

27
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA DE MANEJO. RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO
DE RESIDUOS DE ORIGEN BIOLÓGICO-INFECTIOSOS,
MUNICIPIO DE LERMA, ESTADO DE MÉXICO**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

DANIEL DIAZ PEREZ

DIRECTOR DE TESIS: ING. IGNACIO ROMERO CASTRO

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MÉXICO, D.F.

2002.





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/034/01

Señor
DANIEL DÍAZ PÉREZ
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. IGNACIO ROMERO CASTRO**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

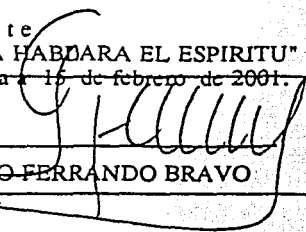
"SISTEMA DE MANEJO, RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE ORIGEN BIOLÓGICO-INFECCIOSOS, MUNICIPIO DE LERMA, ESTADO DE MEXICO"

- I. INTRODUCCION
- II. ANTECEDENTES
- III. INFORMACIÓN BÁSICA
- IV. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
- V. ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIOECONÓMICO
- V. COSTO DE CONSTRUCCIÓN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABDARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria 15 de febrero de 2001.
EL DIRECTOR


M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
CFB/GMP/insig.

INDICE

INTRODUCCIÓN	3
1 ANTECEDENTES	5
1.1 Residuos de Establecimientos de Salud, (RES) peligrosos y su clasificación	5
1.2 Identificación y envasado de Residuos Peligrosos Biológico- Infecciosos (RPBI)	7
1.3 Fuentes de los residuos	8
1.4 Origen de RPBI.....	9
1.5 Impactos de los RPBI en la salud	11
1.6 Transporte de residuos “fuera del sitio”	12
1.7 Principio de incineración.....	13
2 INFORMACION BASICA	15
2.1 Características generales.....	15
2.2 Clasificación de los (RPBI) y clasificación de los establecimientos generadores.....	17
2.3 Vehículos o contenedores de transporte.....	19
2.4 Tratamiento y disposición tecnológica de los (RPBI)	20
2.5 Incineración.....	20
3 DESCRIPCION DEL PROYECTO	22
3.1 Características del proyecto.....	22
3.2 Operación y mantenimiento.....	24
3.3 Descripción de líneas de producción	24
3.4 Proceso de oxidación térmica.(pirólisis).....	25
3.5 Política de crecimiento.....	26
3.6 Programa de mantenimiento	26
3.7 Requerimientos de combustible y lubricantes.....	27
3.8 Requerimiento de agua cruda y potable.....	27
3.9 Equipo.....	28
3.10 Materias primas dispuestas a tratamiento.....	31
3.11 Residuos finales.....	31
3.12 Medidas de emergencia y prevención se accidentes.....	32
3.13 Planes de uso del área al concluir la vida útil del proyecto.....	33
4 ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIOECONÓMICO	34
4.1 Características fisiográficas del municipio de Lerma.....	34
4.2 Rasgos biológicos.	37
4.3 Fauna.	38

4.4 Ecosistema y paisaje.....	39
4.5 Medio socioeconómico.....	39
4.6 Normas y regulaciones sobre el uso del suelo.....	44
4.7 Identificación de los impactos ambientales	45
4.8 Componentes ambientales del medio natural y socioeconómico.....	46
4.9 Clasificación de los impactos ambientales.....	48
4.10 Matriz de Leopold	49
4.11 Identificación de las etapas del proyecto y acciones que promueven impactos ambientales ..	52
4.12 Impactos ambientales generados.....	60
4.13 Descripción de los impactos ambientales.....	74
4.14 Recursos naturales que serán afectados.	75
4.15 Emisiones a la atmósfera.....	76
4.16 Identificación de impactos ambientales en la etapa de operación.....	76
4.17 Seguridad	77
4.18 Incinerador.....	77
4.19 Descontaminación.....	78
4.20 Emisiones a la atmósfera.....	78
4.21 Descarga de agua al drenaje.....	78
4.22 Residuos sólidos.....	78
4.23 Mantenimiento.....	79
4.24 Aspectos socioeconómicos	79
4.25 Identificación de impactos en la etapa de abandono del sitio.	79
4.26 Medidas de Mitigación de los impactos ambientales identificados (M.M.)	79
5 COSTOS DE CONSTRUCCION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	83
5.1 Costos de construcción	83
5.2 Costos de operación.....	83
CONCLUSIONES.....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	92

INTRODUCCIÓN

Los servicios de atención a la salud, están dirigidos a reducir problemas sanitarios y a prevenir riesgos potenciales para la salud de la población. La consecuencia de estos servicios, conduce inevitablemente a generar residuos que pueden causar daños a la salud.

El manejo inadecuado de estos residuos puede traer serias consecuencias sobre la salud pública y un impacto apreciable sobre el medio ambiente. La administración cuidadosa de los residuos de origen biológico- infeccioso es por lo tanto un componente importante y necesario de la protección de la salud ambiental.

La implementación de la administración efectiva de lo residuo biológico infeccioso requiere de la interacción de múltiples sectores en varios niveles en programas tanto de corto como de largo plazo, por lo que se presenta este sistema de Manejo, Recolección, y Tratamiento de Residuos de Origen Biológico-Infeciosos.

La toma de conciencia de los ingenieros y de la población en general sobre este tema es esencial para impulsar la participación de la comunidad en la generación e implementación de políticas, programas sobre dichos sistemas.

Para lograr este objetivo he propuesto esta tesis bajo el tema "Sistema de Manejo, Recolección, y Tratamiento de Residuos de Origen Biológico-Infeciosos" para producir una guía práctica particularmente dirigida a mi investigación de la protección de la salud ambiental. Esta tesis incluye investigación en varios sectores tanto públicos como privados, relacionados con actividades ligadas ha la atención de la salud y la administración de los residuos generados por tales actividades, sin olvidar que se ven incluidos en estas morgues, rastros, universidades, institutos de investigación y toda aquella edificación donde se manipulen residuos catalogados como biológico-infeccioso.

Esta tesis intenta ser concisa y accesible para la administración de estos residuos en diferentes establecimientos, y ha sido preparada como respuesta practica a la necesidad de mejoramiento de la administración y una adecuada ingeniería sobre los residuos biológico – infeccioso en nuestro país.

Actualmente los esfuerzos por mejorar esta problemática de salud ambiental continúan, más intento que esta solución propuesta logre cubrir al menos algunas de las problemáticas actuales.

Cubrir la demanda de este tipo de servicios, los cuales actualmente son requeridos para una adecuada disposición y tratamiento, ofreciendo así una forma de eliminación segura y sin riesgos para la población y el medio ambiente, para lo cual se proyectó la Instalación de una planta de destrucción (Oxidación Térmica) de residuos peligrosos de origen biológico–infeccioso.

De acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas NOM-052-ECOL-1993 y NOM-087-ECOL-1995, un residuo se considera como Peligroso Biológico- Infeccioso cuando contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de causar infección o que contiene o puede contener toxinas producidas por microorganismos que causan efectos nocivos a seres vivos y al ambiente.

1 ANTECEDENTES

El objetivo de este capítulo es proporcionar los antecedentes necesarios de los Residuos Peligrosos Biológico-Infeciosos (RPBI) para su clasificación, descripción, indicar su origen y fuentes de dichos residuos, los tipos de generación existentes, así como las cantidades que se generan a nivel nacional y los cálculos de como se obtienen estos datos. También describir los impactos de los RPBI en la salud pública y las recomendaciones internacionales para el manejo y la transportación, el principio de incineración aplicado es explicado al final de este capítulo.

1.1 Residuos de Establecimientos de Salud, (RES) peligrosos y su clasificación

Los Residuos de Establecimientos de Salud (RES) son definidos como el total de los residuos generados en establecimientos de atención de la salud, centros de investigación y laboratorios. Sumando a esto, actividades menores del cuidado de la salud -incluyendo las de tipo doméstico- que también pueden generar RES.

Entre el 75 y el 90 % de los Residuos producidos por los proveedores de atención de la salud son RES sin riesgo- comparables con los residuos domésticos- que provienen básicamente de las actividades administrativas o de mantenimiento de instalaciones de dichos establecimientos. Entre el 10 y 25 % restantes son RES Peligrosos, que pueden generar una serie de riesgos para la salud, en el presente trabajo solo se manejan de estos últimos los de origen *Biológico-Infecioso*, también llamados "RES Riesgosos" o (RPBI), ya que los residuos sin riesgo se suman al caudal de residuos municipales.

En la Tabla 1.1 se muestra la clasificación de los RES peligrosos o de Origen Biológico-Infecioso, (RPBI).

Categoría de Residuos	Descripción y Ejemplos
Residuos infecciosos	Residuos que supuestamente contienen patógenos. Ej.: cultivos de laboratorio, tejidos, materiales o equipo que haya estado en contacto con pacientes infectados, excrementos, etc.
Residuos patológicos	Tejidos o fluidos humanos. Ej.: partes del cuerpo, sangre u otros fluidos, fetos humanos, etc.
Elementos cortantes	Residuos con filo Ej.: agujas, (sets de infusión), escalpelos, cuchillos, hojas cortantes, pedazos de vidrio, etc.
Residuos farmacéuticos	Residuos que contienen sustancias farmacéuticas Ej.: sustancias farmacéuticas vencidas o que ya no son necesarias, envases contaminados o que contienen sustancias farmacéuticas como botellas o frascos, etc.
Residuos genotóxicos	Residuos que contienen sustancias con propiedades genotóxicas Ej.: residuos que contienen drogas citotóxicas (habitualmente utilizadas en terapias contra el cáncer), químicos genotóxicos, sustancias radioactivas, etc.

Tabla 1.1 Clasificación de los RES Peligrosos

Las normas Mexicanas NOM – 087 – ECOL – 1995 y NOM – 052 – ECOL -93, los clasifica y los considera de la siguiente manera:

Para la NOM – 087 – ECOL – 1995

"...4. CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS

Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana y de acuerdo con lo establecido en la NOM-052-ECOL-1993, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de octubre de 1993, se consideran residuos peligrosos biológico-infecciosos los siguientes:

4.1 La sangre.

4.1.1 Los productos derivados de la sangre, incluyendo, plasma, suero y paquete globular.

4.1.2 Los materiales con sangre y sus derivados, aun cuando se hayan secado, así como los recipientes que los contienen o contuvieron.

4.2 Los cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos.

4.2.1 Los cultivos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generados en la producción de agentes biológicos.

4.2.2 Los instrumentos y aparatos para transferir, inocular y mezclar cultivos.

4.3 Los patológicos.

4.3.1 Los tejidos, órganos, partes y fluidos corporales que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica.

4.3.2 Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico o histológico.

4.3.3 Los cadáveres de pequeñas especies animales provenientes de clínicas veterinarias, centros antirrábicos o los utilizados en los centros de investigación.

4.4 Los residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y de los laboratorios.

4.4.1 El equipo, material y objetos utilizados durante la atención a humanos o animales.

4.4.2 Los equipos y dispositivos desechables utilizados para la exploración y toma de muestras biológicas.

4.5 Los objetos punzo cortantes usados o sin usar.

4.5.1 Los que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento; incluyendo navajas, lancetas, jeringas, pipetas Pasteur, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuaje, bisturís, cajas de Petri, cristalería entera o

rota, porta y cubre objetos, tubos de ensayo y similares...."

Para la NOM – 052 – ECOL –93

"... 5.5.6 Un residuo con características biológico infecciosas se considera peligroso cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

5.5.6.1 Cuando el residuo contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de infección.

5.5.6.2 Cuando contiene toxinas producidas por microorganismos que causen efectos nocivos a seres vivos...."

1.2 Identificación y envasado de Residuos Peligrosos Biológico- Infecciosos (RPBI)

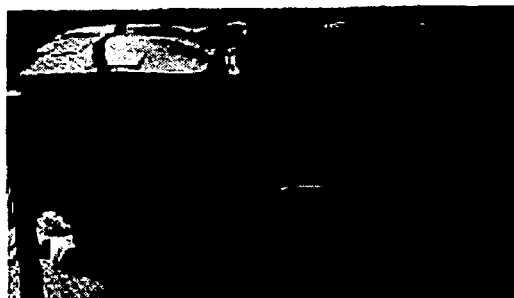
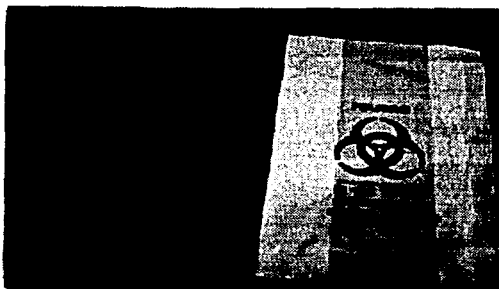
Con lo establecido en la NOM – 087 – ECOL – 1995

Se separan y envasan todos los RPBI generados en establecimientos de atención médica, de acuerdo con sus características físicas y biológico-infecciosas, conforme a la Tabla 1.2 de esta Norma Oficial Mexicana.

TIPO DE RESIDUOS	ESTADO FISICO	ENVASADO	COLOR
Sangre			
Cultivos y cepas almacenadas o de agentes infecciosos	Sólidos	Bolsa de plástico	Rojo
Residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y los laboratorios.	Líquidos	Recipientes herméticos	Rojo
Patológicos	Sólidos	Bolsa de plástico	Amarillo
	Líquidos	Recipientes herméticos	Amarillo
Objetos punzo cortantes usados y sin usar.	Sólidos	Recipientes rígidos	Rojo

Tabla 1.2 Separación y envasado de RPBI

A continuación las fotografías (Figura 1.1) muestran algunos tipos de bolsas y contenedores que existen en el mercado que cumplen con las normas antes mencionadas, para su separación y envasado de RPBI.



Fotografía 1.1 Bolsas y contenedores de RPBI

1.3 Fuentes de los residuos

Las fuentes de los RES (RPBI), pueden dividirse en fuentes mayores y menores según las cantidades generadas. De acuerdo con la definición, los RES son los generados por todo tipo de establecimiento de atención de la salud, centros mortuorios o de autopsias, instituciones de investigación y laboratorios; pero también por varias fuentes menores que involucran la atención de la salud o actividades similares. A continuación se enlistan las mayores fuentes de RES (RPBI).

Mayores Fuentes de RES

Hospitales

- Hospitales de Universidades
- Hospitales Generales
- Hospitales de Distrito

Otros establecimientos de atención de la salud

- Servicios de cuidado médico de emergencia
- Centros de salud de barrio /dispensarios
- Clínicas de obstetrias y maternidades
- Clínicas de consultorios externos
- Centros de diálisis
- Salas de primeros auxilios y puestos sanitarios
- Establecimientos de internación prolongada y hospicios
- Centros de Transfusión
- Servicios médicos militares

Laboratorios y centros de investigación

- Laboratorios médicos y biomédicos
- Instituciones y laboratorios de biotecnología
- Centros de investigación médica

Centros mortuorios y de autopsia
Investigación y ensayos en animales
Bancos de sangre
Geriátricos

Fuentes Menores Diseminadas de RES (RPBI)

Las fuentes menores o diseminadas pueden producir algunas categorías de RES (RPBI) similares a los residuos generados por los hospitales. Su composición, sin embargo, será distinta,

- Generalmente no incluirán partes de cuerpos humanos
- Los elementos cortantes serán básicamente agujas de jeringa

Pequeños establecimientos de atención de la salud

- Consultorios médicos particulares
- Clínicas odontológicas
- Consultorios de acupunturistas
- Consultorios de quiropraxia

Establecimientos de atención de la salud especializados con baja generación de residuos

- Centros de rehabilitación
- Hospitales psiquiátricos
- Instituciones para personas discapacitadas

Otras actividades que incluyen intervenciones subcutáneas

- Lugares de perforación de orejas o de tatuaje
- Usuarios de drogas ilícitas

Servicios fúnebres

Servicios de ambulancia

Tratamientos domésticos

1.4 Origen de RPBI

Muchos sitios proveen índices de la generación típica de RES, y algunos de estos datos están compilados a continuación. Los datos revelan que la generación de RES no sólo varía de país en país sino que también dentro de un mismo país. La generación de residuos depende de numerosos factores tales como los métodos practicados en su administración, el tipo de establecimientos de atención de la salud, la especialización de cada hospital, la tasa de elementos re-utilizables, la tasa de atención diaria, etc.

Generación de RES (RPBI) según Nivel de Ingresos ¹

Nivel de ingresos	Generación de residuos Kg/per cápita/por año
Países de ingresos altos:	
Todos los RES	1.1 a 12.0
RES riesgosos	0.4 a 5.5

¹ Fuente: Comisión de la Unión Europea, 1995; Halbwachs, 1994; Durand, 1995.

Países de ingresos medios:	
Todos los RES	0.8 a 6.0
RES riesgosos	0.3 a 0.4

Países de ingresos bajos:	
Todos los RES	0.5 a 3.0

Generación de RES (RPBI) según Tamaño de la Fuente²

Cifras obtenidas de países con alto nivel de ingresos.

Tamaño de la fuente	Generación de residuos Kg/cama/día
Hospital Universitario	4.1 a 8.7
Hospital General	2.1 a 4.2
Hospital de Distrito	0.5 a 1.8
Centros de atención primaria	0.005 a 0.2

Generación Total de RES (RPBI) según la Región³

Región	Generación de residuos Kg/cama/día
América del Norte	7 a 10
América Latina	2.5 a 3
Europa Occidental	3 a 6
Europa Oriental	1.4 a 2
Medio Oriente	1.3 a 3
Asia	
- Altos Ingresos	2.5 a 4
- Ingresos Medios	1.8 a 2.2

Cantidades de RES Riesgosos (RPBI) Producidos en Instalaciones de Atención de la Salud en Países Seleccionados de América Latina y el Caribe⁴

País	Número de camas	Ton. de RPBI /año
Argentina	150,000	32,850
Brasil	501,660	109,960
Cuba	50,293	11,010
Jamaica	5,745	1,260
México*	76,432	41,846⁵
Venezuela	47,200	10,340

*Camas Censadas en México multiplicado por 1.5 Kg./ cama/ día, dividiendo entre 1000 (para convertir en Toneladas los Kg.), por 365 días.

² Fuente : Economopoulos, 1993

³ Fuente: Durand, 1995; Johennessen, 1997

⁴ Fuente: De Koning et. Al., 1994

⁵ Fuente : Semamat _ sgpa_dgmic

Cantidades de RPBI Producidos en la infraestructura Hospitalaria en la Ciudad de México

Institución	Nº Promedio de Camas	Ton. de RPBI/año
Sector privado	3,442	1,884
Secretaría de Salud	19,648	10,757
IMSS	8,187	4,482
ISSSTE	6,686	3,660
D.D.F.	3,275	1,793
TOTAL	41,238	22,577⁵

1.5 Impactos de los RPBI en la salud

Riesgos de los (RPBI)

Como se indica los RES incluyen un componente alto de residuos inocuos y una proporción más reducida de RPBI. Los RES inocuos son similares a los residuos domésticos y no crean riesgos mayores que los causados por una incorrecta administración de los mismos. A continuación se hace referencia a los potenciales riesgos relacionados con la exposición de biológicos - infecciosos. Dicha exposición a RPBI puede inducir enfermedades o provocar heridas, la naturaleza y peligrosidad de los RPBI puede deberse a una o más de las siguientes propiedades:

- Que contenga agentes infecciosos
- Que contenga químicos o sustancias farmacéuticas tóxicas o peligrosas
- Que contenga elementos cortantes

Personas en Riesgo

Todas las personas expuestas a RPBI se encuentran potencialmente en riesgo. Esto abarca tanto a personas, directamente involucradas con los establecimientos hospitalarios o de cualquier índole que sean generadores de este tipo de residuos, como a personas externas a estas fuentes que manipulan los residuos, o están expuestas a ellos debido a un inadecuado manejo de los mismos. Los principales grupos en riesgo son los siguientes:

- Enfermeras, auxiliares y personal de mantenimiento de hospitales
- Pacientes internados o bajo cuidado domiciliario
- Familiares y visitas en los establecimientos
- Trabajadores de los servicios proveedores de los establecimientos de salud, como lavanderías, **recolección y transporte de residuos.**
- **Trabajadores de instalaciones de disposición de residuos (como rellenos sanitarios o incineradores).**

Riesgos de Residuos Infecciosos y Elementos Cortantes

Los residuos infecciosos pueden contener una gran variedad de microorganismos patógenos. En la actualidad se han encontrado más de mil bacterias, doscientos virus, parásitos y hongos que son considerados peligrosos para la salud humana. Estos patógenos contenidos en los RPBI pueden infectar el cuerpo humano a través de las siguientes vías:

- Absorción a través de heridas y cortes en la piel
- Absorción a través de membranas mucosas
- Inhalación
- Ingestión

Dos infecciones de interés particular, de las que existe evidencia concluyente de transmisión por medio de RPBI, son el virus HIV/sida y, más frecuentemente, la Hepatitis B o C. Que pueden transmitirse a través de heridas producidas por agujas de jeringa contaminadas con sangre humana. Los riesgos de infección relacionados con los RES y sus vías de transmisión, se encuentran enlistados en la tabla 1 3.

