



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y MEDIDAS DE
MITIGACIÓN PARA EL COMPLEJO AGROPECUARIO
INDUSTRIAL DE TIZAYUCA, HIDALGO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA QUÍMICA

P R E S E N T A :

JUDITH GONZÁLEZ ALVARADO



MÉXICO D.F.

2009



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.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE PROF.: ROSA MARÍA RAMÍREZ GAMA
VOCAL PROF.: RODOLFO TORRES BARRERA
SECRETARIO PROF.: VÍCTOR MANUEL LUNA PABELLO
1ER. SUPLENTE PROF.: ALFONSO DURAN MORENO
2º. SUPLENTE PROF.: JOSÉ AGUSTÍN GARCÍA REYNOSO

SITIO EN DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA EXPERIMENTAL,
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA, FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM.

ASESOR DEL TEMA

DR. VÍCTOR MANUEL LUNA PABELLO

SUSTENTANTE

JUDITH GONZÁLEZ ALVARADO

RECONOCIMIENTOS

La realización de esta tesis contó con el apoyo económico proporcionado por el PAIP 6190-14 (VMLP 2008) y los proyectos PAPIME PE205706 y PAPIIT IN107209 de la DGAPA – UNAM.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la excelsa Universidad Nacional Autónoma de México, por su valiosa enseñanza, por ser mi segundo hogar, por permitirme conocer a gente tan valiosa que ahora forma una parte muy importante de mi vida, gracias por permitirme soñar y realizar mis sueños. Gracias por todos estos años de aprendizaje y por abrirme las puertas de tus diferentes Escuelas.

A mi familia, gracias por todo el apoyo brindado a lo largo de mi vida, de no ser por ustedes esto no hubiera sido posible.

A la Facultad de Química, gracias por su enseñanza, e importante infraestructura que me ayudaron a formarme como profesionalista y como un mejor ser humano.

A mis Profesores, muchas gracias por transmitirme sus valiosos conocimientos, y sobre todo, gracias a aquellos profesores que con sus materias me inspiraron a tomar grandes decisiones y encontrar mi camino.

A mi Asesor el Dr. Victor Manuel Luna Zaballo, muchas gracias por toda la paciencia y el tiempo que me dedico, así como por las observaciones, correcciones y críticas que me ayudaron a culminar el presente Trabajo. Gracias por sus valiosos conocimientos teóricas, los cuales me hicieron decidirme a dar un paso más Profesionalmente. Gracias por aceptar soportarme 2 años más.

A mis amadas la Maestra Rosa María Ramírez y el Ingeniero Rodolfo Torres. Gracias por todas sus observaciones y correcciones realizadas hacia el presente Trabajo, lo cual permitió profundizarlo y enriquecerlo.

Gracias a mis amigos, porque son parte importante de mi formación académica, y de mi vida: Miguel Ángel, Luis Manuel, Juan Luis, Rafilu, y todas aquellas personas que razonaron conmigo ésta carrera. Gracias por su amistad.

Gracias Joel por todo lo que aportaste y por empujarme a terminar y a seguir adelante, por toda tu ayuda y tiempo brindado incondicionalmente. Gracias por todo lo que has hecho por mí.

Gracias a Rosario, Ernesto y Benjamín, por el apoyo y asesorías recibidas para la elaboración de mi Tesis, así como a todo el Equipo del Laboratorio de Microbiología por abrirme las puertas de sus instalaciones.

Gracias a todas aquellas personas, que de forma directa o indirecta, ayudaron a la realización de ésta Tesis.

Gracias a Dios, a la Vida y al Universo.

DEDICATORIAS

A mis papás con todo mi amor. Muchas gracias por toda la enseñanza, amor, educación y valores que me han inculcado, lo cual me permitió alcanzar una más de mis metas, gracias por su apoyo, sus consejos y su preocupación para que lograra terminar mi carrera, así como para culminar mi Tesis. Gracias por permitirme seguir adelante y brindarme su apoyo. Gracias por ser los mejores.

Amis tres hermosas hermanas, Lucy, Liza y Nora. Por ustedes. Porque sin ustedes mi vida sería aburrida, gracias por escucharme, por aconsejarme, por sus enseñanzas, por brindarme su tiempo y por todo el apoyo que me han dado a lo largo de mi vida, por ser las mejores amigas y hermanitas. Las quiero.

A Enrique por todos estos años de aprendizaje. Por los logros que hemos tenido juntos, por crecer conmigo como ser humano y como profesionalista, por recorrer a mi lado el camino de la vida. Por los buenos y malos momentos que nos han ayudado a madurar. Por brindarme tu amor. Por formar parte de mis sueños y proyectos. Te dedico esta Tesis con todo mi amor.

A mi gran, gran y mejor amigo del alma, Luis Manuel (José Luicino). Gracias por estos miles de años de amistad que no los cambiaría por nada, gracias por ser un gran confidente, discípulo y maestro, así como un excelente ser humano, gracias por estar ahí siempre y por escucharme. Con mucho cariño para ti (¡Solo faltas Titi!).

A mi abuelita Fita por la educación que nos ha brindado a todos como familia y por el gran amor de madre que desborda, así como a mi abuelita Pedro Alvarado+ que siempre me transmitió el valor de la educación y la perseverancia. Para ustedes con amor.

A mis tíos Nani y Coño por todo el apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida. Gracias.

A mis tías Elia y Eva por todo el apoyo, enseñanza, paciencia y hospitalidad que me han brindado.

A mis sobrinitos Andrés y Alex por ser un motivo de vida. A mi cuñado Di por toda la ayuda y enseñanza brindada.

A todas aquellas personas que han formado parte importante de mi vida y me han brindado su amistad y su apoyo.

**“La Tierra no es una herencia que nos
hayan regalado nuestros padres,
sino un préstamo que hemos
de devolver a nuestros hijos”**

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	10
<i>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</i>	<i>13</i>
1.1. Planteamiento del Problema.....	14
1.2. Objetivos.....	14
1.2.1. Objetivo General.....	14
1.2.2. Objetivos Específicos	14
1.3. Estrategia de Trabajo.	15
<i>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....</i>	<i>17</i>
2.1. Opciones para un desarrollo sustentable	17
2.2. Sustentabilidad ambiental	18
2.3. Aspectos legales ambientales.....	20
2.3.1. Derecho ambiental	21
2.3.2. Legislación ambiental nacional.....	21
2.3.3. Legislación ambiental internacional.....	23
2.4. Aspectos generales y antecedentes del Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca (CAITSA).....	27
<i>CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</i>	<i>30</i>
3.1. Descripción general de Tizayuca Hidalgo.	30
3.1.1. Nomenclatura	30
3.1.2. Medio físico	31
3.1.3. Perfil sociodemográfico	33
3.1.4. Infraestructura social y de comunicaciones.....	34
3.1.5. Actividad económica.....	36
3.2. Descripción de las actividades de CAITSA	37
3.2.1. Características operativas de CAITSA.....	38

3.2.2. Factores de cooperación.....	40
3.3. Situación Actual de los productores de leche en México, un ejemplo CAITSA.	40
3.4. Diagnóstico Ambiental.....	42
3.5. Imágenes de la problemática ambiental de CAITSA.....	45
<i>CAPÍTULO 4. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....</i>	<i>51</i>
4.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales...51	51
4.1.1. Indicadores de impacto.	52
4.1.2. Matriz causa-efecto-consecuencia.....	53
4.1.3. Listado simple.....	55
4.1.4. Matriz de Identificación de Impactos.....	58
4.1.5. Lista de indicadores de impacto.	58
4.2. Criterios de clasificación y factores ambientales de interés.....60	60
4.2.1. Criterios de clasificación.....	60
4.2.2. Factores Ambientales.....	64
4.2.3. Socioeconomía.....	66
4.3. Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada.....70	70
4.4. Aspectos relevantes.....71	71
<i>CAPÍTULO 5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE MITIGACIÓN DE IMPACTO.....</i>	<i>74</i>
5.1. Descripción de las medidas de mitigación.....77	77
5.1.1. Planta de tratamiento de excretas sólidas bovinas	78
5.1.2. Planta de tratamiento de aguas residuales.....	82
5.1.3. Residuos sólidos urbanos.....	87
5.2. Componentes ambientales del proyecto.....88	88
5.2.2. Aire.....	88

5.2.2. Suelo	88
5.2.3. Agua	89
5.2.4. Socio-economía.....	90
5.3. Impactos residuales	91
5.4. Medidas de compensación.....	91
<i>CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</i>	<i>94</i>
6.1. Conclusiones	94
6.2. Recomendaciones	97
ANEXO.....	98
BIBLIOGRAFÍA.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4. 1. Lista de factores y componentes ambientales.....56

Tabla 4. 2. Listado de acciones que involucra el proyecto.....57

Tabla 4. 3. Lista de indicadores de impacto.....59

Tabla 4. 4. Simbología de la matriz de Leopold elaborada.....62

Tabla 4. 5. Matriz de Valoración de Impactos.....63

Tabla 5.6. Energía mínima generada con una tonelada de excreta bovina.....79

Tabla A.1. Límites Máximos Permisibles.....98

Tabla A.2. Cuota en pesos por kilogramo de contaminantes al trimestre.....99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3. 1. Glifo.....31

Figura 3. 2. Mapa de Tizayuca.....31

Figura 3. 3. Diagrama de operación del Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca.....39

Figura 4.4. Esquema Metodológico para la Identificación y Evaluación de Impactos.....52

Figura 4.5. Matriz causa-efecto-consecuencia.....54

Figura 5.6. Los biodigestores recuperan el metano del estiércol de los animales a través de un proceso denominado digestión anaerobia.....81

Figura 5.7. Diagrama de flujo de una planata de tratamiento de agua residual, constituida por un pretratamiento, tratamiento primario y tratamiento biológico secundario.....85

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 3. 1. Vista aérea de Tizayuca, Hidalgo.....30

Foto 3. 2. Vista aérea de los ranchos de CAITSA.....45

Foto 3. 3. Ubicación de fotos45

<i>Foto 3. 4. Vista 1 del depósito de excretas de ganado vacuno en CAITSA</i>	<i>46</i>
<i>Foto 3. 5. Vista 2 del depósito de excretas de ganado vacuno en CAITSA</i>	<i>46</i>
<i>Foto 3.6. Excretas de ganado vacuno en el área de crianza.....</i>	<i>46</i>
<i>Foto 3.7. Procedimiento para la colecta de excretas de ganado vacuno.....</i>	<i>46</i>
<i>Foto 3. 8. Canales de drenaje de los ranchos.....</i>	<i>47</i>
<i>Foto 3.9. Área de depósito de alimento para el ganado vacuno.....</i>	<i>47</i>
<i>Foto 3. 10. Área de descanso del ganado vacuno.</i>	<i>47</i>
<i>Foto 3.11. Área de ordeña del ganado.....</i>	<i>47</i>
<i>Foto 3.12. Vista aérea del terreno en el que actualmente se depositan las excretas sólidas bovinas y los RSU.....</i>	<i>48</i>
<i>Foto 3.13. Vista 1 del área de depósito de RSU.....</i>	<i>48</i>
<i>Foto 3.14. Vista 2 del área de depósito de RSU.....</i>	<i>48</i>
<i>Foto 3.15. Vista 1 del área final de disposición de excreta de ganado vacuno.....</i>	<i>49</i>
<i>Foto 3.16. Vista 2 del área final de disposición de excreta de ganado vacuno.....</i>	<i>49</i>
<i>Foto 3.17. Confluencia de drenajes de CAITSA.....</i>	<i>49</i>
<i>Foto 3. 18. Vista frontal del área de llegada al lugar de confluencia de los drenajes.....</i>	<i>49</i>
<i>Foto 3. 19. Vista lateral del área de llegada al lugar de confluencia de los drenajes.....</i>	<i>49</i>
<i>Foto 5.20. Cuenca lechera de Tizayuca, Hidalgo.....</i>	<i>75</i>
<i>Foto 5.21. Manejo de estiércol en establos.....</i>	<i>75</i>
<i>Foto 5.22. Acomodo de estiércol en terreno.....</i>	<i>76</i>
<i>Foto 5.23. Secado al sol del estiércol.....</i>	<i>76</i>
<i>Foto 5.24. Vista aérea del terreno propuesto para la construcción de la planta de tratamiento de excreta sólida bovina y para la planta de tratamiento de agua residual.....</i>	<i>86</i>
<i>Foto 5.25. Zona 1 susceptible de ser empleada para la construcción de la planta de generación de biogás y de tratamiento de agua residual.....</i>	<i>86</i>
<i>Foto 5.26. Zona 2 susceptible de ser empleada para la construcción de la planta de generación de biogás y de tratamiento de agua residual.....</i>	<i>87</i>

RESUMEN

En la zona de Tizayuca, Hidalgo, se presentan graves consecuencias para el medio ambiente y la salud pública, esto debido a un desarrollo industrial mal planeado, con necesidades de consumo energético muy alto y la incorrecta disposición de los desechos generados por las industrias. La región presenta altos niveles de contaminación en el agua, aire y los suelos. Uno de los factores que favoreció este proceso de degradación inició hace más de 30 años, cuando se conformó la cuenca lechera de Tizayuca la cual actualmente se conoce como Complejo Agropecuario Industrial Sociedad Anónima (CAITSA); el cual abarca una superficie de 216 hectáreas, donde se ubican 126 establos y aproximadamente 35,000 cabezas de ganado que producen 500,000 litros de leche por día, pero también generan diariamente alrededor de 1,500 toneladas de excretas sólidas bovinas y 8,000 m³ de aguas residuales.

Una medida para resolver la alta producción de estiércol fue tirarlo en un terreno aledaño. La consecuencia de esta decisión fue la contaminación de suelos y mantos freáticos, asolvamiento de drenajes, mal olor y problemas de salud entre la población, debido a la contaminación atmosférica y acuática. En el caso de las aguas residuales, éstas fueron conducidas hacia los alrededores por canales a cielo abierto con las consecuentes afectaciones al ambiente y salud humana. Además de la alta generación de residuos sólidos urbanos (RSU), que son consecuencia de las actividades que se realizan en CAITSA, los cuales traen efectos indeseables para la salud humana.

El objetivo principal del presente trabajo, fue realizar el diagnóstico de la problemática ambiental y proponer, mediante la integración de los procesos operativos y tecnológicos, medidas de mitigación que permitan contribuir a una solución viable desde el punto de vista ambiental.

Entre las propuestas planteadas, destacan la construcción de una planta de tratamiento de excretas sólidas bovinas, que permita la obtención de biogás, fertilizante líquido y composta; así como una planta de tratamiento de aguas residuales que evite la contaminación de mantos freáticos y que a la vez

cumpla con lo establecido en la NOM-001-SEMARNAT-1996. Con respecto a las medidas correctivas que se deben realizar para minimizar la contaminación por RSU; CAITSA debe tener en cuenta que constitucionalmente le corresponde a las autoridades municipales de Tizayuca, Hidalgo, participar en la solución de la problemática. Por lo anterior, en el presente trabajo no se consideró este aspecto.

Respecto a los impactos residuales que prevalezcan en el sitio, considerando que un impacto residual es aquel efecto que permanece en el ambiente, aún después de implantar las medidas de mitigación, se optará por tomar medidas de compensación, tendientes a generar un efecto positivo equivalente al negativo que se produzca en el ambiente.

Entre los beneficios adicionales del tratamiento de excretas sólidas y líquidas, existe la posibilidad de obtener bonos de carbono en el marco del Protocolo de Kyoto, y la comercialización o auto aprovechamiento de subproductos del tratamiento de sus residuos, como es el caso del metano, abono y evitar el pago por concepto de multas por descarga de aguas residuales. Por esta razón, las medidas de protección, mitigación, restauración y ambiental habrán de incluirse indefectiblemente a efecto de que garanticen la permanencia de las instalaciones en beneficio de la región, con lo que el proyecto mismo completaría su carácter sustentable.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La cuenca lechera ubicada en Tizayuca, en el estado de Hidalgo, es conocida oficialmente como Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca Sociedad Anónima (CAITSA). CAITSA se creó en 1976 y funcionó bajo control de la administración gubernamental, que se caracterizaba por una gestión paternalista y por importantes subsidios a la producción, lo cual con el paso del tiempo tuvo que cambiar. Tenía un doble propósito: 1) Descentralizar los establos que funcionaban en la Ciudad de México y 2) Incrementar la cantidad y calidad de la producción lechera nacional. De esta forma, el Estado construyó el complejo agroindustrial y seleccionó a unos 120 ganaderos, todos propietarios de un hato lechero en la capital. Además de los establos, el complejo agrupa el conjunto de estructuras necesarias para proveer los insumos y servicios necesarios para la producción lechera (servicios veterinarios, planta de alimento balanceado, manejo del estiércol, entre otros), así como una planta de pasteurización de la leche, vinculada a un centro de distribución en la ciudad de México. (Boucher, 2004)

CAITSA ocupa una superficie de 216 hectáreas, se encuentra en una zona urbana, cerca del eje que vincula las ciudades de México y Pachuca. Tienen un alto nivel tecnológico en cuanto a la obtención de leche, lo que permite una elevada productividad por animal. Casi la totalidad de la renta proviene de la venta de leche, aunque algunos ganaderos diversificaron sus fuentes de ingreso, esto debido a la crisis por la que atraviesan, la que los obligó a hacer trabajos independientes a CAITSA, tal como ganadería, agricultura o comercio. La densidad de las explotaciones en términos de ganado es fuerte. La leche se destina a la industria moderna de pasteurización, ubicada en el área metropolitana de la Ciudad de México. (Cervantes, 2004)

1.1. Planteamiento del Problema:

CAITSA está conformada por 120 ganaderos que producen aproximadamente el 1.8% de la producción nacional de leche. Generan alrededor de 2,340 empleos directos y 7,500 empleos indirectos. Sus ganancias se encuentran en aproximadamente 1 peso por litro de leche. Asociado a la producción de leche se encuentra la generación de 1,500 toneladas de excretas sólidas bovinas, y de 8,000 m³ de aguas residuales. Actualmente, a su alrededor, se encuentran asentadas aproximadamente 13, 279 unidades habitacionales, de las cuales 10, 441 fueron construidas posterior a la instalación de CAITSA (Fuente: INEGI. Censo de población y vivienda). Sin embargo, existe presión social para que la empresa sea trasladada de lugar debido a que la consideran una alta fuente de contaminación ambiental. El gobierno le dio un plazo de permanencia de 5 años a efecto de que encontrará una solución a la problemática ambiental que genera, o bien, la alternativa de reubicación. En este sentido, el presente trabajo se enfocó a realizar un diagnóstico de la problemática ambiental y a la propuesta de alternativas de solución o mitigación a los impactos ambientales negativos que se generan.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- 1** Elaborar el diagnóstico sobre la problemática ambiental que existe en el Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca ubicada en el Estado de Hidalgo y proponer medidas de mitigación a los efectos ambientales negativos.

