6 Muy fina 3	Moderadamente desarrollado
4	10YR 4/2	Pardo grisáceo obscuro	10YR 2/2	Pardo muy oscuro	Arenas 90 Limos 7.6 Arcillas 2.4	Arena	Granular Poliédrica subangular	Esferoidal media 4 Fina 9	Moderadamente desarrollado
5	10YR 4/3	Pardo	10YR 2/2	Pardo muy oscuro	Arenas 84 Limos 7.6 Arcillas 8.4	Arena migajosa	Poliédrica subangular Prismática Esferoidal	Media 12 Muy fina 8 Muy fina 0.5	Moderadamente desarrollado
6	10YR 4/3	Pardo	10 YR 2/2	Pardo muy oscuro	Arenas 88 Limos 3.6 Arcillas 8.4	Arena migajosa	Prismática Poliédrica subangular Grumosa	Muy fina 8 Fina 6 Muy fina 4	Moderadamente desarrollado
7	10YR 4/1	Gris obscuro	10YR 2/1	Negro	Arenas 60 Limos 37.6 Arcillas 2.4	Migajón arenoso	Poliédrica subangular Esferoidal	Media 14 Fina 2	Moderadamente desarrollado
8	10YR 4/2	Pardo grisáceo obscuro	10 YR 2/1	Negro	Arenas 70 Limos 27.6 Arcillas 2.4	Migajón arenoso	Poliédrica subangular Grumosa	Fina 6 Media 5	Moderadamente desarrollado
9	5YR4/2	Gris rojizo oscuro	5YR3/2	Pardo rojizo oscuro	Arenas 56.4 Limos 26 Arcillas 17	Franco Arcillo Arenosa	Poliédrico subangular	Grande 5 Fino 15 Muy fino 80	Moderadamente desarrollado
10	5YR4/2	Gris rojizo oscuro	5YR2.5/1	Negro	Arenas 50.4 Limos 32 Arcillas 17.6	Franco Arcillo Arenosa	Poliédrico subangular	Grande 10 Medio 10 Fino 30 Muy fino 50	Moderadamente desarrollado

Tabla 16. Resultados de las pruebas fisicoquímicas realizadas a los suelos de Tultitlán.

MUESTRA	pH		C.I.C.T		MATERIA ORGÁNICA	
	Valor	Categoría	Valor	Categoría	Valor	Categoría
1	9.13	Muy fuertemente alcalino	20.40	Medio	4.47	Moderadamente rico
2	9.26	Muy fuertemente alcalino	29.04	Medio	4.49	Moderadamente rico
3	7.18	Neutro	61.64	Muy alto	4.45	Moderadamente rico
4	7.47	Neutro	57.49	Alto	4.43	Moderadamente rico
5	6.83	Neutro	34.51	Alto	4.58	Moderadamente rico
6	7.33	Neutro	38.16	Alto	4.52	Moderadamente rico
7	5.28	fuertemente alcalino	57.74	Alto	2.98	Moderadamente rico
8	5.51	fuertemente alcalino	53.93	Alto	2.81	Moderadamente rico
9	5.54	Fuertemente ácido	50.99	Rico	8.52	Rico
10	5.52	Fuertemente ácido	43.96	Rico	7.19	Rico

Tabla 17. Resultados de las pruebas fisicoquímicas realizadas a los suelos de Tultitlán.

MUESTRA	CONSISTENCIA		PLASTICIDAD	ADHESIVIDAD	DENSIDAD APARENTE		DENSIDAD REAL		POROSIDAD	
	Seco	Húmedo			Valor (g/cm <sup>3</sup> )	Categoría	Valor (%)	Categoría	Valor (%)	Categoría
1	Suelto	Suelto	Ligeramente Plástico	Adhesivo	1.34	Alto	2.45	Bajo	45.46	Medio
2	Suelto	Muy friable	Ligeramente plástico	Adhesivo	1.39	Alto	2.12	Muy bajo	34.61	Medio
3	Blando	Muy friable	No plástico	No adhesivo	0.83	Bajo	1.88	Muy bajo	56.03	Alto
4	Blando	Friable	Ligeramente plástico	Ligeramente adhesivo	0.88	Bajo	1.79	Muy bajo	51.02	Alto
5	Duro	Muy friable	Ligeramente plástico	No adhesivo	1.33	Alto	3.00	Alto	55.68	Alto
6	Duro	Muy friable	Ligeramente plástico	Ligeramente adhesivo	1.16	Medio	2.51	Medio	53.78	Alto
7	Duro	Firme	Muy plástico	Ligeramente adhesivo	0.92	Bajo	2.51	Medio	63.44	Alto
8	Blando	Firme	Ligeramente plástico	Ligeramente adhesivo	0.85	Bajo	1.88	Muy bajo	54.97	Alto
9	Duro	Friable	Plástico	Adhesivo	1.3	Medio	2.27	Bajo	54.62	Alto
10	Duro	Friable	Plástico	Adhesivo	1.01	Medio	2.17	Muy Bajo	53.45	Alto

## Matrices para identificar impactos

En la matriz de Leopold (Tabla 18) se representan las relaciones entre las acciones generadoras de impacto, que en este caso son tres principalmente, las industrias, la urbanización y las actividades humanas; por otro lado están los elementos impactables, estos son los físicos, biológicos, socioeconómicos y estético-culturales.

Al interrelacionar dichas acciones con los elementos que afectan se les asignaron dos calificaciones, la parte superior corresponde a la importancia del impacto en una escala de 0 a 10, y en la parte inferior está la magnitud del impacto en una escala de -10 a 10, incluyendo tanto impactos positivos como negativos.

Las industrias al generar contaminantes a la atmósfera afectan en gran medida la calidad del aire, tanto del municipio, como de los municipios aledaños, como son Cuautitlán Izcalli y Tultepec. Estas mismas emisiones afectan la flora vecina, provocando colores amarillentos e inclusive el marchitamiento, mal desarrollo o muerte de las mismas.

Los residuos sólidos generados por las industrias provocan que el suelo se ve afectado en una magnitud media, tanto en porosidad, fertilidad y permeabilidad; estos residuos además, causan impactos muy significativos en el agua superficial, llegando a contaminar pozos de los cuales es suministrada el agua a la población. Afectan también la capacidad productiva del suelo y el paisaje. Los residuos peligrosos, además contaminan el agua subterránea, modifican el uso de suelo forestal y habitacional, es decir, lo hacen inservible para tales usos.

El exceso de áreas urbanas en Tultitlán, causa impactos graves en la compactación del suelo y afecta su porosidad, esto trae consigo una disminución de la fertilidad, en la fig. 15 se puede observar como la urbanización está eliminando poco a poco las áreas verdes y está trayendo consigo la necesidad de más servicios y con ello más contaminación.



Fig. 15. Urbanización en el Municipio de Tultitlán

Los impactos positivos que trae consigo la construcción de infraestructura, por ejemplo zonas habitacionales, es la generación de empleo, tanto eventual como permanente. Se está impactando de manera negativa al urbanizar; debido a la generación de ruido, la tala de árboles, contaminación atmosférica por la introducción de transporte público. El impacto positivo es la generación de empleo. Por último, otra de las actividades generadoras de impacto en el municipio son las llamadas humanas, contemplando en este rubro, la recreación y la explotación y uso de recursos naturales, en estos últimos está incluida la caza y la deforestación para uso doméstico (leña).