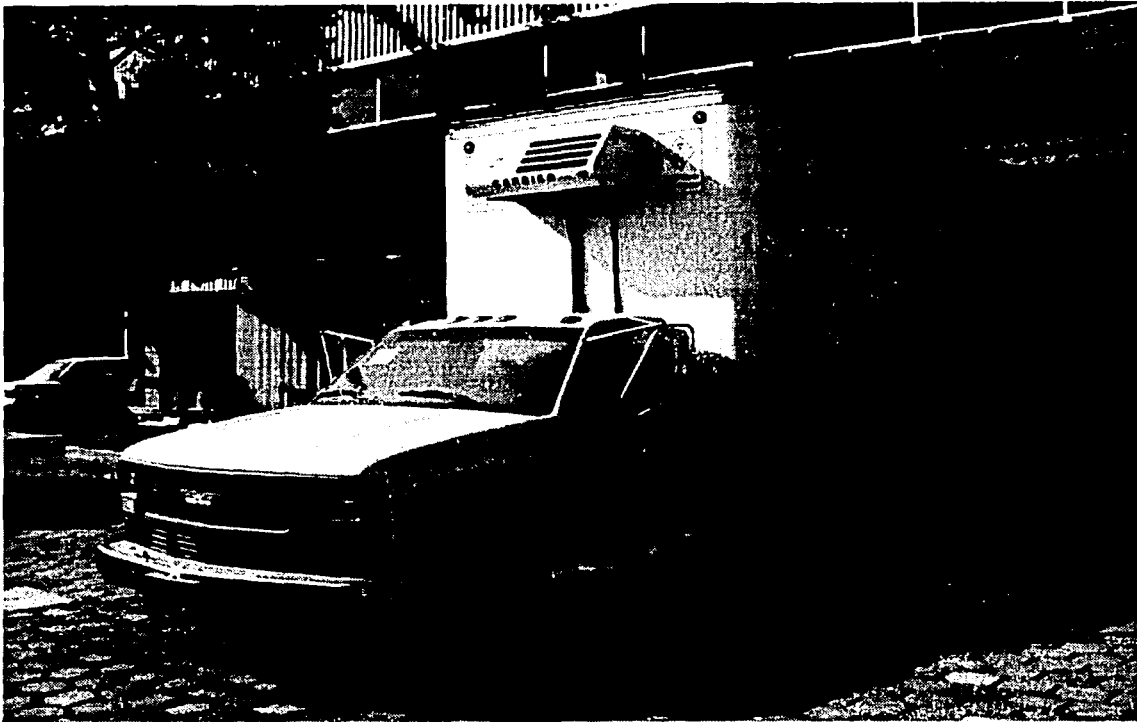
Patología Infectados	Ejemplos de patógenos asociados	Fluidos Corporales
Infecciones Gastroenterológicas	Entero bacterias Ej.: Salmonella <i>Vibro cholerae</i> Sighella	Heces y/o Vómito
Infecciones Respiratorias	<i>Mycobacter tubercul</i> virus del sarampión Pneumococo	Secreciones nasales bucales, a veces la saliva
Infecciones	Herpes	Secreciones oculares
Infecciones	Herpes, Gonococo	Secreciones genitales
Infecciones Epidérmicas	Streptococo	Pus
Antrax Meningitis	Bacilus anthracis Meningococo	Secreciones epidérmicas Fluido céfalo-raquídeo
SIDA	HIV	Sangre, Secreciones sexuales
Fiebres Hemorrágicas	Virus Junin Ebola y Marburg	Todas las secreciones y productos sanguíneos
Septicaemia	Estafilococo	Sangre
Bacteraemia	<i>Candida albicans</i>	Sangre
Hepatitis A	HAV	Heces
Hepatitis B y C	HBV, HCV	Sangre y fluidos Corporales

Tabla 1.3 Selección de Infecciones Debidas a la Exposición a RES, Vías de Transmisión y agentes.

Probablemente los residuos que crean los riesgos potenciales más agudos para la salud humana, son los cultivos concentrados de patógenos y los elementos cortantes contaminados (particularmente agujas de jeringa). Los elementos cortantes no sólo pueden causar cortes y punciones sino que pueden infectar las heridas por medio de agentes que hayan contaminado dichos elementos anteriormente. Debido a este doble riesgo de herida y transmisión de enfermedades, los elementos cortantes son considerados una clase de residuo sanitario altamente peligroso. Las enfermedades que requieren mayor atención son las que pueden ser transmitidas por introducción subcutánea del agente, por ejemplo infecciones virales de la sangre. Las agujas de jeringa son especialmente peligrosas por que constituyen una parte importante de la categoría de residuos cortantes y están a menudo contaminadas con sangre de pacientes.

1.6 Transporte de residuos "fuera del sitio"

El generador de residuos sanitarios es responsable del empacamiento seguro, rotulación adecuada y autorización de la disposición de los residuos para ser transportados fuera del sitio. Los RES deben ser empacados y rotulados para cumplir con las regulaciones nacionales concernientes al transporte de residuos peligrosos (NOM-051-SCT2/1995), y con los acuerdos internacionales si son embarcados al exterior para su tratamiento. En caso de que no existan dichas regulaciones nacionales las autoridades responsables pueden referirse a las "Recomendaciones sobre transporte de materias peligrosas por tierra", publicadas por las naciones unidas.

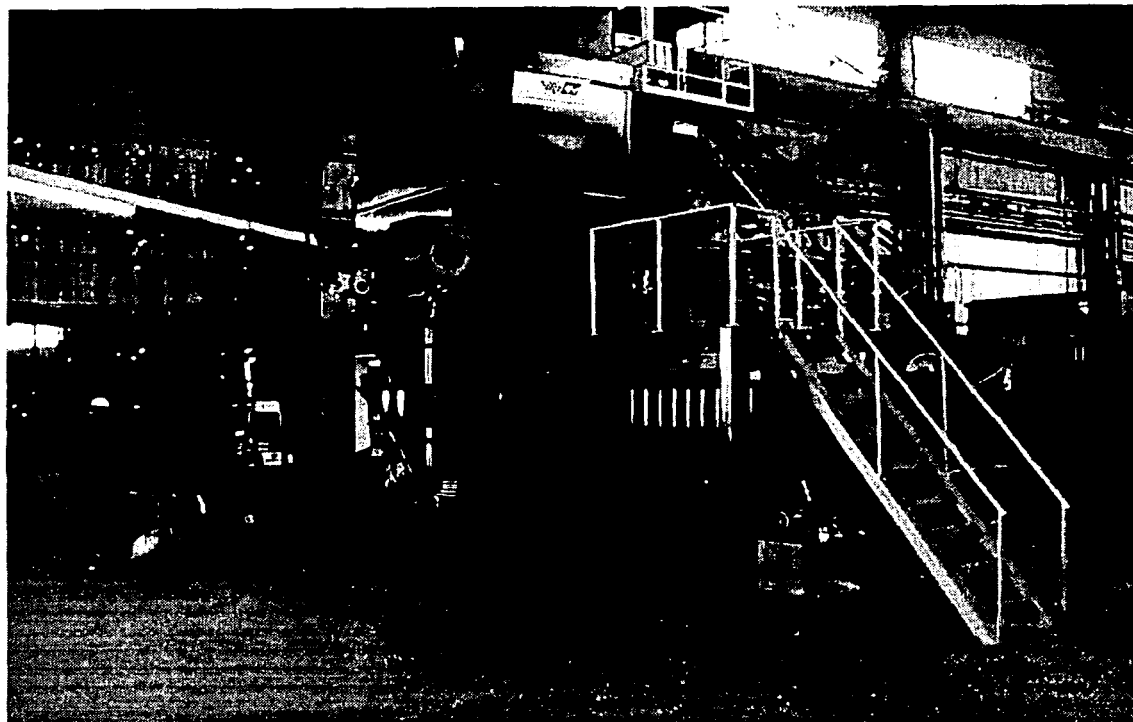


Fotografía 1.2 Transporte de RPBI

1.7 Principio de incineración

La incineración es un proceso de oxidación seca que reduce a alta temperatura, los residuos y combustibles a materia inorgánica incombustible. Tiene como efecto una reducción muy significativa del volumen y peso de los residuos. Este proceso es usualmente elegido para tratar residuos que no pueden ser reciclados, vueltos a utilizar o desechados en un sitio de relleno.

La combustión de componentes orgánicos producirá principalmente emisiones gaseosas incluyendo vapor, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, y ciertas sustancias tóxicas y materia particulada, además de residuos sólidos en la forma de cenizas. Si las condiciones de combustión no son absolutamente adecuadas se produce monóxido de carbón. Las cenizas y las aguas servidas producidas contendrán componentes que deberán ser tratados para evitar impactos sobre la salud y el medio ambiente.



Fotografía 1.3 Incinerador de RPB

La mayor parte de los incineradores modernos incluyen instalaciones de recuperación de energía. En climas fríos, el vapor y/o el agua de los incineradores son usados para generar electricidad. En incineradores pequeños de hospital, el calor recuperado es usado para el pre calentamiento de residuos que serán quemados.

Este proceso reduce el volúmen y la masa inicial en un 75 a 90% respectivamente, utilizando como combustible auxiliar gas natural, gas metano o diesel; se le llama combustible auxiliar ya que es únicamente empleado para iniciar la combustión de los residuos y posteriormente se utiliza el poder calorífico de los mismos.

PIRÓLISIS: Descomposición de una sustancia en sus componentes por medio de calor.

2 INFORMACION BASICA

SIMBOLO UNIVERSAL

DE RIESGO BIOLÓGICO



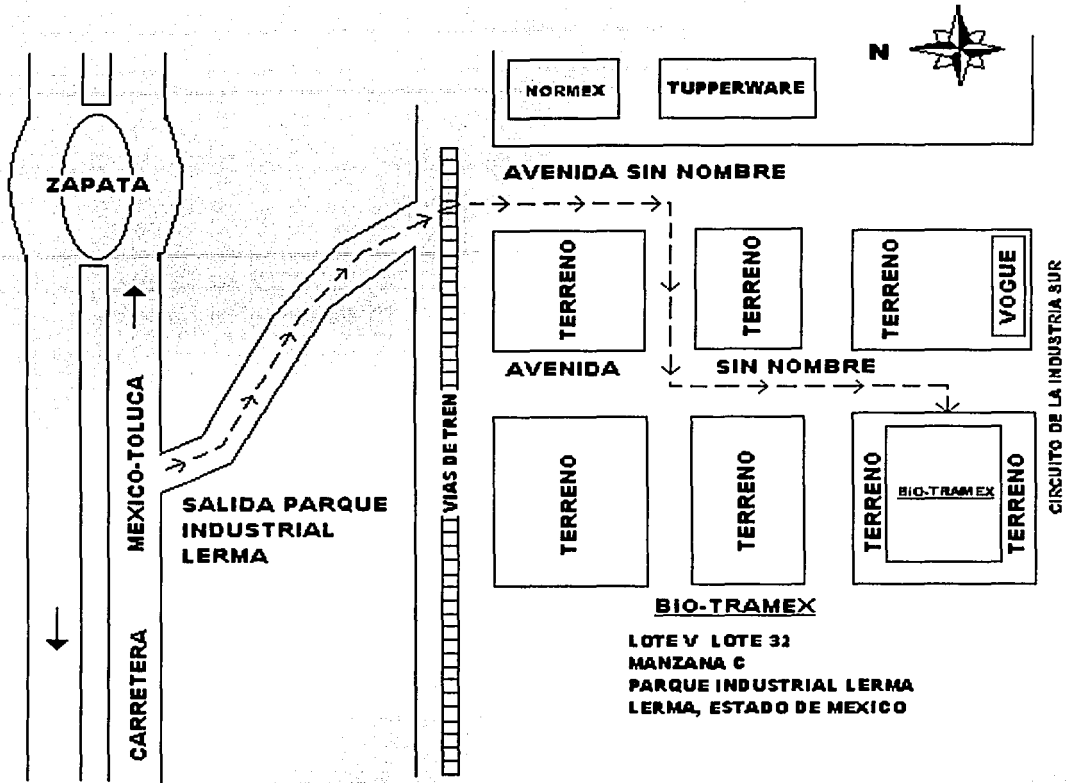
El objetivo de este capítulo es describir el proyecto: ubicación, requerimientos de superficie y las características del sitio. Así como detallar la situación legal del mismo.

Por otro lado especificar la naturaleza y el propósito del sistema empleado (pirolisis), También incluye las Normas y Reglamento que rigen a este tipo de sistemas de Recolección, Manejo y Tratamiento de Residuos Biológico- Infecciosos.

2.1 Características generales

Descripción del Proyecto

El proyecto se ubica físicamente, en el municipio de Lerma en el Estado de México, en el Parque Industrial Lerma, en el lote V lote 32 manzana C.



El predio tiene una superficie de 1,312.5 m². de las cuales 1,305 m² se destinarán para la instalación del Sistema de Tratamiento por oxidación térmica (Incineración "Pirolisis") de los residuos en cuestión.

Se cuenta con la licencia de uso de suelo No. RLLO-206113011/017/1998, en donde se especifica el uso general de suelo como INDUSTRIAL y el uso de suelo autorizado como NAVE INDUSTRIAL. Para acceder a la planta se puede utilizar la carretera México-Toluca (libre o de cuota), asfaltada, en buen estado de conservación y posteriormente tomar la desviación al municipio Lerma, después Avenida Santa Ana hasta entroncar con la Avenida del Parque, está es la principal vía de acceso. Este Sistema de Manejo, Recolección, y Tratamiento de Residuos de Origen Biológico-Infeciosos propuesto en este trabajo cumple con las normas establecidas por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS). Según Tabla 2.1

DEPENDENCIA	NORMA O REGLAMENTO	DIRECCIÓN ELECTRONICA
Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)	<p><u>Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos (D.O.F. 25 de noviembre de 1988</u></p> <p><u>Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos (D.O.F. 7 de abril de 1993)</u></p> <p><u>Convenio de Basilea sobre el control de movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación 1989, (Firmado en Basilea, Suiza el 22 de marzo de 1989. Ratificado por México el 22 de febrero de 1991. Publicado en el D. O. F. el 9 de agosto de 1991. Entró en vigor en México el 5 de mayo de 1992.)</u></p>	<p>www.profepa.gob.mx http://www.semarnat.gob.mx</p>
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	<p>NOM-087-ECOL-1995</p> <p>NOM-052-ECOL-1993</p>	<p>http://www.ine.gob.mx/dgra/normas/res_pel/index.html</p>
Secretaría de Comunicaciones Transportes (SCT)	<p>NOM-051-SCT2/1995</p>	<p>www.sct.gob.mx/</p>
Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS)	<p>NOM-005-STPS-1998</p>	<p>http://www.stps.gob.mx/312/312_1005.htm</p>

Tabla 2.1 Normas y Reglamentos a cumplir para el Sistema.

2.2 Clasificación de los (RPBI) y clasificación de los establecimientos generadores

Para efectos de la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-1995 y de acuerdo con lo establecido según en la NOM-052-ECOL-1993, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de octubre de 1993, se consideran residuos peligrosos biológico-infecciosos los siguientes:

La sangre.

- Los productos derivados de la sangre, incluyendo, plasma, suero y paquete globular.

- Los materiales con sangre y sus derivados, aun cuando se hayan secado, así como los recipientes que los contienen o contuvieron.

Los cultivos y cepas almacenadas de agentes infecciosos.

- Los cultivos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generados en la producción de agentes biológicos.
- Los instrumentos y aparatos para transferir, inocular y mezclar cultivos.

Los patológicos.

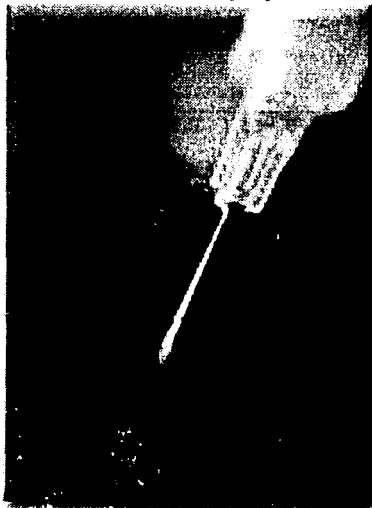
- Los tejidos, órganos, partes y fluidos corporales que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica.
- Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico o histológico.
- Los cadáveres de pequeñas especies animales provenientes de clínicas veterinarias, centros antirrábicos o los utilizados en los centros de investigación.

Los residuos no anatómicos derivados de la atención a pacientes y de los laboratorios.

- El equipo, material y objetos utilizados durante la atención a humanos o animales.
- Los equipos y dispositivos desechables utilizados para la exploración y toma de muestras biológicas.

Los objetos punzo cortantes usados o sin usar.

- Los que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo navajas, lancetas, jeringas, pipetas Pasteur, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuaje, bisturís, cajas de Petri, cristalería entera o rota, porta y cubre objetos, tubos de ensayo y similares.



Fotografía 2.1 Objeto punzo cortante

Para efectos de la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-1995, los establecimientos de atención médica se clasifican como se establece en la tabla 2.2.

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
<p>*Clínicas de consulta externa y veterinarias en pequeñas especies.</p> <p>*Laboratorios clínicos que realicen de 1 a 20 análisis al día</p>	<p>*Hospitales que tengan de 1 a 50 camas.</p> <p>*Laboratorios clínicos que realicen de 21 a 100 análisis al día.</p>	<p>*Hospitales con más de 50 camas.</p> <p>*Laboratorios clínicos que realicen más de 100 análisis clínicos al día.</p> <p>*Laboratorios para la producción de biológicos.</p> <p>*Centros de enseñanza e investigación.</p> <p>*Centros antirrábicos.</p>

Tabla 2.2 clasificación de los establecimientos generadores de RPBI

2.3 Vehículos o contenedores de transporte

Para el transporte, las bolsas de residuos deben ser ubicadas directamente dentro del vehículo. Es, sin embargo, más seguro colocarlas en un segundo embalaje (por ejemplo: cajas de cartón o de plásticos duros o cajones galvanizados) para su transporte y disposición. Esto conlleva la ventaja de reducir la manipulación de bolsas llenas. Estos contenedores secundarios serán colocados cerca de la fuente donde se generan los **(RPBI)** No obstante, el uso de los mismos resultará en costos de disposición más altos.

Los vehículos para transporte de **(RPBI)** tienen los siguientes criterios de diseño:

- El cuerpo del vehículo debe ser de un **tamaño adecuado** al diseño del vehículo, con un cuerpo interno de 2.2 metros de altura.
- Un sistema adecuado debe **asegurar** la carga durante el transporte
- Un compartimiento separado en el vehículo debe contener bolsas de plástico vacías, ropa protectora, equipo de limpieza, herramientas y desinfectante, junto a instrumentos especiales para manejar derrames de líquidos.
- La **terminación interna** del vehículo debe permitir su limpieza por medio de vapor y los rincones internos deben ser cóncavos.
- Deben llevar el nombre y la dirección del transportista de los residuos.
- El signo internacional de riesgo biológico debe estar colocado en el vehículo y contenedores, así como también un número telefónico de emergencias.

Nunca deben usarse contenedores sin tapa para el transporte de **(RPBI)**. Los vehículos de transporte usados para estos residuos no deben usarse en el transporte de ningún otro material. Deben estar sellados y mantenidos cerrados todo el tiempo, excepto durante la carga y la descarga. Los camiones articulados o desmontables (donde se puede controlar la temperatura) son adecuados para RPBI, ya que pueden ser fácilmente estacionados y dejados en el lugar de producción de residuos. Otros sistemas pueden ser usados, tales como contenedores grandes especialmente diseñados.

Rutas de Transporte

El transporte de **(RPBI)** debe seguir las rutas más rápidas posibles, las cuales deben ser planeadas al comienzo del viaje. Después de la partida del punto de producción deben hacerse todos los esfuerzos para evitar la manipulación futura de **(RPBI)** en caso de que no pueda ser evitada, la manipulación debe estar pre-acordada, según premisas autorizadas. Los requerimientos de manipulación pueden ser especificados en el contrato establecido entre el productor de residuos y el transportista.

2.4 Tratamiento y disposición tecnológica de los (RPBI)

Dentro de los métodos de disposición final la incineración suele ser el método elegido para la mayor parte de los **(RPBI)**. Ampliamente aunque tratamientos alternativos recientemente desarrollados son cada vez más comunes. El sistema de tratamiento deberá ser elegido cuidadosamente de acuerdo a una variedad de los siguientes factores.

- **Eficiencia para la desinfección**
- **Consideraciones ambientales**
- **Reducción de volumen y masa**
- **Salud y seguridad ocupacional**
- **Cantidad de residuos a incinerar / capacidad del sistema**
- **Tipos de residuos a tratar**
- **Requerimientos de infraestructura**
- **Requerimiento de capacitación para la operación**
- **Consideraciones de mantenimiento**
- **Espacio disponible**
- **Costos de inversión y/u operación**
- **Aceptación pública**
- **Requerimientos regulatorios**

2.5 Incineración

La incineración es un proceso de oxidación seca que reduce a alta temperatura los residuos orgánicos y combustibles a materia inorgánica incombustible. Tiene como efecto una reducción muy significativa del volumen y peso de los residuos. Este proceso es usualmente elegido para tratar residuos que no pueden ser reciclados, vueltos a utilizar o desechados en un sitio de relleno.

CARACTERÍSTICAS DE RESIDUOS ADECUADOS PARA INCINERACIÓN.

- Valor bajo de calentamiento: más de 200' Kcal./Kg. (8370 kj/kg) para incineradores de una cámara, y mas de 3500 kcal/kg para **incineradores pirolíticos de doble cámara**
- Contenido en materia combustible mayor que el 60 %
- Contenido en sólidos no combustibles menor que el 5%
- Contenido en refinados no combustibles menor que 20 %
- Contenido de humedad menor que 30 %

La combustión de componentes orgánicos produce principalmente emisiones gaseosas, incluyendo vapor de agua, dióxido de Carbono, óxidos de Nitrógeno que son altamente tóxicas, materia particulada, además de residuos sólidos en la forma de cenizas. Si las condiciones de combustión no son absolutamente adecuadas también será producido monóxido de Carbón. También las

cenizas y las aguas servidas producidas contendrán componentes que deberán ser tratados para evitar impactos sobre la salud y el medio ambiente.