1.2.2. Objetivos Específicos

- 1 Elaborar el diagnóstico de la problemática ambiental prevaleciente en la Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca, Hidalgo.
 - 2 Proponer medidas de mitigación a los efectos ambientales negativos detectados.
-

1.3. Estrategia de Trabajo

El presente trabajo consistió en elaborar el diagnóstico y analizar el impacto ambiental negativo causado por la contaminación generada por Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca Hidalgo. Asimismo, se proponen las medidas de mitigación para los efectos adversos, en lo referente a contaminación de agua, suelo, aire y su afectación en la salud humana. Se consideró que la principal contaminación ambiental se debe a la disposición incorrecta de las excretas generadas por el ganado vacuno, así como por la descarga de agua residual a cielo abierto. En este sentido, fue necesario realizar la recopilación y procesamiento de información, siguiendo la estrategia de trabajo que se describe a continuación:

1. Identificar el problema de contaminación ambiental de CAITSA.
2. Investigar las características propias de una Cuenca Lechera y la problemática que enfrentan las lecherías a nivel nacional, para poder ubicar a CAITSA, dentro de éstas.
3. Describir el panorama general acerca de la crisis de los centros productores de leche en México, en específico CAITSA.
4. Establecer los principales efectos de contaminación por CAITSA.
5. Agrupar dichas causas de contaminación de acuerdo a su efecto en los recursos: aire, agua y suelo.
6. Detectar las consecuencias inmediatas y a largo plazo de los efectos negativos ambientales asociados a las causas de contaminación.
7. Identificar la interrelación de dichos efectos entre sí, mediante la elaboración de una matriz causa-efecto-consecuencia.
8. Proponer soluciones técnicamente viables para el tratamiento de excretas de ganado bovino y de las aguas residuales generadas, considerando la legislación ambiental nacional, vigente y aplicable, alternativas (operativas) y tecnología viable; beneficios del tratamiento de las excretas sólidas y de las aguas residuales.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

Para el mejor entendimiento de la problemática abordada, fue necesario conocer los aspectos generales de CAITSA, así como las actividades que se desempeñan en ésta. De éste modo, se pudo dimensionar, de manera más certera, los efectos ambientales negativos que se generan, en forma directa o indirecta.

Asimismo, a efecto de darle un contexto nacional, es indispensable contar con un panorama general de la problemática actual de la industria lechera en México, pero sin perder de vista que el análisis está enfocado sobre CAITSA. De esta forma, además de hacer un diagnóstico ambiental se podrá evidenciar la crisis por la que están pasando los ganaderos de dicha comunidad. Por lo anterior, a continuación se abordarán aspectos de sustentabilidad y de tipo legal ambiental.

2.1. Opciones para un desarrollo sustentable

La sustentabilidad es un concepto que desde hace varias décadas ha llamado la atención a estudiosos de diferentes disciplinas; tales como biólogos, sociólogos, antropólogos, geógrafos, urbanistas, arquitectos, ingenieros, entre otros, los cuales han intentado definir cada vez con mayor precisión su significado.

Su historia se inicia en la década de los años setenta cuando la defensa del medio ambiente se convirtió en uno de los temas más importantes de las campañas y agendas políticas en distintos países. Fue precisamente en junio de 1972, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano celebrada en Estocolmo, Suecia, cuando creció la convicción de que se estaba atravesando por una crisis ambiental a nivel mundial (Wood, 2003).

A partir de esta conferencia, en donde se reunieron 103 estados miembros de las Naciones Unidas y más de 400 organizaciones gubernamentales, se reconoció que el medio ambiente es un elemento fundamental para el desarrollo humano.

Con esta perspectiva se iniciaron programas y proyectos que trabajarían para construir nuevas vías y alternativas con el objetivo de enfrentar los problemas ambientales y, al mismo tiempo, mejorar el aprovechamiento de los recursos naturales para las generaciones presentes y futuras.

Años más tarde, en 1987, la Comisión de Medio Ambiente de la ONU emitió un documento titulado *Nuestro futuro común*, también conocido con el nombre de Informe Brundtland, por el apellido de la doctora que encabezó la investigación. En este estudio se advertía que la humanidad debía cambiar sus modalidades de vida y de interacción comercial, si no deseaba el advenimiento de una era con inaceptables niveles de sufrimiento humano y degradación ecológica. En este texto, el desarrollo sustentable se definió como "aquel que satisface las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades". (Martínez, 2006)

2.2. Sustentabilidad ambiental

La sustentabilidad ambiental se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras. Uno de los principales retos que enfrenta México, es incluir al medio ambiente, como uno de los elementos de la competitividad y el desarrollo económico y social. Solo así se puede alcanzar un desarrollo sustentable.

Desafortunadamente, los esfuerzos de conservación de los recursos naturales y ecosistemas suelen verse obstaculizados por un círculo vicioso que incluye pobreza, agotamiento de los recursos naturales, deterioro ambiental y más pobreza.

La sustentabilidad ambiental requiere de una estrecha coordinación de las políticas públicas en el mediano y largo plazo. Esta es una premisa fundamental para el Gobierno Federal, y en este Plan Nacional de Desarrollo se traduce en esfuerzos significativos para mejorar la coordinación interinstitucional y la integración intersectorial. (Libro de Consulta para Evaluación Ambiental, 2002).

La sustentabilidad ambiental es un criterio rector en el fomento de las actividades productivas, por lo que, en la toma de decisiones sobre inversión, producción y políticas públicas, se deben incorporar consideraciones de impacto y riesgo ambientales, así como de uso eficiente y racional de los recursos naturales.

El cuidado del ambiente es un tema que preocupa y ocupa a todos los países. Las consecuencias de modelos de desarrollo, pasados y actuales, que no han tomado en cuenta al medio ambiente, se manifiestan inequívocamente en problemas de orden mundial como el cambio climático. El Gobierno de la República ha optado por sumarse a los esfuerzos internacionales suscribiendo importantes acuerdos, entre los que destacan el Convenio sobre Diversidad Biológica; la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kyoto; el Convenio de Estocolmo, sobre contaminantes orgánicos persistentes; el Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono; la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación; la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres; y los Objetivos del Milenio de la Organización de las Naciones Unidas. Estos acuerdos tienen como propósito hacer de México un participante activo en el desarrollo sustentable.

Aunque el modelo global de desarrollo ha propiciado mejoras en algunos países y regiones, el medio ambiente y los recursos naturales continúan deteriorándose a una velocidad alarmante. Información científica reciente muestra que los impactos ambientales derivados de los patrones de producción y consumo, así como las presiones demográficas, podrían provocar transformaciones masivas en el entorno que enfrentarán las generaciones futuras.

Por su nivel de desarrollo económico, la gran diversidad de sus recursos naturales, su situación geoestratégica y su acceso a distintos foros internacionales, México se ubica en una posición privilegiada para erigirse como un interlocutor importante para el diálogo y la cooperación entre los países desarrollados y en desarrollo. Así, el país ha participado en los esfuerzos de cooperación internacional con el objetivo de contribuir a la consolidación de una agenda basada en principios claramente definidos y apoyada por instituciones

sólidas. Asimismo, ha contribuido activamente a la construcción de la agenda ambiental internacional, impulsando los principios de equidad y responsabilidad común. A la fecha, México ha suscrito cerca de 100 acuerdos internacionales relacionados con el medio ambiente y el desarrollo sustentable, y ha realizado aportaciones importantes tanto al desarrollo de los regímenes internacionales de carácter global, como de aquellos enfocados a la atención de asuntos regionales. (<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/107.pdf>)

Indudablemente, México enfrenta grandes retos en todos los aspectos de la agenda ambiental. Esta agenda comprende temas fundamentales como la conciliación de la protección del medio ambiente (la mitigación del cambio climático, la reforestación de bosques y selvas, la conservación y uso del agua y del suelo, la preservación de la biodiversidad, el ordenamiento ecológico y la gestión ambiental) con la competitividad de los sectores productivos y con el desarrollo social. Estos temas pueden atenderse desde tres grandes líneas de acción: aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, protección del medio ambiente, y educación y conocimiento para la sustentabilidad ambiental.

Frenar el creciente deterioro de los ecosistemas no significa dejar de utilizar los recursos naturales, sino encontrar una mejor manera de aprovecharlos. Por ello, el análisis de impacto ambiental en las políticas públicas debe estar acompañado de un gran impulso a la investigación y desarrollo de ciencia y tecnología. Se trata, en suma, de mantener el capital natural que permita el desarrollo y una alta calidad de vida a los mexicanos de hoy y mañana. (Brañes, 2002)

2.3. Aspectos legales ambientales

La actual situación de deterioro ambiental ha obligado a los diferentes Estados a tratar de mejorar la relación del ser humano con su entorno natural, a través de medios coercitivos por excelencia, como lo es el derecho, en este caso el de tipo ambiental. (<http://www.presidencia.gob.mx>).

2.3.1. Derecho ambiental

El derecho ambiental, es una contribución de las ciencias jurídicas que coadyuva y da respuesta, por parte del Estado, a la problemática del deterioro ambiental, cuenta con los siguientes principios:

Principio de realidad. El derecho ambiental será eficaz en tanto reconozca una problemática ambiental particular, es decir, que nazca de una realidad regional determinada.

Principio de solidaridad. Al ser la solución de los problemas del ambiente un asunto planetario de tratamiento regional, deben considerarse los siguientes aspectos: información, vecindad, cooperación internacional, igualdad, patrimonio universal.

Información popular. Divulgación de los problemas y de las soluciones a la población en general y a la afectada en particular.

Principio de regulación jurídica integral. En México se podría pensar que la aplicación e instrumentación de las cuatro políticas ecológicas fundamentales: restauración, aprovechamiento, mejoramiento y protección, recogerían este principio en una aplicación complementaria.

El derecho social se significa por darle un trato desigual a los desiguales, y sin embargo por pretender la consecución de la justicia social, la cual aspira a darle a cada quien según sus necesidades; a diferencia de la justicia conmutativa que priva en el derecho civil, que dice: "Dar a cada quien según lo que le corresponda" (Gutiérrez, 2002).

2.3.2. Legislación ambiental nacional

Legislación ambiental es el conjunto de normas jurídicas que se refieren a la protección, conservación y mejoramiento del medio natural, contenidas en constituciones, leyes, códigos, reglamentos, reglas o normas técnicas, normas

mexicanas o normas oficiales mexicanas, acuerdos internacionales, tratados bilaterales o multilaterales.

En este contexto, para el presente trabajo, es importante considerar la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo. La administración ambiental se basa generalmente en tres elementos:

La norma. Que es la forma clásica de intervención gubernamental (a través de leyes y reglamentos).

El instrumento económico. Es uno de los mecanismos más recientes. En 1972 el Consejo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico sugirió a los 24 países miembros con los que contaba entonces utilizar el principio de Quien contamina paga. En sus diversas formas, el instrumento económico busca más prevenir las acciones dañinas a través de un costo. En México, el primer ejemplo fueron las cuotas por descarga de agua usada.

La concientización social. Es uno de los elementos más poderosos, cuyo contenido ético incluso origina la presión social para que se dicten leyes en ese sentido. Funge como antecedente de la normatividad legislativa.

Los tres principios o elementos completan el sistema de administración ambiental de casi todos los países. El que menos se ha aplicado y todavía se considera en periodo de experimentación es el instrumento económico. El más utilizado es el normativo. La tendencia general se dirige a lograr cada vez un uso más acorde de los otros dos instrumentos, con el objetivo de llegar a crear una cultura ambiental, es decir, un desarrollo social y económicamente equilibrado.

En México, resulta cada vez más evidente la aplicación del principio normativo. El nivel de conocimiento es cada vez más grande, pero es claro que no se puede decir todavía que sea una sociedad que esté dispuesta a tener un mejor ambiente. Esto se puede apreciar en algo tan trivial como la separación de la basura, o, mucho menos, en la reducción, reutilización y reciclamiento de los desperdicios orgánicos.

En la mayor parte de la sociedad existe la preocupación de mejorar la calidad del ambiente y de evitar la depredación de los recursos naturales, pero aún no se logra conformar una verdadera cultura ecológica que, mediante nuevas actitudes y valores, proteja sus recursos, mantenga limpio el ambiente y crezca en forma sostenida.

En Hidalgo, las instancias locales o municipales en su gran mayoría carecen de estrategias administrativas para instrumentar las políticas en materia ecológica. Por ejemplo, a la fecha pocos ayuntamientos cuentan con un reglamento municipal de ecología y protección al ambiente (Brañes, 2002).

2.3.3. Legislación ambiental internacional

A nivel mundial, la Conferencia de Estocolmo en 1972, marcó la pauta para unir esfuerzos en materia de protección ambiental al celebrarse la primera Reunión Mundial del Medio Ambiente Humano, en la que se acordó reducir la contaminación a nivel global. Posteriormente, en el año de 1985 se celebra el Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono, del que surge en 1987 el Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono.

En la Declaración de la Haya (11 de marzo de 1989), se promueve en la ONU la creación de una autoridad institucional que fomente la conservación de la atmósfera, reafirmandose los avances obtenidos. Es el Protocolo del Convenio Marco de las Naciones Unidas (1992) el que tiene como objetivo lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI)*.

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) se adoptó durante “La Cumbre de la Tierra”, en Río de Janeiro en 1992 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994. El objetivo era la estabilización de gases de efecto invernadero en la atmósfera, a un nivel que impida interferencias antropogénicas

* Los denominados son: Vapor de agua (H₂O); Dióxido de carbono (CO₂); Metano (CH₄); Óxidos de Nitrógeno (NO_x); Hidrofluorocarbonos (HFC's); Pentafluorocarbonos (PFC's); y Hexafluoruro de Azufre (SF₆).

peligrosas en el entorno climático (http://www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=51&id_art=1762).

El protocolo de Kyoto y el mecanismo de desarrollo limpio

El Protocolo de Kyoto, se firmó el 10 de diciembre de 1997, y en México se publica su promulgación en el Diario Oficial de la Federación el 24 de diciembre de 2000. Entrando en vigor en febrero de 2005, ratificado por 125 países, derivado de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático ya mencionada, cuya promulgación se publicó en el mismo Diario el 7 de mayo de 1993.

El Mecanismo de Desarrollo Limpio es un método para mitigar gases de efecto invernadero, el cual se aplica en un país en desarrollo, y puede ser contabilizado para el cumplimiento de las obligaciones contraídas por países desarrollados, establecidas por Naciones Unidas, este mecanismo está considerado en el Protocolo de Kyoto; tendrá que garantizar la reducción de un determinado porcentaje de emisiones y sería manejado como un bono o certificado de carbono que puede venderse.

Este instrumento también establece los acuerdos de aplicación conjunta para reducir en un 5% los niveles de emisión a nivel mundial, para el 2012. Consta de 28 artículos y 2 anexos, en el Anexo I están los países desarrollados que producen la mayor cantidad de toneladas de emitida a la atmósfera. Y en el anexo II, del cual México forma parte, se encuentran los países en desarrollo. Los cuales se ven beneficiados económicamente a través de bonos de carbono, si reducen sus emisiones de CO₂.

Entre las obligaciones para los países del anexo I, están:

- Reducción de emisiones del 5% al 2012
- Compra venta de derechos de emisiones
- Comercio de derechos de emisión
- Proyectos de mecanismo flexibles

El propósito del Protocolo es ayudar a las Partes no incluidas en el Anexo I, a lograr un desarrollo sustentable y contribuir al objetivo último de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, así como ayudar a las partes incluidas en el Anexo I, a dar cumplimiento a sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de emisiones de gases efecto invernadero. México firmó y ratificó el Protocolo de Kyoto, comprometiéndose a reducir el volumen de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente el CO₂. Derivado de tal ratificación, se creó el Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y de Captura de Gases de Efecto Invernadero (DOF del 23 de enero de 2004), cuyo objetivo es establecer programas para desarrollar mecanismos referentes a la transferencia y mercado de emisiones. (Vélez, 2002)

Regulación de Bonos de Carbono en México

Cabe señalar que en México los bonos de carbono tienen su fundamento jurídico en el Artículo 12 del Protocolo de Kyoto. Que a su vez está sustentado en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en sus artículos 133 y 76, fracción I, así como por la Ley sobre celebración de Tratados y en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.

Por otro lado, también se regulan por el Acuerdo que expide los procedimientos para la emisión de cartas de aprobación de proyectos de reducción o captura de emisiones de gases de efecto invernadero, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de octubre de 2005.

El mercado de carbono comprende la generación de las reducciones de emisiones (RE) a través de transacciones basadas en proyectos, en las que un comprador adquiere RE de un proyecto que produce reducciones cuantificables de gases de efecto invernadero (GEI), y el comercio de derechos de emisión de GEI en el marco de regímenes ya existentes para la fijación de límites e intercambio de las emisiones, como el Régimen para el comercio de derechos de emisión (RCDE) de la Unión Europea.

Dado que el país genera el 2 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático; por quema de combustibles fósiles cada habitante genera al año alrededor de 4 toneladas de bióxido de carbono. Sumado el rubro forestal, se generan alrededor de 700 millones de toneladas anuales (http://www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=51&id_art=1762).

Opción en el mercado

Se ha estimado que México cuenta con un potencial de reducción y captura de emisiones cercano a los 81 millones de toneladas de carbono entre 2008 y 2012. Que en el mercado de MDL (mecanismo de desarrollo limpio), esto podría traducirse en ingresos alrededor de 500 millones de dólares. En el entendido que dichos ingresos ayudarían a promover el desarrollo de los sectores energético, industrial, agrícola y forestal de México (www.sener.gob.mx).

Por otro lado, según datos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), se ha puesto en marcha un conjunto de proyectos que hay hasta ahora, que pretenden dejar de emitir 6 millones de toneladas de bióxido de carbono al año, y cada uno de ellos podría emitir bonos de carbono, los cuales deben contener la información certificada de la cantidad de emisiones de gases que se dejaron de emitir; los países industrializados pueden comprar esos documentos para comprobar que apoyaron la reducción de gases a la atmósfera y así sumarlos a sus metas de disminución de emisiones (<http://semarnat.gob.mx>).

El precio por tonelada de bióxido de carbono oscila entre los 6 y 9 dólares si se consideran los mercados voluntarios, y en todo caso si se accede a mercados obligatorios, los precios por tonelada evitada de bioxido de carbono tienen una variación más amplia y depende del comportamiento del mercado, teniendose fluctuaciones desde 10 a 22 dólares. La Unión Europea estableció el mercado en enero de 2005, y hay interés de países como Japón y España por la mitigación de gases que en México se pueda registrar; en España hay preocupación porque rebasa los límites establecidos en la región y por eso quiere comprar los certificados de carbono (Iñigo, 2007).