Tabla 18. Matriz de Leopold

Magnitud (-10 a + 10) Importancia (0 a 10) Se desconoce magnitud (?) Existe solución (!)				ACCIONES GENERADORAS DE IMPACTO									
				INDUSTRIAS			URBANIZACIÓN			ACTIVIDADES HUMANAS			
				Emissiones atmosféricas	Residuos sólidos	Residuos peligrosos	Operación de procesos productivos	Construcción de infraestructura	Generación de desechos	Servicios Públicos	Validades	Deforestación	Recreación
ELEMENTOS IMPACTABLES	FÍSICOS	Suelo	Compactación	Porosidad	8-6	8-7		8-8		8-8	8-6	6-1	7-3
				Permeabilidad	8-6	8-6		8-6		8-7	8-1	6-1	7-3
			Estructura	Fertilidad	9-1	9-8		9-1		9-1	9-9	8-1	7-5
				Erosión				9-6		9-8	9-9	6-3	7-7
		Atmósfera	Calidad del aire			10-9				9-9	9-9	5-1	5-1
			Ruido					6-3		9-6	6-3	5-1	6-2
	Agua	Superficial	Contaminación		9-8	9-8		9-8					
			Subterránea										
			Infiltración										
	BIOLÓGICOS	Vegetación	Árboles	Vertebrados	8-7			9-3	8-3	8-6	10-9	8-3	8-6
				En peligro				7-4	7-2	7-4	8-2	6-3	6-1
			Arbustos										
Fauna		Especies	Vertebrados				8-6	8-5	9-6	9-1	8-9	9-4	
			En peligro				9-9	8-6	9-9	9-6	9-9	9-4	
		Dispersión	Barreras				8-6		9-7	8-3	8-2	8-2	
			Corredores						9-6	8-7			
			Hábitat						4-1	4-2	4-3	8-5	8-1
Socioeconómicos		Empleo	Eventual	Eventual				9-7	7-4	7-6	7-6	7-4	
				Permanente				8-4	8-4	8-4	8-4	8-4	
			Regulares	Casas						8-7			
		Vecindades							8-3				
	Reubicadas							8-3					
	Temporales							8-2					
	Irregulares	Permanentes						8-2					
								8-2					
								8-2					
	Uso del suelo	Agrícola			9-6	9-1		9-5	7-6	9-5	9-7	9-2	9-5
		Forestal				9-3		9-6	9-6	9-5	9-1	9-6	9-3
		Habitacional				9-5		9-4	9-6	9-4	9-2	9-1	
ESTÉTICOS	Paisaje	Natural		9-8	9-7		9-7	9-6	9-5	9-5	9-6	9-5	9-2
		Artificial		8-5	8-7		8-4	8-4	8-3	8-2	8-2	8-3	8-2
	Calidad de vida	Zonas de recreo				9-4		8-2	8-2	8-4	9-6	9-7	9-3
		Zonas habitacionales				9-6		8-6	8-8	8-8	8-8	8-1	8-7

Una vez terminada la matriz de Leopold, se realizó un conteo de los impactos significativos y no significativos, tal y como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Resumen general de impactos

<b>IMPACTOS</b>	<b>INDUSTRIAS</b>	<b>URBANIZACIÓN</b>	<b>ACTIVIDADES HUMANAS</b>	<b>TOTALES</b>
Significativos (-7 a -10 y +7 a +10)	23	32	6	61
No significativos (-1 a -6 y +1 a +6)	25	59	30	114
De magnitud desconocida	2	0	0	2
Existe solución	1	0	0	
Totales	51	91	36	178

La matriz de Mc Harg (Tabla 20) se construyó tomando en cuenta, por un lado, las acciones generadoras de impacto, y por el otro, el grado de resistencia, que va desde obstrucción, donde se encuentran aquellas especies vegetales o animales incluidas en la NOM-059, es decir, aquellas en peligro de extinción, amenazadas o en riesgo; hasta el grado de muy débil, en el cual el impacto es muy poco significativo.

Se consideró también la perturbación que pudiera tener el elemento impactable, que incluye una perturbación alta, media o baja. La magnitud del impacto, que puede ser regional, local o puntual; si el impacto es reversible o irreversible, y dependiendo de lo anterior, se determina si el impacto es mayor, medio, menor o nulo.

El *Junco hyemalis*, mejor conocido como junco, está en peligro de extinción y se está viendo afectado por la construcción de casas habitación en la sierra de Guadalupe, donde es su hábitat, también se ve afectado al igual que muchas aves más, por la construcción de vialidades y la generación de desechos, provocando su desplazamiento, y de seguir así, terminará por extinguirse al no encontrar un lugar óptimo para vivir.

La perturbación de la calidad del aire es alta debido a la gran cantidad de industrias en el municipio. Otros elementos que también se ven muy afectados por los residuos sólidos y peligrosos provenientes de las mismas industrias son el suelo y el agua.

Con la urbanización y la generación de desechos se ven afectados la flora y la fauna. Las actividades humanas, como son la deforestación, afectan el suelo, la flora y la fauna, debido a la eliminación de hábitats.

Con la recreación se afectan el agua, la flora, la fauna y se deteriora el paisaje. Aunque esta actividad también causa impactos positivos, como el empleo y la eliminación del estrés.

La explotación y uso de los recursos naturales afectan el suelo, la flora y la fauna. Los impactos positivos son la generación de empleo y la agricultura, aunque en el municipio esta actividad no es muy realizada.



Tabla 20. Matriz de Mc Harg

		Grado de resistencia						Perturbación del elemento			Magnitud del impacto			Característica del impacto		Importancia del impacto			
		Obstrucción	Muy grande	Grande	Media	Débil	Muy débil	Alta	Media	Baja	Regional	Local	Puntual	Reversible	Irreversible	Mayor	Medio	Menor	Nulo
INDUSTRIAS	Emisiones atmosféricas	Calidad del aire			O			H				□	■			+			
		Flora				O				H			■				+		+
		Paisaje					O		H			□	■						+
	Residuos sólidos y peligrosos	Suelo			O			H				□	■				+		+
		Agua			O			H				□	■				+		
		Paisaje					O		H			□	■						+
Operación de procesos productivos	Empleo			O			H				□	■			+			+	
URBANIZACIÓN	Construcción de infraestructura y vialidades	Suelo		O			H				□	■		■		+			+
		Ruido					O			H		□	■						+
		Flora			O			H				□	■				+		
		Fauna	O					H				□	■				+		
		Agricultura				O			H			□	■		■				+
		Zonas habitacionales		O				H				□	■				+		
		Paisaje					O		H			□	■		■				+
		Recreación					O			H		□	■					+	
	Empleo			O				H				□	■			+			+
	Generación de desechos	Suelo				O		H				□	■				+		+
		Agua				O		H				□	■				+		+
		Flora			O			H				□	■				+		+
Fauna		O					H				□	■				+		+	
Paisaje						O			H		□	■		■				+	
ACTIVIDADES HUMANAS	Deforestación	Suelo			O		H				□	■				+		+	
		Aire				O		H				□	■				+		+
		Flora		O				H				□	■				+		
		Fauna	O					H				□	■		■		+		+
		Empleo						H		H		□	■					+	+
		Paisaje				O			H			□	■					+	+
	Recreación	Suelo				O			H			□	■				+		+
		Ruido				O			H			□	■					+	+
		Agua			O				H			□	■				+		+
		Flora			O			H				□	■				+		+
		Fauna	O					H				□	■				+		+
		Paisaje					O			H		□	■					+	+
Explotación y uso de recursos naturales	Zonas habitacionales		O				H				□	■				+			
	Suelo			O			H				□	■				+		+	
	Ruido					O			H		□	■					+	+	
	Flora		O				H				□	■				+			
	Fauna	O					H				□	■		■		+		+	
Agricultura			O				H			□	■					+	+		