La mayor parte de los incineradores modernos incluyen instalaciones de recuperación de energía en climas fríos, el vapor y/o el agua de los incineradores son usados para generar electricidad. En incineradores pequeños de hospital el calor recuperado es usado para el pre-calentamiento de residuos que serán quemados.

En el siguiente capítulo se describe el proyecto para un óptimo tratamiento de los **(RPBI)**.

3 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El objetivo de este capítulo es describir el proyecto, sus estructuras, funcionamiento, requerimientos de insumos, operación y mantenimiento, control de emisión de contaminantes y disposición de productos finales. Ofreciendo así una forma de eliminación segura y sin riesgos para la población y el medio ambiente, describiendo las líneas de producción, y el programa de mantenimiento.

3.1 Características del proyecto

La construcción del proyecto se dividió en 4 etapas, en la primera etapa se trabajó en el Trazo, Compactación y Relleno del Terreno, en la segunda etapa se realizó la Cimentación, en la tercera etapa se colocaron los Muros, Pisos, Columnas y la Estructura de la Edificación, en la cuarta etapa se realizaron las Instalaciones necesarias para dicha construcción.

Selección del sitio

Actualmente el uso general del suelo para este predio es industrial. Los predios colindantes a este lote forman parte del parque industrial Lerma. Por lo cual se consideró un buen sitio para alojar el proyecto.

Preparación del sitio y construcción

La mano de obra empleada en el proyecto fue con personal de la zona, la cantidad y el tipo de trabajo que desarrollaron se identifica en la tabla 3.1.

ETAPAS	PERSONAL	CANTIDAD	SEMANAS
Trazo, compactación y relleno	Operador	1	2
	Chofer	1	
	Topógrafo	1	
	Cadenero	2	
	Ayudante	1	
Cimentación	Operador	1	3
	Chofer	1	
	Albañil	2	
	Peón	6	
	Fierrero	2	
	Carpintero	3	
Muros, pisos, columnas y estructura metálica	Operador	1	12
	Chofer	1	
	Instalador	2	
	Fierrero	4	
	Soldador	4	
	Pintor	8	
	Ayudante	10	
Instalación sanitaria e hidráulica	Operador	1	3
	Soldador	2	
	Electricista	2	
	Técnico	4	

Tabla 3.1 Mano de obra empleada para la preparación y construcción del proyecto

En la tabla 3.2 se indica el equipo utilizado, especificando si opero durante la preparación o construcción o ambas,

ACTIVIDAD	EQUIPO	CANTIDAD	SEMANAS
Preparación del terreno	Volteo	1	1
Cimentación	Volteo	1	3
Superestructura	Soldadoras	1	8
Instalaciones	Soldadoras	1	4
Obras exteriores	Pipa	1	2
	Volteo	1	2
	Soldadora	1	2

Tabla 3.2 Equipo utilizado

Requerimientos de energía en cada etapa

Durante todo el proceso de construcción, la electricidad se obtuvo de la red del parque para lo cual se conectaron dos tomas, cada una de 110 volts. En la preparación del terreno y en la cimentación no fue necesaria la energía eléctrica.

Para las etapas de superestructura, instalaciones y obras exteriores los requerimientos de electricidad fueron cubiertos por generadores portátiles proporcionados por los subcontratistas encargados de la obra.

El combustible a utilizar fue Diesel y Gasolina. Los equipos menores, camiones y camionetas, se surtieron de combustible en las estaciones de servicio cercanas a la obra.

Requerimiento de agua

El agua potable fue proporcionada mediante garrafrones de 20 l.

El agua cruda necesaria fue transportada mediante pipas, las cuales obtuvieron el líquido en los lugares que el municipio indico y se construyo una cisterna de 75,000 lts.

Cabe destacar que se utilizo exclusivamente para el junteo de block, colados menores, ya que la mayor parte del concreto requerido en la obra se suministro por medio de ollas de 8 m³.

Residuos generados durante la preparación del sitio y construcción.

Las emisiones a la atmósfera de los vehículos y plantas generadoras de energía eléctrica. Estuvieron formadas principalmente por hidrocarburos no quemados.

Para el control de las emisiones se solicito a los contratistas la presentación de los certificados de verificación vehicular actualizados.

Durante las diferentes etapas de construcción no se generaron aguas residuales.

Los trabajos de compactación y nivelación tuvieron como principal afectación la generación de polvos que se levantaron por las maniobras en la zona de terraplén.

Los desechos sólidos de la obra, estuvieron compuestos por restos de materiales industrializados como madera, varilla, cartón y papel.

Los residuos fueron recolectados en tambos de 200 lts. Y en un camión de volteo. Estos se depositaron en el sitio asignado por las autoridades.

Ahora la obra cuenta con capacidad suficiente para satisfacer los requerimientos de almacén temporal de residuos sólidos, así como los considerados peligrosos derivados de grasas y aceites. Considerando que la transportación se realiza por el medio terrestre, se adoptaron algunas medidas preventivas y de seguridad, para que la basura, no se disperse por el predio.

3.2 Operación y mantenimiento

Para la Operación de la planta de Tratamiento de los Residuos se diseñó el siguiente programa.

- El sistema de oxidación térmica opera diariamente con el siguiente horario :
 - 1) de 6:00 am a 15:00 pm.
 - 2) de 15:00 pm a 22 pm.
 - 3) de 22:00 pm a 6:00 am.

Con su respectiva hora de almuerzo para los operadores y únicamente el 3^{er} turno se dedica a la limpieza y mantenimiento de las instalaciones.

- Calendario mensual de operación

La Planta opera de lunes a sábado, siempre y cuando no se atraviesen días festivos, ni los marcados por la Ley Federal del Trabajo, como descanso obligatorio.

Este es el personal que labora permanentemente.

1	Gerente	1	Secretaria
1	Operario Maniobrista	4	Operario Recolector
1	Jefe de Planta	7	Ayudantes
1	Auxiliar administrativo	2	Vendedores
2	Lavadores	1	Velador

3.3 Descripción de líneas de producción

Durante el transporte de los residuos por los vehículos a la planta, estos además de contar con el kit de atención a emergencia en la transportación, cuentan con básculas electrónicas que permitirán al generador tener mayor control de sus residuos, ya que dichas básculas emiten un ticket donde se indican la fecha, hora y peso.

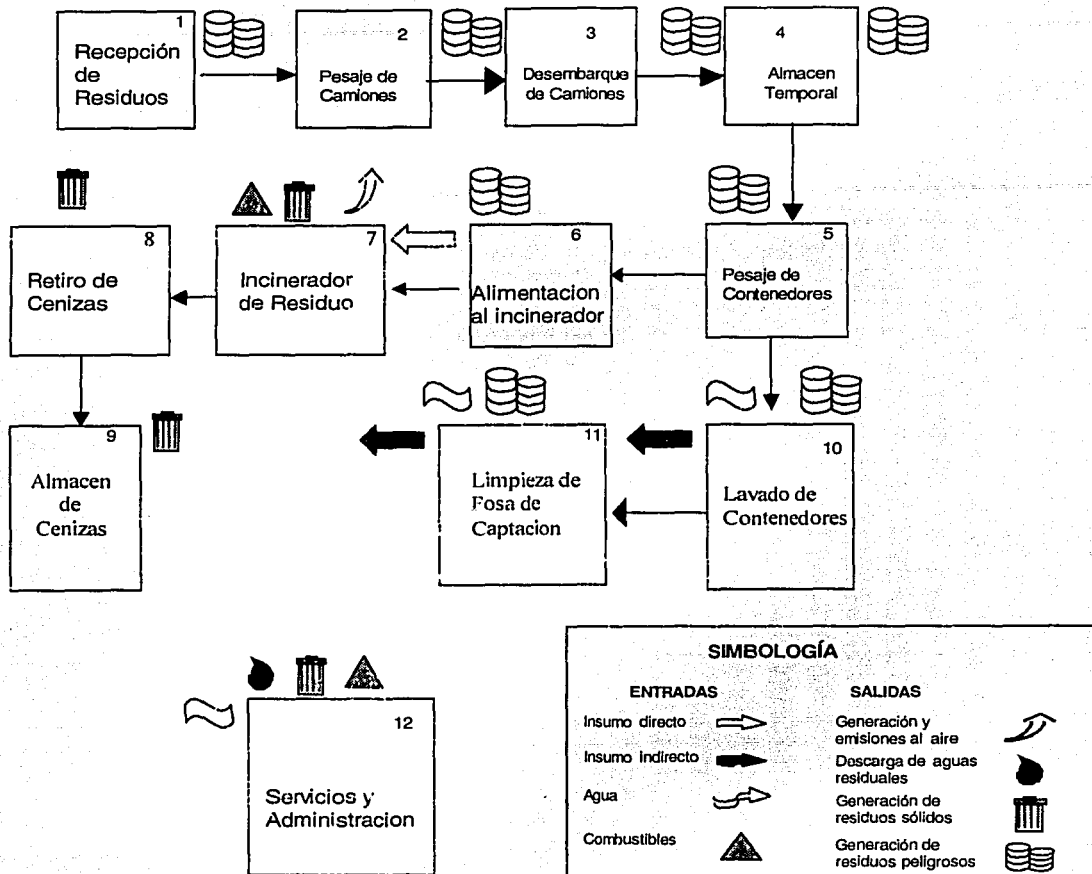
Una vez recolectados los residuos biológico-infecciosos en vehículos con sistema de refrigeración integrado, entran a la planta de tratamiento donde realizan el siguiente recorrido:

En el área de carga y descarga de contenedores se descargan los camiones, y los residuos pasan al área de básculas para su registro, pesaje y control, posteriormente son trasladados a una zona de transferencia para ser depositados en otro tipo de contenedor. En esta etapa los contenedores destinados al transporte se llevan al cuarto de lavado para su desinfección y paralelamente los contenedores con los residuos se envían al área de espera, donde se trasladan los contenedores al incinerador, el acarreo interno de los residuos por medio de los contenedores es hasta una rampa para la alimentación del incinerador.

Cabe señalar que los residuos que no puedan ser procesados en ese momento, ya sea por saturación de la línea o impedimentos técnicos serán almacenados en la cámara fría (temperatura 0 a 4^º) para impedir su descomposición y ser procesados en el siguiente ciclo operativo.

Como se mencionó los contenedores vacíos pasan al área de desinfección para tratarlos con un sistema de lavado por presión, adición de cloro y benzal para su posterior almacenamiento y rehúso. Ya en el área de oxidación térmica, los contenedores se seleccionan de acuerdo a su capacidad calorífica y se preparan lotes equilibrados, mismos que se introducen al alimentador del incinerador y finalmente a la cámara de combustión. Las cenizas generadas son retiradas de la cámara una vez por turno de trabajo y recolectadas en un contenedor metálico de 200 lts para su disposición final como relleno sanitario.

INCINERACION DE RESIDUOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS Y FARMACO CADUCO



3.4 Proceso de oxidación térmica. (Pirólisis)

La oxidación térmica de la planta se basa en el principio de operación conocido como pirólisis, aunque en realidad se puede considerar como una semi-pirólisis, ya que se desarrolla con escasa presencia de oxígeno.

El proceso en su primera etapa, consiste en encender el incinerador para calentarlo durante 15 minutos, después sucede la carbonización y gasificación de los residuos peligrosos biológico infecciosos, pasan a una cámara primaria a temperaturas de 650 a 870° C. esta es abastecida por medio de una tolva con 90 kg de residuos, la compuerta del incinerador se abre automáticamente cuando el incinerador llega a la temperatura indicada, el recorder de temperatura con que cuenta el incinerador así lo permite el abastecimiento al cargador es de forma automática, el cargador

contiene un brazo hidráulico, el cual empuja los residuos a la primera cámara y se cierra automáticamente, la alimentación se realiza varias veces cada hora, mediante un sistema de alimentación automática, el cual opera simultáneamente como sello en la puerta de alimentación. El intervalo de introducción de desechos dependerá de valor calorífico de la mezcla que normalmente es de 15 minutos. En la primera cámara comienza un proceso de secado y posteriormente de gasificación, en esta cámara están los residuos por 10 minutos aproximadamente, después pasan a la segunda cámara de retención por un tiempo de 2.86 segundos a una temperatura de 1100°C dando como producto de esta etapa principalmente carbón, que más tarde se convertirá en cenizas mismas que de manera mecánica quedan distribuidas en un recipiente metálico.

Todas las temperaturas están automatizadas por medio de un recorder de temperatura al igual que los tiempos de apertura, esto controla las emisiones, aperturas y buena combustión de los residuos y la calibración de los equipos.

Los gases que no alcanzaron a oxidarse en la cámara primaria pasan al termo reactor ó cámara secundaria por espacios de 2.86 segundos a la temperatura antes mencionada (1100° C), con el objeto de garantizar su completa combustión. Los gases pasan por la chimenea con una salida a una temperatura de 340° C.

Para la adecuada calibración del equipo fue necesario tomar en cuenta la altitud, localización, contenido de oxígeno en la atmósfera, presión atmosférica y humedad relativa entre otras.

Las cenizas son retiradas una vez al día durante el tercer turno mientras se realizan las actividades de limpieza y mantenimiento a la planta.

3.5 Política de crecimiento

Actualmente se estudia la posibilidad de incrementar la gama de servicios instalando otro incinerador. La decisión estará en función de la demanda y los volúmenes de los residuos a ser tratados. Además del incremento de la flotilla de transporte.

3.6 Programa de mantenimiento

El programa de Mantenimiento de la planta consta de las siguientes actividades, la periodicidad del mantenimiento general se encuentra en la tabla 3.3

ACTIVIDAD		PERIODICIDAD (Días)					
		Día	7	30	120	365	Cuando se requiera
Cámara Primaria	Remoción de cenizas						
	Verificar tiro						
	Verif. Sello puerta principal						
	Reemplazar sello p.p.						
	Lubricación bisagras						
	Verif. cono inyeca. agua						
	Inspección refractario						
	Reparación refractario						
Sistema de manejo aire primario/ secundario	Verif. Presión aire 1º						
	Verif. Vent. aire 1º						
	Lubricación mamparas						
	Verif. hermeticidad p.i.						

ACTIVIDAD		PERIODICIDAD (Días)					
		Día	7	30	120	365	Cuando se requiera
Quemador (arranque y termo-reactor)	Sellar hermeticidad p.i.						
	Limpieza placas inferiores						
	Verif. Operación						
	Limpieza e inspección						
	Verif. boquilla quemador						
	Verif. Placa						
Termo-reactor	Verif. mamparas						
	Limpieza mamparas						
	Limpieza interior						
	Verif. Difusores aire 2º						
	Inspección refractario						
	Inspección termopares						

Tabla 3.3 Programa de mantenimiento (Todas estas actividades son registradas en bitácoras de operación)

Equipo utilizado

En las instalaciones se contemplo un área destinada para dar mantenimiento de la Planta. Con respecto al equipo de protección personal se utilizan gafas, goggles y careta de volteo como protectores de la vista y cara, trajes de Tyvek para protección corporal, los cuales son impermeables y lavables, lo que permite un mayor control y lavado de estos trajes, guantes para el manejo de los contenedores y otros para uso rudo. Los guantes para el manejo de los residuos son de Neopreno.

Para la protección de las extremidades inferiores se utilizan botas anti-derrapantes e impermeables, en la protección del cráneo se utilizaran en algunas áreas casco y en el caso de protección del cabello cofias, la planta cuenta con botiquín de primeros auxilios, lava ojos y regadera de emergencia, así como sistema contra incendio.

3.7 Requerimientos de combustible y lubricantes

El combustible requerido por la planta es gas licuado (GLP). Consumo Anual 75 m³.

El cual se almacena en dos tanques cilíndricos de 5,000 l C/U, los cuales cumplen con las normas establecidas y su instalación fue certificada por el perito correspondiente. Dichos tanques cuentan con un separador vertical, del tipo vaporizador (Mitchell de 70 galones modelo M-70.)

Medidas de seguridad en el manejo de combustible.

Durante la etapa de construcción se almacena gasolina y diesel en tanques de 200 l, con la intención de mantener la operación continua de la maquinaria. Los combustibles están almacenados dentro del predio, protegidos de los vehículos en circulación, el sitio cuenta con equipo contra incendios (extinguidores y tambo de arena) y se colocaron anuncios para evitar accidentes o imprevistos.

3.8 Requerimiento de agua cruda y potable

La Planta cuenta con un servicio particular para suministrar el líquido y se calcula un consumo promedio diario de 5 m³ mismos que son almacenados y distribuidos por medio de un sistema de tanque y cisterna.

El agua empleada es de la misma calidad que la que se abastece la Cd. de Toluca, es obtenida de la red metropolitana de distribución.

También se instaló una planta de tratamiento con el propósito de dar cumplimiento a la norma, con una capacidad de 5 m³/día, la cual trata el agua residual proveniente del lavado y desinfección de contenedores y pisos.

El agua requerida es para dar servicio a baños y lavado de contenedores.

La Planta de Tratamiento reciclará el 95% del agua, misma que se destinará al proceso antes mencionado (lavado de contenedores). El 5% restante se pierde por evaporación o por la dinámica del tratamiento.

3.9 Equipo

El equipo de la Planta consta de:

Equipo de oxidación térmica "National Incinerator P-750"

- Capacidad máxima: 340 Kg/ hora (750 lbs/hora)
- Tipo de alimentación: Hidráulica Automática
- Recuperación de calor: 0 Kw.
- Temperatura de incineración de gases: mín. 650° C
- Tiempo de residencia de gases en la cámara de retención: 2.86 seg.
- Operación por unidad de tiempo: el incinerador trabajando a su máxima capacidad destruye 340 Kg/h. de residuos bio-infecto- contagiosos.

Cámara Primaria

- Alimentador hidráulico para abastecer la cámara.
- Volumen útil de la cámara: 5.77 m³
- Material: Acero al carbono y material refractario.
- Espesor de la paredes de la cámara: 25.4 mm.
- Espesor del refractario: 152.4 mm.
- Dimensiones de la compuerta del alimentador: 609.6 x 609.6 cm.
- Quemador de gas para la energía inicial.
- Distribuidor de aire para las cámaras primaria y secundaria.
- Soplador.
- Inyección automática de agua para control de temperatura.
- Alimentación automática de cenizas
- Tubería refractaria de gases calientes.
- Tablero de control para la operación automática del sistema.

Cámara de retención ó cámara secundaria

- Tiempo de resistencia de los gases de 2.86 seg. y temp. mín. de 1100° C

- Volumen de la zona de combustión: 5.8 m³
- Espesor del refractario: 152.4-254 mm
- Resistencia a la temperatura: 1,742° C
- Soplador similar al de la cámara primaria
- 7 quemadores de gas

Cuarto Frío

- Dimensiones 6 x 4 y 2.40 de altura
- Compresor de 3 HP
- Evaporador ADT 200
- Condensadora JH-0301 D7B de 3 HP.
- Compresor CRJ3-0300 3 HP
- Difusor de aire forzado con capacidad de 3 C.F. Modelo 14-4
- Carga de gas: R-22
- Tablero de control

Planta de tratamiento de las aguas residuales "WINCOMAT B-05"

- Peso total: 1,500 Kg aprox.
- Área de instalación (largo x ancho x altura): 5,000x2,000x3,000 mm
- Capacidad de la planta: 5 m³/día
- Potencia eléctrica instalada: 2.5 KW
- Tensión: 110/220 V, 60 Hz (3 Fases)
- Conexión de agua: ½" 4 bar aprox. 20 l/ día (para prod. químicos)
- Conexión eléctrica: 110/220 V (3 fases), 60 Hz.

Datos Técnicos de la planta de Tratamiento

La descripción de la planta de tratamiento de aguas residuales se define en la tabla 3.4

DESCRIPCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	CANTIDAD
Estación de bombeo y succión (de la cisterna de aguas jabonosas a la planta de tratamiento)	1
Sistemas de dosificación (floculante y coagulante)	2
Zona de mezcla (fabricado en PVC)	1
Reactor de sedimentación fabricado en prolipopileno, con fondo cónico y base fabricada en acero carbón)	1
Estación de bombeo y filtración (del reactor hacia filtros y cisterna de aguas tratadas	1
Filtro de arena sílica, con cabezal de válvula de 5 vías	1

DESCRIPCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	CANTIDAD
Filtro de carbón activado , con cabezal de válvula de 5 vías	1
Sistema de dosificación (desinfección)	1
Válvula para la descarga de lodos (del reactor hacia el tanque de lodos/decantación)	1
Tanque de lodos fabricado en polipropileno	1
Tablero de control para la operación semiautomática	1

Tabla 3.4 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Tanques de combustible

- 2 tanques
- Capacidad: 5,000 l
- Material acero al carbón, construido de acuerdo a las normas de SECOFI

Lavadora a presión para contenedores

- Equipo marca K'A'RCHER HD 1090
- Regulación continua de presión y el caudal de agua
- Sistema de regulación continua de caudal y presión de agua
- Boquilla triple (alta presión, abanico y baja presión)
- Depósito dosificador de desinfectantes, incorporado de serie
- Desconexión automática de la corriente eléctrica al motor
- Motor eléctrico enfriado por agua y aire
- Bomba de tres pistones axiales
- Bastidor con revestimiento resistente a la corrosión
- Manguera de alta presión
- Cañón con empuñadura para girar aún bajo presión

Requerimientos eléctricos

- Tensión: 220 Volts
- Tipo: Trifásica
- Ciclos: 60 Hz
- Potencia de conexión: 8.4 Kw.
- Potencia efectiva del motor: 6.5 Kw. y 8.5 HP

Requerimientos Hidráulicos

- Presión máxima de operación: 230 bar y 3200 psi
- Caudal a máxima presión: 900 l/h

- Temp. máx. del agua de entrada: 50° C

Dimensiones

- Largo: 503 mm
- Ancho: 490 mm
- Alto: 1207 mm
- Peso con accesorios: 55 K

3.10 Materias primas dispuestas a tratamiento

Los residuos biológicos infecciosos descritos en la NOM-087-ECOL-1995, fueron enlistados en subtema 2.2 CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS (RPBI) Y CLASIFICACION DE LOS ESTABLECIMIENTOS GENERADORES, de esta investigación,

Cantidad

El equipo tiene una capacidad de incineración de 5440 Kg/turno, y por ser un proceso de eliminación de residuos es variable. Por lo tanto operando tanto el incinerador como la planta de tratamiento a su máxima capacidad, se estima una producción de cenizas de 500 a 600 Kg/día y una generación de lodos activados del orden de 30 lts diarios.