2.4. Aspectos generales y antecedentes del Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca (CAITSA)

El perfil de la lechería industrial corresponde a una actividad ganadera de carácter totalmente intensivo, caracterizado por la estabulación (cría y cuidado de los animales en establos) permanente y la dependencia de insumos forrajeros y de otro tipo, de procedencia externa. (Ortega, 2002).

La cuenca lechera de Tizayuca, Hidalgo, denominada actualmente Complejo Agropecuario Industrial Tizayuca Sociedad Anónima (CAITSA) se ubica a 70 Km del D.F. CAITSA surgió en 1976 como un proyecto del gobierno federal, a partir de un fideicomiso denominado PRODEL, que otorgó créditos para instalar 126 ranchos ganaderos y comprar vacas. Fue creada con el propósito primario de descentralizar los establos urbanos del Distrito Federal. Se construyó en una zona carente de área agrícola y de terrenos rurales extensos. En julio de 1990, CAITSA dejó de depender del gobierno. Entonces producía dos millones 800 mil litros de leche por semana, en 100 establos. Hace cinco años alcanzó su récord de producción: cuatro millones de litros semanales. (<http://www.jornada.unam.mx/2000/06/12/eco-tizayuca.html>).

Las 125 unidades o establos independientes se concentraron en aproximadamente 100 hectáreas, con una capacidad teórica para albergar 20,000 vacas lecheras. Este complejo representa la más grande concentración ganadera del centro sur del país y sigue operando a plena capacidad. En la actualidad, la empresa agrupa a más de 120 ganaderos, 200 establos; la población de vacas, es de aproximadamente 35,000 cabezas, sin contar las cabezas de animales jóvenes (aproximadamente 6,000 cabezas), las cuales en promedio producen 500,000 litros de leche por día. CAITSA genera 2,340 empleos directos y 7,500 indirectos. Esta cuenca, a pesar de sus graves problemas, ha logrado sobrevivir más de 3 décadas.

La marca del producto con la que inicio operaciones esta cuenca se llamo leche Boreal, que alcanzo categoría triple A por ser libre de brucelosis, tuberculosis y ser pasteurizada. Por problemas de gestión, mala comercialización y

diversificación poco exitosa de productos la empresa pasteurizadora cambio de dueños, lo que en términos generales no se tradujo en un beneficio real a los ganaderos, ya que la marca original se perdió. Posteriormente, un grupo de ganaderos decidió formar una empresa de proceso independiente, con objeto de mejorar la economía de los asociados, lo que culminó en la creación de la leche real de Tizayuca. (Gómez, 2005).

En años recientes, Grupo Lala adquirió la primera planta pasteurizadora, la idea era que toda la leche que se generara en la cuenca, se comercializará bajo la marca Lala. No obstante, debido a una reducción en el precio de la leche en 10 centavos por litro, generó problemas con los productores. Cabe destacar que los ganaderos mantienen un paquete de servicios médicos que incluye: medicina preventiva para control de enfermedades tales como la brucelosis y la tuberculosis; servicios clínicos y de reproducción, lo cual evidentemente implica gastos adicionales.

Para seguir la evolución de CAITSA, se llevo a cabo un sondeo de campo para ponderar la situación actual de este complejo lechero. (González, 2003)

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



Foto 3. 1. Vista aérea de Tizayuca, Hidalgo. (Imagen de Google Earth, 2009)

3.1. Descripción general de Tizayuca Hidalgo

3.1.1. Nomenclatura

Denominación

Tizayuca

Toponimia

Al Municipio de Tizayuca, anteriormente se le conocía con el nombre de "Tizayocan", que en lengua nahoa significa: "Lugar en que se prepara tiza".

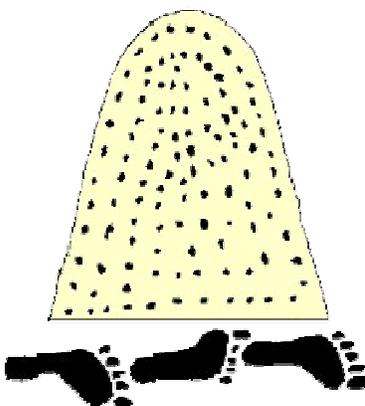


Figura 3. 1. Glifo. (<http://www.tizayuca.com.mx>).

Su jeroglífico se presenta en forma de un cerrito de color blanco con puntitos negros, que es precisamente el símbolo de la tiza, y en la forma inferior, tres huellas humanas, que indican la acción. (Cédula Municipal, Estado de Hidalgo, 2003).

Año

Antecedente:

1826

El municipio de Tizayuca se constituyó.

3.1.2. Medio físico

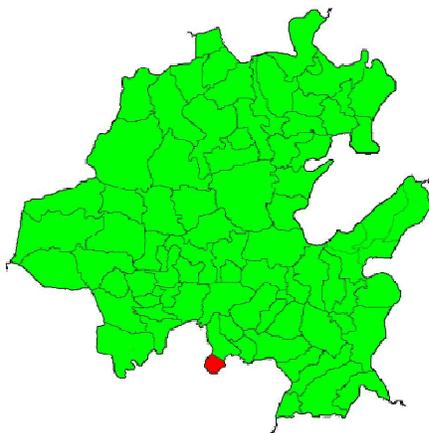


Figura 3. 2. Mapa de Tizayuca (<http://www.tizayuca.com.mx>).

Localización

El Municipio de Tizayuca se encuentra a 52 kilómetros de la Ciudad de México, por la carretera México - Laredo.

Está situado a los 19° 50', de latitud Norte y 98° 59', de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, a una altura de 2,260 metros sobre el nivel del mar. Colinda al Norte con Tolcayuca y Estado de México, y al Sur y Oeste con el Estado de México. Sus principales comunidades son: Tepojaco, Emiliano Zapata, Huitzila y Olmos (García, 2000).

Extensión

Tiene una extensión territorial de 92.5 kilómetros cuadrados (Cuaderno Estadístico Municipal. Tizayuca, 2001).

Orografía

El municipio se compone principalmente de llanos, y un cerro llamado de la escondida, que es la representación del jeroglífico de Tizayuca (Cuaderno Estadístico Municipal. Tizayuca, 2001).

Hidrografía

Tizayuca es atravesado por un río llamado el Papalote el cual viene de Pachuca y llega a Zumpango. Además cuenta con una presa llamada del Rey, así como con 42 pozos (Cuaderno Estadístico Municipal. Tizayuca, 2001).

Clima

El clima dentro del municipio es generalmente semi-frío, sub-húmedo con lluvias en verano, de mayor humedad. (Cuaderno Estadístico Municipal. Tizayuca, 2001).

Principales Ecosistemas

Flora

La riqueza vegetal que contiene el municipio es amplia y está compuesta principalmente por maguey y nopal, cactus, arbustos leñosos de diversos tipos, también se encuentran árboles de Pirul, el Pino, el Capulín y el Huizache, además de tener árboles exóticos como lo son los árboles frutales y abundantes hierbas silvestres que se utilizan para remedios caseros.

Fauna

La fauna está compuesta generalmente por el conejo, venado, coyote, tlacuache, armadillo, liebre, tuza, hurón, zorrillo, cacamixtle, palomas de distintas especies, patos, garzas chichicuilote, agachones, tordos, codornices, tórtolas, gorriones y además una gran variedad de reptiles, insectos y arácnidos. Estos animales se encuentran en las localidades donde existe mayor vegetación (Cuaderno Estadístico Municipal. Tizayuca, 2001).

Clasificación y Uso del Suelo

El suelo en este municipio es semipermeable, no salitroso y firme puesto que existe tepetate a poca profundidad. No son resbalosos, siempre que no sean desprovistos de la capa superficial, el nivel freático se encuentra a más de 3 metros (Cuaderno Estadístico Municipal. Tizayuca, 2001).

3.1.3. Perfil sociodemográfico

Grupos Étnicos

De acuerdo a los resultados que presento el II Censo de Población y Vivienda en el 2005, en el municipio habitan un total de 696 personas que hablan alguna lengua indígena.

Demografía

De acuerdo a los resultados que presento el II Censo de Población y Vivienda en el 2005, el municipio cuenta con un total de 56,573 habitantes (www.inegi.org.mx).

3.1.4. Infraestructura social y de comunicaciones

Educación

El municipio cuenta según datos estadísticos del INEGI, edición 2000, con 63 planteles de educación que comprenden 19 jardines de niños, 30 primarias, 9 secundarias, 3 bachilleratos y 2 planteles de nivel profesional medio, además de 12 laboratorios, 21 talleres y 1 biblioteca.

El total de alumnos inscritos en los diferentes niveles de educación corresponde a 13,758.

El municipio dispone de buena infraestructura educativa, pero es necesario poner más énfasis en lo que se refiere a los niveles medio superior y superior, ya que la necesidad de la población y su desarrollo económico así lo requiere (Los Municipios de México, 1999).

Salud

En lo referente a la salud en el municipio existen los siguientes servicios médicos; 1 unidad médica del Instituto Mexicano del Seguro Social, 1 unidad médica del ISSSTE, 2 unidades de la SSAH, y 2 unidades de la Cruz Roja Mexicana.

En este aspecto la infraestructura que existe en el municipio es suficiente en estos servicios, pero es necesaria la inversión de recursos complementarios a efecto de satisfacer las demandas de la población en un 100% (Enciclopedia de los Municipios de México: Hidalgo, 2005).

Vivienda

De acuerdo a los resultados que presento el II Censo de Población y Vivienda en el 2005, en el municipio cuentan con un total de 13,279 viviendas de las cuales 12,022 son particulares (www.inegi.org.mx).

Servicios Básicos

El Municipio de Tizayuca cuenta con los servicios básicos siguientes:

Energía pública, agua potable, drenaje y alcantarillado, así como otros servicios tales como teléfono, telégrafo, correo, biblioteca, auditorio, casa de cultura, kioscos, plazas, mercados y tianguis.

Existen oficinas de algunas dependencias del gobierno federal y estatal. La Comisión Federal de Electricidad o Compañía de Luz y Fuerza y DICONSA.

El municipio se considera como de muy baja marginación aunque existen algunas comunidades que requieren mayor atención y que se consideran de alta marginación. (Los Municipios de México, 1999)

Vías de Comunicación

El Municipio de Tizayuca cuenta con 10 kilómetros de la carretera federal México-Pachuca, tiene 12 kilómetros de carretera estatal, cinco kilómetros de caminos rurales, 20 kilómetros de red ferroviaria y una aeropista para monomotores. Está comunicado por la carretera al 100 por ciento, incluyendo sus localidades menores. Además existen paraderos de autobuses y líneas interurbanas. Cuenta con una pista privada para avionetas; asimismo tiene como medios de transporte dentro del municipio, taxis camiones, camionetas colectivas (Monografía del Estado de Hidalgo, 1999).

3.1.5. Actividad económica

Principales Sectores, Productos y Servicios:

Agricultura

En el municipio se cultiva principalmente, maíz con una superficie sembrada de 1,390 hectáreas, cebada con 3,552 hectáreas, frijol con 240 hectáreas, avena con 45 hectáreas y trigo con 556 hectáreas (www.inegi.org.mx).

Ganadería

En el municipio se lleva a cabo la cría y engorda de ganado ovino, contando con una población de 16,911 cabezas, porcino con 6,927 cabezas, el bovino de carne y leche, con 28,598 cabezas y el caprino con 6,683 cabezas. Además cuenta con 146,633 aves de cría y engorda, y con 2,848 pavos o guajolotes. Por último, en lo que respecta a la apicultura el municipio cuenta con 182 colmenas (www.inegi.org.mx).

Pesca

El municipio cuenta con algunas presas, entre ellas se encuentra la presa El Manantial en la cual se lleva a cabo la práctica de la pesca deportiva. (Anuario Estadístico de Hidalgo, 2000)

Industria y Comercio

El Municipio de Tizayuca es uno de los seis polos industriales que conforman el sistema metropolitano industrial del sur hidalguense.

En el parque industrial de Tizayuca hay diversos tipos de industrias, destacan en la rama de producción: **productos lácteos**, durmientes de concreto, resinas y productos químicos, perfiles luminosos, pinturas y solventes, cocinas integrales, plásticos y troquelados, muebles y equipos comerciales, estructuras, cerámicas,

prendas de vestir, envases de vidrio, emulsiones asfálticas, jabones, bombas, impermeabilizantes y herrajes.

Fuera del parque industrial operan otras empresas metal mecánica, muebles y química. (Anuario Estadístico de Hidalgo, 2000)

Población Económicamente Activa por Sector

De acuerdo con cifras al año 2000 presentadas por el INEGI, la población económicamente activa de 12 años y más del municipio asciende a 17498 de las cuales 244 se encuentran desocupadas y 17254 se encuentran ocupadas. (Anuario Estadístico de Hidalgo, 2000)

3.2. Descripción de las actividades de CAITSA

Tizayuca se caracteriza por unidades de producción especializadas e intensivas que se dedican solamente a la ganadería lechera. El complejo agropecuario industrial tiene una superficie de sólo 216 hectáreas, se encuentra en una zona urbana, cerca del eje que vincula las ciudades de México y Pachuca (esta última, capital del estado de Hidalgo). Tienen un alto nivel tecnológico, lo que permite una elevada productividad por animal. Casi la totalidad de la renta proviene de la venta de leche, aunque algunos ganaderos diversificaron sus fuentes de ingreso. La densidad de las explotaciones en términos de ganado es fuerte. La leche se destina a la industria moderna de pasteurización, ubicada en el área metropolitana de la Ciudad de México. (<http://asociaciónganaderadetizayuca.com.mx/>)

3.2.1. Características operativas de CAITSA

El Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca (CAITSA), fue constituida en 1976. Con el doble propósito de descentralizar los establos que funcionaban en la Ciudad de México y de incrementar la cantidad y calidad de la producción lechera nacional, el Estado construyó así el complejo agropecuario industrial y seleccionó a unos 120 ganaderos, todos propietarios de un hatillo lechero en la capital. Además de los establos, el complejo agrupa el conjunto de estructuras para proveer los insumos y servicios necesarios para la producción lechera (servicios veterinarios, planta de alimento balanceado, manejo del estiércol, etc.) así como una planta de pasteurización de la leche, vinculada a un centro de distribución en la ciudad de México.

El complejo agropecuario industrial, está integrado por 200 establos, que en su conjunto cuentan con una población aproximada de 35,000 cabezas de ganado adulto de la raza Holstein-Friesian y alrededor de 6,000 becerras; además tiene una producción de unos 500,000 litros diarios de leche, fue creado en la década de 1970 por productores que operaban en el Distrito Federal y fueron desalojados por generar contaminación. Posteriormente se integraron ganaderos de varias partes del país, principalmente de Jalisco y Zacatecas (Pomeon, 2006).

En la figura 3.3, se indican las agrupaciones que integran CAITSA (Complejo agropecuario industrial de Tizayuca, Sociedad Anónima), que proporciona servicio a la producción y administración de los establos y recolección de leche. Tales como:

- UCACTSA: Unión de crédito agropecuario industrial y comercial de Tizayuca, Sociedad Anónima. Es una institución que es propiedad de los ganaderos.
- GRG: Grupo real de Tizayuca, creado en 1993, con su propia planta de pasteurización desde 2002.
- AG: Asociación ganadera vinculada con los niveles regional y nacional.

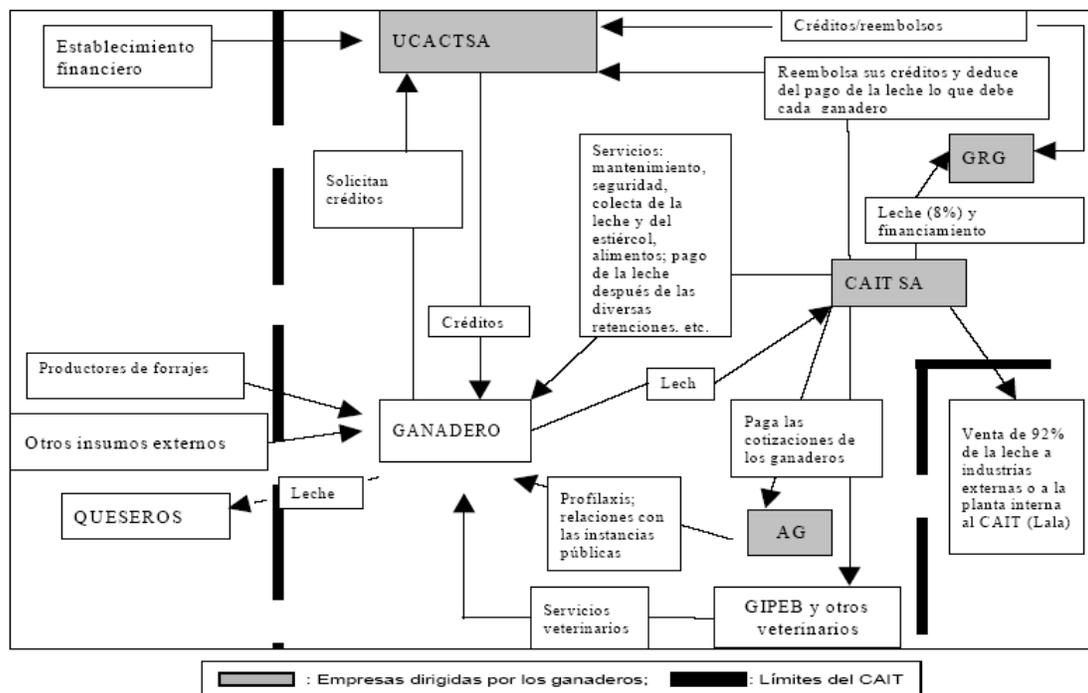


Figura 3.3. Diagrama de operación del Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca (http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542006000100005&lng=es&nrm=iso)

En Tizayuca los ganaderos están en medio de las coordinaciones, por lo que no existe una diferenciación marcada entre ellos. De los 120 ganaderos, sólo 3 están totalmente fuera del sistema y entregan su leche directamente a grandes empresas de pasteurización o a queseros. Además existen muchos productores que venden, de vez en cuando, una parte de su leche a queseros, cuando proponen buenos precios (aunque está prohibido por CAITSA). La leche es entregada en su gran mayoría (más del 95%) a CAITSA, que se encarga de venderla a las grandes empresas de pasteurización. El pago es igual para todos, aunque existen algunas empresas de pasteurización que otorgan una prima en el precio a una mejor composición y a una mejor calidad. Lo que hace diferentes a los ganaderos es que algunos tienen varios establos (de 1 a 6 por persona); además existen 3 ó 4 ganaderos que concentran gran poder económico, ya que poseen de 4-6 establos cada uno y controlan las estructuras directivas y económicas. Aunque se puede pensar que esa homogeneidad es un elemento favorable para la cooperación, existen muchas divergencias que la obstaculizan (Del Valle, 2003).