(.) Se refiere a los impactos positivos

O Grado de resistencia

⊕ Importancia del impacto

H Perturbación del elemento

□ Magnitud del impacto

■ Característica del impacto

Las redes de Sorensen (Tabla 21) muestran un impacto negativo significativo; debido en parte, a la extensión del municipio, lo que provoca un incremento por todos los impactos que se pueden generar. Además, se puede observar que los impactos de mayor magnitud corresponden a las industrias, seguidas de la urbanización.

También puede observarse que si bien las industrias generan empleo y desarrollo económico para el municipio, también son las principales generadoras de contaminación por las descargas de aguas residuales, a las cuales, hasta el momento no se les ha dado tratamiento alguno; las emisiones a la atmósfera también representan un problema grave para la salud, debido a que no afectan solamente las áreas industriales, sino que también, al ser transportadas por el viento, las partículas llegan a afectar a los municipios aledaños, como son, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli o Tultepec.

Tabla 21. Redes de Sorensen

PRIMARIO	SECUNDARIO	TERCIARIO	CUATERNARIO
Industrias I	Emisiones atmosféricas 1	Calidad del aire A	Daños a la salud a
		Agua B	Afectación del paisaje b
	Residuos sólidos y peligrosos 2	Contaminación del suelo C	Lluvia ácida c
		Contaminación del agua D	Afectación de la flora d
			Pérdida de fertilidad e
		Operación de procesos productivos 3	Empleo E
	Riesgo a la salud g		
	Comercio F		Daños a los cultivos h
			Mejor calidad de vida i
	Urbanización II	Flora 4	Pérdida de áreas verdes G
Exportación e importación k			
Fauna 5		Afectación del suelo H	Inversión bancaria l
			Calidad del aire m
		Desplazamiento de organismos I	Pérdida de hábitats n
			Erosión o
Zonas habitacionales 6		Pérdida de especies J	Deterioro del paisaje p
			Competencia q
		Generación de empleo K	Reducción de alimento r
			Generación de desechos L
		Plagas t	
		Mejor calidad de vida u	
		Prestaciones v	
		Calidad del agua w	
		Daños a la salud x	

Tabla 21. Redes de Sorensen (Continuación)

PRIMARIO	SECUNDARIO	TERCIARIO	CUATERNARIO
Actividades humanas III	Explotación y uso de recursos naturales 7	Empleo M	Mejor calidad de vida y
		Pérdida de diversidad N	Mayores ingresos z
	Pérdida de hábitats O		Variabilidad genética aa
		Deforestación 8	Calidad del suelo P
	Migración de especies cc		
	Plasticidad genotípica dd		
	Recreación 9	Integración familiar Q	Pérdida de fertilidad ee
			Erosión ff
		Generación de basura R	Bienestar social gg
	Bienestar personal hh		
		Daños a la salud ii	
		Deterioro del paisaje jj	

Tabla 22. Probabilidad de ocurrencia, magnitud e importancia de los impactos.

IMPACTO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	MAGNITUD	IMPORTANCIA
Industrias	1.0	- 7	8
Emisiones atmosféricas	0.7	- 5	6
Calidad del aire	0.6	- 4	5
Daños a la salud	0.4	-3	4
Afectación del paisaje	0.3	-1	1
Agua	0.3	-2	2
Lluvia ácida	0.2	-2	3
Afectación de la flora	0.2	-1	2
Residuos sólidos y peligrosos	0.6	-5	6
Contaminación del suelo	0.5	-3	3
Pérdida de fertilidad	0.3	-1	2
Daños a la salud	0.4	-3	5
Contaminación del agua	0.5	-4	4
Riesgo a la salud	0.3	-2	3
Daños a los cultivos	0.2	-1	1
Operación de procesos productivos	1.0	+6	7
Empleo	0.8	+7	8
Mejor calidad de vida	0.4	+2	3
Urbanización	0.4	-2	2
Comercio	0.3	+1	1
Exportación e importación	0.3	+1	2
Inversión bancaria	0.2	+1	1
Urbanización	1.0	-6	7
Flora	0.6	-4	6
Pérdida de áreas verdes	0.5	-2	3
Calidad del aire	0.5	-3	4
Pérdida de hábitats	0.4	-2	3
Afectación del suelo	0.4	-3	3
Erosión	0.3	-2	3
Deterioro del paisaje	0.3	-1	1
Fauna	0.4	-4	5
Desplazamiento de organismos	0.3	-1	2
Competencia	0.2	-1	1
Reducción del alimento	0.2	-1	1
Pérdida de especies	0.6	-6	7
Cambio en la estructura de la cadena alimenticia	0.4	-1	2
Plagas	0.3	-1	1

Tabla 22. Probabilidad de ocurrencia, magnitud e importancia de los impactos (continuación).

IMPACTO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	MAGNITUD	IMPORTANCIA
Zonas habitacionales	0.7	-4	4
Generación de empleo	0.4	+3	5
Mejor calidad de vida	0.3	+3	4
Prestaciones	0.3	+3	3
Generación de desechos	0.5	-4	5
Calidad del agua	0.3	-4	4
Daños a la salud	0.3	-3	4
Actividades humanas	1.0	-5	4
Explotación y uso de recursos naturales	0.6	-4	5
Empleo	0.4	+3	3
Mejor calidad de vida	0.2	+3	3
Mayores ingresos	0.3	+3	2
Pérdida de diversidad	0.4	-4	4
Variabilidad genética	0.3	-2	3
Cambio en la estructura del ecosistema	0.2	-2	3
Deforestación	0.5	-4	5
Pérdida de hábitats	0.4	-5	6
Migración de especies	0.3	-1	3
Plasticidad genotípica	0.2	-1	1
Calidad del suelo	0.5	-2.5	3
Pérdida de fertilidad	0.3	-1	1
Erosión	0.3	-3	4
Recreación	0.4	+3	4
Integración familiar	0.2	+2	2
Bienestar social	0.2	+2	2
Bienestar personal	0.2	+3	3
Generación de basura	0.6	-3	3
Daños a la salud	0.2	-1	1
Deterioro del paisaje	0.2	-1	1

Tabla 23. Cálculos del impacto ambiental esperado.