3.11 Residuos finales

Los residuos sólidos que se generan dentro de la planta, como ya se mencionó, no serán peligrosos, la empresa cuenta con un convenio para transportarlos al relleno sanitario por medio de recipientes cerrados para su disposición final.

Es importante señalar, que dentro de las pruebas pre-operativas se realizaron los análisis CRETIB a las cenizas para confirmar su categoría de No Peligrosas. Los contenedores para el traslado de cenizas son de lámina de acero al carbón, calibre 12, con capacidad de 6 m³ de almacenamiento. Para la recolección de los lodos activados se cuenta con el servicio de manejo y disposición final, con una empresa autorizada para cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de residuos peligrosos.

Corrosividad
Reactividad
Explosividad
Toxicidad
Inflamabilidad
Biológico (sin norma a la Fecha)

Ruido

El ruido quedará retenido dentro de las instalaciones, se considera que al límite del proyecto la NOM-081-ECOL-96 no será rebasada.

Residuos Sólidos

Durante la operación de la planta se generan residuos, los derivados de la incineración y aquellos generados de la operación de las instalaciones.

La cantidad generada por unidad de tiempo se encuentra en la tabla 3.5

AREA	VOLUMEN
Oficinas	15 kg/día
Cenizas	340-410 kg/día

Tabla 3.5 Generación por unidad de tiempo de residuos finales

Los Principales componentes de los residuos de la planta están en la tabla 3.6

AREA	CARACTERÍSTICAS
Oficinas	Empaques de papel, cartón y plástico. Papeles de diferentes clases. Envases desechables; aluminio y plástico entre otros.
Cenizas	Compuestas principalmente por Ca, K, Mg, P, Fe, Li, Na, Zn y trazas de otros elementos.

Tabla 3.6 componentes de los residuos

3.12 Medidas de emergencia y prevención se accidentes.

Las instalaciones cuentan con un sistema de extintores localizados cada 200 m., distribuidos de tal manera que desde cualquier punto de la Planta, no existan más de 25 m de distancia entre extintores. A continuación se enlistan en la tabla 3.7 los cursos de capacitación y adiestramiento dirigidos a los operadores. personal y transportistas.

PERSONAL	CAPACITACIÓN Y ADIESTRAMIENTO						
	C1	C2	C3	C4	C5	A1	A2
Personal administrativo y de supervisión							
Operador equipo tratamiento de RPBI							
Mecánicos							
Ayudante							
Basculistas							
Chofer							
Vigilancia							
Contador							
Auxiliar							

CLAVES	NOMBRE DEL CURSO	DURACIÓN	LUGAR
C1	Conceptos de ecología y medio ambiente	15 días	Oficinas
C2	Operación eficiente de sistemas y equipos para tratamiento de RPBI	15 días	Oficinas
C3	Identificación y clasificación de RPBI	7 días	Planta
C4	Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos	21 días	Planta

CLAVES	NOMBRE DEL CURSO	DURACIÓN	LUGAR
A1	Equipo de tratamiento y manejo de RPBI	15 días	Oficinas
A2	Seguridad e higiene en la operación de RPBI	15 días	Oficinas

Tabla 3.7 cursos de capacitación y adiestramiento

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

Al igual que el relleno sanitario toda vez que el equipo cumpla con el tiempo estimado funcionamiento óptimo, el predio será destinado para áreas verdes.

En el siguiente capítulo se hace un estudio de los impactos ambientales y socioeconómicos del proyecto para observar la viabilidad del mismo con su entorno físico y ambiental.

4 ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIOECONÓMICO

El Impacto Ambiental en la Zona de Lerma es importante por que en un parque industrial se manejan muchos tipos de materiales, (algunos peligros) y su manejo, recolección y tratamiento es muy importante. Cumplir con las normas establecidas por la ley es un requerimiento indispensable ya sean a nivel federal, a nivel estatal o nivel municipal, por lo tanto se tienen que desarrollar los impactos ambientales y socioeconómicos del Proyecto para saber su alcance y sus medidas de mitigación en su caso. El objetivo del presente capítulo es identificar, valorar y presentar medidas de mitigación de dichos impactos.

4.1 Características fisiográficas del municipio de Lerma

A continuación se hace una descripción de las características fisiográficas del municipio para entender el entorno con el que cuenta la planta.

Localización actual de Lerma.

Al norte 20° 17', al Sur 18° 25' de Latitud Norte.

Al este 98° 33', al oeste 100° 28' de Longitud Oeste.

El pueblo de Lerma, cabecera del municipio de Lerma, se encuentra ubicado a los 19° 22' de latitud norte y a los 99° 32' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich ⁶

Extensión y límites.

El municipio ocupa una extensión de 206.3 km², es decir el 0.9% del territorio del Estado de México, limita al norte con el municipio de Xonacatlán, al sur con los municipios de Metepec y Ocoyoacac, al este con el municipio de Huixquilucan y el Distrito Federal, al oeste con los municipios de Toluca y San Mateo Atenco ⁵

División política.

Este municipio es cabecera municipal del Sexto Distrito Judicial y Rentístico, presenta una altitud de 2, 560 msnm; está formado por su cabecera Lerma y por los pueblos de Amomolulco, Barranca Grande ⁵

Climatología

Debido a la especial configuración del terreno ocupado por el municipio, no puede decirse que posee un clima regular, pues a la regularidad observada en los sitios bajos del Valle de Toluca se oponen las temperaturas extremadamente bajas de la parte montañosa, que las convierte en las gélidas del Estado. Así pues, puede decirse que la temperatura oscila entre los 29° a 32° C como máxima, está última observada durante 1968, hasta los -1° a -7° C como mínima a que suele descender la columna mercurial en el Monte de las Cruces y lugares aledaños en los meses de diciembre y enero. Presentándose un clima templado sub-húmedo ⁵

El régimen de lluvias también es irregular y se extiende entre los meses de junio a septiembre, siendo excepcionalmente fuertes las precipitaciones en las partes altas del municipio durante los meses de julio, agosto y parte de septiembre.

El granizo suele presentarse todos los años, especialmente a mediados de enero y las heladas temperaturas se inician el 4 de octubre y duran hasta fines de enero. En esta región no se observan heladas tardías.

⁶ Monografía del municipio de Lerma, 1988...

De acuerdo con la estación meteorológica de Toluca, el Municipio de Lerma en donde se desarrollo el proyecto, presenta un clima templado sub-húmedo con lluvias en verano C (w) ⁷ Según la clasificación de Köppen (1948), modificada por Enriqueta García (1988), el clima de la zona en donde se ubica el proyecto es: Cb (w2) (w) (i'): templado con verano fresco largo, con lluvias en verano.

Velocidad y dirección del viento.

La velocidad del viento en el municipio de Lerma es variable presentándose la mayor actividad de estos durante los meses de septiembre, octubre y noviembre. Por lo regular corren con dirección norte sur por el Monte de las Cruces. ⁶

Temperatura promedio.

Se menciona que la temperatura media anual en el Municipio de Lerma es de 12.6° C con una mínima extrema de 3.2° C. En los meses de diciembre y enero se presentan heladas y las temperaturas más bajas. ⁶

Para el Estado de México existen 6 estaciones que monitorean la temperatura, estas son Acatitán, Presa Colorines, Toluca, Río Frío, Pirámides de Teotihuacan y Nevado de Toluca.

De acuerdo a esto la estación meteorológica que reporta la temperatura para la zona en donde se ubica el proyecto, se encuentra entre los 12° y 18° C, con una temperatura promedio de 15° C. ⁷

Precipitación promedio anual.

La precipitación media anual en el Municipio es de 785.5 mm, los periodos de lluvias se presentan durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre, en algunas ocasiones hasta noviembre.

La distribución promedio es la siguiente.

- Lluvia total: 800 mm.
- Lluvia máxima en 24 horas: 47.5 mm.
- Número de días con lluvias: 104.
- Número de días despejado: 126.
- Número de días nublados: 97.
- Mes de primera helada: diciembre.
- Mes de última helada: enero.

En las estaciones de otoño e invierno soplan vientos del oeste, debido a las masas de aire frío provenientes de la sierra de Monte de las Cruces, mismas que corre de norte a sur del municipio. ⁵

Humedad relativa.

La humedad varía en función de la insolación y la precipitación, siendo los meses que reportan una mayor humedad: abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre; no hay que olvidar que en la temporada de invernal por las heladas y posibles nevadas las concentraciones de humedad aumentan.

Intemperismo severo.

Heladas.

Las heladas se dan en los meses de diciembre y enero, siendo la primera helada el mes de diciembre y la última helada el mes de enero. Esto es, en los meses de diciembre y enero se presentan las temperaturas más bajas. ⁵

Granizadas.

Las granizadas se presentan en la época de lluvia, estos es, en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, en algunas ocasiones hasta noviembre.⁵

Altura de la capa de mezclado.

La capa de mezclado para la ciudad de Toluca es de alrededor de 3000 msnm.

Susceptibilidad de la zona.

Sismicidad.

En general la zona en donde se ubica la planta (Parque Industrial Lerma), está asentado sobre terrenos que queda sobre las estribaciones del Eje Neo-volcánico Transversal, formada por abanicos aluviales arenosos o limosos, con contenido variable de grava, existiendo también efusiones de lava. El área urbana se ha dividido en tres zonas de acuerdo a la mecánica del subsuelo: zona de lomas, de transición, y del lago. El Municipio se encuentra comprendido en una zona sísmica de intensidad media al igual que el valle de México como resultado del desarrollo geológico del Eje Neo-volcánico.

A pesar de encontrarse en una posición central de la Faja Volcánica, actualmente el Valle de México no ha sufrido efectos severos de vulcanismo. La mayoría de los volcanes que rodean al valle presentaron actividad en el Terciario superior y a principios del Cuaternario. Por lo que respecta al Volcán Popocatepetl, ha presentado actividad irregular desde 1927, se encuentra en estado fumarólico, clasificado como estable por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), dependiente de la Secretaría de Gobernación; no obstante se deberán de tomar las precauciones adecuadas. Más aún la extensión del área de amortiguamiento alcanza un radio de 15 Km. a la redonda quedando el área de Proyecto fuera de ese radio de afectación.

Derrumbes y movimientos de roca.

En cuanto a la posibilidad de un fenómeno de derrumbe en la zona ya citada, éste es poco probable ya que en la zona no se reporta la existencia de minas que estuvieron en explotación o que están en explotación. Por otra parte en cuanto a un posible movimiento de roca, cabe señalar que el municipio se encuentra comprendido en una zona sísmica de intensidad media al igual que el valle de México como resultado del desarrollo geológico del Eje Neovolcánico. Por lo que los movimientos de roca son un fenómeno probable.

Suelos.

Tipos de suelos presentes en el área y zonas aledañas.

Según el Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (1992), menciona que el municipio de Lerma está compuesto por un tipo de suelo que es Feozems (**H**), con una composición de suelos háplico (**Hh**) y pelíco (**Vp**).

Por otro lado, la misma fuente menciona que en el municipio ya citado está conformado por rocas sedimentarias del tipo arenisca (**ar**) con toba (**T**). Cabe señalar que en la parte suroeste del municipio se localiza una zona especificada como relleno.

A continuación se describen las características del suelo.

Feozems: Suelos que tienen un horizonte A mólico; carentes de un horizonte gypico con concentraciones de cal suave pulverulenta dentro de los primeros 125 cm de profundidad; carentes de un horizonte B nátrico y un horizonte B órico; carentes de las características que son de diagnóstico para Rendzinas, Vertisols, Planosols o Andosols, sin salinidad elevada; carentes de propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50 cm de profundidad cuando hay presente un horizonte B argílico; carentes de revestimientos decolorados en la superficie estructurales de los pedos cuando el horizonte A mólico tiene en húmedo un croma de 2 o menos a una profundidad no menor de 15 cm.⁷

⁷FitzPatrick, 1985

Háplico: Tiene un horizonte A mólico.

Pélico: En los primeros 30 cm de profundidad, en la matriz del suelo húmedo tiene un cromo dominante de menos de 1.5.

4.2 Rasgos biológicos.

El objetivo es describir las características biológicas más relevantes en el municipio donde se encuentra el proyecto, especificando en la vegetación de la zona y en las especies de interés comercial.

Vegetación en la Zona

En el predio en cuestión no hay presencia de ningún tipo de vegetación ya que se trata de un Parque Industrial en cual fue lotificado con anterioridad.

Las especies más comunes de árboles en el municipio de Lerma son el sauce llorón (*Salix babylonica*), el mimbre (*Cephalanthus occidentalis*), el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), el cedro (*Juniperus flaccida*), el trueno (*Ligustrum lucidum*), y el pino (*Pinus sp.*).

El bosque de Oyamel (*Abies religiosa*) sobresale entre el conjunto de las comunidades vegetales dominadas por coníferas.

Por lo que respecta a las epífitas se limitan por lo común a líquenes y musgos, pudiendo en ocasiones ser muy abundantes, en particular el género *Usnea* sobre el follaje de Oyamel. Las **Bromeliáceas**, en condiciones de alta humedad atmosférica también puede crecer sobre las ramas de dicho árbol; los helechos y las **Orquidáceas** sólo son abundantes sobre *Alnus*, *Quercus* u otras angiospermas arbóreas.

Especies de interés comercial

De acuerdo al Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (1997), las especies de valor comercial para el Estado de México son:

Concepto	Nombre científico	Nombre local	Utilidad
Pastizal	<i>Bouteloua gracillis</i>	Navajita	Forraje
	<i>Aristida divaricata</i>	Zacate	Forraje
	<i>Buchloe dactyloides</i>	Zacate chino	Forraje
	<i>Muhlenbergia rigida</i>	Zacatón	Forraje
Bosque	<i>Abies religiosa</i>	Oyamel	Comercial, Industrial
	<i>Pinus montezumae</i>	Ocote blanco	Comercial, Industrial
	<i>Pinus teocote</i>	Pino chino	Comercial, Industrial
	<i>Quercus rugosa</i>	Encino quebracho	Comercial, Industrial
	<i>Quercus laurina</i>	Encino laurelilo	Forraje, Doméstico
Selva	<i>Acacia cymbispina</i>	Cazahuate	Medicinal, Ornamental
	<i>Ipomoea wolcottiana</i>	Huizache	
	<i>Bursera copallifera</i>	Copal	Medicinal, Comercial
	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Vara dulce	Medicinal, Forraje
	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Palo brasil	Artesanal, Industrial
Matorral	<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal	Comestible, Comercial

Concepto	Nombre científico	Nombre local	Utilidad
	<i>Mimosa biuncifera</i>	Uña de gato	Medicinal, Leña
	<i>Jatropha dioica</i>	Sangre de dragón	Medicinal
	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Medicinal, Artesana
	<i>Opuntia tomentosa</i>	Nopal	Comestible

Tabla 4.1 Especies de interés comercial⁸

Desde el punto de vista económico los tulares son de interés, ya que las plantas de *Typha* y de *Scirpus* se emplean como materia prima para el tejido de juguetes, petates y otros utensilios domésticos. En muchos sitios se conservan también para garantizar el albergue de aves acuáticas de interés cinegético.⁹

Vegetación endémica o en peligro de extinción.

Por otra parte y de acuerdo al Secretaría de Gobernación (1994), algunas especies de la familia **Orquidáceas** se encuentran en alguna de las categorías de protección.

4.3 Fauna.

La fauna se encuentra enclavada en:

Provincia Fisiográfica: Meseta Neovolcánica.
 Vegetación: Bosque de Coníferas y Encinos.
 Cuenca Hidrológica: Río Lerma.
 Provincia Mastofaunística: VOLCANICO-TRANSVERSA.

En la siguiente tabla solo se enlistarán las especies en peligro de extinción, las amenazadas y las raras

Nombre científico	Nombre común	Categoría de vulnerabilidad
<i>Odocoileus hemionus</i>	Venado bura	Amenazada
<i>Canis lupus</i>	Lobo	En peligro de extinción
<i>Taxidea taxus</i>	Tlalcoyote Tejón	Amenazada
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle Tejón	Amenazada
<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago	Amenazada
<i>Leptonycteris nivalis</i>	Murciélago	Amenazada
<i>Cryptotis goldmani</i>	Musaraña	Rara
<i>Cryptotis parva</i>	Musaraña	Rara
<i>Sorex saussurei</i>	Musaraña	Rara
<i>Lepus californicus</i>	Liebre de cola negra	Rara
<i>Dipodomys phillipsii</i>	Rata canguro	Amenazada
<i>Neotoma albigula</i>	Rata magueyera	Amenazada
<i>Peromyscus maniculatus</i>	Ratón de campo	Amenazada
<i>Reithrodontomys microdon</i>	Ratón de campo	Amenazada
<i>Sciurus oculatus</i>	Ardilla arborícola	Rara

Tabla 4.2 Especies en peligro de extinción¹⁰

Fauna característica de la zona.

Los municipios del Estado de México (1988), menciona que el Municipio de Lerma, la fauna del

⁸ Fuente: INEGI, 1997

⁹ Rzedowski, 1983

¹⁰ Fuente: INTERNET (CONABIO), 1998.

está formada por rata de campo, conejo, así como algunas aves e insectos.

4.4 Ecosistema y paisaje.

A continuación se realizan algunas preguntas y se les da respuesta para conocer parte de la afectación en el Ecosistema y en el paisaje, Preguntas consideradas relevantes para dicha afectación sin tener el fin de describir a fondo los daños o beneficios, los cuales se hacen a fondo en la identificación de los impactos ambientales.

¿Modificará la dinámica natural de algún cuerpo de agua, de las comunidades de flora y fauna. Se contempla la introducción de especies exóticas?

No, puesto que la construcción del proyecto se realice en las instalaciones del Parque Industrial Lerma.

¿Crearé barreras físicas que limiten el desplazamiento de la flora y/o fauna?

No, dado que la construcción del proyecto se realice en el lote V lote 32 manzana C del Parque Industrial Lerma.

Explicar si es una zona con cualidades estéticas, únicas o excepcionales

No, el área de construcción del proyecto fue en las instalaciones del Parque Industrial Lerma y dentro de éste no se cuenta con cualidades estéticas, únicas o excepcionales.

¿Es una zona considerada como atractivo turístico?

No, dentro de las instalaciones del Parque Industrial Lerma no existen zonas consideradas como atractivo turístico.

¿Es o se encuentra cerca de un área arqueológica de interés histórico?

El Parque Industrial Lerma, no cuenta con ningún tipo de áreas arqueológicas, ni dentro de éste, ni en los alrededores.

¿Es o se encuentra cerca de un área natural protegida?

La construcción del proyecto se realice en las instalaciones del Parque Industrial Lerma. Por lo que no se localiza ninguna área protegida cercana a éste, la zona protegida más cercana por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), es el Volcán Xinantécatl (Nevado de Toluca) que se localiza aproximadamente a 32 kilómetros de área ya mencionada.

¿Modificará la armonía visual o la creación de un paisaje artificial?

No, puesto que la construcción del proyecto se realice en las instalaciones del Parque Industrial Lerma y el escenario paisajístico es en general con construcciones de la industria.

¿Existe alguna afectación en la zona?

No, puesto que la construcción del proyecto se realice en las instalaciones del Parque Industrial Lerma y dentro de la licencia de uso de suelo se especifica que por cada 25 m² de construcción sembrar un árbol en área libre, pero como no se dispone de área libre, no aplica.

4.5 Medio socioeconómico

En el aspecto relativo al medio socioeconómico se presentan las características que son necesarias para observar el impacto en esta zona y entonces observar si los impactos son benéficos o dañinos a la población del municipio.

Población

La población en el municipio de Lerma se distribuye de la siguiente manera:

Localidad	Hombres	Mujeres	Total
Lerma de Villada	1, 689	1, 665	3, 354
Amomolulco	227	232	459
Barranca Grande	238	249	487
La Bomba	170	156	326
Cañada de Alférez	92	102	194
Alvaro Obregón	709	694	1, 403
Agrícola Analco	223	229	452
La Concepción Xochicuautla	443	427	870
Las Mesas Hutzizilapan	109	96	205
Metate Viejo Tlamimilolpan	532	525	1, 057
Salazar	267	251	518
San Agustín Hutzizilapan	273	266	539
San Francisco Xochicuautla	850	859	1, 709
San José el Llanito	207	191	398
San Lorenzo Hutzizilapan	1, 158	1, 139	2, 254
San Mateo Atarasquillo	985	841	1, 826
San Miguel Ameyalco	1, 403	1, 360	2, 763
San Nicolás Peralta	688	670	1, 358
San Pedro Hutzizilapan	314	280	594
Santa Catarina	318	305	623
Santa María Atarasquillo	2, 810	2, 802	5, 612
Santa María Tlalmimilolpan	670	684	1, 354
Santiago Analco	608	632	1, 240
San Pedro Tultepec	2, 023	2, 024	4, 047
El Espino	65	70	135
Pueblo Nuevo	168	165	333
Zacamulpa Hutzizilapan	627	589	1, 216
Zacamulpa Tlalmimilolpan	394	346	740
Totales	18, 260	17, 886	36, 146

Tabla 4.3 Población en el Municipio de Lerma¹¹

La densidad poblacional hasta 1995 era 175.21 habitantes / km².