3.2.2. Factores de cooperación

El desarrollo e inducción de la cuenca de Tizayuca, tenía entre sus metas: producir más leche y sanear la Ciudad de México quitando los establos, dichas metas fueron cumplidas. En Tizayuca los ganaderos son originarios de diferentes regiones geográficas, pero poco a poco han constituido una comunidad ganadera. Después de su privatización en 1990, empezaron a controlar y manejar completamente el complejo, pero, la rentabilidad de los establos disminuyó, los costos subieron y el precio de la leche se mantuvo bajo (El Periódico de Hidalgo, 2007). La crisis económica de 1994 en México acentuó la situación. Pero, en lugar de unirse más para enfrentarla, los ganaderos se volvieron más individualistas, lo que originó el sacrificio de intereses colectivos; por otro lado, nadie quiere tomar la responsabilidad de castigar a tal o cual miembro de la comunidad. Existen muchos enlaces familiares y amistosos. La mayor parte de los ganaderos se han quedado en las estructuras colectivas, pero más por costumbre y porque la situación lo exige, que por una real motivación. Los proyectos colectivos avanzan lento y nadie quiere invertir. No aparecen metas, ni estrategias colectivas, sino más bien un manejo de día a día, a corto plazo. La desconfianza impide la cooperación entre ganaderos. Todo lo que necesitó años para construirse puede desaparecer en poco tiempo.

El Estado debería ser capaz de defender y rescatar una cuenca lechera como la de Tizayuca (que representa todavía el 1,8% de la producción nacional), por su importancia económica; pero también por su papel en el desarrollo de la ganadería mexicana, ya que ha constituido un experimento importante y puede utilizarse como referencia para el resto del país (González, 2003).

Lo anterior, aunado a la fuente de empleos directos e indirectos que genera.

3.3. Situación Actual de los productores de leche en México, un ejemplo CAITSA

En forma general, la producción de leche y derivados lácteos en México, se concentra en cuencas especializadas. Esto se explica en parte por la necesidad de condiciones naturales favorables a la producción, pero también por una

proximidad geográfica entre productores y procesadores, vinculada al carácter perecedero de la leche. Así, la cadena productiva lechera se concentra en territorios específicos.

Actualmente, la cadena lechera en México continua sufriendo una crisis estructural iniciada hace décadas, debido principalmente a problemas relacionados con la economía nacional. Una de las características es que la mayoría de los actores del sector lechero son económicamente débiles. Falta competitividad frente a las importaciones de leche en polvo y los bajos precios pagados al productor no le permiten capitalizarse. Las políticas públicas en el sector lechero favorecen más a los grandes establos de producción intensiva (representan el 50% del volumen producido), a pesar de que tienen costos de producción elevados y a veces baja sostenibilidad, mientras que los pequeños productores tienen más problemas para sobrevivir, compitiendo en el marco de un mercado globalizado, especialmente desde la entrada en vigor del TLCAN.[†] (Cervantes, 2003).

Además, entre 1990 y 1999, los apoyos al sector agropecuario en general y a la ganadería en particular, han disminuido. Al mismo tiempo, la industria lechera favorece también a los grandes ganaderos, dejando poco a poco de trabajar con pequeños productores (El Universal, 2007).

El sistema cooperativo está poco desarrollado para permitir a los pequeños productores tener una representación importante en el sector. El aumento en el consumo de lácteos en México es cubierto, en buena parte, por las crecientes importaciones. El uso de fórmulas lácteas se ha desarrollado, ya que representan un producto más barato que permite reducir precios y mejorar márgenes de ganancia de los industriales. Pero su calidad es dudosa y su diferenciación con la leche natural no siempre está marcada en el etiquetado. Así, en esas condiciones,

[†] Tratado de Libre Comercio de América del Norte, en vigor desde 1994. El mercado de los productores lácteos está totalmente liberalizado, con excepción de leche en polvo entera y descremada, que se liberará en 2008.

la leche en polvo y el precio internacional de la misma son los principales reguladores del mercado de productos lácteos en México.

Como un ejemplo de la crisis que viven los productores de Leche en México se encuentra CAITSA, a la cual en abril de 2008, el gobierno estatal le canceló un acuerdo para comprar un millón 400 mil litros de leche por semana a productores de la cuenca de Tizayuca para traer el producto de Coahuila y Aguascalientes, por ser más barato. El encarecimiento de los granos y otros insumos les afectó gravemente, pues los precios se dispararon entre 70 y 80 por ciento, y 50 por ciento de la alimentación de las vacas consta de cereales. Actualmente, producir un litro de leche cuesta 5.20 pesos.

La crisis que atraviesan los ganaderos orilló a algunos a cerrar sus establos o a sacrificar sus reses. Existen datos que indican que a la fecha han quebrado 15 establos y otros 15 están en proceso de quiebra.

La empresa Lala, que compra parte del producto y era la que mejor precio ofrecía, argumentó que debido a la situación del país bajará su precio base de 5.40 a 4.50 pesos.

Liconsa paga a empresas extranjeras 5.76 pesos por litro de leche y a CAITSA 4.22 pesos. (La Jornada, 2008)

3.4. Diagnóstico Ambiental

El diagnóstico Ambiental tiene como finalidad identificar y analizar las tendencias del comportamiento de los procesos del deterioro natural, que ha sido elaborado con el propósito de caracterizar la situación actual del sector ambiental municipal de Tizayuca.

Identificado como uno de los productores de leche más importantes del país, el Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca (CAITSA) enfrenta desde hace por lo menos diez años denuncias por parte de la ciudadanía (Consejo Estatal de Ecología, 2000). La región presenta altos niveles de contaminación en el agua, aire y los suelos. Este proceso de degradación inició hace 30 años, cuando se

conformó la cuenca lechera de Tizayuca y donde actualmente hay más de 30,000 vacas que producen 500,000 litros diarios de leche, pero también 1,500 toneladas de estiércol, que han terminado por contaminar los ríos, aunado a los malos olores que se perciben a varios cientos de metros a la redonda. Una medida para resolver la contaminación ambiental producida por dicho estiércol fue tirarlo en un terreno aledaño. La consecuencia de esta decisión fue la contaminación de suelos y mantos freáticos, asolvamiento de drenajes, mal olor y problemas de salud entre la población. Las medianas soluciones que se han dado a esta problemática, a la que se agrega la proliferación desmedida de moscas, sólo han complicado aún más la situación, ya que en el traslado que se hace del excremento se deja una estela de contaminación que, con las lluvias, va a parar al drenaje pluvial de Tizayuca.

Frente a esta problemática, la tarea principal es el tratar los residuos sólidos y líquidos, para reducir significativamente el problema de contaminación en CAITSA. Considerando la opción de reubicación de las instalaciones, se tendría que sanear la superficie afectada y lo cual implica también el uso de recursos económicos, además de que requeriría una adecuada planeación que incluya sistemas de tratamiento de excretas líquidas y sólidas, así como las de tipo residuos sólidos urbanos señaladas en este documento. Pero además, al optar por la reubicación, ésta traería impactos positivos importantes tanto en la economía local como en la regional debido a la contratación de personal calificado y mano de obra para la construcción de las nuevas instalaciones, y en consecuencia, habría beneficios sociales.

El reto que representa el tratamiento de altos volúmenes de excremento de vaca, puede ser enfrentado con el aprovechamiento de tecnología moderna y viable, que permita no sólo reducir la problemática, sino obtener beneficios adicionales, tales como biogas, abono, fertilizantes y aguas tratadas para uso industrial, entre otros. Además, el presente trabajo, constituye una muestra de que la infraestructura ambiental representa una oportunidad de negocio y gracias a él se pueden suscribir bonos de carbón equivalentes.

Los componentes del presente trabajo implican la implantación de una planta de tratamiento de excretas sólidas bovinas, que genere biogas, abono orgánico y composta. Una planta de tratamiento de aguas residuales, que elimine los malos olores, evite la contaminación de mantos freáticos, el azolve de drenajes y permita la recuperación de la arena que se emplea como cama para las vacas. Sobre este último aspecto, los ganaderos han manifestado su interés en que el subproducto sólido de los reactores anaerobios o de la composta de esos sólidos, pueda ser empleado como material para las camas de las vacas, en lugar de la arena que normalmente se utiliza. Lo anterior aludiendo a que “ya se acabaron” los bancos de materiales cercanos y que durante el proceso de limpieza el arena de las camas es depositada en los canales de desagüe por lo cual existe asolvamiento de los mismos. Por ese motivo, plantean que se deje de usar arena y que piensan que sería posible emplear, después de un tratamiento adecuado, los subproductos del tratamiento de las excretas sólidas como cama para las para vacas.

Otro aspecto importante es el de crear conciencia entre la población, en relación a que se trata de una alternativa que beneficia a todos los involucrados y representa una solución integral a los problemas de contaminación ambiental. Asimismo, se evita el cierre de fuentes de producción y genera crecimiento sin riesgo ambiental.

El presente trabajo brinda la posibilidad de evitar que se continúe el deterioro de los ecosistemas actualmente afectados en la zona de influencia de CAITSA, que ante una situación de crecimiento urbano, sería imposible rescatar.

La operación y mantenimiento de las instalaciones actuales, o bien, la reubicación de las mismas, implican la necesidad de contar con inversiones destinadas a prevenir y/o mitigar y compensar los efectos ambientales negativos descritos en este documento, a efecto de que cualquiera de las dos opciones se pueda considerar como ambiental y socialmente factible.

3.5. Imágenes de la problemática ambiental de CAITSA



Foto 3.2. Vista aérea de los ranchos de CAITSA (Imagen de Google Earth, 2009)



Foto 3.3. Ubicación de fotos (Imagen de Google Earth, 2009).

RECORRIDOS EN ESTABLOS

Las imágenes 3.4, 3.5 y 3.6, presentan distintas vistas del terreno en el que son depositadas las excretas del ganado vacuno en CAITSA.



Foto 3.4. Vista 1 del depósito de excretas de ganado vacuno en CAITSA



Foto 3.5. Vista 2 del depósito de excretas de ganado vacuno en CAITSA.



Foto 3.6. Excretas de ganado vacuno en el área de crianza.



Foto 3.7. Procedimiento para la colecta de excretas de ganado vacuno.



Foto 3.8. Canales de drenaje de los ranchos.



Foto 3.9. Área de depósito de alimento para el ganado vacuno.



Foto 3.10. Área de descanso del ganado vacuno.



Foto 3.11. Área de ordeña del ganado.

ÁREA DE DISPOSICIÓN DE LAS EXCRETAS DE GANADO VACUNO Y DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS



Foto 3.12. Vista aérea del terreno en el que actualmente se depositan las excretas sólidas bovinas y los RSU. (Imagen de Google Earth, 2009).



Foto 3.13. Vista 1 del área de depósito de RSU.



Foto 3.14. Vista 2 del área de depósito de RSU.



Foto 3.15. Vista 1 del área final de disposición de excreta de ganado vacuno.



Foto 3.16. Vista 2 del área final de disposición de excreta de ganado vacuno.



Foto 3.17. Confluencia de drenajes en CAITSA.



Foto 3.18. Vista frontal del área de llegada al lugar de confluencia de los drenajes.



Foto 3.19. Vista lateral del área de llegada al lugar de confluencia de los drenajes.

CAPÍTULO 4
IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN
Y EVALUACIÓN DE LOS
IMPACTOS AMBIENTALES

CAPÍTULO 4. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

4.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Actualmente existen varias técnicas para identificar, evaluar e interpretar los impactos, la técnica a elegir fue aquella que proporcionara una visión clara de los efectos de las actividades del proyecto sobre el ambiente.

Para la evaluación de los impactos ambientales que la obra causa al ambiente, se tomó como base la técnica matricial de Leopold *et al.* (1971), en donde la información contenida en los renglones de la matriz se adecua para hacerla acorde a las condiciones ambientales del sitio del proyecto, marcando una sección particular para cada una de las etapas de desarrollo, es decir operación y mantenimiento, así como abandono del sitio, dicho en otras palabras, el método matricial incorpora una lista de las actividades del proyecto para cada una de sus etapas y una lista de área que pueden sufrir efectos ambientales. Las dos listas son interrelacionadas en una matriz, la cual identifica relaciones de causa y efecto. (Canter, 1998).

La evaluación se efectúa asignando criterios de significancia en función de la adversidad o beneficio que el proyecto representa para el ambiente en sus diversos componentes (medio natural y medio socioeconómico) considerando en general adversos a los daños y/o alteraciones que afecten al medio natural y reduzcan la producción o bienestar social del área donde se asienta éste proyecto, ya sea de manera reversible o irreversible, mientras que los efectos benéficos de una acción serán aquellos que incrementen el desarrollo productivo y social del área, así como la preservación de los recursos naturales de la misma, también de manera reversible o irreversible. (Glasson, 2002).

Para la integración de la matriz, en las columnas (eje de las y) se colocaron las actividades del proyecto y en las filas (eje de la x) se colocaron los factores ambientales.

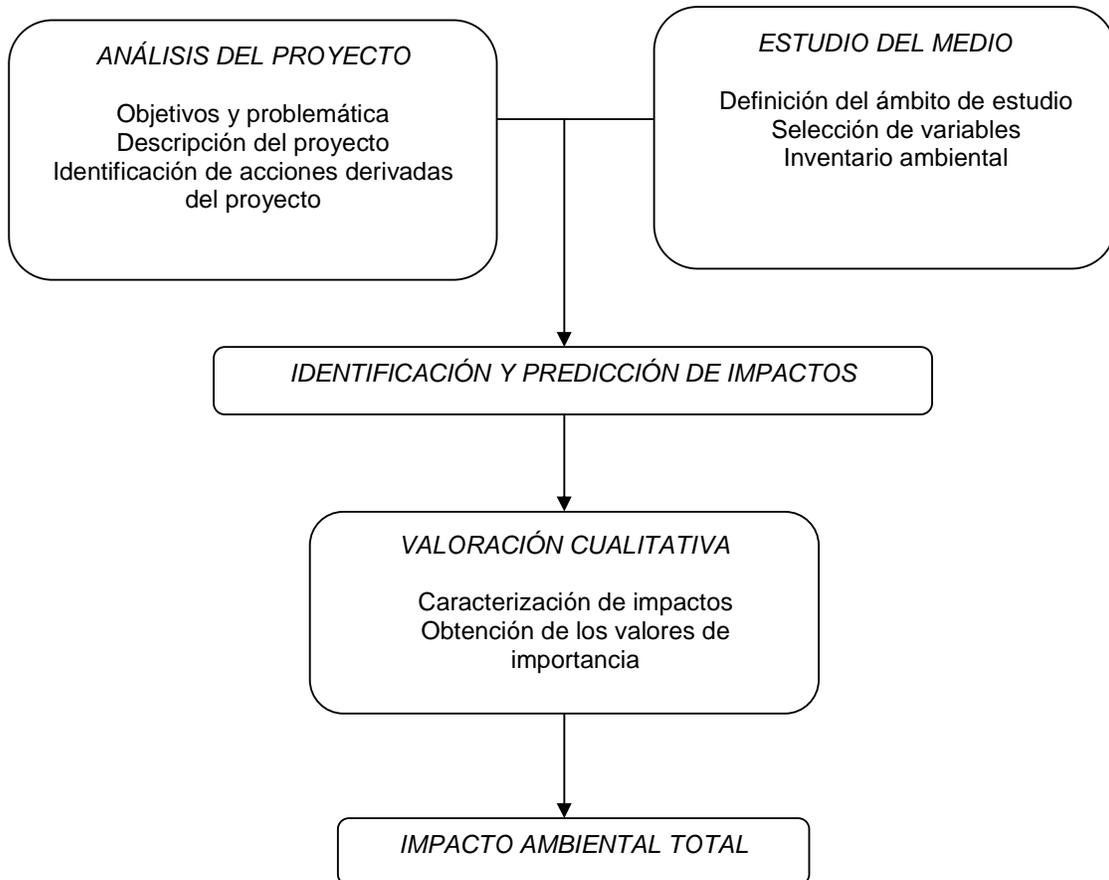


Figura 4. 4. Esquema Metodológico para la Identificación y Evaluación de Impactos.

4.1.1. Indicadores de impacto

Para la identificación de los impactos ambientales, es imprescindible el conocimiento del proyecto en su totalidad (desde la etapa de operación y mantenimiento hasta la etapa de abandono), y un diagnóstico del estado actual del ambiente (abiótico, biótico y socioeconómico) en donde se desarrollará. En esta etapa se sigue un procedimiento paralelo, se analiza por una parte el proyecto y por otro su entorno, el cruce de ambos estudios proporciona la identificación de impactos.

Las técnicas utilizadas en la identificación de impactos son las que se describen a continuación.

4.1.2. Matriz causa-efecto-consecuencia

La destrucción de los diferentes ecosistemas ubicados en la zona de Tizayuca, traen consigo efectos negativos, no sólo para un área determinada, sino para otros ecosistemas y a su vez para todas las zonas aledañas. Dichos efectos son, al mismo tiempo causa y consecuencia de la mala disposición de los RSU en Tizayuca, así como de cada una de las actividades que se desarrollan en CAITSA, algunos de manera directa y otros de manera indirecta, pero todos ellos se encuentran relacionados entre si de una forma o de otra, tal y como se observa en la matriz causa-efecto-consecuencia de la Fig. 4.5, que se encuentra a continuación. En la matriz causa-efecto-consecuencia de la Fig. 4.5, producto de esta investigación, puede observarse un resumen de los temas abordados en este trabajo y como se relacionan unos con otros; es decir, de los problemas ocasionados por CAITSA y sus causas.