Clave	Probabilidad de ocurrencia	Impacto total de la rama	Impacto Pesado
I1Aa	0.168	-108.0	-18.14
I1Ab	0.126	-97.0	-12.22
I1Bc	0.042	-86.0	-3.61
I1Bd	0.042	-82.0	-3.44
I2Ce	0.105	-97.0	-10.19
I2Cf	0.105	-101.0	-10.61
I2Dg	0.144	-118.0	-16.99
I2Dh	0.144	-107.0	-15.41
I3Ei	0.320	48.0	15.36
I3Ej	0.320	38.0	12.16
I3Fk	0.090	-13.0	-1.17
I3Fl	0.090	-14.0	-1.26
II4Gm	0.150	-84.0	-12.60
II4Gn	0.120	-78.0	-9.36
II4Ho	0.072	-81.0	-5.83
II4Hp	0.072	-76.0	-5.47
II5Iq	0.024	-65.0	-1.56
II5Ir	0.024	-65.0	-1.56
II5Js	0.096	-106.0	-10.18
II5Jt	0.072	-105.0	-7.56
II6Ku	0.084	-61.0	-5.12
II6Kv	0.084	-58.0	-4.87
II6Lw	0.105	-94.0	-9.87
II6Lx	0.105	-94.0	-9.87
III7My	0.048	-31.0	-1.49
III7Mz	0.072	-28.0	-2.02
III7Naa	0.072	-62.0	-4.46
III7Nbb	0.048	-62.0	-2.98
III8Occ	0.060	-73.0	-4.38
III8Odd	0.050	-71.0	-3.55
III8Pee	0.075	-50.0	-3.75
III8Pff	0.075	-61.0	-4.58
III9Qgg	0.016	2.0	0.03
III9Qhh	0.024	5.0	0.12
III9Rii	0.048	-42.0	-2.02
III9Rjj	0.048	-42.0	-2.02
		Impacto Ambiental Esperado	-180.46

Nota: la clave que se maneja en esta tabla proviene de la tabla 22. Redes de Sorensen

## RESPUESTA

La respuesta incluye todas aquellas acciones realizadas para la atención de la problemática. En la tabla 24 están desglosados los principales problemas ambientales que se presentan en el municipio, los instrumentos políticos que la regulan y las posibles medidas de mitigación.

Tabla 24. Respuesta

Impacto	Instrumento que regula	Acciones propuestas (Mitigación, Restauración, Control y Vigilancia)
Contaminación del agua por descargas industriales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Arts. 27, 73, 115</li> <li>• Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEGEEPA), Título II, Art. 4º, 8º, Fracciones de la I a la XVI</li> <li>• Ley de aguas nacionales</li> <li>• Código sanitario</li> <li>• Ley de Conservación del Suelo y Agua</li> <li>• NOM-067-ECOL/1994</li> <li>• NOM-068-ECOL/1994</li> <li>• NOM-069-ECOL/1994</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear convenios para el tratamiento de aguas</li> <li>• Promover auditorías a industrias</li> <li>• Promover incentivos fiscales a la industria limpia</li> </ul>
Tala de árboles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Arts. 27, 73, 115</li> <li>• LEGEEPA, Título II, Art. 4º, 8º, Fracciones de la I a la XVI</li> <li>• Ley forestal, capítulo III, Art. 7, fracciones de la I a la V, 11, 13, 19 Bis y art. 32 Bis</li> <li>• Manual de Procedimientos para la Dictaminación de Programas de Manejo Forestal</li> <li>• Ley de Conservación de Aguas y suelo</li> <li>• NOM-061-ECOL/1994</li> <li>• Reglas de Operación del Programa de Desarrollo Forestal</li> <li>• Leyes locales en la materia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otorgar licencias y permisos de aprovechamiento de los recursos maderables</li> <li>• Crear comités de vigiiancia, en este caso, por tratarse de una reserva, optimizar el número de guardabosques en base a la extensión, esto en base a un convenio entre los encargados del proyecto "Sierra de Guadalupe" y las autoridades municipales</li> <li>• Promover reformas que contemplen la vigilancia y conservación de los recursos naturales.</li> </ul>

Tabla 24. Respuesta (Continuación)

Impacto	Instrumento que regula	Acciones propuestas (Mitigación, Restauración, Control y Vigilancia)
Incendios forestales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Arts. 27, 73, 115</li> <li>• LEGEEPA, Título II, Art. 4º, 8º, Fracciones de la I a la XVI</li> <li>• Ley Forestal, Capítulo VII, Art. 28</li> <li>• NOM-EM-003-SEMARNAP/SAGAR-1996</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expedir el reglamento de protección civil o sus reformas.</li> <li>• Expedir el reglamento ambiental municipal o en su caso promover las reformas pertinentes.</li> <li>• Elaborar el plan de contingencias municipales.</li> <li>• Promover brigadas de apoyo en caso de siniestro.</li> </ul>
Sobreexplotación de especies animales y vegetales en peligro de extinción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Arts. 27, 73, 115</li> <li>• LEGEEPA, Título II, Art. 4º, 8º, Fracciones de la I a la XVI</li> <li>• Ley Federal de Caza, Art. 7</li> <li>• NOM-059-ECOL/1994</li> <li>• NOM-061-ECOL/1994</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear comités de vigilancia de la vida silvestre</li> <li>• Establecer convenios de protección a la flora y la fauna silvestres con el sector privado.</li> <li>• Promover convenios de coordinación intermunicipal.</li> <li>• Actualizar el inventario de flora y fauna silvestres amenazadas o en peligro de extinción para definir zonas y temporadas de veda para evitar y corregir el comercio ilegal.</li> </ul>
Saqueo de tierra y monte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Arts. 27, 73, 115</li> <li>• LEGEEPA, Título II, Art. 4º, 8º, Fracciones de la I a la XVI</li> <li>• Ley de Conservación y Restauración de Suelos</li> <li>• Ley de Conservación de Aguas y Suelo</li> <li>• Ley Forestal, Art. 7, 11, 13, 19 Bis y 32 Bis</li> <li>• Ley Federal de Derechos Art. 4</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proponer y participar en recorridos y operativos de inspección y vigilancia, pudiendo concertar la participación de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA); Procuraduría General de la República (PGR); Policía Judicial del Estado para resolver los problemas de deforestación, uso indebido del suelo, etc.</li> <li>• Crear convenios de extracción controlada del recurso</li> </ul>



Tabla 24. Respuesta (Continuación)