Por otra parte el Plan Metropolitano de Toluca (1990), menciona que la población de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, tiene una población estimada de 886, 263 habitantes, que representa el 9.03% del total estatal y el 1.09% de la población nacional.

¹¹ Fuente: Monografía de Lerma, 1988. Población según el Censo Nacional de 1970.

Población futura.

El municipio de Lerma, tiene un crecimiento muy dinámico con una tasa media anual de 7.11% al pasar de una población de 67, 131 habitantes en 1990, a una de 527, 665 habitantes al año 2020; modificando su participación porcentual en el total metropolitano, al pasar del 7.57% al 21.93%.

Población económicamente activa

En el ámbito estatal la población económicamente activa según Los municipios del Estado de México (1988), era de 15, 671. Sin embargo, información obtenida por el Censo General de 1980 la población económicamente activa fue de 15, 535 personas ocupadas y 136 desocupadas.

Debido a lo reciente del proceso de industrialización de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, su planta industrial formal se caracteriza por:

- La industria metal-mecánica.
- **La industria química.**
- La industria de los alimentos.

Por otra parte la misma fuente del año 1997 reporta que el nivel de ingresos per capita para el Estado de México se presenta de la siguiente manera:

Población ocupada según grupo de ingresos por trabajo en (%)	
No recibe ingresos	8.37
Menos de 1 salario mínimo	15.37
De 1 y hasta 2 salarios mínimos	31.82
Más de 2 y hasta 5 salarios mínimos	30.81
Más de 5 salarios mínimos	10.59
No Especificado	3.04

Tabla 4.4 Población ocupada en Lerma^B

Servicios Públicos.

Agua potable.

En cuanto al servicio de agua potable, el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (1995), menciona que en el municipio de Lerma existen un total de 9, 172 tomas domiciliarias instaladas con el servicio de agua potable, la información completa así como la distribución de las tomas se observa en la siguiente tabla.

Municipio	Total	Domésticas	Comerciales	Industriales
Estado de México	1, 294, 419	1, 218, 841	59, 824	15, 754
Lerma	9, 172	8, 390	377	405

Tabla 4.5 Agua potable^B

Por otra parte el Plan Metropolitano de la Ciudad de Toluca (1990), menciona que la dotación de agua potable para la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca (ZMCT), en la actualidad se logra por la explotación de acuíferos subterráneos. Esta situación es muy vulnerable en el futuro, ya que por la extracción intensiva que se ha dado en gran parte del Valle de Toluca-Lerma, fundamentalmente para exportar agua al Valle de México, se condiciona la disponibilidad del líquido para el futuro.

Esta situación provoca que el abastecimiento del agua que se necesita para el desarrollo futuro de la (ZMCT), dependa fundamentalmente de las siguientes fuentes:

- 1) Mantenimiento de una proporción reducida del abastecimiento por pozos.
- 2) Utilización de parte de la dotación que corresponde al Estado de México, del líquido extraído del sistema Cutzamala.
- 3) Captación y conducción de agua potable de Atarasquillo.
- 4) Potabilización de aguas de las presas Antonio Alzate e Ignacio Ramírez.
- 5) Reutilización de aguas servidas para riego y uso industrial por medio de plantas de tratamiento.

El Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (1997), reporta que el municipio de Lerma cuenta con 1 fuente de abastecimiento con un volumen promedio diario de 2.44 miles de metros cúbicos por día; la información completa se observa en la siguiente tabla:

Localidad	Fuentes de abastecimiento				Volumen promedio diario de extracción (miles de metros cúbicos por día)			
	Total	Pozo profundo	Manantial	Otras	Total	Pozo profundo	Manantial	Otras
Estado de México	178	65	2	111	1,102.48	235.82	19.86	846.80
Lerma	1	-	-	1	3.14	-	-	3.14

Tabla 4.6 Fuentes de abastecimiento^B

En cuanto a las plantas de tratamiento de aguas residuales, el Estado de México cuenta con un total de 27 con un volumen tratado de 133, 586.6 millones de metros cúbicos al año; la información completa se observa en la tabla N° 4.7. Cabe señalar que el municipio de Lerma exististe una planta de este tipo y el volumen tratado es de 19.867.7 millones de metros cúbicos al año.

Localidad	Plantas de tratamiento			Capacidad instalada (l/s)	Volumen tratado (miles de metros cúbicos por año)
	Total	Lagunas de oxidación	Otras		
Estado de México	27	17	10	5,289	133,586.6
Lerma	1	-	1	1,000	19,867.7

Tabla 4.7 Plantas de Tratamiento^B

Sistema de manejo de residuos.

Drenaje.

En cuanto al servicio de drenaje, la misma fuente menciona que las descargas domiciliarias del municipio de Lerma son de 8, 537 divididas de la siguiente manera.

Municipio	Total	Domesticas	Comerciales	Industriales
Estado de México	1,028,362	954,234	58,483	15,645
Lerma	8,537	7,831	362	344

Tabla 4.9 Descargas domiciliarias (drenaje)^B

Por otra parte el Plan Metropolitano de la Ciudad de Toluca, cita que el desalojo de las aguas servidas urbanas, encuentra como ventaja la pendiente natural hacia el río Lerma, el cual continuará siendo el gran colector metropolitano de Toluca, a condición de que se viertan en él aguas previamente tratadas. El sistema de tratamiento de las aguas servidas podrá también proporcionar como tratamiento primario o secundario aguas para uso agrícola, industrial y riego de

camellones y jardines.

Basurero municipal.

En cuanto a los basureros municipales el Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (1997), reporta que el Estado de México cuenta con 104.29 hectáreas de superficie destinadas a los basureros, en el caso particular del municipio de Lerma no cuenta con basureros; la información completa se observa en la siguiente tabla:

Localidad	Superficie de los basureros	Volumen de recolección de basura (toneladas por día)	Vehículos recolectores
Estado de México	104.29	10, 853.6	1, 909
Lerma	-	40	5

Tabla 4.10 Basureros municipales⁸

Reellenos sanitarios.

En cuanto a los reellenos sanitarios, el municipio de Lerma no tiene destinada una superficie del territorio municipal destinada a este servicio, en tanto que el Estado de México cuenta con 126.33 hectáreas del territorio destinada a este servicio (INEGI, 1997).

Construcción.

En cuanto a la construcción, esta actividad reporta los siguientes datos:

Concepto	Total	Pequeñas	Medianas	Grandes	Gigantes
Empresa constructora	784	679	58	20	27
Personal ocupado	19, 972	10, 255	1, 851	1, 378	6, 488
Obreros	15, 377	7, 863	1, 414	1, 048	5, 052
Empleados	4, 595	2, 392	437	330	1, 436
Remuneraciones	367, 509	145, 481	30, 009	23, 784	168, 235
Obreros	244, 943	100, 580	18, 056	14, 880	111, 427
Empleados	122, 566	44, 901	11, 953	8, 904	56, 808
Valor de la producción	1, 790, 928	637, 111	154, 710	136, 857	862, 250
Valor de la compra de materiales	728, 666	222, 211	74, 074	56, 151	376, 230
Valor del consumo de materiales	713, 875	213, 392	72, 044	55, 404	373, 035

Tabla 4.11 Industria de la construcción⁸

Economía de mercado.

La economía de mercado en el Estado de México y en especial en el municipio de Lerma ha crecido en los últimos años de manera significativa pues la apertura de fuentes de trabajo (industrias, comercios, etc.); específicamente en el municipio de Lerma se cuenta con el Parque Industrial Lerma que se ha convertido en una de las fuentes de empleo para los pobladores del lugar.

Siendo la población económicamente activa para el municipio:

Concepto	Total en (%)
Población de 12 años y más según sexo	
Hombres	48.71
Mujeres	51.29
Población de 12 años y más según condición de actividad	

Concepto	Total en (%)
Población Económicamente Activa	56.33
Población Económicamente Inactiva	43.54
No Especificado	0.13

Tabla 4.12 Población económicamente activa⁸

Esto es que en el municipio de Lerma existe una plantilla de mano de obra importante, si se hace la comparación de la población total y las proporciones de la población económicamente activa (señalando que la fuente ya citada toma como población apta para trabajar a las personas de 12 años en adelante).

4.6 Normas y regulaciones sobre el uso del suelo.

A continuación se analiza lo referente al plan Nacional de Desarrollo 1995-2000.

Dicho plan menciona en su apartado 5.8 POLÍTICA AMBIENTAL PARA UN CRECIMIENTO SUSTENTABLE, lo siguiente.

"...Por varias generaciones se han incrementado crecientes tendencias de deterioro en la capacidad de renovación de nuestros recursos naturales y en la calidad del medio ambiente. Las principales áreas metropolitanas se enfrentan a problemas de contaminación y en ellas se rebasan las normas de concentración ambiental para varios contaminantes; treinta de cada cien toneladas de residuos sólidos municipales no son recolectadas, y se abandonan en baldíos y calles; cada año se generan más de siete millones de toneladas de residuos industriales peligrosos; en varias regiones se han generado alteraciones drásticas en los ecosistemas."

"... Por ello la política ambiental y de aprovechamiento de los recursos irá más allá de una actitud estrictamente regulatoria y se constituirá también en un proceso de promoción e inducción de inversiones en infraestructura ambiental, de creación de mercados y de financiamiento para el desarrollo sustentable. Así lograremos hacer compatible el crecimiento económico con la protección ambiental."

"...Junto con las acciones para frenar las tendencias del deterioro ecológico y transitar hacia un desarrollo sustentable, se realizarán programas específicos para sanear el ambiente en las ciudades más contaminadas, restaurar los sitios más afectados por el inadecuado manejo de residuos peligrosos, sanear las principales cuencas hidrológicas y restaurar áreas críticas para la protección de la biodiversidad."

"...En materia de regulación ambiental, la estrategia se centrará en consolidar e integrar la normatividad, y en garantizar su cumplimiento. En particular, se fortalecerá la aplicación de estudios de evaluación de impacto ambiental y se mejorará la normatividad para el manejo de residuos peligrosos".

Se analiza a continuación lo referente al Plan Regional Metropolitano de la Ciudad de Toluca.

La zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca (ZMCT), es el resultado del proceso de crecimiento económico y poblacional, manifestado en el Valle de Toluca-Lerma, dentro de cuyo territorio se aloja el Área Metropolitana de la Ciudad de Toluca (AMCT), definida como la aglomeración o mancha urbana continua y que abarca hoy en día los municipios de:

- LERMA
- METEPEC
- OCOYOACAN
- SAN MATEO ATENCO
- TOLUCA
- XONACATLAN
- ZINACANTEPEC

En cuanto a los usos de suelo de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca destaca: Uso Industrial, los usos industriales continuos, conforman una "T" invertida, donde la cabeza de la "T" sería el Paseo Tollocan y el vástago el Boulevard Aeropuerto.

"Las mayores inversiones industriales, se ubican sobre estos dos eje viales, y la industria media y pequeña se aloja en zonas colindantes, principalmente en la zona Industrial de Lerma".

El desarrollo futuro de la zona comprende el corredor Lerma-Ocoyoacac-La Marquesa, o sea, el área ubicada en las proximidades de la Carretera México-Toluca, reviste una gran importancia ya que es propiamente la línea de conexión entre las Zonas Metropolitanas de las Ciudades de México y Toluca y la carretera más transitada de todo el país.

4.7 Identificación de los impactos ambientales

A continuación se describe la metodología empleada para la identificación de los impactos ambientales en el sistema de tratamiento.

METODOLOGIA EMPLEADA

Para la recopilación de la información necesaria de la caracterización del medio natural y socioeconómico, el primer paso fue la delimitación de la zona de influencia del proyecto.

Posteriormente, para la verificación de la información relacionada con este proyecto se buscó apoyo en el Municipio de Lerma, al Plan Nacional de Desarrollo, en los Planes y Programas Estatales y el Plan de Desarrollo Municipal de Lerma, además de recurrir a instituciones como son: Comisión Nacional del Agua (CNA), Meteorológico Nacional, Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), así como de la información que proporciono la empresa y las visitas al sitio del proyecto.

Con respecto a la descripción del medio natural, la información que se manejó fue principalmente descriptiva y tuvo la finalidad de proporcionar un panorama completo de los recursos naturales renovables y no renovables de la zona y su situación actual.

La descripción de los aspectos socioeconómicos se realizó principalmente con datos censales estatales y/o municipales, para así poder proporcionar valores acerca del número de habitantes del área, su distribución y las principales actividades económicas del área de influencia así como el nivel socioeconómico presente en la zona.

Para la descripción de la población se atendió a las características de dispersión o concentración en el área de influencia, así como se observó especial énfasis en los fenómenos migratorios que se detectaron en la zona.

Actualmente, para la construcción de este tipo de servicios se requiere de un análisis de los efectos y alteraciones que se espera se produzcan en el ambiente al momento del funcionamiento, tanto en el medio natural como en el socioeconómico, para considerarlos en el proyecto desde la fase de ingeniería de detalle hasta la etapa de total ocupación y, de esta forma, minimizar los impactos detectados o, en su caso, evitar en lo posible dichas alteraciones.

Metodología utilizada para la elaboración de impacto ambiental

En este apartado se describen las características, limitaciones y alcances de las metodologías seleccionadas para identificar y ponderar los impactos ambientales que las distintas etapas del proyecto, causa al entorno ambiental y su área de influencia.

Lista de chequeo

La lista de chequeo de tipo simple que se utilizó considera todos aquellos componentes incluidos en las actividades del Proyecto así como todos los factores ambientales relacionados con el mismo.

4.8 Componentes ambientales del medio natural y socioeconómico.

A continuación se muestran las componentes ambientales a considerados para este proyecto:

Rasgos físicos:

a) Climatología

- Tipo de clima
- Temperaturas promedio
- Precipitación promedio anual(mm)
- Intemperismos severos
- Calidad del aire

b) Geomorfología y geología

- Geomorfología general
- Características del relieve
- Susceptibilidad de la zona a:
 - Sismicidad
 - Deslizamientos
 - Derrumbes
 - Otros movimientos de tierra y roca
 - Actividad volcánica

c) Suelos

- Tipos de suelos presente en el área y zonas aledañas
- Composición del suelo
- Capacidad de saturación

d) Hidrología

- Principales ríos y/o arroyos cercanos
 - Permanentes o intermitentes
 - Estimación del volumen de escarnecía por unidad de tiempo
 - Actividad para la que son aprovechados
 - Indicar si reciben algún tipo de residuo
- Embalses y cuerpos de aguas cercanos
 - Localización y distancia al predio
 - Área inundable del cuerpo de agua o embalse
 - Volumen
 - Usos principales
- Drenaje subterráneo
 - Profundidad y dirección
 - Usos principales
 - Cercanía del proyecto a pozos

e) Oceanografía

- Batimetría
 - Bancos
 - Composición de sedimentos
 - Arrecifes o bajos fondos
- Ciclo de mareas
- Corrientes
- Temperatura promedio del agua

Rasgos Biológicos:

a) Vegetación

- Tipo de vegetación de la zona
- Principales asociaciones vegetacionales y distribución
- Mencionar especies de interés comercial
- existencia de especies endémicas y/o en peligro de extinción

b) Fauna

- Fauna característica de la zona
- Especies de valor comercial
- Especies de interés cinegético
- Especies amenazadas y/o en peligro de extinción

Medio socioeconómico:

a) Población

- Población Económicamente Activa
- Grupos Étnicos

b) Servicios

- Medios de comunicación
 - Vías de acceso, características y distancia al predio
- Medios de Transporte
 - Terrestres
- Servicios Públicos
 - Agua potable, tratada
 - Energéticos, combustibles
 - Sistema de manejo de residuos, tipo y distancia al predio
 - Drenaje
 - Canales de desagüe
 - Tiradero a cielo abierto
 - Basurero Municipal
 - Relleno Sanitario
- Centros de Salud
 - De 1^{er} grado
 - De 2^o grado
- Vivienda
- Zonas de recreo

c) Actividades

- Agricultura
 - De riego
 - De temporal
- Ganadería
 - Intensiva
 - Extensiva
- Pesca
 - Intensiva
 - Extensiva
- Industriales
 - Extractiva
 - Manufacturera
 - De servicios

d) Economía

- De autoconsumo
- De mercado

e) Cambios sociales y económicos

- De demanda de mano de obra
- Cambios demográficos
- Aislamiento de núcleos poblacionales
- Modificación de los patrones culturales de la zona
- Demanda de servicios

f) Legislación Ambiental

- Zonas naturales protegidas
- Planes y programas de desarrollo
- Ordenamientos ecológicos del territorio
- Leyes, Reglamentos y Normas aplicables

4.9 Clasificación de los impactos ambientales

La clasificación de los impactos ambientales se define a partir de dos variables:

En relación con el sentido del impacto: negativo o positivo; adverso o benéfico.

Con respecto a la magnitud del impacto; significativo, moderadamente significativo, no significativo y desconocido.

Para categorizar a cada tipo de impacto se empleó la clasificación propuesta por Larry W. Canter, publicada por el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud en 1986.

Con relación a los efectos.

Los impactos ambientales fueron clasificados como:

Directos. Aquellas acciones que generan impactos de manera inmediata o a largo plazo a un componente del ambiente sin medición de ningún otro fenómeno.

Indirectos: Efectos resultantes del impacto directo y que pueden manifestarse tardíamente o a largo.

Acumulativos: Son aquellos impactos que se suman a través del tiempo y que pueden conjuntarse en otros impactos generados al ambiente que no son significativos pero que juntos cambian el carácter del impacto.

No acumulativos: Que sólo actúan con el mismo impacto en cualquier momento y espacio y que no se asocian con otros impactos al ambiente.

En lo relativo al tiempo:

Reversibles. Efectos sobre el ambiente que pueden volver a las condiciones existentes antes de implementar las actividades del proyecto una vez que dichas actividades se suspenden.

No reversibles: Efectos sobre el ambiente que por su naturaleza no permiten que las condiciones iniciales se restablezcan aunque las actividades del Proyecto sean suspendidas o eliminadas.

A corto plazo: Efectos que aparecen inmediatamente o a lapsos relativamente cortos una vez que se realizan las actividades del Proyecto y que pueden desaparecer con ella.

A mediano plazo: Los efectos se manifiestan hasta un período que va de uno a varios años.

A largo plazo: Efectos que aparecen en períodos distantes al inicio de la acción y que pueden no desaparecer con ella.

En relación con su presencia en el medio:

Momentáneo: Se presenta de manera inmediata cuando se implementa la acción del proyecto

para posteriormente desaparecer cuando se deja de aplicar la actividad.

Temporal: El impacto permanece por cierto lapso en el ambiente aún después de concluir la acción del proyecto.

Permanente: El impacto permanece en el ambiente, aún después de haber terminado la acción impactante.

Con relación al espacio ecológico:

Puntual; Sólo se presenta en el lugar en donde aparece la acción del proyecto.

Local: El impacto rebasa el nivel puntual y abarca la zona del área de influencia.

Regional; El impacto trasciende a la localidad y se proyecta en una región más amplia como puede ser una zona biogeográfica, una subcuenca o cuenca hidrológica, una región fisiográfica, un estado, etc.

En lo referente al nivel geopolítico:

Nacional: Que se circunscribe el impacto al territorio del país en cualquier lugar del mismo sin afectar a otros países.

Transnacional: El impacto trasciende el ámbito nacional ya sea por la colindancia con otros países o por actividades que dañen a ecosistemas que sean utilizados por la comunidad internacional (mares y la atmósfera).

Y por último con relación a las medidas de mitigación:

Remediables: Que pueden tener una medida de control o de mitigación.

No remediables: No aceptan medidas de control o de mitigación.

4.10 Matriz de Leopold

La Matriz de Leopold es un método por el cual se pueden conocer el tipo de interacciones que pueden ocurrir entre las acciones que causan un impacto y los elementos ambientales afectados por establecimiento de un proyecto, modificación o abandono del mismo.

A continuación se describe el proceso para la elaboración de esta matriz de interacción.

Construcción de la Matriz de Leopold

Para el desarrollo de la Matriz de Leopold se colocan en las columnas todas las acciones del proyecto agrupadas en las diferentes etapas; en los renglones se adicionan los elementos ambientales divididos en sus correspondientes componentes. A la vez, los componentes se agrupan en los diferentes medios a los que pertenecen (medio físico, biológico y socioeconómico) incluyendo paisaje y la legislación ambiental aunque se les dará un tratamiento especial, interesando a la autoridad y al proponente para la modificación o acciones a tomar referente al proyecto.

Al final se coloca la sumatoria de las frecuencias de cada uno de los tipos de impactos considerados de tal forma que se obtiene de manera rápida la cantidad y dirección de los impactos para cada acción del proyecto y componente del ambiente.

Clasificación de los impactos ambientales de la matriz de Leopold

A continuación se listan los impactos ambientales de la Matriz de Leopold.