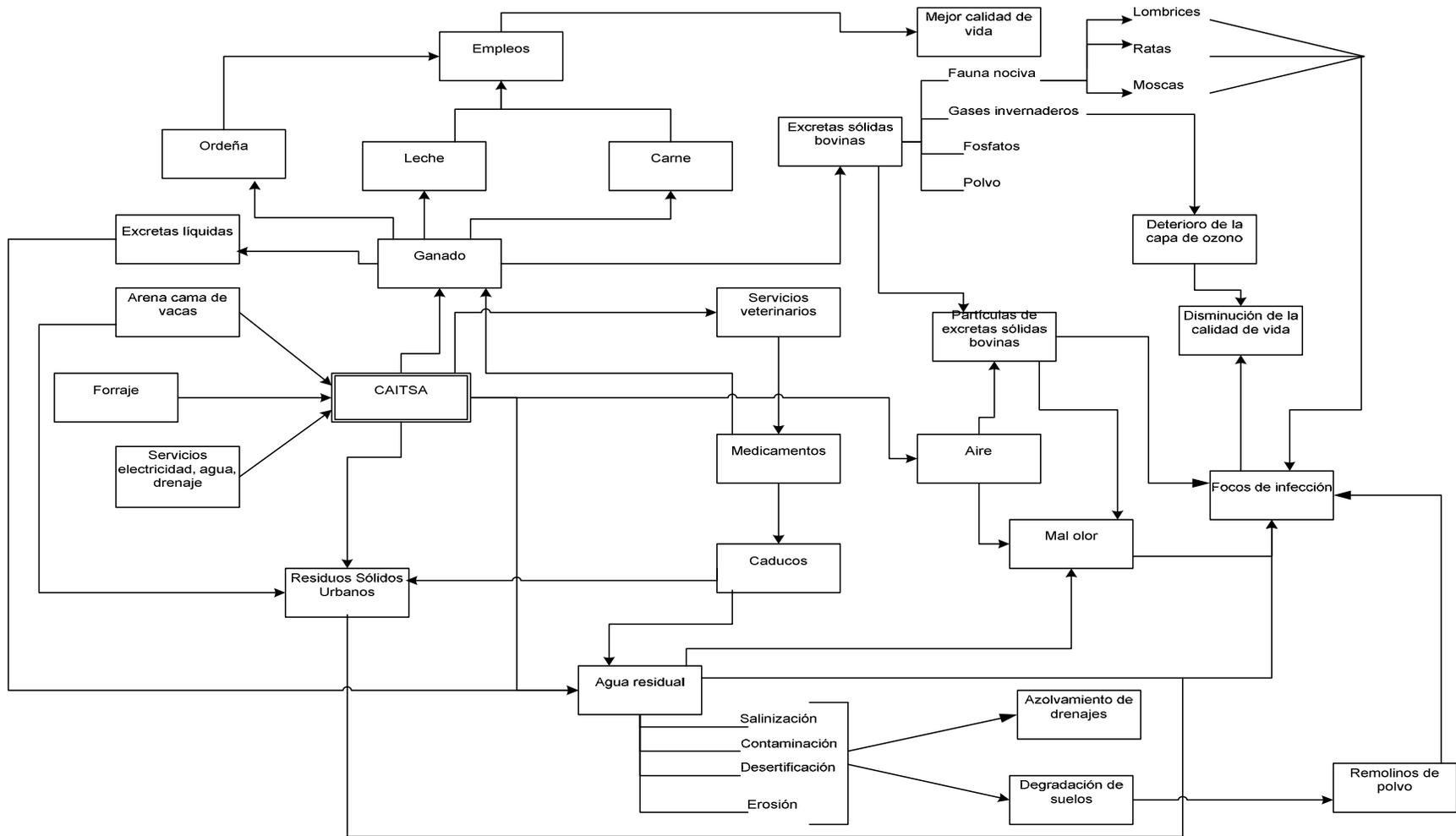


Figura 4.5. Matriz causa-efecto-consecuencia

4.1.3. Listado simple

Las listas de verificación son un método de identificación de impactos, dichas listas pueden ser de varios tipos según la información que incluyan y pueden ir desde un listado de los factores ambientales que deben ser considerados dentro del proyecto, hasta sistemas muy elaborados donde se haga una ponderación de los mismos.

Para desarrollar el cuadro de los factores ambientales empleado en este estudio, éste se organizó considerando al ambiente como un sistema compuesto a su vez de tres subsistemas; el medio físico, el biótico y el socioeconómico. Éstos subsistemas constituyen el primer nivel (primera columna) en una estructura jerárquica en forma de árbol. El segundo nivel (segunda columna) lo constituyen los factores ambientales y, el tercer nivel (tercera columna) los componentes ambientales (ver Tabla 4.1.).

Para el desarrollo de este proyecto, se identificaron 15 componentes ambientales pertenecientes a 9 factores susceptibles de verse afectados por las acciones o actividades que involucra la obra.

Tabla 4. 1. Lista de factores y componentes ambientales.

Subsistema	Factor	Componente
Abiótico	Aire	Calidad (emisiones)
		Temperatura
		Visibilidad
	Ruido	Intensidad
	Agua	Superficial (Calidad)
	Suelo	Propiedades físicas, químicas y biológicas
Infiltración y patrón de drenaje		
Erodabilidad		
Biótico	Flora	Cobertura
		Diversidad
	Fauna	Abundancia
		Distribución
Paisaje	Cualidades estéticas	
Socioeconómico	Economía Regional	PEA [‡]
	Economía Local	PEA

Para desarrollar el cuadro de las acciones del proyecto, se procedió de una manera similar, éste se organizó en una estructura jerárquica en forma de árbol de dos columnas.

La primera columna corresponde a cada una de las etapas del proyecto (operación y mantenimiento, y abandono del sitio) y el segundo nivel (segunda columna) a las distintas acciones que podrían repercutir en algunas propiedades de los factores ambientales considerados (ver Tabla 4.2.).

[‡] Población económicamente activa

Tabla 4. 2. Listado de acciones que involucra el proyecto.

Etapa	Acción
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Administración de Personal
	Transporte de Forraje
	Almacenamiento de Forraje
	Forrajeo
	Limpieza de vacas
	Servicio veterinario
	Limpieza del lugar (recolección de estiércol)
	Ordeña mecánica
	Limpieza durante la ordeña
	Transporte de Leche
	Almacén de leche
	Venta de leche
	Acomodo de arena para cama de vacas
	Recolección de RSU
	Limpieza de los ranchos
	ABANDONO DEL SITIO
Administración de Personal	
Desmantelamiento de Instalaciones	
Uso de Maquinaria, Equipo y Vehículos	
Disposición de materiales y residuos	
Instalaciones temporales (baños Sanirent, tiendas de campaña)	
	Servicios de apoyo (luz, agua)

En total se identificaron 22 actividades que podrían causar impactos en el ambiente. Estas actividades se realizarán en las etapas de Operación y Mantenimiento, así como en Abandono del Sitio.

4.1.4. Matriz de Identificación de Impactos

A partir de esta fase comienza la valoración propiamente dicha, con la construcción de una matriz de impactos del tipo Causa – Efecto. Esta consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas filas se ordenan o disponen los componentes ambientales susceptibles de recibir impacto, y en las columnas las acciones causantes del impacto. Tanto en filas como en columnas se ordenan los componentes y las acciones en forma de árbol.

Cabe señalar que en esta matriz no se realiza ningún juicio acerca de los impactos, únicamente éstos son señalados. Como anteriormente se indicó, cada celdilla remarcada con sombreado (cruce) representa un impacto potencial que incide sobre la propiedad ambiental correspondiente, sin hacer mención del signo (+ o -), importancia y/o magnitud del efecto. (Ver Tabla 4.5)

En donde se identificaron 22 efectos potenciales. Los impactos identificados para las etapas que involucra la ejecución de este proyecto se distribuyen de la siguiente manera: 16 para la etapa de operación y mantenimiento; y 6 en la etapa de abandono del sitio.

4.1.5 Lista de indicadores de impacto

Una definición genéricamente utilizada del concepto “indicador” establece que éste es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (Ramos, 1987).

Los indicadores de impacto para cada componente son distintos según se trate de actividades preoperativas, de construcción u operativas; por tanto, la relación de indicadores de impacto empleados en este capítulo, se desglosa según los distintos factores del ambiente con que se muestra en la Tabla 4.3.

Tabla 4. 3. Lista de indicadores de impacto.

Factor	Indicador de Impacto
Aire	▪ Grado de calidad del aire.
	▪ Grado de visibilidad del aire.
	▪ Grado temperatura de aire.
Agua	▪ Grado de Calidad del agua superficial.
Suelo	▪ Infiltración y patrón de drenaje.
	▪ Porcentaje de la superficie no afectada en cuanto a propiedades físico-químicas, estructura y morfología.
Flora	▪ Grado de abundancia de la vegetación.
	▪ Superficie sin afectación en la cubierta vegetal.
Paisaje	▪ Porcentaje de la cuenca visual desde donde será visible el proyecto.
Economía Regional	▪ Incremento en el PEA ocupada en los sectores primario y secundario.
	▪ Incremento en el PEA ocupada a nivel regional.
Economía Local	▪ Incremento en la PEA ocupada a nivel local.
	▪ Incremento porcentual de la PEA que obtienen hasta tres salarios mínimos.

Los criterios y métodos de evaluación del impacto ambiental pueden definirse como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto o actuación sobre el medio ambiente. En ese sentido estos criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, mientras que los métodos de evaluación lo que tratan es de valorar conjuntamente el impacto global de la obra.

4.2. Criterios de clasificación y factores ambientales de interés

4.2.1. Criterios de clasificación

Los parámetros en que se basó la evaluación de los impactos son los siguientes:

A) Naturaleza del impacto.

Aquellos cuyo efecto se traduce en una pérdida de valor natural, estético, cultural, paisajístico ó de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión y/o deposición excesiva de suelo y demás riesgos ambientales, es decir, si es benéfico (+) o adverso (-).

B) Magnitud del impacto.

Indica la dimensión físico-espacial que puede resultar afectada por el desarrollo de las actividades, para lo cual se consideraron dos niveles:

Local (l), menor a un kilómetro alrededor de la obra que produce el impacto;

Regional (r), cuando es más de un kilómetro.

C) Duración del impacto

Se refiere a la permanencia (tiempo) que tiene el impacto dentro del sitio del proyecto, por lo que se clasifica en:

Momentáneo: se presenta de manera inmediata cuando se ejecuta una acción del proyecto y desaparece con ella.

Temporal: queda en el ambiente por un tiempo aún después de concluir la acción.

Permanente: permanece en el ambiente después de concluir la acción del proyecto.

D) Reversibilidad

Bajo este criterio se considera la posibilidad de que, una vez producido el impacto, el sistema afectado pueda volver a su estado inicial.

Reversibles: las condiciones que existían antes efectuar la actividad que causó el impacto se restablece una vez que dicha actividad se suspende por procesos naturales.

Irreversibles: las condiciones iniciales del proyecto no se restablecen por medios naturales aunque la actividad que ocasionó el impacto sea suspendida o eliminada.

E) Necesidad de aplicación de medidas correctoras

Se considera debido a que todo proyecto afecta de manera positiva o negativa a un sitio determinado, por lo cual es necesario establecer y aplicar:

Medidas de prevención: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación causada con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

F) Importancia

Se refiere a lo trascendental de las alteraciones al ambiente, para lo cual se tomaron en consideración cuatro valores:

No significativo (0); Poco significativo (1); Significativo (2); Altamente significativo (3).

Tabla 4. 4. Simbología de la matriz de Leopold elaborada.

SIMBOLOGIA	
NATURALEZ DEL IMPACTO	
BENÉFICO	(+)
ADVERSO	(-)
MAGNITUD DEL IMPACTO	
LOCAL	(L)
REGIONAL	(R)
DURACIÓN DEL IMPACTO	
MOMENTÁNEO	M
TEMPORAL	T
PERMANENTE	P
REVERSIBILIDAD DEL IMPACTO	
REVERSIBLE	(RE)
IRREVERSIBLE	(IRRE)
MEDIDAS CORRECTORAS DEL IMPACTO	
PREVENTIVAS	(PRE)
MITIGACIÓN	(MIT)
IMPORTANCIA DEL IMPACTO	
NO SIGNIFICATIVO	(0)
POCO SIGNIFICATIVO	(1)
SIGNIFICATIVO	(2)
ALTAMENTE SIGNIFICATIVO	(3)

Etaapa de valoración de impactos.

Siguiendo la metodología, la valoración del impacto ambiental además del signo (+ o -), también debe atender su importancia, y su magnitud, que en conjunto son los tres grandes atributos de los impactos, y que originalmente fueron señalados por Leopold (Leopold *et al.*, 1971). Una vez identificados los impactos, el siguiente paso es obtener la importancia y la magnitud. Este proceso definirá con mayor detalle las medidas preventivas y/o correctoras a emplear en el proyecto. En el presente estudio fue elaborada una matriz de Leopold, donde se aprecia la naturaleza, importancia y magnitud. A continuación se presenta la simbología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales, misma que permite elaborar un análisis descriptivo por etapas para las interacciones entre proyecto y ambiente, así como elaborar una evaluación global de los impactos debidos al proyecto, explicando sus alcances y los considerados para su clasificación. En la Tabla 4.5, se presenta la totalidad de los impactos identificados con su valoración cualitativa de acuerdo a la metodología antes descrita.

4.2.2. Factores Ambientales

A continuación se menciona los atributos de cada factor ambiental analizado:

Aire

En este factor se analizan tres atributos: *Visibilidad* en términos de calidad de partículas sólidas suspendidas que afectan la claridad con la que puede verse a través del aire; *Calidad*, expresada en términos del grado de pureza o de los niveles de contaminantes existentes; y *la Temperatura* como el índice del calentamiento o enfriamiento del aire que es resultado de cada una de las actividades que puedan afectar dicho atributo.

Ruido

En este factor se analiza un atributo: *Intensidad del Ruido* como la cantidad de energía disipada y transmitida a través del aire, también se llamó ruido a todo sonido indeseable para quien lo percibe.

Agua

En este factor se analiza un componente: *Hidrología Superficial (calidad)*, en el cual, se considera el conjunto de características físicas, químicas y bacteriológicas que presenta el agua de ríos, manantiales, lagos, etc., y que en conjunto determinan la calidad natural de la misma de acuerdo a valores de norma.

Suelo

En este factor se analizan varios componentes: *Propiedades fisicoquímicas y biológicas*, se refiere al contenido de nutrientes minerales y materia orgánica que posee el suelo; así como sus características de estructura, textura, compactación, densidad, etc.; *Erodabilidad*, que es la vulnerabilidad del suelo frente a la erosión

-que corresponde al conjunto de procesos que ocasionan la remoción de partículas superficiales del suelo, su transporte es a través del agua y el viento, por lo que son depositadas en otro sitio-. Se consideran las características del suelo y del tratamiento que se le de; *Infiltración y patrón de drenaje*, se considera tanto la penetración del agua desde la superficie de la tierra hacia el suelo, que al sobrepasar ciertos niveles de humedad satura los espacios vacíos y forma parte del agua subterránea, la cual tendrá patrones de drenaje que son modelos formados por los canales que colectan, llevan y descargan el agua desde la superficie de las formas de la tierra.

Flora

Este factor considera dos componentes: *Cobertura* es una medida de la abundancia de comunidades vegetales; *Diversidad*, el número de especies presentes en una comunidad.

Fauna

Se analizan dos componentes: *Abundancia*, número de individuos de fauna silvestre que habitan en una determinada localidad, utilizando valoraciones de tipo indirecto con base en la identificación de huellas y excretas; *Distribución*, es la porción de territorio utilizado de manera preferente por determinadas especies para fines específicos, como son: refugio, reproducción y alimentación.

Paisaje

El componente analizado fue: *Cualidades Estéticas*, que es el conjunto de valoraciones subjetivas que surgen por la agregación tanto de caracteres bióticos como por la huella de las actuaciones humanas en el paisaje; factores que determinan el carácter de interesante, bello, es decir lo afectado que resulta el paisaje desde un punto de vista de apariencia del lugar.

4.2.3. Socioeconomía

- Economía Regional

Se refiere a la producción, distribución, circulación y consumo de bienes y servicios que satisfacen necesidades humanas, para que esto se pueda llevar a cabo el factor esta integrado por tres sectores económicos: *Sector Primario*, que se encuentra formado por cuatro ramas o actividades económicas, agricultura, ganadería, silvicultura y pesca; *Sector Secundario*, dividido en dos subsectores que son la industria extractiva: y que incluye todas aquellas actividades económicas que tienen que ver con sacar del subsuelo algunos recursos materiales, y la de transformación: en donde se agrupan las maquiladoras, petroquímica y mueblera, entre otras; *Sector Terciario*, que proporciona atención personal, es decir, servicios que contribuyen a la formación del producto e ingreso regional, por ejemplo: servicios hoteleros, seguro social, educación, entre otros.

Para que estos sectores funciones adecuadamente se necesita de la *PEA*, que comprende a la población que trabaja, a la que tiene una ocupación remunerada y es mayor de 12 años, cuyo *Nivel de Ingresos* esta dado por el puesto que desempeñen, el grado máximo de estudios y el sector de actividad en el que se empleen y esta medido en términos de salario mínimo.

- Economía Local

Son las llamadas economías de escala las cuales funcionan de igual manera que las economías regionales, con la diferencia que se inclinan hacia un sector de actividad específico cuya *PEA* se ocupa de llevar a cabo todas las actividades para que el producto o servicios pueda satisfacer las necesidades de la población en general.

Impacto sobre los Factores Abiótico

En el subsistema abiótico, el factor que resulta ser el más afectado es el suelo, seguido por el aire, la mayoría de los impactos que se ocasionaran al suelo afectarán sus propiedades fisicoquímicas y biológicas mismas que se presentarán por un tiempo más prolongado.

Impacto sobre los Factores Bióticos

De los factores ambientales que agrupa este subsistema, la flora y el paisaje resultan con mayores impactos negativos, debido principalmente a las actividades que se desarrollan en CAITSA, por lo que la presencia de flora en el área es casi nula, lo cual impacta en el paisaje.

Subsistema Socioeconómico

El subsistema socioeconómico es el que registra el mayor número de unidades ambientales con impactos benéficos.

A continuación se describe en qué consistieron las afectaciones a los factores ambientales que presentaron impactos mayores tanto negativos como positivos.

Factor aire y ruido

Las mayores afectaciones se presentan en la calidad de aire y producción de ruido, debido en primera instancia a la etapa de operación y mantenimiento, esto debido a las actividades que se desarrollan en dicha etapa, tales como la recolección de excretas y de RSU, entre otros. Respecto a la etapa de abandono del sitio, sus afectaciones serán por el uso de maquinaria y equipo, los cuales actúan como fuentes móviles de emisiones a la atmósfera, además de la dispersión de un mayor número de partículas de polvo en el aire debido a las diversas actividades que se desarrollarán en dicha etapa.

Factor Agua

El agua es principalmente afectada en la etapa de operación y mantenimiento de CAITSA ya que en varias etapas de trabajo hay contaminación de los mantos acuíferos existentes en dicha zona, lo cuál ha acabado por contaminar los ríos aledaños al lugar.