Impacto	Instrumento que regula	Acciones propuestas (Mitigación, Restauración, Control y Vigilancia)
Contaminación del agua y suelo por residuos peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Arts. 27, 73, 115</li> <li>• LEGEEPA, Título II, Art. 4°, 8°, Fracciones de la I a la XVI</li> <li>• Ley Reglamentaria del Artículo 27 constitucional en materia nuclear</li> <li>• NOM-055-ECOL/1993</li> <li>• NOM-020-ECOL/1993</li> <li>• NOM-021-ECOL/1993</li> <li>• NOM-029-ECOL/1993</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participar en la evaluación del impacto ambiental de obras o actividades de competencia federal, cuando las mismas se realicen en el ámbito de su circunscripción.</li> <li>• Promover la creación de comités de vigilancia.</li> <li>• Formular el Plan Municipal de contingencias.</li> <li>• Implementar la remediación de suelos afectados por cromo.</li> </ul>
Contaminación del aire por emisiones industriales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Arts. 27, 73, 115</li> <li>• LEGEEPA, Título II, Art. 4°, 8°, Fracciones de la I a la XVI</li> <li>• NOM-043-ECOL/1993</li> <li>• NOM-081-ECOL/1994</li> <li>• NOM-085-ECOL/1994</li> <li>• NOM-086-ECOL/1994</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear comités de vigilancia</li> <li>• Promover auditorías a industrias</li> <li>• Incentivos fiscales a la industria limpia</li> <li>• Coordinar con la unidad encargada de desarrollo urbano la reubicación de empresas contaminantes y evitar el establecimiento de asentamientos irregulares</li> </ul>
Contaminación del agua y suelo por desechos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Arts. 27, 73, 115</li> <li>• LEGEEPA, Título II, Art. 8°, Fracciones de la I a la XVI</li> <li>• Ley de Aguas Nacionales</li> <li>• Código Sanitario</li> <li>• Ley de Conservación de Agua y Suelo</li> <li>• Reglamento Municipal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear convenios para el tratamiento de aguas</li> <li>• Promover auditorías industriales</li> <li>• Fomentar incentivos a la industria limpia y de reciclaje.</li> </ul>
Generación de basura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Arts. 27, 73, 115</li> <li>• LEGEEPA, Título II, Art. 4°, 8°, Fracciones de la I a la XVI</li> <li>• Código Sanitario</li> <li>• Reglamento Municipal en la Materia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilar que las NOM se cumplan</li> <li>• Crear comités de vigilancia</li> <li>• Crear acuerdos con el sector industrial para el reciclamiento de desechos</li> <li>• Fomentar la inversión en el tratamiento de basura</li> <li>• Concesionar el servicio de limpia</li> <li>• Ubicar el basurero tomando en cuenta la vocación del suelo</li> </ul>

Tabla 24. Respuesta (Continuación)

Impacto	Instrumento que regula	Acciones propuestas (Mitigación, Restauración, Control y Vigilancia)
Contaminación del agua por descargas domésticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Arts. 27, 73, 115</li> <li>• LEGEEPA, Título II, Art. 4º, 8º, Fracciones de la I a la XVI</li> <li>• Ley de Aguas Nacionales</li> <li>• Código Sanitario</li> <li>• Ley de Conservación del Suelo y Agua</li> <li>• NOM-001-ECOL/1999</li> <li>• NOM-002-ECOL/1999</li> <li>• NOM-031-ECOL/1993</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear convenios para el tratamiento de aguas</li> <li>• Con la oficina de agua potable y alcantarillado registrar las descargas de aguas municipales y controlar la apertura de nuevos pozos, así como emitir recomendaciones para el mantenimiento de las redes de agua potable</li> </ul>
Contaminación del aire por automotores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Arts. 27, 73, 115</li> <li>• LEGEEPA, Título II, Art. 4º, 8º, Fracciones de la I a la XVI</li> <li>• NOM-041-ECOL/1993</li> <li>• NOM-042-ECOL/1993</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sancionar las violaciones al reglamento sin contravenir lo dispuesto en el reglamento de tránsito municipal</li> <li>• Realizar en coordinación con los prestadores del transporte público y la oficina municipal encargada del tránsito vehicular programas de verificación y certificación, así como descongestionamiento en zonas de alta afluencia y concentración de vehículos</li> </ul>
Contaminación por ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Arts. 27, 73, 115</li> <li>• LEGEEPA, Título II, Art. 4º, 8º, Fracciones de la I a la XVI, art. 112</li> <li>• NOM-079-ECOL/1994</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilar la aplicación de la normatividad</li> <li>• Coordinar esfuerzos con PROFEPA en materia de sanciones a establecimientos que excedan los límites permisibles</li> <li>• Difundir la cultura de cuidado y uso racional del agua</li> </ul>
Incremento de asentamientos humanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Arts. 27, 73, 115</li> <li>• LEGEEPA, Título II, Art. 4º, 8º, Fracciones de la I a la XVI</li> <li>• Ley Forestal, Capítulo III, Art. 7; fracciones de la I a la V y Art. 8</li> <li>• Ley General de Asentamientos Humanos, Art. 6, 8, 9 y 12</li> <li>• Reglamento municipal de desarrollo urbano</li> <li>• NOM-062-ECOL/1994</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En caso de no existir, expedir el reglamento municipal de desarrollo urbano</li> <li>• Crear comités locales de vigilancia en materia de uso del suelo</li> <li>• Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal</li> <li>• Intervenir en la regulación de la tenencia de la tierra urbana</li> </ul>

## PRESIÓN-ESTADO-RESPUESTA

En la tabla 25 se muestra la integración de la Presión, el Estado y la Respuesta

Tabla 25. Presión-Estado-Respuesta

PRESIÓN	ESTADO	RESPUESTA
Residuos peligrosos	<p>La zona industrial Lechería es la más afectada por el manejo inadecuado del cromo, el cual, al infiltrarse en el suelo y contaminar pozos de agua, afecta la salud de la población, ocasionando incluso cáncer.</p> <p>Este problema es en gran parte resultado de los desechos industriales en los canales, tal es el caso de la industria Cromatos de México, la cual afectó varios canales y a varias colonias del municipio por causa del mal manejo de sus desechos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar un programa para la minimización y manejo integral de residuos industriales peligrosos.</li> <li>• Remediación de suelos en la zona afectada.</li> </ul>
Contaminación del aire	<p>Las emisiones provenientes de las industrias, afectan tanto al municipio, como a los municipios aledaños, como son Cuautitlán Izcalli y Tultepec.</p> <p>El municipio cuenta con 71.1 kilómetros cuadrados, de los cuales el 70 por ciento es de uso industrial</p> <p>La vía José López Portillo, al ser una vía alterna a la autopista México-Querétaro es una de las más transitadas, lo que provoca muchos problemas viales y las emisiones por parte de los automotores aumenta.</p> <p>El tiempo de traslado que realizan los vehículos por las bajas velocidades, más el tiempo que se mantienen parados en los semáforos, aumenta el consumo de combustibles y por tanto, su contribución a la emisión de contaminantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear comités de vigilancia</li> <li>• Promover auditorías a industrias</li> <li>• Incentivos fiscales a la industria limpia</li> <li>• Coordinar con la unidad encargada de desarrollo urbano la reubicación de empresas contaminantes y evitar el establecimiento de asentamientos irregulares</li> <li>• Sancionar las violaciones al reglamento sin contravenir lo dispuesto en el reglamento de tránsito municipal</li> </ul> <p>Realizar en coordinación con los prestadores del transporte público y la oficina municipal encargada del tránsito vehicular programas de verificación y certificación, así como descongestionamiento en zonas de alta afluencia y concentración de vehículos</p>

Tabla 25. Presión-Estado-Respuesta (Continuación)