TIPO DE IMPACTO	DESCRIPCIÓN
Adverso	El impacto provocado a los elementos del ambiente es negativo, afecta alguna o algunas de sus características.
Adverso no significativo	El impacto es apenas perceptible en el ambiente siendo puntual, momentáneo y observándose a corto plazo, con una intensidad producida.
Adverso moderadamente significativo	El impacto se presenta a nivel local siendo a corto o mediano plazo sus efectos y sólo se manifiesta de manera temporal y con una intensidad moderada.
Adverso significativo	El impacto trasciende a escala local, sus efectos se dan en el terreno regional, por lo que se mantiene el impacto por un tiempo más largo. Además, el impacto se presenta de manera compleja y no afecta a un solo componente del ambiente sino a varios y con una intensidad importante.
Benéfico	El impacto provocado por las acciones del proyecto es positivo hacia los elementos del ambiente.
Benéfico no significativo	El impacto positivo al ambiente solo se presenta a nivel puntual y sus efectos son momentáneos. Se observa por un período muy definido (impacto temporal) la intensidad es baja.
Benéfico moderadamente significativo	Este impacto se presenta a escala local y sus efectos se ven a corto y mediano plazo y sólo se manifiesta de manera temporal con una intensidad moderada.
Benéfico significativo	La magnitud del impacto es mayor al anterior. Los beneficios son regionales y se observa en varios elementos del ambiente con una intensidad importante.
Impacto desconocido	Se observa una relación entre una acción y un elemento del ambiente pero, se desconoce el sentido del impacto (adverso o benéfico) y su magnitud (significativo o no).

Tabla 4.13 Impactos ambientales de la Matriz de Leopold

Después de determinar cuales componentes son los que directamente afectarán al proyecto o viceversa, se elaboró y se aplicó la Matriz de Leopold.

Llenado de la Matriz de Leopold

Después de construir la matriz, se procede al llenado con las categorías de los impactos ambientales antes mencionadas. Primero se tomarán en cuenta las acciones y se determinarán los lugares donde exista un posible impacto, se checarán los elementos del ambiente y se observará su comportamiento a través de las distintas acciones del proyecto.

Ubicados los puntos de interacción se procedió a asignar valores de acuerdo a las categorías de impactos. Al hacer la valoración se evalúa si el impacto debe ser considerado o no o si existe algún otro impacto que no fue tomado en cuenta en la primera identificación.

Como principio de exclusión, se considera que los impactos evaluados deben ser de tipo directo; es decir, que la propia acción sea la causante del impacto y no considerar aquellos impactos

generados de forma indirecta, no se requiere que el impacto sea evidente. Lo anterior no significa que no se valore a un impacto por sus efectos acumulativos, sino que para el llenado de las cuadrículas sólo se consideran aquellos impactos en los que se pueda establecer su relación directa y aquellos que como producto de una acción de tipo significativo acarrearán un impacto similar hacia otro elemento del ambiente.

El análisis de los impactos acumulativos se efectuará en el balance de los impactos ambientales. Después de haber llenado las cuadrículas en donde se presentan interacciones se culmina con la sumatoria de las frecuencias de cada tipo de impacto tanto en las columnas como en los renglones.

Cribado de la Matriz de Leopold

Para facilitar el manejo de la matriz se efectuó un cribado en donde se dejaron de lado aquellas columnas y renglones que no presenta interacción o que sus impactos son sólo no significativos sean adversos o benéficos.

A partir de la descripción detallada del proyecto y de la metodología arriba señalada, se establecieron las acciones que de alguna forma pudieran impactar al ambiente tanto natural como socioeconómico, y por otra parte, del conocimiento del medio se seleccionan los factores bióticos, abióticos y socioeconómicos más susceptibles de sufrir alguna alteración, ya sea adversa o benéfica (negativo o positivo) con el desarrollo del proyecto.

Identificación de Impactos Ambientales

Una vez que se construyó y se clasificaron los impactos ambientales, se definieron cuales eran los más importantes mismos que se describen:

Identificación de los impactos ambientales provocados por la ejecución de la obra o actividad durante cada una de las etapas del proyecto.

Utilizando la lista de chequeo se pudieron identificar los componentes y elementos ambientales críticos que influyeron en este proyecto o en la viabilidad del mismo.

La lista de chequeo siguiente muestra los principales aspectos de cada etapa así como los elementos que creemos serán afectados por las actividades de este proyecto.

Esta lista sirvió como la identificación preliminar de los impactos. Posteriormente se trabajó con cada uno de los aspectos que resultaron positivos, generando la matriz cribada de Leopold.

El signo (✓) significa que si interviene y puede provocar un impacto al ambiente, por otra parte el signo (✗) muestra que no hay efecto y por lo tanto no se considerará en la construcción y aplicación de la Matriz Cribada de Leopold.

4.11 Identificación de las etapas del proyecto y acciones que promueven impactos ambientales

ETAPAS DEL PROYECTO Y ACCIONES QUE PUEDEN PROMOVER IMPACTOS AMBIENTALES

LISTA DE CHEQUEO

ETAPAS	ACCIONES	Símbolo
Preparación del Sitio	Trazo, Alineación y Nivelación	✓
	Limpieza, Desmonte y Despalme	✓
	Excavación	✓
	Transporte de Materiales, Maquinaria y Equipo	✓
	Almacenamiento de Materiales, Maquinaria y Equipo	✓
	Manejo y Disposición de Desechos Sólidos	✓
	Manejo y Disposición de Aguas Residuales	✓
	Instalación de Infraestructura de Apoyo	✓
	Operación de Maquinaria y Equipo	✓
	Compactación del sitio de la Edificación	✓

LISTA DE CHEQUEO

ETAPAS	ACCIONES	Símbolo
Construcción	Compactación	✓
	Cimentación	✓
	Edificación	✓
	Área de Carga y Descarga	✓
	Instalación de Servicios del Proyecto	✓
	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Proyecto	✓
	Transporte de Materiales, Maquinaria y Equipo	✓
	Almacenamiento de Materiales, Maquinaria y Equipo	✓
	Manejo y Disposición de Desechos Sólidos	✓
	Manejo y Disposición de Aguas Residuales.	✓
Operación de Maquinaria y Equipo.	✓	

LISTA DE CHEQUEO

ETAPAS	ACCIONES	Símbolo
Operación	Edificación	✓
	Área de Carga y Descarga	✓
	Instalaciones de Servicios del Proyecto	✓
	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Proyecto	✓
	Transporte de Materiales, Maquinaria y Equipo	✓
	Almacenamiento de Materiales, Maquinaria y Equipo	✓
	Sistema de Tratamiento de Residuos Biológico-Infeciosos (Incineración)	✓
	Sistema de Manejo y Disposición de Desechos Sólidos	✓
	Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales	✓
	Operación de Maquinaria y Equipo.	✓

LISTA DE CHEQUEO

ETAPAS	ACCIONES	Símbolo
Mantenimiento	Edificación	✓
	Área de Carga y Descarga	✓
	Instalaciones de Servicios del Proyecto	✓
	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Proyecto	✓
	Transporte de Materiales, Maquinaria y Equipo	✓
	Almacén de Materiales, Maquinaria y Equipo	✓
	Sistema de Tratamiento de Residuos Biológico- Infeciosos (Incineración)	✓
	Sistema de Manejo y disposición de Desechos Sólidos	✓
	Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales	✓
Abandono	Maquinaria y Equipo	✓
	Uso de las instalaciones al concluir o cambiar el giro de las actividades	✓
	Desmantelamiento de infraestructura y demolición de edificios	✓

COMPONENTES AMBIENTALES EN LOS QUE SE PRODUCEN IMPACTOS AMBIENTALES

LISTA DE CHEQUEO

Hidrología superficial	Cuenca Hidrológica	x
	Zona de captación	
	Avenidas	x
	Precipitaciones	x
	Cuerpos de agua	x
	Ríos y cauces superficiales naturales	x
	Calidad del agua	
	Usos	x
	Variaciones del flujo de la corriente	x
	Cuerpos de agua y embalses	x
	Calidad del agua	
	Usos	x
	Volumen	x
	Alteraciones del fondo y/o borde	x
	Asolvamiento	x
	Estratigrafía del agua	x
	Parámetros físicos	✓
	Aguas o ríos subterráneos	✓
	Calidad del agua	
	Usos	✓
	Nivel freático	✓
	Dirección de las corrientes subterráneas	✓
	Recarga de acuífero	✓
	Drenaje subterráneo	✓
	Infiltración	
	Nivel de percolación	✓
Profundidad del manto	✓	
Caudal	✓	
Dirección	✓	
Pozos y manantiales	✓	

Oceanografía	Ambiente marino costero	x
	Ambientes marinos no costeros	x
	Parámetros físicos y químicos	x
	Corrientes superficiales profundas	x
	Corrientes superficiales de retorno	x
	Velocidad	x
	Dirección	x
	Oleaje	x
	Mareas	x
	Temperatura	x
	Turbidez	x
	Sólidos sedimentables	x
	pH.	x
	Nutrientes	x
	Oxígeno	x
	Salinidad	x
	DBO	x
	DQO	x
	Bacteriología del agua	x
	Frecuencia de maremotos	x
	Batimetría	x
	Bancos	x
	Arrecifes c bajos fondos	x
Diferentes tipos de sedimentos	x	

LISTA DE CHEQUEO

COMPONENTE	ELEMENTOS	Símbolo
Climatología	Microclima	x
	Temperatura	x
	Humedad	x
	Precipitación	x
	Presión Atmosférica	x
	Nubosidad e Insolación	x
	Velocidad y Dirección de Viento	x
	Intemperismo	x
	Calidad del Aire	✓
Geología y Geomorfología	Geología	x
	Características litológicas	
	Formaciones geológicas	x
	Estabilidad y res. de las capas geológicas	x
	Bancos de materiales	x
	Grado de erosión	x
	Porosidad	x
	Permeabilidad	x
	Geomorfología Características del relieve	✓
	Orientación	x
Altura	✓	
Pendientes	✓	
Suelo	Características físicas y químicas	✓
	Textura	x
	Estructura	x
	Porosidad	x
	Color	x
	Perfiles	✓
	pH.	x
	Contenido de materia orgánica	✓
	Contenido de sales	x
	Clasificación del Suelo	x
	Grado de erosión	✓
	Uso actual	✓
	Uso potencial	✓

LISTA DE CHEQUEO

COMPONENTE	ELEMENTOS	Símbolo
Ecosistemas Terrestres	Hábitat	✓
	Cadenas alimenticias	x
	Diversidad de especies	x
Acuáticos	Hábitat	x
	Cadenas alimenticias	x
	Estudio tróficos	x
	Diversidad de especies	x

LISTA DE CHEQUEO

COMPONENTE	ELEMENTOS	Símbolo
Vegetación terrestre	Tipos de vegetación	✓
	Diversidad	x
	Asociaciones	x
	Estratificación	x
	Abundancia	x
	Área	✓
	Distribución	x
	Asociaciones típicas	x
	Formas de vida	✓
	Especies dominantes	x
	Especies de valor comercial	x
	Especies endémicas y/o en peligro de extinción	x
Vegetación acuática	Tipos de vegetación	x
	Diversidad	x
	Asociaciones	x
	Abundancia	x
	Área	x
	Distribución	x
	Asociaciones típicas	x
	Formas de vida	x
	Especies dominantes	x
	Especies de valor comercial	x
Especies endémicas y/o en peligro de extinción	x	
Fauna terrestre	Tipos de fauna	✓
	Diversidad	x
	Abundancia	x
	Áreas	✓
	Especies de valor comercial	x
	Especies endémicas y/o en peligro de extinción	x
	Especies de interés cinegético	x
Fauna acuática	Tipos de fauna	x
	Diversidad	x
	Abundancia	x

COMPONENTE	ELEMENTOS	Símbolo
	Áreas	x
	Especies de valor comercial	x
	Especies endémicas y/o en peligro de extinción	x
	Especies de interés para pesca deportiva, auto consumo.	x

COMPONENTES SOCIOECONOMICOS EN LOS QUE SE PRODUCEN IMPACTOS AMBIENTALES

LISTA DE CHEQUEO

COMPONENTE	ELEMENTOS	Símbolo
Socioeconómico	Población	✓
	Empleo y mano de obra	✓
	Calidad y estilo de vida	✓
	Servicios públicos	✓
	Educación	x
	Salud pública y ocupacional	✓
	Vivienda	x
	Patrones culturales	x
	Valores estéticos y patrimoniales	x
	Lugares u objetos arqueológicos o históricos	x
	Recreación	x
	Tenencia de la tierra	x
	Medios de comunicación	x
	Medios de transporte	✓
	Agricultura	x
	Ganadería	x
	Industria	x
	Economía Local	✓
regional	✓	
nacional	✓	
Paisaje	Vistas panorámicas	x
	Material geológico superficial	x
	Relieve y caracteres topográficos	x
	Presencia de agua	x
	Área de superficie del agua	✓
	Márgenes arboladas (vegetación de galería)	x

COMPONENTE	ELEMENTOS	Símbolo
	Diversidad de tipos de vegetación	x
	Diversidad dentro de los tipos de vegetación	x
	Diseño de la Edificación	✓
	Diseño Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales	✓
Legislación ambiental	Zonas Naturales Protegidas	x
	Leyes, Reglamentos y Normas	✓
	Planes y Programas de Desarrollo	✓
	Ordenamientos Ecológicos del Territorio.	✓

Por último las matrices de Leopold para cada una de las fases del proyecto se encuentran descritas ya como resultados en la parte de la identificación de impactos.

4.12 Impactos ambientales generados

Es de todos conocido que el desarrollo de cualquier obra o actividad que se pretenda establecer en un sitio determinado, por legislación está obligado a la presentación del o los documentos necesarios a fin de obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental.

Ahora bien, la Manifestación de Impacto Ambiental es el estudio que en forma predictiva permite visualizar más claramente las posibles alteraciones que se propiciarán con el establecimiento del proyecto.

El análisis de los Impactos Ambientales originados por el establecimiento "Sistema de Recolección, Manejo y Tratamiento de Residuos de Origen Biológico-Infecioso", en el municipio de Lerma, se basó en un modelo de identificación y clasificación de dichos impactos, ajustado a la instalación de la Planta de destrucción de Residuos Biológico-Infeciosos

Es importante resaltar que los impactos mencionados en el presente documento son el resultado de situaciones supuestas extremas.

Cabe mencionar que de la correcta identificación y evaluación de los impactos ambientales que se originen de un proyecto, dependerá la selección de las medidas de mitigación adecuadas para cada una de las alteraciones esperadas.

Matriz de Leopold

En las tablas siguientes se presentan las matrices de Leopold para la identificación de impactos provocados por el "Sistema de Manejo, Recolección y Tratamiento por Oxidación Térmica de Residuos de Origen Biológico-Infeciosos".

Estas se elaboraron considerando como un elemento de selectividad el principio de exclusión, la valoración de los impactos de manera directa y determinante para el Proyecto.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la interacción de componentes y elementos ambientales.

MATRICES RESULTANTES DE CADA ETAPA DEL PROYECTO

**ETAPA DE PREPARACION DEL SITIO
MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS**

ETAPA DE PREPARACIÓN (1)

COMPONENTES AMBIENTALES	TRAZO, ALINEACION Y NIVELACION	LIMPIEZA DESMONTE Y DESPALME	EXCAVACION	TRANSPORTE DE MATERIALES MAQUINARIA Y EQUIPO	ALMACENAMIENTO DE MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO
CLIMATOLOGIA		a	a	a	
GEOMORFOLOGIA		a	a		
GEOLOGIA			a		
SUELOS		a	a		
HIDROLOGIA		a	a		
FLORA TERRESTRE		A			
FAUNA TERRESTRE		a			
ECOSISTEMA TERRESTRE		a	a	a	a
RUIDO		a	a	a	
POBLACION	B	b	b	b	b
SERVICIOS	B	b	b	b	b
ACTIVIDADES	B	b	b	b	b
ECONOMIA	B	b	b	b	b
CAMBIOS SOCIALES Y ECONOMICOS	B	b	b	a	b
PAISAJE NATURAL Y VALOR ESTETICO		a	a	a	a
LEGISLACION AMBIENTAL	B	B	B	B	B

A = IMPACTO ADVERSO SIGNIFICATIVO 1
a = IMPACTO ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 23
B = IMPACTO BENÉFICO SIGNIFICATIVO 5
b = IMPACTO BENÉFICO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 24
O = IMPACTO DESCONOCIDO 0

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS

ETAPA DE PREPARACIÓN (2)

COMPONENTES AMBIENTALES	MANEJO Y DISPOSICION DE DESECHOS SÓLIDOS	MANEJO Y DISPOSICION DE AGUAS RESIDUALES	INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE APOYO	OPERACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO
CLIMATOLOGIA	A	a		a
GEOMORFOLOGIA			a	
GEOLOGIA				
SUELOS	B	b		
HIDROLOGIA	B	b		
FLORA TERRESTRE	B	b		
FAUNA TERRESTRE	B	b		
ECOSISTEMA TERRESTRE	B	b		
RUIDO	A	a	a	a
POBLACION	B	b	b	b
SERVICIOS	B	b	b	b
ACTIVIDADES	B	b	b	b
ECONOMIA	B	b	b	b
CAMBIOS SOCIALES Y ECONOMICOS	B	b	b	b
PAISAJE NATURAL Y VALOR ESTETICO	B	b	b	a
LEGISLACION AMBIENTAL	B	B	B	B

A = IMPACTO ADVERSO SIGNIFICATIVO 0
 a = IMPACTO ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 9
 B = IMPACTO BENÉFICO SIGNIFICATIVO 4
 b = IMPACTO BENÉFICO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 33
 0 = IMPACTO DESCONOCIDO 0

**MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS
ETAPA DE PREPARACIÓN (3)**

COMPONENTES AMBIENTALES	COMPACTACION DEL SITIO DE LA EDIFICACION
CLIMATOLOGIA	a
GEOMORFOLOGIA	A
GEOLOGIA	a
SUELOS	A
HIDROLOGIA	
FLORA TERRESTRE	
FAUNA TERRESTRE	
ECOSISTEMA TERRESTRE	
RUIDO	a
POBLACION	b
SERVICIOS	b
ACTIVIDADES	b
ECONOMIA	b
CAMBIOS SOCIALES Y ECONOMICOS	b
PAISAJE NATURAL Y VALOR ESTETICO	a
LEGISLACION AMBIENTAL	B

A = IMPACTO ADVERSO SIGNIFICATIVO

a = IMPACTO ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO

B = IMPACTO BENEFICO SIGNIFICATIVO

b = IMPACTO BENEFICO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO

O = IMPACTO DESCONOCIDO

2
4
1
5
0

RESUMEN DEL TOTAL DE IMPACTOS EN LA ETAPA DE PREPARACION

ETAPA	ADVERSO SIGNIFICATIVO	ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO	BENEFICO SIGNIFICATIVO	ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO	DESCONOCIDO
ETAPA DE PREPARACION (1)	1	23	5	24	0
ETAPA DE PREPARACION (2)	0	9	4	33	0
ETAPA DE PREPARACION (3)	2	4	1	5	0
TOTAL	3	36	10	62	0

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (1)

COMPONENTES AMBIENTALES	COMPACTACIÓN	CIMENTACIÓN	EDIFICACIÓN	ÁREA DE CARGA Y DESCARGA
CLIMATOLOGIA	a			
GEOMORFOLOGIA	a	a		a
GEOLOGIA	a			
SUELOS	a	a		
HIDROLOGÍA	a	a		
FLORA TERRESTRE				
FAUNA TERRESTRE				
ECOSISTEMA TERRESTRE				
RUIDO	a	a	a	a
POBLACION	b	b	b	b
SERVICIOS	b	b	b	b
ACTIVIDADES	b	b	b	b
ECONOMIA	b	b	b	b
CAMBIOS SOCIALES Y ECONOMICOS	b	b	b	b
PAISAJE NATURAL Y VALOR ESTETICO	a	a	a	a
LEGISLACION AMBIENTAL	B	B	B	B

A = IMPACTO ADVERSO SIGNIFICATIVO 0
 a = IMPACTO ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 17
 B = IMPACTO BENÉFICO SIGNIFICATIVO 4
 b = IMPACTO BENÉFICO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 20
 O = IMPACTO DESCONOCIDO 0

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (2)

COMPONENTES AMBIENTALES	INSTALACIÓN DE SERVICIOS DEL PROYECTO	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL PROYECTO	TRANSPORTE DE MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO	ALMACENAMIENTO DE MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO
CLIMATOLOGIA	a	a	a	
GEOMORFOLOGIA				
GEOLOGIA				
SUELOS				
HIDROLOGIA				
FLORA TERRESTRE				
FAUNA TERRESTRE				
ECOSISTEMA TERRESTRE				
RUIDO	a	a	a	
POBLACION	b	b	b	b
SERVICIOS	b	b	b	b
ACTIVIDADES	b	b	b	b
ECONOMIA	b	b	b	b
CAMBIOS SOCIALES Y ECONOMICOS	b	b	a	b
PAISAJE NATURAL Y VALOR ESTETICO	b	b	a	b
LEGISLACION AMBIENTAL	B	B	B	B

A = IMPACTO ADVERSO SIGNIFICATIVO 0
 a = IMPACTO ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 8
 B = IMPACTO BENÉFICO SIGNIFICATIVO 4
 b = IMPACTO BENÉFICO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 22
 O = IMPACTO DESCONOCIDO 0

**MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (3)**

COMPONENTES AMBIENTALES	MANEJO, DISPOSICIÓN DESECHOS SÓLIDOS	MANEJO Y DISPOSICIÓN DE A. RESIDUALES	OPERACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO
CLIMATOLOGIA	a	a	a
GEOMORFOLOGIA			
GEOLOGIA			
SUELOS	b	b	
HIDROLOGÍA	b	b	
FLORA TERRESTRE			
FAUNA TERRESTRE			
ECOSISTEMA TERRESTRE	b	b	
RUIDO	a	a	a
POBLACIÓN	b	b	b
SERVICIOS	b	b	b
ACTIVIDADES	b	b	b
ECONOMÍA	b	b	b
CAMBIOS SOC. Y ECONOMICOS	b	b	b
PAISAJE NAT. Y VALOR ESTETICO	b	b	a
LEGISLACION AMBIENTAL	B	B	B