Factor Suelo

En lo que respecta al suelo, sufrirá afectaciones en su estructura y sus propiedades fisicoquímicas, estas afectaciones se debe a la etapa de abandono del sitio principalmente en la realización de las actividades de desmantelamiento de instalaciones y uso de maquinaria, equipo y vehículos, así como en la actualidad se están dando ciertos impactos negativos en operación y mantenimiento, eso en las actividades de limpieza de vacas, recolección de estiércol, recolección de RSU, limpieza de ranchos entre otros. Este factor es el que resulta con mayor afectación negativa debido a que los impactos que se producen son permanentes.

Factor Flora

La actividad de desmantelamiento de instalaciones, uso de maquinaria y equipo, así como instalaciones temporales determina el valor en unidades ambientales negativas del componente de cobertura y diversidad; sin embargo, dicho factor es bajo considerando que su presencia en CAITSA es casi nula.

Factor Paisaje

Los impactos negativos sobre el paisaje son característicos en la actualidad de operación y mantenimiento, lo que resulta por la forma en la que transportan las excretas sólidas así como los RSU lo cual genera un mal aspecto estético en el terreno donde son dispuestos dichos residuos, tanto para CAITSA como para Tizayuca en general. Respecto a la etapa de abandono del sitio los principales

factores negativos se darán en el desmantelamiento de instalaciones, uso de maquinaria, equipo y vehículos, así como con las instalaciones temporales, lo que se debe a las dimensiones de los equipos mayores, los cuales serán visibles desde diversas perspectivas.

Factor Economía Local

Como ya se mencionó anteriormente, la economía local fue calificada de forma positiva en forma benéfica, por la importancia que representa en el bienestar de la población local. No obstante, se debe señalar que los beneficios son permanentes en la actualidad en cuanto a la operación y mantenimiento de CAITSA por lo que en ésta etapa de operación los beneficios inciden sobre una mejor calidad de vida de la población local con la generación de empleos y percepción de mejores salarios.

Factor Economía Regional

Los impactos benéficos en el aspecto socioeconómico también son característicos de este tipo de proyectos, en lo que respecta a la economía regional los beneficios se presentarán cuando se lleve a cabo la reubicación de CAITSA, lo cual comprende el abandono del sitio, entonces los beneficios serán temporales y se verá beneficiada la economía regional, ya que toda la maquinaria, equipo e instalaciones temporales serán usadas por mano de obra a nivel estatal. Una vez reubicada la economía local se verá nuevamente con el mayor beneficio en la mayoría de las actividades que se desempeñan en dicho complejo.

4.3. Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

En la identificación y evaluación de impactos se empleo una matriz de cribado modificada, que se describe a continuación.

Matriz de Cribado

Consiste en una matriz del tipo Leopold modificada. Se utiliza para reconocer los efectos negativos y positivos del proyecto.

Se disponen en las columnas las acciones del proyecto, y en los renglones, las características del escenario ambiental.

Para las acciones a realizar en la ejecución del proyecto se consideran, generalmente, tres etapas:

1. Etapa de preparación del sitio
2. Etapa de construcción
3. Etapa de operación y mantenimiento

Cabe mencionar que respecto al presente trabajo sólo se utilizó la etapa de operación y mantenimiento, además la de abandono del sitio.

Para las características del escenario ambiental se consideran, generalmente, tres aspectos:

1. Factores del medio abiótico
2. Factores del medio biótico
3. Factores del medio socioeconómico

Para una descripción más detallada, las acciones del presente trabajo y las características del escenario ambiental se subdividieron, según las necesidades

particulares de cada trabajo. Una vez identificadas las relaciones entre acciones del presente trabajo y los factores ambientales, se procedió a la asignación de una calificación genérica de impactos significativos y no significativos, benéficos o adversos, con posibilidades de mitigación o no. Este grupo de interrelaciones se evaluó posteriormente en una serie de descripciones.

Existen otras metodologías aplicables en la identificación y evaluación de impactos ambientales entre las cuales se pueden mencionar Sistemas de Red y Gráficos, Sistemas cartográficos, Método de Batelle-Columbus y Listas de control (Garmendia, 2005). No obstante, como se mencionó al inicio del capítulo se eligió para la identificación y evaluación de impactos ambientales, el método de la matriz de cribado modificada, debido a que provee una alta y rápida identificación de impactos, especialmente de aquellos que son de adversos o de naturaleza negativa para el desarrollo de un proyecto, establece las relaciones entre acciones del proyecto y factores ambientales, lo que permite visualizar efectos negativos que requieran aplicar las medidas de prevención y mitigación correspondientes (Gómez, 2003).

4.4. Aspectos relevantes

La evaluación de impacto ambiental señala que los impactos negativos más importantes son los que inciden sobre los factores agua, suelo y aire, siendo la mayoría de éstos de carácter temporal para el aire y permanentes en el caso del suelo y agua, hasta que se le de un tratamiento adecuado para que puedan ser explotados por la comunidad. Los impactos negativos serán provocados principalmente por actividades de desmantelamiento de instalaciones, durante la etapa de abandono del sitio. A lo anterior, se suman los referentes a la limpieza de establos, recolección y acomodo de estiércol que ocurren durante la etapa de operación y mantenimiento de las instalaciones. En cuanto a los impactos positivos de tipo social, están asociados, en primera instancia, por la generación de fuentes de trabajo para la operación y mantenimiento de las instalaciones. En segunda instancia, durante la etapa de abandono del sitio, por la contratación de mano de obra, preferentemente de la región. Posteriormente, la contratación d

personal especializado y mano de obra para la ejecución de las medidas de mitigación de los impactos ambientales negativos. Finalmente, para la reubicación de CAITSA se prevé que traerá impactos positivos importantes tanto en la economía local como en la regional debido a la contratación de personal calificado y mano de obra para la construcción de las nuevas instalaciones, en consecuencia habrá beneficios sociales. En términos globales se puede afirmar que si bien existen impactos positivos por la operación y mantenimiento de las instalaciones de CAITSA, también ocurren impactos ambientales negativos que son susceptibles de mitigarse mediante el uso de tecnología que mitigue sus efectos. Cabe señalar que de no atenuarse de manera aceptable, la empresa estaría en riesgo de ser cerrada de manera permanente. Por otra parte, considerando la opción de reubicación de las instalaciones, se tendría que sanear la superficie afectada y lo cual implica también el uso de recursos económicos. La reubicación de las instalaciones requerirá una adecuada planeación que incluya sistemas de tratamiento de excretas líquidas y sólidas, así como las de tipo residuos sólidos urbanos señaladas en este documento. Los beneficios ambientales asociados a bonos de carbono son potencialmente un ingreso para el desarrollo positivo del mismo, sin embargo no están garantizados y habría que apearse a la metodología establecida internacionalmente para ello.

La operación y mantenimiento de las instalaciones actuales, o bien, la reubicación de las mismas, implican la necesidad de contar con inversiones destinadas a prevenir y/o mitigar y compensar los efectos ambientales negativos descritos en este documento, a efecto de que cualquiera de las dos opciones se pueda considerar como ambiental y socialmente factibles.

CAPÍTULO 5

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE MITIGACIÓN DE IMPACTO

CAPÍTULO 5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE MITIGACIÓN DE IMPACTO

Una vez identificados los impactos ocasionados por CAITSA, se describen a continuación las medidas de mitigación y correctivas que tienen por objeto prevenir, minimizar, corregir o revertir cada uno de los impactos y sus efectos sobre los factores del medio ambiente. Además, estas medidas también tienen como propósito asegurar el cumplimiento de los ordenamientos jurídicos vigentes aplicables y de observancia obligatoria, tales como las Normas Oficiales Mexicanas en materia de medio ambiente.

Se reitera que la identificación de las medidas de mitigación o correctivas, se sustentan en la premisa de que siempre es mejor contar con una estrategia que permita la corrección de las afectaciones negativas ocasionadas.

Las medidas de mitigación implican costos, por lo que al considerar la posibilidad económica de su implantación efectiva a corto y mediano plazo se tiene que contar con inversiones destinadas para mitigar y compensar los efectos ambientales negativos.

Para definir las medidas propuestas, se han correlacionado a cada uno de los impactos adversos identificados con el indicador ambiental respectivo, de tal manera que las medidas propuestas sean objetivas y viables para que sean implementadas y se logren resultados favorables.

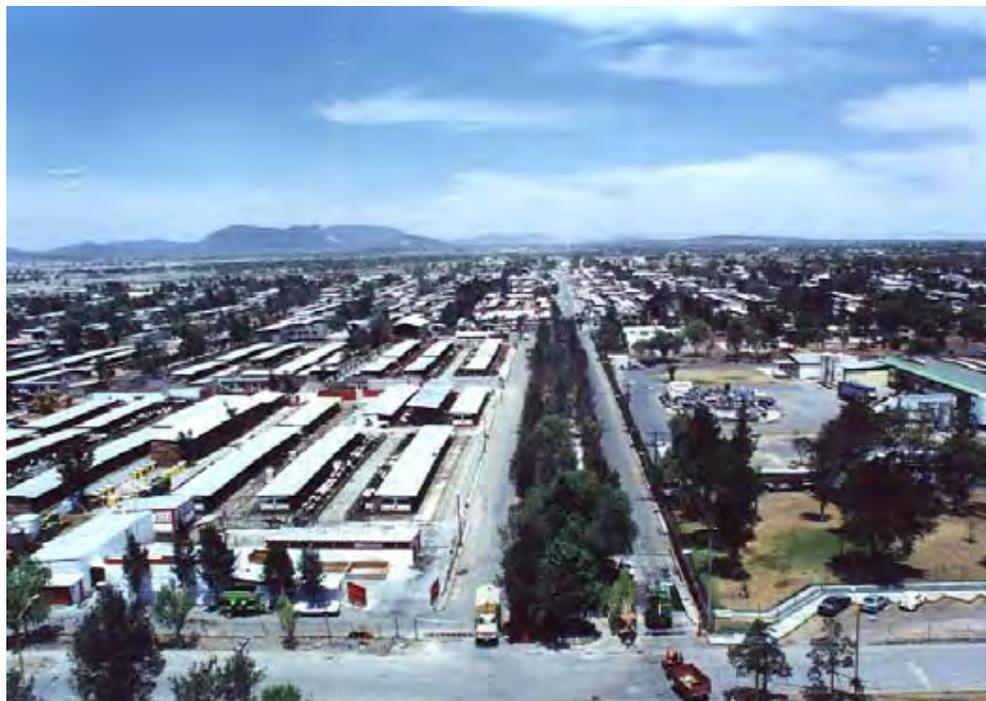


Foto 5. 20. Cuenca Lechera de Tizayuca, Hidalgo.



Foto 5. 21. Manejo del estiércol en establos.



Foto 5. 22. Acomodo estiércol en terreno.



Foto 5. 23. Secado al sol del estiércol.

5.1. Descripción de las medidas de mitigación

Frente a la problemática antes expuesta, se proponen las siguientes medidas de mitigación, la tarea principal de dichas medidas es el tratar los residuos sólidos y líquidos, para reducir significativamente el problema de contaminación en CAITSA generado por la producción de aproximadamente 1,500 toneladas diarias de estiércol. La planta de tratamiento de excretas sólidas permitirá cumplir con el Protocolo de Kyoto, teniendo en cuenta que México es un País del Anexo II, esto debido a que es un país en vía de desarrollo. En un año se calcula un intercambio aproximado de 195,534 toneladas de CO₂, lo cual tiene un costo-beneficio de 2,346,408 USD/año por CO₂ no enviado a la atmósfera (Ver Anexo).

La factibilidad de las medidas preventivas propuestas están basadas en criterios generales, se pretende resaltar su importancia en la factibilidad ambiental del proyecto en materia de impacto ambiental.

Respecto a la problemática que representan los RSU, en esta tesis no se incluirá un análisis ni discusión sobre las medidas de mitigación, ya que este componente le compete constitucionalmente a las autoridades del municipio de Tizayuca Hidalgo.

Los componentes de las medidas de mitigación son: a) la construcción de una planta de tratamiento de estiércol, que permita la obtención de biogás, fertilizante líquido y composta; b) una planta de tratamiento de aguas residuales para eliminar la contaminación de mantos freáticos y que a su vez cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y que adicionalmente traerá beneficios respecto a los costos actuales por descarga de agua residual, ya que evitará el pago por concepto de multas; generando un ahorro aproximado de \$60,615 m.n. por trimestre respecto a los sólidos suspendidos totales, y de \$75,288 m.n. por trimestre por concepto de Demanda Química de Oxígeno (Ver Anexo).

Con lo anterior, es posible eliminar los problemas del estiércol, de moscas y de malos olores, porque una vez procesado en la planta de energía, el efluente que

sale del estiércol tratado servirá como abono, además de que serán tratadas las aguas residuales.

El abono se seguirá distribuyendo en las parcelas de los ejidatarios, pero ahora como fertilizante foliar por lo que seguirá manteniendo los nutrientes para las tierras de cultivo (Feachem, 2001). Estas plantas además de traer un beneficio para la comunidad de Tizayuca, Hidalgo, serán una fuente de empleo para los habitantes del lugar, además de que ayudarán a combatir grandes problemas de contaminación, se generará energía eléctrica. Los combustibles usados son biogás procedente de la digestión anaerobia del estiércol de vaca.

5.1.1. Planta de tratamiento de excretas sólidas bovinas

El incremento de las explotaciones pecuarias intensivas en México, especialmente bovina, generan un deterioro progresivo del medio ambiente, causado por los residuos asociados a la actividad pecuaria, los cuales es necesario revertir. Estas actividades producen una gran cantidad de excretas, a las cuales se atribuyen problemas de contaminación en aguas y suelos (Berra, 2004).

La mayoría de los productores no son conscientes de las consecuencias de la sobrecarga del suelo y las aguas por los desechos orgánicos no tratados y vertidos en cualquier lugar (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2001). Sin embargo, las excretas de animales, vistas por muchos como un contaminante ambiental, pueden generar recursos valiosos mediante su procesamiento, de tal forma que al reciclarse, parte de la energía y de sus nutrientes, contribuyen a hacer sustentable la producción animal, y al mismo tiempo aprovechar los desechos orgánicos.

El estiércol de origen bovino puede aprovecharse para la producción de biogás, y consecuentemente para la producción de energía eléctrica.

En la Tabla 5.6. se indica la producción de biogás y la generación mínima de energía eléctrica que puede obtenerse de una tonelada de estiércol por día (<http://faostat.fao.org/>).

Tabla 5.6. Energía mínima generada con una tonelada de excreta bovina

ANIMAL	PRODUCCIÓN DE BIOGÁS (m3)	ENERGÍA ELÉCTRICA (KWH)
VACA	20	40

Otra forma de aprovechamiento del biogás es por medio de la combustión del metano para obtener agua caliente o calefacción.

El uso del efluente líquido (extracto acuoso de composta) representa económicamente más beneficio que el biogás. El tratamiento anaerobio de residuos orgánicos (específicamente de excretas de animales) imita los procesos que ocurren en la naturaleza. El residuo orgánico que se descarga del biodigestor, obtenido de los procesos de digestión anaerobia, es un lodo-líquido fluido de excelentes propiedades fertilizantes, el cual está constituido por la fracción orgánica que no alcanza a degradarse y por el material orgánico agotado. Su constitución puede variar mucho, lo que depende del contenido de la materia orgánica utilizada para alimentar el biodigestor y del tiempo de permanencia del material en el depósito (www.ecoanimalhealth.com/hsmectin.html).

El uso de un tratamiento anaerobio con recuperación del biogás producido, resulta un sistema de gran interés debido a que ofrece múltiples ventajas. En cuanto a la producción de energía, el tratamiento anaerobio, en condiciones controladas, conlleva a la degradación de la sustancia orgánica y la producción de biogás. La cogeneración de energía eléctrica y calor mediante la combustión del biogás resulta económicamente ventajosa ya sea para el autoconsumo de CAITSA o para la cesión a terceros.

El tratamiento de las excretas sólidas, también tiene la ventaja de reducir los malos olores así como la emisión de contaminantes tales como el NH₃ y CH₄. Las sustancias malolientes que eventualmente se forman durante el proceso (ácido

sulfhídrico, amoníaco, etc.), son eliminadas con el biogás en la combustión (<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/17906/1/articulo4.pdf>).

El fertilizante obtenido en la planta de biogás tiene características superiores al abono con estiércol fresco, debido a que no se pierden los nutrientes (De Pablo, 2002). Puede competir con los fertilizantes químicos, permitiendo un ahorro en la aplicación de otros abonos convencionales, sin disminuir la productividad de los cultivos. No deja residuos tóxicos en el suelo y además aumenta la productividad en comparación con suelos no abonados. Puede ser utilizado puro, como aditivo de origen orgánico de alta calidad, o como correctivo de la acidez en los suelos.

El biofertilizante no emana malos olores, a diferencia del estiércol fresco. Tampoco atrae moscas y puede aplicarse directamente a los cultivos ya que presenta una concentración de nutrientes relativamente alta. (Flores, 2004).

Las ventajas de la utilización del biofertilizante son considerables, no sólo por su bajo costo, sino por los excelentes resultados que se obtienen en la producción agrícola de todo tipo de cultivos.

Descripción del proceso

Los biodigestores recuperan el metano del estiércol de los animales a través de un proceso denominado digestión anaerobia (Ver Figura 5.6).

La planta está equipada con una zona de recepción de residuos orgánicos sólidos y una de residuos orgánicos líquidos. Primero los residuos sólidos son triturados hasta un tamaño de partícula < 12 mm. Después, pasa por la preparación húmeda, que consiste en mezclar con agua de proceso los residuos orgánicos en un mezclador lo que produce una suspensión de una concentración sólida de hasta 15%, la materia que se obtiene será tratada en un digestor mezclado con biogás, posteriormente se quitará el exceso de agua mediante centrifugas, por último se higienizan los residuos. La calidad alta de los restos posibilita incluso su empleo en la agricultura, sin embargo, para que se pueda utilizar dicha materia,

no se utiliza ningún tipo de agentes químicos en el proceso. Este biogás está preparado para ser gas natural de calidad, por lo que se pretende que sea utilizado en CAITSA, o en parte de la comunidad de Tizayuca. (Ver Figura 5.6) (<http://www.fmvz.unam.mx/bovinotecnia/BtRgEd001.htm>).