PRESIÓN	ESTADO	RESPUESTA
<p>Contaminación del agua por descargas industriales</p>	<p>Las aguas contaminadas de origen industrial, contienen elementos nocivos como lo son: metales pesados, solventes, ácidos, grasas y aceites, entre otros.</p> <p>En Tultitlán, las industrias que mayor cantidad de contaminantes aportan al agua, son la textil, metalúrgica y químicos; al descargar metales tóxicos, sulfatos, ácidos, cianuros, entre otros (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, 1999).</p> <p>El municipio, al no contar con plantas de tratamiento de aguas residuales, representa uno de los problemas más graves de salud y ecológico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear convenios para el tratamiento de aguas residuales</li> <li>• Implementar una planta de tratamiento por cada zona industrial</li> <li>• Promover auditorías a industrias</li> <li>• Promover incentivos fiscales a la industria limpia</li> </ul>
<p>Contaminación del agua por descargas domésticas</p>	<p>Por lo que respecta a la problemática de las casas-habitación el uso extendido de detergentes es el mayor aporte de contaminantes.</p> <p>Los principales afluentes que han sido perjudicados, por las descargas de aguas residuales de la industrias, uso doméstico, servicios y comercios son los arroyos: Temamatta, San Mateo y Sta. María; canales, Acocila, Cartagena y Dren II; y las zanjas Intermitentes y Acosila en el barrio de Belen Concha Reyes(Gobierno del Estado de México, 2001).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear convenios para el tratamiento de aguas</li> <li>• Con la oficina de agua potable y alcantarillado registrar las descargas de aguas municipales y controlar la apertura de nuevos pozos, así como emitir recomendaciones para el mantenimiento de las redes de agua potable</li> </ul>

Tabla 25. Presión-Estado-Respuesta (Continuación)

PRESIÓN	ESTADO	RESPUESTA
<p>Incremento de asentamientos humanos</p>	<p>En 1960 todavía se consideraba a Tultitlán como un municipio rural, pero en los años 70 se inició una gran industrialización y urbanización, creciendo muy aceleradamente; de 15, 479 habitantes que tenía en 1960, creció a 52, 317 para 1970; para 1995 se incrementó más de 3 veces esa cifra, el municipio contaba ya con 361, 350 habitantes. Este desarrollo representa un gran problema de planeación (Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México, 2002).</p> <p>Uno de los problemas graves que enfrenta el municipio es el de sobrepoblación. Los asentamientos humanos avanzan cada vez más hacia la Sierra de Guadalupe, lo que está provocando el desplazamiento de las especies animales y la eliminación de los árboles, los cuales ayudan en la prevención de la erosión y sirven de hábitat para los animales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En caso de no existir, expedir el reglamento municipal de desarrollo urbano</li> <li>• Crear comités locales de vigilancia en materia de uso del suelo</li> <li>• Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal</li> <li>• Intervenir en la regulación de la tenencia de la tierra urbana</li> </ul>
<p>Incendios forestales</p>	<p>La sierra de Guadalupe es una zona en donde los incendios forestales en temporadas de calor son muy comunes, a tal grado que, al no contar con la vigilancia adecuada, estos incendios están provocando la eliminación de muchas hectáreas de bosque, ocasionando la pérdida de hábitats para muchas aves y otros animales, así como también, empeorando la calidad del aire en el Valle de México.</p> <p>Por ejemplo, en 1998 se incendiaron 33.5 Has, incluyendo pastos, hierbas, arbustos y renuevos (SEMARNAP, 1998).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expedir el reglamento de protección civil o sus reformas.</li> <li>• Expedir el reglamento ambiental municipal o en su caso promover las reformas pertinentes.</li> <li>• Elaborar el plan de contingencias municipales.</li> <li>• Promover brigadas de apoyo en caso de siniestro.</li> </ul>

Tabla 25. Presión-Estado-Respuesta (Continuación)

PRESIÓN	ESTADO	RESPUESTA
<p>Tala de árboles</p>	<p>La pérdida de biodiversidad en el municipio, se debe principalmente a la urbanización, con ello, están acabando con las especies de árboles presentes en la región de la Sierra de Guadalupe.</p> <p>Se han llevado a cabo programas de reforestación, pero no han funcionado debido a que no se han tomado en cuenta las especies a utilizar, se han utilizado eucaliptos y pinos y aunque sirven para retener el suelo y evitar la erosión, a la larga traen problemas por no considerar que el eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>) produce sustancias alelopáticas, lo que ocasiona que los pinos no se puedan desarrollar; tampoco se han tomado en cuenta el espacio que debe existir entre las especies y no se cuenta con suficiente vigilancia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otorgar licencias y permisos de aprovechamiento de los recursos maderables</li> <li>• Crear comités de vigilancia, en este caso, por tratarse de una reserva, optimizar el número de guardabosques en base a la extensión, esto en base a un convenio entre los encargados del proyecto "Sierra de Guadalupe" y las autoridades municipales</li> <li>• Promover reformas que contemplen la vigilancia y conservación de los recursos naturales.</li> <li>• Crear campañas de reforestación, apoyándose en las escuelas primarias y secundarias para llevarla a cabo</li> <li>• La reforestación deberá llevarse a cabo con especies nativas como son el encino y el pirúl, tomando en cuenta el espacio necesario que debe existir entre dichas especies.</li> </ul>

Tabla 25. Presión-Estado-Respuesta (Continuación)

<b>PRESIÓN</b>	<b>ESTADO</b>	<b>RESPUESTA</b>
<p>Generación de basura</p>	<p>Una parte del tiradero municipal se encuentra en la Sierra de Guadalupe, en la parte sur del municipio. El tiradero municipal, con una superficie de cinco Ha., opera desde hace aproximadamente 17 años y actualmente se encuentra sobresaturado, los residuos sólidos que llegan no reciben ningún tratamiento antes de su disposición final, desde hace varios años no se realiza ninguna operación de cobertura de residuos.</p> <p>El promedio estimado de la cantidad de basura es de 500 toneladas/día.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilar que las NOM se cumplan</li> <li>• Crear comités de vigilancia</li> <li>• Crear acuerdos con el sector industrial para el reciclamiento de desechos</li> <li>• Fomentar la inversión en el tratamiento de basura</li> <li>• Concesionar el servicio de limpia</li> <li>• Ubicar el basurero tomando en cuenta la vocación del suelo</li> </ul>

## DISCUSIÓN

En Tultitlán, las principales acciones generadoras de impacto o presión sobre el ambiente, son provocadas por el sector industrial; debido a que, de sus 71.1 kilómetros cuadrados, el 70 por ciento es de uso industrial.

El problema más grave que generan las industrias, tanto ambiental como de salud, es el vertimiento de aguas residuales, ya que no se cuenta con plantas de tratamiento. Otro problema generado por este sector, son los residuos peligrosos, principalmente debido a la empresa Cromatos de México, la cual, al no darle tratamiento a sus desechos, está ocasionando problemas graves de salud, como cáncer y malformaciones genéticas; al haber contaminado los pozos de agua cercanos a la empresa. Se requiere hacer una biorremediación de los suelos afectados, antes de que el problema se siga extendiendo.