A = IMPACTO ADVERSO SIGNIFICATIVO 0
a = IMPACTO ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 7
B = IMPACTO BENÉFICO SIGNIFICATIVO 3
b = IMPACTO BENÉFICO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 23
O = IMPACTO DESCONOCIDO 0

RESUMEN DEL TOTAL DE IMPACTOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCION					
ETAPA	ADVERSO SIGNIFICATIVO	ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO	BENEFICO SIGNIFICATIVO	ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO	DESCONOCIDO
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (1)	0	17	4	20	0
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (2)	0	8	4	22	0
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (3)	0	7	3	23	0
TOTAL	0	32	11	65	0

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS

ETAPA DE OPERACIÓN (1)

COMPONENTES AMBIENTALES	EDIFICACION	ÁREA DE CARGA Y DESCARGA	INSTALACIONES DEL PROYECTO	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CLIMATOLOGIA		a		
GEOMORFOLOGIA				
GEOLOGIA				
SUELOS		a	a	b
HIDROLOGIA		a	a	b
FLORA TERRESTRE				
FAUNA TERRESTRE				
ECOSISTEMA TERRESTRE				
RUIDO		a		
POBLACION	B	b	b	B
SERVICIOS	B	B	B	B
ACTIVIDADES	B	B	B	B
ECONOMIA	B	B	B	B
CAMBIOS SOCIALES Y ECONOMICOS	B	B	B	B
PAISAJE NATURAL Y VALOR ESTETICO	B	b	b	B
LEGISLACION AMBIENTAL	B	B	B	B

A = IMPACTO ADVERSO SIGNIFICATIVO 0
 a = IMPACTO ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 6
 B = IMPACTO BENÉFICO SIGNIFICATIVO 24
 b = IMPACTO BENÉFICO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 6
 O = IMPACTO DESCONOCIDO 0

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS

ETAPA DE OPERACIÓN (2)

COMPONENTES AMBIENTALES	TRANSPORTE DE MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPOS	ALMACENAMIENTO DE MATERIALES MAQUINARIA Y EQUIPO	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS (INCINERACION)	SISTEMA DE MANEJO Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS
CLIMATOLOGIA	a		A	a
GEOMORFOLOGIA				
GEOLOGIA				
SUELOS	a	a	B	B
HIDROLOGÍA	a	a	B	B
FLORA TERRESTRE				
FAUNA TERRESTRE				
ECOSISTEMA TERRESTRE				
RUIDO	a			
POBLACIÓN	B	B	B	B
SERVICIOS	B	B	B	B
ACTIVIDADES	B	B	B	B
ECONOMÍA	B	B	B	B
CAMBIOS SOCIALES Y ECONOMICOS	a	a	B	B
PAISAJE NATURAL Y VALOR ESTETICO	a	B	B	B
LEGISLACION AMBIENTAL	B	B	B	B

A = IMPACTO ADVERSO SIGNIFICATIVO 0
 a = IMPACTO ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 11
 B = IMPACTO BENÉFICO SIGNIFICATIVO 29
 b = IMPACTO BENÉFICO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 0
 O = IMPACTO DESCONOCIDO 0

**MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS
ETAPA DE OPERACIÓN (3)**

COMPONENTES AMBIENTALES	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	OPERACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO
CLIMATOLOGIA		a
GEOMORFOLOGIA		
GEOLOGIA		
SUELOS	B	
HIDROLOGÍA	B	
FLORA TERRESTRE		
FAUNA TERRESTRE		
ECOSISTEMA TERRESTRE	B	
RUIDO		a
POBLACIÓN	B	a
SERVICIOS	B	B
ACTIVIDADES	B	B
ECONOMÍA	B	B
CAMBIOS SOC. Y ECONOMICOS	B	B
PAISAJE NAT., VALOR ESTETICO	B	B
LEGISLACION AMBIENTAL	B	B

A = IMPACTO ADVERSO SIGNIFICATIVO 0
a = IMPACTO ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 3
B = IMPACTO BENÉFICO SIGNIFICATIVO 16
b = IMPACTO BENÉFICO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 0
O = IMPACTO DESCONOCIDO 0

RESUMEN DEL TOTAL DE IMPACTOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN

ETAPA	ADVERSO SIGNIFICATIVO	ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO	BENEFICO SIGNIFICATIVO	ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO	DESCONOCIDO
ETAPA DE OPERACIÓN (1)	0	6	24	6	0
ETAPA DE OPERACIÓN (2)	0	11	29	0	0
ETAPA DE OPERACIÓN (3)	0	3	16	0	0
TOTAL	0	20	69	6	0

**ETAPA DE MANTENIMIENTO
MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS**

ETAPA DE MANTENIMIENTO (1)

COMPONENTES AMBIENTALES	EDIFICACION	ÁREA DE CARGA Y DESCARGA	INSTALACIONES DE SERVICIOS DEL PROYECTO	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL PROYECTO
CLIMATOLOGIA		b		
GEOMORFOLOGIA				
GEOLOGIA				
SUELOS	B	b	b	B
HIDROLOGÍA		b	b	B
FLORA TERRESTRE				
FAUNA TERRESTRE				
ECOSISTEMA TERRESTRE				
RUIDO	A	a	a	a
POBLACIÓN	B	b	b	b
SERVICIOS	B	b	b	b
ACTIVIDADES	B	B	B	B
ECONOMÍA	B	B	B	B
CAMBIOS SOCIALES Y ECONOMICOS	B	B	B	B
PAISAJE NATURAL Y VALOR ESTETICO	B	B	B	B
LEGISLACION AMBIENTAL	B	B	B	B

A = IMPACTO ADVERSO SIGNIFICATIVO	0
a = IMPACTO ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO	4
B = IMPACTO BENÉFICO SIGNIFICATIVO	33
b = IMPACTO BENÉFICO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO	14
O = IMPACTO DESCONOCIDO	0

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS

ETAPA DE MANTENIMIENTO (2)

COMPONENTES AMBIENTALES	TRANSPORTE DE MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO	ALMACEN DE MATERIALES, MAQUINARIA Y EQUIPO	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS (INCINERACION)	SISTEMA DE MANEJO Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS
CLIMATOLOGIA	B		B	
GEOMORFOLOGIA				
GEOLOGIA				
SUELOS		b	b	B
HIDROLOGÍA		b	b	B
FLORA TERRESTRE				
FAUNA TERRESTRE				
ECOSISTEMA TERRESTRE				B
RUIDO	B	b	b	
POBLACION	B	B	B	B
SERVICIOS	B	B	B	B
ACTIVIDADES	B	B	B	B
ECONOMÍA	B	B	B	B
CAMBIOS SOCIALES Y ECONOMICOS	B	B	B	B
PAISAJE NATURAL Y VALOR ESTETICO	B	B	B	B
LEGISLACION AMBIENTAL	B	B	B	B

A = IMPACTO ADVERSO SIGNIFICATIVO 0
 a = IMPACTO ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 0
 B = IMPACTO BENÉFICO SIGNIFICATIVO 33
 b = IMPACTO BENÉFICO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 7
 O = IMPACTO DESCONOCIDO 0

**MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS
ETAPA DE MANTENIMIENTO (3)**

COMPONENTES AMBIENTALES	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	MAQUINARIA Y EQUIPO
CLIMATOLOGIA		B
GEOMORFOLOGIA		
GEOLOGIA		
SUELOS	B	B
HIDROLOGÍA	B	B
ECOSISTEMA TERRESTRE		
RUIDO		B
POBLACIÓN	B	B
SERVICIOS	B	B
ECONOMÍA	B	B
CAMBIOS SOCIALES Y ECONÓMICOS	B	B
PAISAJE NATURAL Y VALOR ESTETICO	B	B
LEGISLACION AMBIENTAL	B	B

A = IMPACTO ADVERSO SIGNIFICATIVO 0
 a = IMPACTO ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 0
 B = IMPACTO BENÉFICO SIGNIFICATIVO 20
 b = IMPACTO BENÉFICO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 0
 O = IMPACTO DESCONOCIDO 0

RESUMEN DEL TOTAL DE IMPACTOS EN LA ETAPA DE MANTENIMIENTO					
ETAPA	ADVERSO SIGNIFICATIVO	ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO	BENEFICO SIGNIFICATIVO	ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO	DESCONOCIDO
ETAPA DE MANTENIMIENTO (1)	0	4	33	14	0
ETAPA DE MANTENIMIENTO (2)	0	0	33	7	0
ETAPA DE MANTENIMIENTO (3)	0	0	20	0	0
TOTAL	0	4	83	21	0

**MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS
ETAPA DE ABANDONO (1)**

COMPONENTES AMBIENTALES	USO DE LAS INSTALACIONES AL CONCLUIR O CAMBIAR EL GIRO DE LAS ACTIVIDADES	DESMANTELAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA Y DEMOLICION DE EDIFICIOS
CLIMATOLOGIA	a	a
GEOMORFOLOGIA	B	A
GEOLOGIA	B	A
SUELOS	B	a
HIDROLOGIA		a
FLORA TERRESTRE		
FAUNA TERRESTRE		
ECOSISTEMA TERRESTRE		
RUIDO	a	A
POBLACION	B	B
SERVICIOS	A	A
ACTIVIDADES	A	A
ECONOMIA	A	A
CAMBIOS SOCIOECONOMICOS	A	A
PAISAJE NAT., Y ESTETICO	B	A
LEGISLACION AMBIENTAL	A	A

A = IMPACTO ADVERSO SIGNIFICATIVO 14
a = IMPACTO ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 5
B = IMPACTO BENÉFICO SIGNIFICATIVO 6
b = IMPACTO BENÉFICO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO 3
O = IMPACTO DESCONOCIDO 0

RESUMEN DEL TOTAL DE IMPACTOS EN LA ETAPA DE ABANDONO					
ETAPA	ADVERSO SIGNIFICATIVO	ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO	BENEFICO SIGNIFICATIVO	ADVERSO MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO	DESCONOCIDO
ETAPA DE ABANDONO (1)	14	5	6	3	0
TOTAL	14	5	6	3	0

4.13 Descripción de los impactos ambientales

Esta fase consistió en procesar la información proporcionada por la Matriz de Leopold de acuerdo con los siguientes puntos:

- Se describen en primera instancia los impactos adversos y posteriormente los benéficos.
- Se separan los impactos significativos y los moderadamente significativos de los no significativos utilizando la tabla reducida (cribada).
- Se describen los impactos significativos y moderadamente considerando a un componente del ambiente y los generados hacia él por parte de cada una de las acciones del proyecto.
- Cuando existen impactos significativos y moderadamente significativos que guarden cierta relación ya sea por la acción que les da origen o por el componente que es afectado se procede a agrupar a los impactos en la descripción.

ANÁLISIS DE DATOS

Balance de impactos

La siguiente fase consistió en hacer un análisis global de los impactos que se desarrollan del nivel más general al específico. Las etapas son las siguientes:

- En primera instancia, se efectúa el análisis para cada una de las acciones del Proyecto y de los componentes del ambiente, con el fin de detectar las acciones más impactantes y los componentes más impactados.
- Al final del balance se diferencian los impactos adversos y benéficos con respecto a su magnitud, corroborando los resultados obtenidos de los anteriores puntos y destacando la importancia de los impactos significativos y moderadamente significativos.

DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

La identificación de los impactos ambientales se realizó considerando principalmente que el predio se localiza en un área designada especialmente para los desarrollos industriales (Parque Industrial Lerma), en Lerma, Estado de México.

El Parque Industrial ha sido previamente alterado por las industrias que en el sitio se ha establecido:

La zona tiene la vocación y uso especializado para recibir los desarrollos industriales por lo que la zona se considera compatible con respecto al Proyecto desarrollado.

Es importante señalar que los impactos más severos ya se presentaron por la construcción del Parque Industrial, sus vialidades y la infraestructura de urbanización.

IMPACTOS POR LA PREPARACIÓN DEL TERRENO Y CONSTRUCCIÓN.

Como ya se indicó, el área y zona del proyecto se localizan en el plano general de obra. El suelo del proyecto se encuentra desprovisto de la cubierta vegetal y por lo mismo parcialmente erosionado. La superficie total para el proyecto es de 1312.5 m².

Topografía y características del relieve, fueron modificadas en su totalidad, la capa orgánica del suelo fue removida en el sitio, presentándose una modificación definitiva por la excavación del terreno para la preparación del sitio

La preparación del terreno consistente en el desmonte de la superficie, retiro de las capas vegetales, orgánicas, porciones de suelo, acarreo de materiales y compactación, además de los trabajos para la adecuación de drenajes, fueron actividades que conllevaron a impactos adversos significativos y moderadamente significativos.

La modificación y alteración de las condiciones geomorfológicas, altero las características hidrológicas del sitio, modificando así la composición actual del suelo, también por la disminución de recarga a las aguas subterráneas, cambiarán los contenidos de agua, sales y minerales, aumentando la cohesión y consolidación de suelos

En general para las diferentes etapas y actividades el suelo fue modificado principalmente, pero solamente en el sitio sin tener que repercutir en la región, ya que para llevar a cabo estas actividades se modificara el suelo y su topografía para poder realizar las obras planeadas.

4.14 Recursos naturales que serán afectados.

La obra no altero la composición florística asentada en los alrededores, ya que las actividades a realizar solo fueron en el predio.

Con respecto a la fauna, desde que se creo el Parque Industrial Lerma se interrumpió las rutas de movimiento de las especies que habitaban la zona, obligando a dichas especies a desplazarse a los hábitats aledaños con menor grado de perturbación.

Dentro de la clasificación del suelo en el predio y en la zona aledaña, es considerado para uso exclusivo para el asentamiento de Industrias, en todo el Parque Industrial Lerma.

Para las nivelaciones, rellenos, despiebre o movimientos de tierra dentro del terreno, los materiales se obtuvieron de las diferentes casas de materiales existentes en el municipio. Los impactos que se generen por la alteración del recurso suelo son adversos.

ÁREA DE OCUPACIÓN DIRECTA DE LA OBRA.

La superficie de ocupación del proyecto es de 1312.5 m², todos los trabajos se circunscriben al terreno sin afectar superficies adicionales o externas.

Se debe destacar que dentro del sitio seleccionado no se afecto infraestructura de PEMEX, CFE o alguna otra empresa.

OBRAS Y SERVICIOS DE APOYO.

Las obras y servicios de apoyo para el proyecto se cubrieron utilizando los recursos existentes en la zona, los principales proveedores de mano de obra, servicios, energéticos, materiales, oficinas provisionales, electricidad y teléfono se obtuvieron de las inmediaciones del sitio y la ciudad de Toluca.

Aunado a lo anterior, el proyecto no instalo infraestructura de apoyo en el sitio y eventualmente solo requirió de una caseta de vigilancia para custodiar el equipo y materiales en la obra.

Las actividades antes descritas generaron una derrama económica a las localidades cercanas por el desarrollo del proyecto. Por lo que se refiere a los aspectos socioeconómicos, los impactos fueron benéficos.

Además la compañía que se encargo de la construcción del inmueble se ubica en el Parque Industrial Lerma, sitio donde se realizo el control, supervisión y seguimiento de los trabajos constructivos y pre-operatorios.

MAQUINARIA Y EQUIPO.

La maquinaria y equipo que se uso para el desarrollo de la obra, genero impactos potenciales considerados negativos, de baja intensidad y temporales por las emisiones a la atmósfera, generación de residuos peligrosos y la seguridad en el trabajo.

RUIDO

El ruido generado por estos equipos, no sobrepasa los rangos establecidos por la norma NOM-081-ECOL-96, este impacto fue temporal y por las características del área no requirió la aplicación de medidas de mitigación.

4.15 Emisiones a la atmósfera

La maquinaria que opera en esta etapa del proyecto fue mínima de acuerdo a la relación de equipo que se presentó en capítulos anteriores, por lo que los contaminantes generados se dispersaron satisfactoriamente.

Durante la etapa de construcción el equipo a emplearse se conformo principalmente por camiones y camionetas, estos generaron el mayor número de emisiones a la atmósfera. A continuación se anotan los factores de emisión que la EPA AP-42 establece para el equipo de construcción, que opera a diesel y gasolina como combustible:

Factores de emisión para equipo de construcción dado en gramos por hora de trabajo

EQUIPO	CO	HC	NOx	SOx	PST
Aplanadora	83.5	24.7	474.0	30.5	22.7
Camión	610.0	198.0	3,460.0	206.0	116.0
Otros equipos	188.0	71.4	1,030.0	64.7	63.2
Equipos de gasolina	7,720.0	254.0	1,87.0	10.6	11.7

Tabla 4.14 Factores de emisión¹²

Los impactos a la atmósfera por la operación de maquinaria, se consideran como negativos de baja intensidad y temporales.

4.16 Identificación de impactos ambientales en la etapa de operación.

El proyecto cuenta durante la operación con diversas áreas de trabajo que han sido descritas. En él se contemplo un estacionamiento de 28 m², con capacidad de 3 lugares para personal y/o visitantes y 2 para los camiones recolectores y un total de 1305 m² de construcción, donde se incluyen las siguientes áreas:

Cámara fría	24 m ²	Planta de tratamiento	9 m ²
Oficinas	10.21 m ²	Lavandería	6.25 m ²
Taller reparaciones y Bodega	5.04 m ²	Área de Tanques de Gas L.P.	69.75 m ²
Baños Hombres	9 m ²	Almacén de Cenizas	120 m ²
Baños Mujeres	9 m ²	Almacén de Contenedores	26.88 m ²
Vestidores Hombres	7.83 m ²	Área de Descontaminación y Lavado de	
Vestidores Mujeres	7.83 m ²	Camionetas	13.26 m ²
Área de Descontaminación	2.2 m ²	Área de Operación	393.6 m ²
Área de Transferencia	2 c/u	Estacionamiento personal	28 m ²
	180 m ²	3 lugares	
Área de Carga y Descarga	42.83 m ²	Estacionamiento para camiones	42.83 m ²
Área del Incinerador.	2 c/u 68.22 m ²	2 lugares	
Área de Lavado de contenedores	9 m ²		

¹² Fuente : EPA AP-42

4.17 Seguridad

En la Planta se instrumentaron los siguientes programas, los cuales deben de tener continuidad y periodicidad para renovar las medidas necesarias y entrenar a los nuevos trabajadores.

- Programa de Medidas paliativas para los efectos adversos generados por los estudios de Impacto y Riesgo Ambiental
- Programa de Dirección y Administración de Riesgos
- Programa de Seguridad Integral
- Programas de Protección Civil
- Programas de Control de Calidad
- Programa de Dirección y Administración de Reciclaje, y Tratamiento de Desechos, existencias no deseadas y Residuos Peligrosos
- Programa de Control Ambiental
- Programa de Salud Ocupacional
- Programa de Higiene Industrial
- Programa de Vigilancia Epidemiológica
- Programa Contra Incendios
- Programa de Mantenimiento de La Maquinaria Y Equipo
- Programas de Protección a Robo e Intrusión
- Programa de Transporte
- Programa de Concientización a la Comunidad
- Programa de Respuesta en el Caso de Emergencias
- Programa de Manejo De Materiales
- Programas de Auditorias
- Programa de Procedimientos de Operación
- Programa de Capacitación y Entrenamiento del Personal
- Programa de Señalización
- Programas de Clasificación, Etiquetado y Empaque de Desechos
- Programa de Control de Fallas
- Programa de Hojas de Información de Seguridad de Los Materiales
- Programa de Monitoreo de La Salud Ocupacional
- Programas de selección de Equipo de Protección Personal
- Programas de Integración de la Seguridad con las Autoridades Locales
- Programas de Bancos de Información y Datos
- Programa de Aseguramiento (Seguros)

4.18 Incinerador.

Dentro del predio no se va a operar maquinaria distinta al equipo de incineración que se describió, el cual es nuevo y de alta eficiencia y cuenta con mecanismos de seguridad y sistema automatizado para el ingreso de los residuos.

El sistema de operación del Incinerador es totalmente automático, el personal nunca entra en contacto con los materiales y residuos, salvo en las operaciones de carga y descarga de los vehículos a los contenedores, por tal motivo el impacto es mínimo, el riesgo también es menor.

Por el proceso mismo se tienen emisiones a la atmósfera y generación de cenizas.

El impacto ambiental es de baja intensidad, permanente con posibilidad de aplicar medidas de mitigación.

4.19 Descontaminación

La planta cuenta con un sistema de descontaminación del personal, el cual permitirá tener control de los posibles contaminantes y evitar la propagación y dispersión de agentes infecciosos. El impacto es benéfico y de gran importancia y seguridad.

Lavandería

En la planta se lavarán y descontaminarán todos los equipos de protección personal, lo que asegura que la ropa de trabajo del personal no saldrá de las instalaciones, evitando así posible contaminación dentro y fuera de las instalaciones, las aguas generadas del lavado son captadas y tratadas en la planta de tratamiento.

Cuarto de lavado de contenedores

Los recipientes (contenedores) para transporta los residuos hospitalarios, de su origen a la Planta, al igual que los de uso interno, son lavados con agentes desinfectantes (Cloro y Benzal). Las aguas residuales de este proceso son conducidas a la Planta de tratamiento.

El Cuarto de lavado, demando un volumen a su máxima capacidad de 3.5 m³/día.

4.20 Emisiones a la atmósfera.

Como se indico en párrafos anteriores las emisiones estimadas durante la operación son las provenientes del incinerador.

Comparando la información anterior con la NOM-ECOL-085-1996, que establece los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera, se pudo establecer que su operación se encuentra dentro de los límites permisibles. Las emisiones son permanentes, de baja intensidad y con medida de mitigación.

4.21 Descarga de agua al drenaje.

Los requerimientos de agua para el proceso de la Planta, son de 4.5 m³.por día. El agua es abastecida por la red municipal. El agua del área de lavado es tratada, al igual que la destinada a los servicios.

Con la instalación de la planta de tratamiento no se presentaron impactos adversos por la demanda de agua para el proceso dado que el Parque Industrial está calculado para brindar este tipo de suministro.