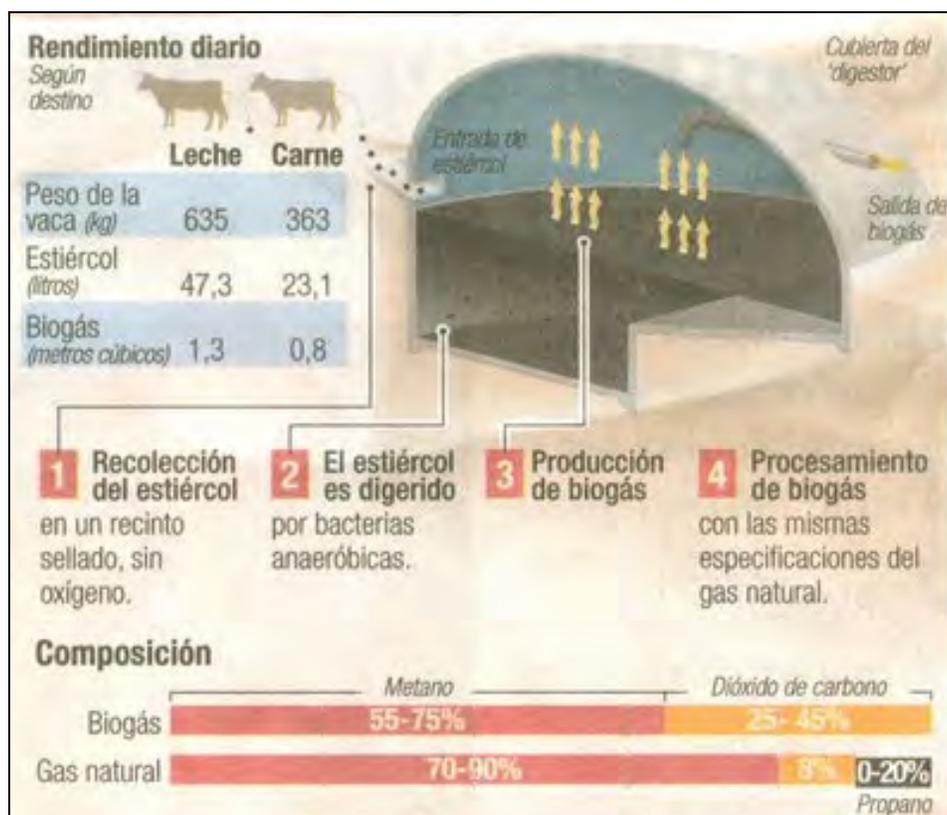


Figura 5.6. Los biodigestores recuperan el metano del estiércol de los animales a través de un proceso denominado digestión anaerobia (Fuente: <http://jctincopa.blogspot.com/2008/03/en-eeuu-usan-estircol-de-vaca-para.html>)

5.1.2. Planta de tratamiento de aguas residuales

Se propone como medida de mitigación una planta de tratamiento de aguas residuales que elimine el azolve de drenajes, así como la contaminación de mantos freáticos.

Primero comenzaré a definir agua residual, como aquellas aguas que resultan del uso doméstico o industrial del agua, también son conocidas como aguas negras. Son residuales pues, habiendo sido usada el agua, constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; son negras por el color que habitualmente tienen.

En todo caso, están constituidas por todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado e incluyen, a veces, las aguas de lluvia y las infiltraciones de agua del terreno. (Kalbermatten, 2002).

Para cuantificar el grado de contaminación y poder establecer el sistema de tratamiento mas adecuado, se utilizan varios parámetros expresados en la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Demanda bioquímica de oxígeno

Para medir la concentración de contaminantes orgánicos, en las aguas que resultan de el uso doméstico el parámetro mas utilizado es la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), esta se define como la concentración de oxígeno disuelto consumido por los microorganismos, presentes en el agua o añadidos a ella para efectuar la medida la medición, en la oxidación de toda la materia orgánica presente en la muestra de agua (Mijaylova, 2000). Su valor debe ser inferior a 8 mg/L, para ser considerada como potable. Generalmente en las aguas de origen doméstico este valor fluctúa entre los 200 a 300 mg/L (De Pablo, 2000).

Descripción del Proceso

Pretratamiento

Las aguas residuales son conducidas por la red de alcantarillado hasta la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. En este momento comienza el pretratamiento, que consta de varias etapas:

Desbaste. Elimina los sólidos más gruesos, como troncos, piedras, plásticos, papeles, etc., comúnmente mediante la retención de los sólidos en rejillas.

Desarenado. Tiene lugar en un compartimento especial, donde las arenas se depositan en el fondo por la acción de la gravedad.

Desengrase. Este procedimiento, opuesto al anterior, concentra en la superficie del agua las partículas en suspensión de baja densidad, especialmente aceites y grasas. Un procedimiento habitual consiste en introducir en el agua burbujas de aire, que se fijan en las partículas, haciéndolas flotar. (Crittenden, 2005)

Tratamiento primario

El objetivo del tratamiento primario es la reducción del contenido de sólidos en suspensión del agua residual. Nuevamente, en este proceso se pueden distinguir varias operaciones:

Decantación. Las partículas de mayor densidad se depositan en el fondo de los decantadores primarios, por la acción de la gravedad. Para facilitar este proceso se asegura una baja velocidad de circulación del agua. Los fangos depositados en el fondo se evacúan mediante purgas periódicas. La limpieza de espumas y flotantes se realiza mediante recogedores que barren la superficie del agua, como son los brazos radiales. (Ramalho, 1998).

Coagulación y floculación. Las suspensiones coloidales son muy estables, debido a su pequeña dimensión y a la existencia de cargas negativas repartidas a lo largo de la superficie. Para romper la suspensión y provocar la aglomeración de partículas, se realiza la coagulación y la floculación, que permitirá su decantación. La coagulación de las partículas coloidales se consigue a través de la eliminación

de sus cargas eléctricas con un coagulante. La floculación agrupa las partículas descargadas por medio de floculantes. Los flóculos resultantes, según su densidad, son extraídos del agua residual por decantación o por flotación (Rodier, 2001).

Neutralización. Un pH demasiado alto o demasiado bajo de las aguas residuales obstaculiza la acción depuradora de los microorganismos, ya que la actividad biológica óptima tiene lugar en un intervalo de pH comprendido entre 5 y 8,5. Se hace necesario, por lo tanto, corregir la excesiva alcalinidad o acidez del agua mediante la adición de ácidos o bases (Shahalam, 2000).

Tratamiento anaerobio o secundario

El agua decantada y homogeneizada en el tratamiento primario pasa a un recinto, donde será sometida a la acción de microorganismos (principalmente bacterias y protozoos), que se alimentan de las sustancias orgánicas que quedan en el agua residual. En este proceso, los compuestos orgánicos complejos son convertidos en compuestos simples, y la demanda de oxígeno disminuye al mismo tiempo que aumenta paulatinamente su concentración (López, 2001).

El desarrollo de este proceso de depuración está influenciado por dos factores principales:

1. La magnitud de la superficie de contacto entre el agua residual y los microorganismos debe ser lo más extensa posible.
2. La aportación de oxígeno, con el fin de favorecer el desarrollo de los microorganismos que digieren la materia orgánica.

Independientemente del método utilizado a medida que se desarrolla el tratamiento biológico crece la masa de microorganismos, formando masas de lodos que deberán ser separadas del agua depurada (CONAGUA, 2000). Para ello, el agua es conducida a otro decantador, esta vez secundario, donde los restos de materia orgánica en suspensión se depositan en el fondo. El agua superficial, más clarificada y depurada, vierte por el borde exterior del decantador, ésta contiene sólo entre el 5 y el 10% de la materia orgánica con la que entró (Fair, 2000).

Tratamiento terciario

Una vez finalizada la decantación secundaria, en muchos casos, el agua residual se considera ya lo suficientemente libre de carga contaminante como para ser vertida a los cauces de los ríos; no obstante, en algunos casos es conveniente afinar más la depuración, por lo que es sometida a un tratamiento terciario (Rigola, 2004). En ocasiones, el agua pasa a una cámara de cloración, donde se eliminan los microorganismos. El agua que entra en este último proceso no sirve para el consumo humano, pero sí para riego.

Otras veces, es necesario eliminar selectivamente ciertos componentes, como el fósforo, para evitar la eutrofización del cauce donde irán las aguas; esto se consigue mediante la combinación de reactivos químicos y el paso de las aguas a través de filtros de arena, o incluso de carbón activo (Metcalf, 2003).

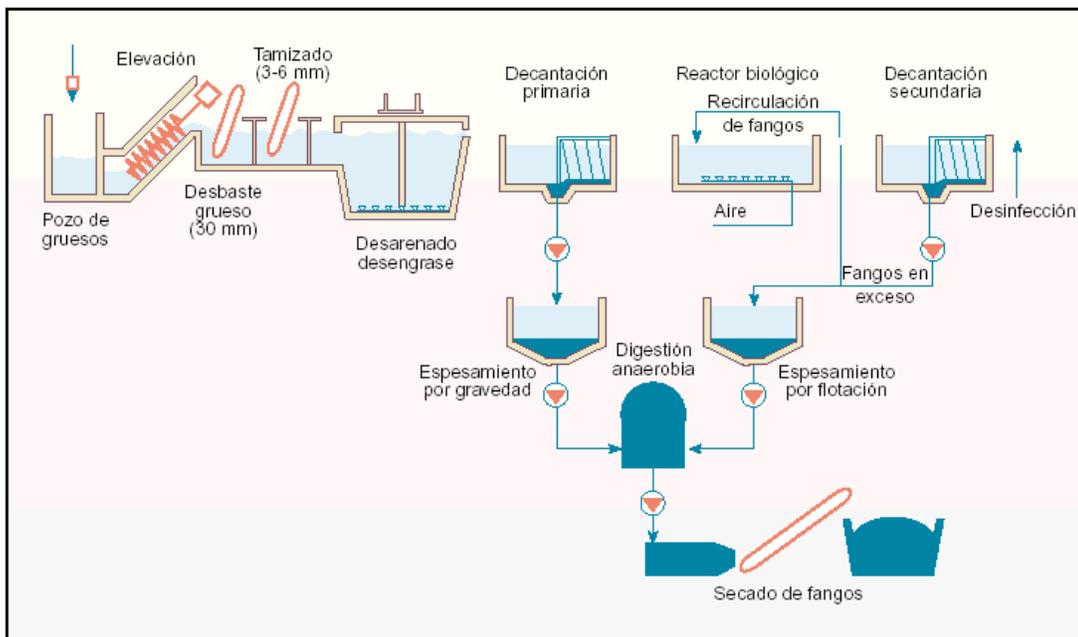


Figura. 5.7. Diagrama de flujo de una planata de tratamiento de agua residual, constituida por un pretratamiento, tratamiento primario y tratamiento biológico secundario (Arboleda, 2000).

**POSIBLES SITIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE
GENERACIÓN DE BIOGÁS Y PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES**



Foto 5.24. Vista aérea del terreno propuesto para la construcción de la planta de tratamiento de excreta sólida bovina y para la planta de tratamiento de agua residual (Imagen de Google Earth, 2009).



Foto 5.25. Zona 1 susceptible de ser empleada para la construcción de la planta de generación de biogás y de tratamiento de agua residual.



Foto 5.26. Zona 2 susceptible de ser empleada para la construcción de la planta de generación de biogás y de tratamiento de agua residual.

La decisión final del área a emplear para la construcción de las plantas de tratamiento dependerá de estudios posteriores relacionados con la planeación de la empresa, estudios de costo beneficio, estudios topográficos y de mecánica de suelos, entre otros.

5.1.3. Residuos sólidos urbanos

En relación con los residuos sólidos urbanos (RSU) que son generados dentro de las instalaciones de CAITSA, es importante señalar que son de competencia Municipal, por lo cual corresponde al municipio de Tizayuca Hidalgo dar solución a los mismos en acuerdo con la empresa. En este sentido, en el presente trabajo no se abordará la problemática asociada a los mismos.

5.2. Componentes ambientales del proyecto

5.2.1. Aire

Componente Ambiental:	Aire
Factores Ambientales:	Olor
Impacto Ambiental:	Emisiones perceptibles y molestas de olores, debido a la mala disposición de excretas sólidas bovinas, así como por el azolvamiento de drenajes.
Etapas de Proyecto:	Operación y mantenimiento.
<p><u>Medidas de Mitigación:</u></p> <p>Disminuir la dispersión de partículas de excretas sólidas, mejorando el medio de transporte. Tratamiento del agua residual y de las excretas sólidas bovinas para reducir los malos olores que se generan en la localidad.</p>	

5.2.2. Suelo

Componente Ambiental:	Suelo
Factores Ambientales:	Contaminación de suelo
Impacto Ambiental:	Contaminación y erosión del suelo.
Etapas de Proyecto:	Operación y mantenimiento.
<p><u>Medidas de Mitigación:</u></p> <p>Las medidas de mitigación son conforme a la normatividad ambiental aplicable. Las excretas sólidas ya no serán depositadas en un terreno, lo cual disminuirá las afectaciones causadas a sus propiedades fisicoquímicas. Respecto a los RSU, que también contaminan notablemente al suelo, el gobierno estatal será el que dispondrá las medidas pertinentes.</p>	

5.2.3. Agua

Componente Ambiental:	Agua
Factores Ambientales:	Calidad, uso y disponibilidad.
Impacto Ambiental:	Efectos de contaminación del agua.
Etapas de Proyecto:	Operación y mantenimiento.
No exceder los volúmenes de agua autorizados. Cumplir estrictamente con la NOM-001-SEMARNAT-1996	
<u>Medidas de Mitigación:</u> Se construirá una planta de tratamiento de agua, para tratar el agua residual generada. Reciclar las aguas residuales tratadas en actividades como el riego de áreas verdes. No inferir con el cauce de aguas superficiales.	

5.2.4. Socio-economía

Los impactos ambientales sobre este componente ambiental son positivos prácticamente en todas las etapas en cuanto a socioeconomía, por lo que no aplica la definición de medidas preventivas o de mitigación. Sin embargo se remarcan aspectos de seguridad y beneficio social.

Componente Ambiental:	Socio-Economía
Factores Ambientales:	Economía regional y Economía local.
Etapas de Proyecto:	Abandono del sitio.
<p>Medidas de Seguridad:</p> <p>El personal deberá contar con las medidas mínimas de seguridad que señala la norma de la Secretaría del Trabajo y previsión Social: NOM-017-STPS-2001 referente al equipo para los trabajadores en los centros de trabajo, relacionada a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.</p> <p>Durante esta etapa del proyecto se deberán colocar estratégicamente señales de riesgo y/o precaución, dirigidas específicamente a los trabajadores.</p> <p>Beneficios:</p> <p>En la contratación de mano de obra, se dará preferencia a los habitantes de las localidades próximas al proyecto.</p> <p>En la etapa de abandono del sitio y posteriormente en la etapa de operación y mantenimiento, se generarán nuevos empleos y mejoras en la calidad de vida por el aumento de la de ingresos económicos local y regional, en particular del municipio.</p>	

Adicional a lo antes expuesto, se debe establecer un plan de restauración del sitio una vez concluida la vida útil de las instalaciones.

5.3. Impactos residuales

Considerando que un impacto residual es aquel efecto que permanece en el ambiente, aún después de implantar las medidas de mitigación, para este proyecto se distinguen los siguientes:

En el caso del suelo y paisaje, principalmente en aquellas áreas en las que ya existen afectaciones previas generadas, incluidas las relacionadas con la calidad del aire (por la presencia constante de aquellas concentraciones remanentes de gases que no sean eliminados aún después del tratamiento que se haga a las emisiones en la atmósfera. Además, de las que se ocasionarán por las instalaciones de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y la Planta de Tratamiento de Excretas Sólidas Bovinas.

Asimismo, es importante señalar el posible efecto ocasionado a los mantos freáticos existentes en el área de influencia de CAITSA, lo anterior, derivado de la inadecuada disposición que se le ha dado durante años a las excretas sólidas y líquidas bovinas, así como de los RSU. La lixiviación de los contaminantes en ellos contenidos, ocasionaría la contaminación de aguas subterráneas por infiltración, cuyo efecto negativo lo resentirían aquellos que consumen ese tipo de agua.

5.4. Medidas de compensación

Las medidas de compensación, tienen como finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado.

Respecto a la problemática planteada, se tomarán como medidas de compensación, el reemplazo o sustitución de los recursos naturales o elementos del medio ambiente afectados, tales como sustitución de flora en general que haya sido afectada por los trabajos que se realizarán en la zona. Dichas medidas sólo se llevarán a cabo en las áreas o lugares en que los efectos adversos

significativos resulten de la ejecución o modificación de la actividad. En caso de que CAITSA fuese reubicada, en el lugar en el que actualmente se encuentra, se optaría por reforestación del lugar.

CAPÍTULO 6
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El presente trabajo proporciona elementos de posible utilidad para evitar que continúe el deterioro de los ecosistemas existentes en la zona de influencia directa de las actividades de CAITSA, mismos que se encuentran bajo presión por el crecimiento urbano.

De acuerdo con el diagnóstico realizado, existen 173 impactos negativos y 110 impactos positivos, los cuales en su mayoría, tanto para los positivos como para los negativos, se dan en la etapa de operación y mantenimiento, esto debido al mal manejo y disposición de los residuos, que en general, son desechados por CAITSA. El diagnóstico obtenido es reflejo de las situaciones de riesgo ambiental que prevalece en la zona, por lo que las medidas de mitigación que se proponen resultan fundamentales para el control de la contaminación existente. De igual forma, las recomendaciones derivadas del diagnóstico se espera que contribuyan a la minimización de los riesgos ambientales y a mejorar la salud de la población, esto al reducirse los impactos ambientales negativos detectados.

En cuanto a los impactos residuales que permanecerán en el ambiente, aún después de que se implementen las medidas de mitigación recomendadas, se propone la compensación de sus efectos mediante acciones de reforestación y limpieza de las áreas afectadas. Cabe señalar que en el caso de que exista afectación de mantos freáticos, su impacto residual será lentamente reversible (de manera natural). Su deterioro se detendrá parcialmente, evitando nuevos vertidos de excretas sólidas y líquidas. Para ello, será necesario el uso de plantas de tratamiento del agua residual y de excretas sólidas. De manera complementaria, CAITSA deberá elaborar un programa conjunto con el Municipio de Tizayuca, para el adecuado manejo de sus RSU.

La evaluación de impacto ambiental, señala que los impactos negativos más importantes son los que inciden sobre los factores agua, suelo y aire, siendo la mayoría de éstos de carácter temporal para el aire y permanentes en el caso del suelo y agua, hasta que se le de un tratamiento adecuado para que puedan ser nuevamente explotados por la comunidad. Dichos impactos son provocados principalmente por las actividades de recolección de excretas, limpieza de vacas, recolección de RSU, limpieza de los ranchos, así como por el mantenimiento de la infraestructura en general, esto durante la etapa de operación y mantenimiento. Respecto a la etapa de abandono del sitio, principalmente los impactos negativos estarán dados por desmantelamiento de instalaciones, uso de maquinaria, equipo y vehículos así como por las instalaciones temporales. Los efectos benéficos están considerados, en primera instancia, por la contratación de mano de obra, principalmente local, en las etapas de operación y mantenimiento. Posteriormente, en la etapa de abandono del sitio, prevalecerán beneficios importantes tanto en la economía local como en la regional.