El único impacto positivo de las industrias es el económico, ya que genera muchos empleos a los habitantes del municipio y a los municipios vecinos, por eso no se está proponiendo la eliminación de las empresas, sino auditorías ambientales más estrictas.

La calidad del aire se ve afectada, tanto por las industrias, principalmente por la emisión de óxidos de Nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ). Estos compuestos se forman a partir del nitrógeno atmosférico y depende tanto de la temperatura de combustión, como de la cantidad de oxígeno presente (relación aire / combustible). A mayor disponibilidad de oxígeno, y a mayores temperaturas, la producción de  $\text{NO}_x$  se maximiza. Si se controla alguna de estas dos variables, o ambas, es posible disminuir la emisión de  $\text{NO}_x$  para un proceso determinado (Enkerlin, 1997).

El problema de la contaminación atmosférica en el municipio, también se ve agravado por los automotores, este problema se detecta principalmente en la vía José López Portillo, debido a que es una vía alterna a la Autopista México-Querétaro y comunica entre sí a varios municipios. La zona centro de Tultitlán se ve afectada por este problema, sobre todo en la hora de salida de las escuelas, ya que al no estar bien planeadas las calles, el tráfico se incrementa.

El estado actual del ambiente, al estar afectado por esos factores es de deterioro, la única zona más o menos conservada es la parte de la Sierra de Guadalupe donde todavía se encuentran muchas especies de plantas y animales dignas de conservar; entre las más representativas están el pirúl *Schinus molle*, eucalipto *Eucalyptus globulus*, encinos *Quercus obtusata* H & B y *Quercus frutex* Trel.; dentro de la fauna las aves son las más representativas, por ejemplo; el colibrí *Hylocharis leucotis* que es una especie endémica, el junco *Junco hyemalis* que está en peligro de extinción, mamíferos como el conejo *Silvilagus floridans*, la tuza *Pappogeomys merriam*, reptiles como la víbora de cascabel *Crotalus* sp.



Otra característica importante y que hace que este municipio sea diferente a otros municipios conurbados es que aún se practica la agricultura 29.35 % en 1997, actualmente, aunque no se tiene el dato preciso esta actividad ha bajado considerablemente. Tras realizarse las pruebas de suelo en las diferentes colonias, se encontraron suelos muy fértiles, por lo tanto se sugiere fomentar esta actividad, sobre todo en la zona centro.

San Antonio, en el centro de Tultitlán, sólo tiene destinada una pequeña parte para la agricultura, la cual debería ser una actividad importante en la colonia. Sería óptimo que se aprovecharan las zonas que no están teniendo uso alguno, ni en esta actividad, ni en alguna otra, aunque sólo fuera en el cultivo de hortalizas para el consumo familiar, debido a que el suelo de esta zona es bastante fértil. Lo mismo pasa con San Mateo, ya que si se les otorgara apoyo y asesoría a los habitantes de esta comunidad y a la comunidad vecina de Santa María; la agricultura podría recuperar el auge que tuvo hace algunos años en esta zona y sería una alternativa para los habitantes de esta zona.

En la Sierra de Guadalupe se sugiere implementar métodos de manejo forestal, como son las terrazas, evitando así la erosión eólica o por las escorrentías.

En Cartagena, la colonia que colinda con Teyahualco, una colonia agrícola del municipio de Tultepec; posee un suelo bastante fértil, pero presenta un problema de extremada acidez, producto, probablemente, del uso excesivo de fertilizantes o del riego con agua proveniente de las industrias; con lo cual se está dañando al suelo. Este problema de acidez, podría solucionarse mediante el encalado.

La mancha urbana al ir avanzando hacia la parte de la Sierra de Guadalupe, está ocasionando el desplazamiento de la fauna, al modificar e incluso eliminar su hábitat natural. Con la urbanización, se incrementa también, la cantidad de desechos, afectando principalmente la salud de los habitantes; al mismo tiempo, la demanda de servicios públicos también se incrementa, provocando, en el caso del transporte público, contaminación atmosférica y ruido; estos impactos se compensan en muy pequeña medida por el empleo que generan este tipo de servicios. Lo que en este caso no se está contemplando, es la cantidad de árboles que se están tirando para poder construir y todas las formas de vida que se están eliminando; de este modo también se está contribuyendo a agravar la contaminación de la zona.

Los problemas ambientales causados por el tiradero en Tultitlán, es que parte del sitio de disposición final se encuentra dentro de un área natural protegida (Sierra de Guadalupe). Además se corre el riesgo de un incendio en el tiradero, el cual podría propagarse hasta el área reforestada y afectar el parque estatal.

Aunque ya se tiene planteado un lugar para el nuevo basurero en Tultitlán, el problema no termina ahí; ya que setos residuos están a cielo abierto y pueden afectar la salud de la población, tomando en cuenta que se vende comida dentro del tiradero y eso puede ocasionar enfermedades intestinales severas; otra consecuencia del tiradero es la contaminación del suelo. Este problema se

incrementaría, si se hubiesen depositado residuos peligrosos por la falta de vigilancia existente en el tiradero.

También hay que tomar en cuenta que un gran porcentaje de las personas que viven en las colonias cercanas al tiradero, tienen como fuente de trabajo los residuos que se recuperan de éste, ya que los venden a los centros de acopio de la zona (Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México, 2002).

Entre las propuestas para mitigar los impactos que afectan al municipio, se encuentran, la implementación de una planta de aguas residuales por cada zona industrial, auditorías ambientales más estrictas a las industrias, la biorremediación de suelos en la zona industrial Lechería y la reforestación en la Sierra de Guadalupe con especies nativas como el encino, y sobre todo, evitar que la mancha urbana siga avanzando, sobre todo ganándole terreno a la Sierra de Guadalupe.

Como puede notarse, hay demasiados problemas ambientales en el municipio, pero aún tienen solución, lo que hace falta es una participación más activa por parte del gobierno y la sociedad, además de profesionistas especializados en el área para afrontarlos.

## CONCLUSIÓN

Las actividades generadoras de presión sobre el municipio están derivadas principalmente de la actividad industrial; las aguas residuales, los residuos sólidos y peligrosos y la contaminación del aire.

En menor medida se encuentran, la generación de basura, la deforestación y la urbanización constante.

El estado actual de los recursos naturales, consecuencia de dichas presiones es de deterioro.

La parte que aún se encuentra más o menos conservada es la correspondiente a la Sierra de Guadalupe, la cual cuenta con una gran diversidad de aves, entre ellas, el junco (*Junco hyemalis*), una especie en peligro de extinción; además de contar con mamíferos y reptiles, sin dejar a un lado la gran variedad de árboles, arbustos y cactáceas.

La repuesta o alternativas para mitigar dichas presiones sobre el ambiente son la implementación de una planta de aguas residuales por cada zona industrial, auditorías ambientales más estrictas a las industrias, la remediación de suelos en la zona industrial Lechería y la reforestación en la Sierra de Guadalupe con especies nativas como el encino, y sobre todo, evitar que la mancha urbana se siga extendiendo hacia la sierra de Guadalupe y fomentar la agricultura.