También se han planteado las medidas de mitigación enfocadas al manejo efectivo de los impactos residuales adversos y minimización de las tendencias del deterioro ambiental de la zona de estudio, tales como la separación de drenajes y el tratamiento de cada corriente residual, la reutilización de aguas residuales tratadas, y el manejo de residuos conforme el Plan de Manejo de Residuos del Complejo Agropecuario Industrial S.A. de C.V. Tizayuca, Hidalgo.

El diagnóstico ambiental del complejo agropecuario industrial de Tizayuca, incluye la posible obtención de recursos económicos derivado de la venta de bonos de carbono, en el marco del protocolo de Kyoto, con un intercambio aproximado de 195,534 toneladas de bióxido de carbono (CO₂) equivalentes al año. Las estimaciones de precios por tonelada de CO₂ no enviado a la atmósfera oscilan entre 12 a 15 dólares. Asimismo, es posible el auto aprovechamiento de subproductos del tratamiento de residuos, como es el caso del metano, abono orgánico y aguas residuales tratadas con calidad de reuso para riego agrícola. Como beneficio adicional se encuentra el evitar el pago por concepto de multas por derecho de descarga de aguas residuales.

Lo anterior en su conjunto, es una muestra de que la infraestructura ambiental representa una oportunidad de solución a los rezagos existentes en México, además de que crea conciencia entre la población sobre la importancia de contar con un ambiente saludable. El enfoque del estudio busca una alternativa que beneficie a todos, ya que evita el cierre de fuentes de producción, lo cual genera un crecimiento sin riesgo ambiental y representa una solución integral a los problemas de contaminación actualmente ocasionados por las actividades de CAITSA.

Con base en el análisis, descripción de las condiciones ambientales que prevalecen en la zona del proyecto, sustentada con la bibliografía especializada, el análisis y objetivo presentado, el cumplimiento de los ordenamientos jurídicos aplicables, y las medidas preventivas y de mitigación que proponen; se considera que el desarrollo del presente diagnóstico ambiental, ha previsto proteger la integridad los ecosistemas de la zona y respetar sus capacidades de carga, conforme con lo establecido en el artículo 28 y 30 primer párrafo, de la LGEEPA[§]

El presente trabajo cumplió con los objetivos inicialmente planteados, por lo que en conjunto con todo lo anterior y con base en la metodología empleada en el estudio, se concluye que el proyecto expuesto es socialmente útil y ambientalmente aceptable para mejorar de una manera viable la calidad de vida de los habitantes de Tizayuca, Hidalgo.

[§] La LGEEPA establece, en su ARTÍCULO 28, que los interesados en realizar determinadas obras o actividades, enunciadas por la propia ley, deberán obtener previamente la autorización de impacto ambiental por parte de la SEMARNAT. Para obtener tal autorización, deben presentar un documento, de naturaleza técnica, que el ordenamiento en cuestión denomina Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), cuyo contenido general es establecido por la citada ley, en el primer párrafo de su artículo 30 (El cual dice: Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente).

6.2. Recomendaciones

Las medidas de prevención, mitigación y compensación deben incluirse indefectiblemente a efecto de que garanticen la permanencia de las instalaciones en beneficio de la región y tengan carácter de sustentable. Asimismo, se deberán acatar las medidas complementarias que, en su momento, expidan las autoridades competentes a efecto de evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente, sin perder de vista las políticas de sustentabilidad que imperan actualmente en el país.

Finalmente, se recomienda realizar estudios sobre el efecto de las instalaciones de CAITSA en la calidad del agua del subsuelo.

ANEXO

Cálculos por descarga de agua residual

De acuerdo a la Ley Federal de Derechos, el río Tula que es en donde se descargan las aguas residuales provenientes de CAITSA, se considera de acuerdo al artículo 278-A de dicha ley como un cuerpo receptor de aguas residuales tipo A.

De la Tabla A.1. se obtiene la concentración de contaminantes:

Tabla A.1. Límites Máximos Permisibles**

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES			
PARÁMETROS (miligramos por litro)	CUERPOS RECEPTORES		
	TIPO A	TIPO B	TIPO C
	Ríos Aguas Costeras Suelo	Ríos Embalses Aguas Costeras Estuarios Humedales Naturales	Ríos y Embalses
	P.M.	P.M.	P.M.
Sólidos Suspendidos Totales	150.0	75.0	40.0
Demanda Química de Oxígeno	320	200	100

P.M.: Promedio Mensual

Los datos de la tabla anterior se multiplican por el volumen trimestral de agua residual (en m³), para obtener la carga de contaminantes:

En CAITSA se generan 250,000 m³ de agua residual por mes, pero para calcular la cuota que paga se tiene que hacer el cálculo del trimestre, por lo que en un trimestre descarga al cuerpo receptor 750,000 m³ de agua residual.

Sólidos Suspendidos Totales= $(0.001^{**} \times 150)(750,000) = 112,500$ Kg. por trimestre descargados al río Tula.

Demanda Química de Oxígeno= $(0.001 \times 320)(750,000) = 240,000$ Kg. por trimestre descargados al río Tula

Por lo que el monto correspondiente es de acuerdo a la Tabla A.2.

Tabla A.2 Cuota en pesos por kilogramo de contaminante al trimestre^{††}

Cuota en pesos por kilogramo de contaminante al trimestre			
Tipo de contaminante	Cuerpo Receptor		
	Tipo "A"	Tipo "B"	Tipo "C"
Demanda Química de Oxígeno	\$0.3137	\$0.3508	\$0.3691
Sólidos Suspendidos Totales	\$0.5388	\$0.6022	\$0.6340

Cálculo para un Cuerpo Receptor Tipo A:

- Demanda Química de Oxígeno = $(240,000)(0.3137) = \$75,288$ / trimestre
- Sólidos Suspendidos Totales= $(112,500)(0.5388) = \$60,615$ / trimestre

^{**} Se multiplica por el factor 0.001 para convertirla en Kg /m³

^{††} Tablas obtenidas de la Ley Federal de Derechos. Última reforma publicada DOF 05-06-2009.

Cálculos de Bonos de Carbono

Respecto a cálculo de los Bonos de Carbono, se tiene que 1 tonelada de CH₄, el principal gas de invernadero emitido por la ganadería, tiene un potencial de calentamiento del planeta de 23 toneladas de dióxido de carbono por cada tonelada de metano. Una vaca lechera produce aproximadamente 6.5178 toneladas de CO₂ por año.*

Se sabe que en CAITSA hay 30,000 vacas, entonces:

Toneladas de CO₂ al año= (6.5178)(30,000)=195, 534 toneladas de CO₂/ año

Actualmente una tonelada de CO₂ oscila entre 12 a 15 dólares^{††}, por lo que el costo-beneficio es de:

(Tomando el límite inferior: 12 dólares)

(195,534)(12 USD)= 2, 346, 408 dólares por año

Cálculo de Kg. de CO₂ por día^{§§}:

$$\frac{1000\text{Kg}}{1\text{Tonelada}} \times \frac{195,534\text{Toneladas}(\text{CO}_2)}{1\text{año}} \times \frac{1\text{año}}{365\text{días}} = 535,709.59 \text{ Kg. de CO}_2/\text{día}$$

^{††} Fuente: <http://www.pointcarbon.com/> Estimado hasta el 30 de diciembre de 2009.

^{§§} Las estimaciones de la producción anual de bióxido de carbono equivalente de estiércol del ganado vacuno, se realizaron utilizando las conversiones del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés). Así, se estima que en promedio el estiércol de una vaca puede producir 6.5178 toneladas equivalentes de bióxido de carbono por año.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Anuario Estadístico Hidalgo. Gobierno del Estado de Hidalgo. Secretaría de Desarrollo Social-INEGI. Edición 2000.
- ✓ Arboleda, J. Teoría y práctica de la purificación del agua. McGraw-Hill Interamericana. Colombia, 2000.
- ✓ Berra, G. Reducción de emisiones de metano provenientes del ganado bovino. Ministerio de Desarrollo social y Medio Ambiente. Sec. De Desarrollo Sustentable y Política Ambiental. Argentina, 2004.
- ✓ Brañes, R. Manual de derecho ambiental mexicano. Fondo de Cultura Económica. México D.F., México 2002.
- ✓ Boucher, F. Los desafíos de la Agroindustria Rural frente a la globalización. México, 2004.
- ✓ Canter, L. Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. McGraw-Hill. 1998.
- ✓ Cédula Municipal Estado de Hidalgo. Dirección de Información para la Planeación. México, 2003.
- ✓ Cervantes, F. Bases y propuestas para renegociar en el TLCAN el apartado de lácteos. CIESTAAM-UACH. Chapingo, México, 2003.
- ✓ Cervantes, F. La producción de leche en el entorno nacional. CIESTAAM-UACH. Chapingo, México, 2004.
- ✓ Comisión Nacional del Agua. Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en México. Septiembre. 2000.

- ✓ Consejo Estatal de Ecología. Taller de Gestión y Vinculación Municipal 2000. Gobierno del Estado de Hidalgo. Enero del 2000.
- ✓ Crittenden, J. Water treatment. Principles and design. Edit. Wiley. 3ª. Edición. Canadá, 2005.
- ✓ Cuaderno Estadístico Municipal. Tizayuca: Estado de Hidalgo. Edición 2001.
- ✓ De Pablo, A. Calidad del Agua. Edit. Alfaomega. México, 2000.
- ✓ De Pablo, A. Ingeniería Ambiental: Contaminación y Soluciones. Edit. Alfaomega. México, 2002.
- ✓ Del Valle, R. El sistema lácteo mexicano en el contexto del mercado internacional. Memorias del seminario internacional. México, 2003.
- ✓ Enciclopedia de los Municipios de México: Hidalgo. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Hidalgo, 2005.
- ✓ Fair, G. Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales. Limusa S.A. de C.V. Vol. II. 4ª. Impresión, México 2003.
- ✓ Fair, G. Water and Wastewater Engineering. Vol. I. John Wiley and Sons. EUA, 2000.
- ✓ Feachem, R. Sanitation and Disease: Health Effects of Excreta and Wastewater Management. John Wiley and Sons. British, England, 2001.
- ✓ Flores, E. Biotecnología anaerobia para el Tratamiento de Efluentes Industriales. Vol. 2, No. 3. Uruguay, 2004.

- ✓ García, J. Recorriendo el Estado de Hidalgo. Edición México 2000.

- ✓ Garmendia, A. Evaluación de impacto ambiental. Pearson-Prentice Hall. España, 2005.

- ✓ Glasson, J. Introduction to Environmental Impact Assessment. Second Edition. Spon Press. London, 2002.

- ✓ Gómez, M. Capital Social y pequeños productores de leche en México: los casos de los Altos de Jalisco y Aguascalientes en Capital social y reducción de la pobreza en América Latina: en busca de un nuevo paradigma. Santiago de Chile, 2005.

- ✓ Gómez, O. Guías Metodológicas para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental. Mundi Prensa. Madrid, 2003.

- ✓ González, M. El Estado y la ganadería de leche. El complejo agropecuario e industrial de Tizayuca. Universidad de Chapingo, México. 2003.

- ✓ Gutiérrez, R. Introducción al estudio del derecho ambiental. Edit. Porrúa. México, 2002.

- ✓ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Guía Práctica de Ganadería Vacuna. Sec. Agric. Gan, Pesca y Alim. Ministerio de Econ. y Obras y Serv. Públicos. Argentina, 2001.

- ✓ Iñigo, S. El Mercado de Derechos a Contaminar. Editorial Lex Nova. España 2007.

- ✓ Kalbermatten, J. Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation: A Summary of Technical and Economic Options. Banco Mundial. Washington D.C., 2002.

- ✓ Leopold, L. B. Clarke F. E, Hanshaw B. B. y Balsley J. R. A procedure for Evaluating Environmental Impact. Geological Survey. Department of health. USA, 1971.
- ✓ Libro de Consulta para Evaluación Ambiental. Volumen I, II y III. Trabajos Técnicos del Departamento de Medio Ambiente del Banco Mundial. 2002.
- ✓ López, M. Tratamiento Biológico de Aguas Residuales en Prospectiva de la Biotecnología en México. CONACYT. México, 2001.
- ✓ Los Municipios de México. Información para el Desarrollo: Municipios de Hidalgo. CEDEMUN, 1999.
- ✓ Martínez, E. Residuos Urbanos y Sustentabilidad Ambiental. Edit. Univ. De Valencia. España, 2006.
- ✓ Metcalf, E. Ingeniería Sanitaria, Redes de Alcantarillado y Bombeo de Agua Residual. Edit. Labor, S.A. Inc. España, 2003.
- ✓ Mijaylova, P. Tecnología para el Tratamiento de las Aguas Residuales de la Industria. Biotecnología. Vol. 3, No. 2. 2000.
- ✓ Monografía del Estado de Hidalgo. Instituto Hidalguense de la Cultura. Tomo I. Edición 1999.
- ✓ Ortega, A. Caracterización de la industria quesera de la zona noroeste del Estado de México. Memorias del seminario internacional Nuevas tendencias en el análisis socioeconómico de la lechería en el contexto de la globalización. México, 2002.
- ✓ Pomeon, T. Las Dinámicas colectivas en dos cuencas lecheras Mexicanas: Tlaxco, Tlaxcala y Tizayuca, Hidalgo. Agroalim. México 2006.

- ✓ Ramos, M. El papel del disturbio natural en la estructura y regeneración de selvas húmedas. Editorial Alhambra Mexicana. México, 1987.
- ✓ Ramalho, R. Tratamiento de aguas residuales. Edit. Reverté S.A. 2ª Edición. España 1998.
- ✓ Rigola, M. Aguas Residuales. Edit. Alfaomega. México, 2004.
- ✓ Rodier, J. Análisis de las Aguas. Edit. Omega, S.A. 2ª. Edición. Barcelona, 2001.
- ✓ Shahalam, A. A Wastewater Treatment System with Optimal Control of Biomass Starvation. Edit. Environ. Vol. I. 2000.
- ✓ Vélez, A. Degradación del Medio Ambiente. Ediciones Omega. España, 2002.
- ✓ Wood, C. Environmental Impact Assessment. A comparative review. Second Edition. Pearson Education Ltd. England, 2003

NORMAS OFICIALES DE MÉXICO

NOM-001-SEMARNAT-1996, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES.

NOM-003-SEMARNAT-1997, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REUSEN EN SERVICIOS AL PÚBLICO.

LEYES

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA). ARTÍCULO 28 Y 30 PRIMER PÁRRAFO.

LEY FEDERAL DE DERECHOS. TEXTO VIGENTE. ÚLTIMAS REFORMAS PUBLICADAS DOF 05-06-2009.

HEMEROGRAFÍA

La Jornada, 2008.

El gobierno de Hidalgo abandona a su suerte a productores de leche. Producir un litro de leche cuesta \$5.20; Liconsa paga \$4.22 a mexicanos y \$5.70 a extranjeros El hato y la producción han caído 25%; la apertura total agravará la crisis del sector, prevén. 6 de febrero de 2008

El Gobierno de Hidalgo abandona a su suerte a productores de leche. Carlos Camacho, corresponsal. Miércoles 18 de febrero de 2008

El Universal, 2007.

La caída ganadera en Tizayuca. Alejandro Suverza. Miércoles 14 de marzo de 2007

El Periódico de Hidalgo, 2007.

Podrían imponer una sanción a complejo industrial de Tizayuca. Joaquín Quiroz Cervantes. Publicado: 22/09/2007

TESIS

Vallarta S. *Impacto Ambiental de la Deforestación causada por la obtención de Materias Primas en México*. UNAM, Facultad de Química, México D.F. 1999.

INTERNET

<http://www.semarnat.gob.mx> [Consulta: martes 09 de diciembre de 2008]

<http://www.sagarpa.gob.mx> [Consulta: martes 09 de diciembre de 2008]

<http://www.tizayuca.com.mx> [Consulta: martes 09 de diciembre de 2008]

<http://www.inegi.org.mx> [Consulta: jueves 15 de enero de 2009]

<http://www.jornada.unam.mx/2000/06/12/eco-tizayuca.html>

[Consulta: jueves 15 de enero de 2009]

http://www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=51&id_art=1762

[Consulta: viernes 30 de enero de 2009]

www.coedehgo.gob.mx [Consulta: viernes 09 de enero de 2009]

http://www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=51&id_art=1762

[Consulta: viernes 09 de enero de 2009]

<http://www.fmvz.unam.mx/bovinotecnia/BtRgEd001.htm>

[Consulta: miércoles 04 de febrero de 2009]

-
- Enciclopedia de los Municipios de México HIDALGO
[Consulta: miércoles 04 de febrero de 2009]
- © 2005. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Hidalgo [Consulta: miércoles 04 de febrero de 2009]
<http://www.presidencia.gob.mx> [Consulta: miércoles 04 de febrero de 2009]
<http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/1685/1/images/sener.pdf> [Consulta: miércoles 04 de febrero de 2009]
- Foro Mundial del Agua. (2006). Reporte final, p. 116. Disponible en:
<http://www.worldwaterforum4.org.mx/files/report/InformeFinal.pdf>
[Consulta: miércoles 04 de febrero de 2009]
- Eco Animal Health. www.ecoanimalhealth.com/hsmectin.html.
[Consulta: martes 17 de marzo de 2009]
- http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542006000100005&lng=es&nrm=iso [Consulta: martes 17 de marzo de 2009]
- Données agricoles de FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/>
[Consulta: martes 17 de marzo de 2009]
- www.sener.gob.mx [Consulta: martes 17 de marzo de 2009]
<http://www.eluniversal.com.mx/nacion/149252.html>
[Consulta: jueves 21 de mayo de 2009]
- <http://jctincopa.blogspot.com/2008/03/en-eeuu-usan-estircol-de-vaca-para.html>
[Consulta: jueves 21 de mayo de 2009]
- <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/17906/1/articulo4.pdf>
[Consulta: jueves 21 de mayo de 2009]
- http://www.conanp.gob.mx/pdf/leygra_eqilibrio.pdf
[Consulta: jueves 21 de mayo de 2009]
- <http://asociacionganaderadetizayuca.com.mx/>
[Consulta: jueves 21 de mayo de 2009]
- <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/107.pdf>
[Consulta: lunes 22 de junio de 2009]
- <http://www.pointcarbon.com> [Consulta: lunes 22 de junio de 2009]
-