En conclusión, Tultitlán es un municipio con demasiados problemas ambientales, pero aún tienen solución, lo que hace falta es una participación más activa por parte del gobierno y la sociedad, además de profesionistas especializados en el área para afrontarlos.

## ✓ **Literatura citada**

- ✓ Bakkes J. A., van den Born G., Helder J., Swart R., Hope C., Parker J.; 1994; An Overview of Environmental Indicators: State of the Art and Perspectives, Environment Assessment Technical Reports, RIVM in co-operation with The University of Cambridge and, UNEP-RIVM.
- ✓ COMETRAVI, Diagnóstico de las condiciones del transporte y sus implicaciones sobre la calidad del aire en la ZMVM, Estudio No. 1, Vol. 1. Informe principal, 1996
- ✓ Enkerlin, E. C; Cano, G; Garza, R; Vogel, E. 1997. Ciencia ambiental y desarrollo sostenible. International Thomson Editores. México, D. F. 655 pp.
- ✓ Friends A., Raport D.; 1979; Towards a Comprehensive Framework for Environment Statistics: A Stress-Response Approach, Statistics Canada, Ottawa, Canada.
- ✓ Gaucher, G. 1971. Tratado de Pedología agrícola. El suelo y sus características agronómicas. Omega. España. 646 pp.
- ✓ GEM. 1995. Nomenclator de localidades del Estado de México. IIIGCEM.
- ✓ Gobierno del Estado de México. Secretaría de Ecología. Información para la gestión ambiental. México. 2001. "Diagnósticos Municipales: Tultitlán". <http://www.edomexico.gob.mx/se/tultidiag.htm> [consulta: 20 Marzo 2001]
- ✓ Gutiérrez, R. M. E; Bocco, V. G; Castillo, B.S. 1986. Contaminación por cromo en el Norte de la Ciudad de México. Un enfoque interdisciplinario. Gaceta del Instituto de Geografía de la U.N.A.M. División de Estudios de Posgrado. Facultad de Química, UNAM. 125 pp.
- ✓ H. Ayuntamiento de Tultitlán de Mariano Escobedo. Dirección de Desarrollo Económico. Directorio industrial. Edición 2000.
- ✓ INE. 1995. Indicadores Ambientales
- ✓ INE. 1999. Indicadores Ambientales. Presión-Estado-Respuesta
- ✓ INEGI. Anuario Estadístico del Distrito Federal, Edición 1998. Anuario Estadístico del Estado de México. Edición 1998.
- ✓ INEGI. Gobierno del Distrito Federal. Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y zona Metropolitana, 1999. México, D.F. 231 pp.

- ✓ Iniestra, M. D. J; Mendoza, C. A.; López, G. F.; Soler, A.; Hernández, M. M. M. 2000. Edafología. Manual de métodos de análisis de suelo. UNAM Iztacala. 82 pp.
- ✓ Jain, R.K., L.V. and H.E. (1993). Environmental Assessment. McGraw Hill. USA. pp. 526
- ✓ Leopold, L. B. Clarke, F. E., Hanshaw, B. B. y J. R. Balsley. 1971. A procedure for Evaluating Environmental Impact. Geological Survey Circular 645. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C.
- ✓ McHarg, I. 1969. Design with Nature. Natural History Press. Garden City, New York.
- ✓ Narro, F. E., 1994. Física de suelos con enfoque agrícola. Trillas, México, D. F. 195 pp.
- ✓ National Geographic Society. 1992. Fieldguide to the Birds of North America. 2nd. Edition. 464 p.
- ✓ OCDE; 1991; Environmental Indicators: A Preliminary Set, OCDE, Paris.
- ✓ OCDE; 1993; OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews, Environmental Monograph # 83, OCDE, Paris.
- ✓ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, The State of the Environment, OCDE, Paris, 1991
- ✓ Palmer, R. G., Troeh, T. R. 1989. Introducción a la ciencia del suelo. AGT editor. México, D. F. 158 pp.
- ✓ Peterson, R.T. & Chalif E.L. 2000. A fieldguide to Mexican birds. Houghton Mifflin Company, Boston, 298 p.
- ✓ Rodenburg E.; 1992; Eyeless in GAIA: The State of Global Environmental Monitoring, World Resources Institute, Washington, D.C..
- ✓ Rzedowsky, J. Y Rzedowsky, C. G. 1979. Flora fanerogámica del Estado de México. CECSA. México, D. F. 403 pp.
- ✓ Rzedowsky, J. Y Rzedowsky, C. G. 1985. Flora fanerogámica del Estado de México. Vol. II. ENCB. Instituto de Ecología. México, D. F. 674 pp.



U.N.A.M. CAMPUS



- ✓ Secretaría de Ecología. 1997 Estudio para la localización de terrenos que puedan ser destinados a la construcción de rellenos sanitarios. Tomo 1, Estudios de gran visión.
- ✓ Secretaría de Ecología del Estado de México. Caracterización del sector informal (SI) en el manejo de residuos. Actores: Rol e interacción social-ambiente. México. 2002. "Relaciones sociopolíticas al interior del sector informal. El caso tultitlán". <http://www.gtz.org.mx/segem/gtz-segem-sectorinformal.pdf> [consulta: 3 marzo 2002].
- ✓ SEDESOL/INE. México: informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente 1991-1992, México-1993. Relación de las principales actividades industriales generadoras de contaminantes emitidos a la atmósfera (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> y partículas suspendidas).
- ✓ SEMARNAP. 2000. Agenda Municipal para la Gestión Ambiental. Subsecretaría de planeación. Coordinación general de descentralización.
- ✓ SEMARNAP, Delegación en el Estado, Subdelegación de Recursos Naturales. En: INEGI, Anuario Estadístico del Estado de México, 1998.
- ✓ Sorensen, J. 1970. A Framework for Identification and Control of Resource Degradation and Conflict in the Multiple Use of the Coastal Zone. University of California, Berkeley.
- ✓ Terron, U. P., Rojo, H. J. 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Mundi-prensa. España. P. 624-627.
- ✓ Tristán, L. A. 1984. Estudio general del proyecto: Sulfato de aluminio reciclado de los desechos de la planta Cromatos de México, S. A. México: CINADI.
- ✓ Tultitlán. 1997. Cédula de Información Ambiental Municipal. H. Ayuntamiento.
- ✓ UNEP-DPCSD; 1995; The Role of Indicators in Decision-Making, Discussion Paper prepared by UNEP and DPCSD for the Indicators of Sustainable Development for Decision Making Workshop, 9-11 January, Ghent, Belgium.
- ✓ Winograd, M.; Fernández, N. Y Messias, R. 1995. Marco Conceptual para el Desarrollo y Uso de Indicadores Ambientales y de Sustentabilidad para Toma de Decisiones en Latinoamérica y el Caribe. PNUMA – CIAT. México. D. F.
- ✓ World Bank; 1995; Monitoring Environmental Progress: A Report on Work in Progress, ESD Series, The World Bank, Washington, D.C..
- ✓ World Bank; 1995; World Development Report 1994, Oxford University Press, New York.



U.N.A.M. CAMPUS