4.22 Residuos sólidos.

Durante la operación del incinerador no se generan cenizas consideradas como peligrosas según las especificaciones del proveedor, estas serán colectadas en tambos de 200 l de aluminio y transportadas al relleno sanitario de Lerma.

El incinerador está equipado con un sistema de manipulación de las cenizas que evita el contacto humano por medio de un sistema automatizado.

La basura proveniente de las oficinas, es transportada al relleno sanitario.

La operación del sistema de oxidación térmica, por su sistema automatizado de alimentación y recuperación de las cenizas, evita el contacto del operario prácticamente con el proceso, en este sentido el impacto es no significativo, pero si permanente (por la constante generación), y permite aplicar medidas de mitigación

4.23 Mantenimiento.

Se instrumentaron los correspondientes programas de mantenimiento por parte de la empresa con el fin de conservar en óptimas condiciones de operación el sistema y los equipos. No se consideran impactos por esta actividad.

Entre las actividades más frecuentes en la Planta se incluyen el mantenimiento del incinerador, área de servicios, e infraestructura en general. Durante estos trabajos se presentan impactos adversos por la generación de residuos sólidos, sí el personal no se apega a los lineamientos establecidos en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

El transporte de las cenizas al sitio de disposición final, estará acompañado de las condiciones necesarias para no generar impactos adversos. Para el caso se presentan en el capítulo de mitigación algunas recomendaciones.

4.24 Aspectos socioeconómicos

Se estimo un impacto socioeconómico benéfico permanente y de mediana intensidad dado que no es elevado el número de trabajadores contratados.

La ampliación futura de la infraestructura instalada se analizará dependiendo de la capacidad de saturación de la Planta, la respuesta del mercado al que esta dirigido el servicio y las posibilidades de expansión de la empresa.

El brindar los servicios de recolección, transporte, tratamiento y confinamiento de residuos peligrosos de origen biológico infecciosos en toda la región de la ciudad de Lerma y su entorno geográfico, representa un impacto benéfico permanente.

4.25 Identificación de impactos en la etapa de abandono del sitio.

Este proyecto tiene una vida útil de 15 años.

Las posibilidades de ampliar los servicios a las ciudades próximas a Lerma, así como la instalación de equipos dentro de la Planta para mejora la eficiencia y capacidad de proceso, puede incrementar la vida útil del proyecto hasta en 25 años.

Es importante mencionar que al término de la operación la empresa dismantelará la infraestructura o en el mejor de los casos será empleada en alguna opción alternativa.

4.26 Medidas de Mitigación de los impactos ambientales identificados (M.M.)

Se entiende como medida de mitigación la instrumentación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción, tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos ocasionados sobre el ambiente por la construcción y operación de cualquier proyecto.

Se determinaron los impactos ambientales provocados por la ejecución del proyecto, identificándose las actividades previstas durante las diferentes etapas del proyecto con relación a las áreas potencialmente receptoras de impactos (recursos bióticos, abióticos y socioeconómicos). Producto del cribado de la matriz de impacto entre los factores ambientales y los recursos naturales contra las características del proyecto y habiendo identificado los impactos ambientales, se procedió a determinar las medidas compensatorias, de restauración del medio, diversas recomendaciones y las medidas de mitigación.

Las medidas de mitigación que se tipifican a continuación solo corresponden a aquellas que inciden directamente sobre el proyecto. No obstante, a través de este estudio, se ha podido constatar que actualmente en el Parque Industrial, no se observaron actividades que modifiquen sustancialmente los recursos naturales y la calidad escénica del lugar. Por lo que se desprende del análisis de

identificación de impactos, se observa que las acciones de mayor impacto son las derivadas del desmonte, despalle, generación de residuos sólidos y peligrosos, emisiones a la atmósfera, entre otros.

Asimismo, las medidas de mitigación pueden estar encauzadas a la instrumentación de programas de reglamentación y capacitación, orientados al manejo y conservación de los recursos naturales, pero también a los procesos constructivos y operativos que puedan ocasionar impactos significativos. Para el caso se recomienda que cada una de las etapas cuente con una programación y calendarización para el cumplimiento de medidas de mitigación.

Estas medidas están enfocadas a mitigar principalmente los impactos adversos significativos, considerando básicamente la instrumentación de acciones para la prevención de ellos y también contribuir a mantener los impactos benéficos generados por la implantación del mismo.

A continuación se presentan las medidas de mitigación y compensación del proyecto para cada uno de los factores ambientales y socioeconómicos.

Etapa de Preparación del sitio y Construcción.

Una de las principales recomendaciones para esta etapa, fue que las obras por ejecutarse tuvieran el carácter de definitivo.

Se recomienda en lo posible que todos los materiales producto de las excavaciones y nivelaciones, fueran utilizados en los sitios donde se requirió rellenos dentro del predio.

Materiales y equipo.

En los sitios donde se almacenaron temporalmente materiales, mezcla cemento y se guardo equipo y maquinaria, se limpio de sobrantes de material.

La maquinaria que se ocupo en esta etapa del proyecto, fue transportada al sitio de la obra cuidando de no hacerlo en horas o en días que puedan ser pico, ó cuando el tránsito vehicular se incremento (puentes y días festivos).

Se recomienda que el sitio de los combustibles cuente con los señalamientos necesarios, indicando su ubicación y peligrosidad.

Seguridad

Desde estas etapas del proyecto se contó con el equipo contra incendio (extinguidores), para hacer frente a una contingencia excepcional.

Todo el personal que laboro en la obra contó con el equipo de seguridad para realizar su trabajo. (Guantes, casco, botas etc.).

Dentro del área de trabajo, se contó con un botiquín de primeros auxilios para atención de accidentes menores. En este sentido, instalaron dos extinguidores de espuma y dos tambos de arena que se ubican en el almacén de combustibles.

Con relación a la nivelación y compactación del terreno, se puso especial cuidado en que los polvos que se desprenden por esta actividad, fueron los menos posibles, para que no se transportaran hacia los predios colindantes. Para evitar la emisión de humos y partículas a la atmósfera, no se permitió el uso de fuego en el sitio del proyecto.

Residuos.

Durante la operación se generarán residuos sólidos de tipo doméstico y no se tiene considerada la generación de residuos clasificados como peligrosos, para el caso se recomienda que estos sean tratados conforme lo estipulado para la etapa de construcción. Los proveedores del equipo han manifestado que las cenizas no son catalogadas dentro de las condiciones de peligrosidad CRETIB, no obstante durante las pruebas pre-operatorias y una vez que el incinerador este operando en su normalidad, realizaron las pruebas mencionadas antes de depositarlas al relleno sanitario.

Accidentes y Planes de emergencia.

Como primera recomendación se sugiere que la Planta se integre al sistema municipal de Protección Civil.

Algunas recomendaciones son:

- Plan para recuperar derrames accidentales dentro de la Planta.
- Procedimiento para el uso de equipo de protección en cada una de sus áreas.
 - Cuarto de Lavado
 - Incinerador.
 - Cámara Fría.
 - Taller.
 - Almacén.
- Procedimiento para supervisar que no existan embalajes defectuosos, golpeados o fracturados.
- Procedimiento para el cargado de los tanques de gas y medidas de seguridad.
- Procedimiento para valorar la funcionalidad del equipo para control de incendios.
- Procedimiento para la realización de simulacros de atención a contingencia.
- Manual y procedimiento para las pruebas de destructibilidad de la peligrosidad de los residuos. Estos documentos no serán los únicos y la empresa podrá realizar los que amerite cada caso.

La empresa notifico a las autoridades ambientales el inicio de actividades operativas por escrito. Una vez operando la Planta se realizara una auditoria de seguridad que podrá ser ejecutada por la propia empresa con la salvedad de presentar los resultados a las autoridades locales.

Emisiones a la atmósfera

Correlación de los estimados contra la NOM-ECOL-085-1996 establecen que no se generaron emisiones que se contraponen por lo dispuesto en el Reglamento, no obstante se considera la posibilidad de mantener el monitoreo de NOx, como establece la mencionada norma. Este elemento debe estar confirmado mediante monitoreo dentro del lapso que disponga la autoridad competente.

Se recomienda el entrenamiento del operador en la operación del incinerador para que conozca técnicamente la importancia de mantener el equilibrio entre la humedad, la mezcla de gas y aire, la temperatura de la cámara de oxidación y el calentamiento de los residuos.

Los proveedores del equipo han manifestado que las emisiones están por debajo de la norma, estas emisiones fueron avaladas por la EPA.

Planta de tratamiento.

Los lodos que se generan en la Planta de tratamiento, son retirados del lugar a una empresa privada.

Los lodos son sometidos a pruebas de peligrosidad (CRETIB) independientemente que son tratados como tales.

Combustibles.

El cargado de los tanques de gas no representa una actividad fuera de lo normal habiendo considerado que el gas empleado es comercial y este tipo de servicios actualmente cuenta con seguridad comprobada.

Etapas de abandono del sitio.

Se recomienda que la infraestructura cuando ya sea obsoleta o se determine su modificación, se realice en ella obras complementarias para compensar las áreas afectadas o se instrumente la restitución del TERRENO A SU ASPECTO ORIGINAL, permitiendo la regeneración de la vegetación. También es factible, acordar en su momento, la adecuación de las instalaciones, en acuerdo con las autoridades para mantener la infraestructura como obra secundaria de beneficio municipal.

5 COSTOS DE CONSTRUCCION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

5.1 Costos de construcción

El costo de Construcción de la obra se obtiene del factor que se utiliza por metro cuadrado para la construcción de plantas industriales.

Factor de Construcción nave Industrial ligera, Cámara Mexicana de la industria de la Construcción (CMIC) del mes de mayo del 2001= \$ 1'360 / m²

El predio tiene una superficie de 1, 312.5 m². De las cuales 1,305 m² se destinarán para la instalación del Sistema de Tratamiento por oxidación térmica (Incineración "Pirolisis") de residuos en cuestión.

Por lo tanto $\$ 1'360 / m^2 \times 1'305.00 m^2 = \$ 1,774'800.00$

Esto es solo con respecto a la obra civil, Instalaciones y acabados, sumándole los costos del equipo. El cual es aproximadamente de \$1'000'000.00

Por lo tanto el monto total de Construcción es de:

Obra civil:	\$ 1,774'800.00
Equipo:	\$ 1,000'000.00

Total: \$ 2,774'800.00

5.2 Costos de operación

En este apartado se muestran los costos que se requieren para la operación y el mantenimiento del equipo.

En el caso de la operación se hace el desglose de los trabajadores de planta, administrativos y los de recorrido(camión recolector), y los indirectos generados.

Para el caso del Mantenimiento se considera a una empresa especializada en este tipo de Equipos de alta sofisticación la cual hace dicho trabajo y solo se considera un monto total sin especificar el numero de trabajadores que darán el mantenimiento.

También se realiza un estimado de los costos de operación y mantenimiento a cinco años, desglosado año por año, considerando algunos valores en dólares por que es la moneda en la que se cotizan (ya que en el país no se fabrican estos equipos), haciendo la conversión correspondiente a pesos mexicanos que son los utilizados principalmente en los costos administrativos y operativos del sistema.

Información con la que se empieza a hacer la descripción de los costos para operación y mantenimiento del sistema.

Tabla con información de la inflación en México un estimado de la misma inflación, tipo da cambio, salarios mínimos y el precio por tonelada de RPBI

		2001	2002	2003	2004	2005
Inflación Anual México		20%	18%	16%	15%	15%
Tipo de Cambio		\$ 9.00	\$ 10.62	\$ 12.32	\$ 14.17	\$ 16.29
Salarios mínimos		12%	12%	10%	5%	6%
Precio por Tonelada		\$ 6,500	\$ 7,280	\$ 8,154	\$ 8,969	\$ 9,417
Días* año	360.00					
Toneladas*dia	5					
Toneladas * año	1800,00					

Tabla 5.1 Tabla de inflación en México (estimado) ¹³

Precios del Material utilizado por el incinerador, y por el confinamiento de los residuos, precio por tonelada

		2001	2002	2003	2004	2005
Material por Tonelada	Dís.	P R E C I O E N P E S O S				
Gas Natural	\$ 21.00	\$ 340,200	\$ 401,436	\$ 465,666	\$ 535,516	\$ 615,843
Agua	\$ 0.30	\$ 4,860	\$ 5,735	\$ 6,652	\$ 7,650	\$ 8,798
Energía Eléctrica	\$ 1.00	\$ 16,200	\$ 19,116	\$ 22,175	\$ 25,501	\$ 29,326
Carbón Activado	\$ 3.88	\$ 62,856	\$ 74,170	\$ 86,037	\$ 98,943	\$ 113,784
Confinamiento Residuos	\$ 4.00	\$ 64,800	\$ 76,464	\$ 88,698	\$ 102,003	\$ 117,303
Suma	\$ 30.18	\$ 488,916	\$ 576,921	\$ 669,228	\$ 769,612	\$ 885,054

Tabla 5.2 Precios de material para incinerador y confinamiento de residuos ¹²

En la siguiente tabla se observan los costos administrativos para la planta, oficina, camión recolector, etc., también contado con un estimado a cinco años, año por año.

PUESTO	CANT.	2001		2002	2003	2004	2005
		Mensual	Anual				
Director General	1	\$30,000	\$ 360,000	\$ 403,200	\$ 451,584	\$ 496,742	\$ 521,580
Recepcionista	1	\$ 5,000	\$ 60,000	\$ 67,200	\$ 75,264	\$ 82,790	\$ 86,930
Secretaria	1	\$ 6,000	\$ 72,000	\$ 80,640	\$ 90,317	\$ 99,348	\$ 104,316
Obreros	8	\$ 4,000	\$ 384,000	\$ 430,080	\$ 481,690	\$ 529,859	\$ 556,351
Gerente	1	\$14,000	\$ 168,000	\$ 188,160	\$ 210,739	\$ 231,813	\$ 243,404
Mensajero	1	\$ 3,000	\$ 36,000	\$ 40,320	\$ 45,158	\$ 49,674	\$ 52,158
Limpieza	1	\$ 3,000	\$ 36,000	\$ 40,320	\$ 45,158	\$ 49,674	\$ 52,158
Contador	1	\$ 3,200	\$ 38,400	\$ 43,008	\$ 47,309	\$ 49,674	\$ 52,655
Ayudantes	2	\$ 3,000	\$ 72,000	\$ 80,640	\$ 90,317	\$ 99,348	\$ 104,316
Operador	3	\$ 5,000	\$ 180,000	\$ 201,600	\$ 225,792	\$ 248,371	\$ 260,790
Agente ventas	2	\$10,000	\$ 240,000	\$ 268,800	\$ 301,056	\$ 331,162	\$ 347,720
Total		\$86,200	\$1,646,400	\$1,843,968	\$2,064,384	\$2,268,457	\$2,382,377

Tabla 5.3 Costos administrativos¹²

La tabla que se presenta a continuación muestra los totales de gasto tanto de salarios, como de gastos fijos anuales y los esperados para los siguientes años. Considerando un financiamiento

	2001	2002	2003	2004	2005	
Sueldos y Salarios	\$ 1,646,400	\$ 1,843,968	\$ 2,064,384	\$ 2,268,457	\$ 2,382,377	
	Pesos					
Mantenimiento	\$16,000	\$ 192,000	\$ 230,400	\$ 271,872	\$ 315,372	\$ 362,677
Luz	\$ 3,000	\$ 36,000	\$ 43,200	\$ 50,976	\$ 59,132	\$ 68,002
Teléfono	\$ 5,000	\$ 60,000	\$ 72,000	\$ 84,960	\$ 98,554	\$ 113,337
Gasolina	\$18,000	\$ 216,000	\$ 259,200	\$ 305,856	\$ 354,793	\$ 408,012
Renta	\$40,000	\$ 480,000	\$ 576,000	\$ 679,680	\$ 788,429	\$ 906,693
Caja Chica	\$12,000	\$ 144,000	\$ 172,800	\$ 203,904	\$ 236,529	\$ 272,008
Propaganda	\$ 1,000	\$ 12,000	\$ 14,400	\$ 16,992	\$ 19,711	\$ 22,667
Licitaciones	\$ 2,000	\$ 24,000	\$ 28,800	\$ 33,984	\$ 39,421	\$ 45,335
Seguros	\$10,000	\$ 120,000	\$ 144,000	\$ 169,920	\$ 197,107	\$ 226,673
Bolsas y Contenedores	\$15,000	\$ 180,000	\$ 216,000	\$ 254,880	\$ 295,661	\$ 340,010
Viáticos	\$18,000	\$ 216,000	\$ 259,200	\$ 305,856	\$ 354,793	\$ 408,012
Otros	\$ 2,000	\$ 24,000	\$ 28,800	\$ 33,984	\$ 39,421	\$ 45,335
Papelería	\$ 3,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000	\$ 36,000
Publicidad	\$ 2,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000
Comisiones	\$30,000	\$ 360,000	\$ 360,000	\$ 360,000	\$ 360,000	\$ 360,000
Bip, Cel, Internet	\$ 5,000	\$ 60,000	\$ 60,000	\$ 60,000	\$ 60,000	\$ 60,000
Abogados	\$ 4,000	\$ 48,000	\$ 48,000	\$ 48,000	\$ 48,000	\$ 48,000
Financiamiento	\$90,000	\$ 9,720,000	\$ 11,469,600	\$ 26,609,472	\$ 30,600,893	\$ 35,191,027
Sueldos y Salarios	\$ 1,646,400	\$ 1,843,968	\$ 2,064,384	\$ 2,268,457	\$ 2,382,377	
Subtotal gastos fijos	\$ 11,952,000	\$ 14,042,400	\$ 29,550,336	\$ 33,927,815	\$ 38,937,787	
Total	\$ 13,598,400	\$ 15,886,368	\$ 31,614,720	\$ 36,196,272	\$ 41,320,164	

Tabla 5.4 Gastos totales considerando financiamiento¹²

CONCLUSIONES.

A continuación se destacan los aspectos y recomendaciones más importantes durante la operación del proyecto.

Es de resaltar la acción de promover la concientización del público en general establecer sistemas de administración y de ingeniería nacionales apegados a nuestro marco legal y lograr formar profesionales especializados son todos estos los elementos necesarios para un adecuado Manejo, Recolección, y Tratamiento de Residuos de Origen Biológico-Infeciosos.

Los proyectos para instalar los sistemas de oxidación térmica para la destrucción de residuos biológicos-infecciosos catalogados como peligrosos por la legislación ambiental mexicana son viables y se puede argumentar que es también prioritario para la región y el país.

La finalidad de esta obra es la de acrecentar la infraestructura instalada para el tratamiento final de residuos biológico-infecciosos, mejorando el servicio regional. Estas acciones representan un beneficio social permanente con durabilidad a largo plazo y la técnica más adecuada y amigable al medio ambiente ya que al utilizar el sistema de incineración evitamos que estos residuos por su peso y volumen ocupen espacios en rellenos sanitarios, generando impactos visuales desagradables y riesgos a la salud ambiental

Uno de los propósitos fundamentales de la planta es mitigar el impacto ambiental en materia de emisión de contaminantes ala atmósfera, ruido, contaminación al suelo.

La gran cantidad generada de RPBI por el país demanda la construcción de mas proyectos para un saneamiento y disposición de estos residuos, no se cuenta con el numero suficiente de plantas para dicho saneamiento, lo mas prudente es que se forme una cultura desde el manejo, tratamiento y disposición de este tipo de residuos, ya que su peligrosidad es alta y por lo tanto su manejo es todo momento debe ser muy cuidadoso.

El manejo de RPBI, debe ser el correcto para evitar combinar estos con los residuos municipales, ya que se generaría un foco de infección importante.

RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE RPBI

Se recomienda en conjunto las medidas para el manejo de residuos:

- Prevenir y minimizar la generación de residuos;
- Reutilización y reciclaje de residuos al máximo posible;
- Incineración (con recuperación de calor y limpieza de gases)
- Utilización de tratamientos alternativos a la incineración;
- Utilización del método de rellenos sanitarios para los restos últimos en sitios confinados y bien diseñados;
- Disposición de los residuos remanentes en sitios confinados y bien diseñados

También resalta que todo generador de residuos, es responsable por el tratamiento y disposición de los mismos.

En la medida de lo posible, cada comunidad debe disponer de sus residuos dentro de su propio predio.

La unión europea ha elaborado una "Estrategia para el Manejo de Residuos de la Unión Europea" común para todos sus miembros. Es posible que con el tiempo, otros bloques regionales dispongan medidas similares.

RECOMENDACIONES AL TRANSPORTE DE RESIDUOS "FUERA DEL SITIO"

El generador de residuos es responsable por el empacamiento seguro, rotulación adecuada y autorización de la disposición de los residuos para ser transportados fuera del sitio. Los (RPBI) deben ser empacados y rotulados para cumplir con las regulaciones nacionales concernientes al transporte de residuos peligrosos.

La estrategia de control para residuos sanitarios deben tener los siguientes componentes.

- Una nota de consignación deberá acompañar los residuos desde su generación hasta la disposición final; después del viaje, el transportista debe completar la parte de la nota de consignación especialmente reservada para él y devolverla al productor. (Ruta de la nota de consignación usada en el Reino Unido).
- La organización transportista debería estar registrada en, o ser conocida por, la autoridad de regulación de residuos.
- Las instalaciones de manipulación y disposición deben tener un permiso otorgado por la autoridad de regulación de residuos, permitiendo a las instalaciones manipular y desechar los residuos.

Todo aquel involucrado en la producción, manipulación o desecho de residuos biológico-infecciosos deberá estar sujeto a un "deber de control" general, por ejemplo: asegurar que la documentación y transmisión de residuos cumple con las regulaciones nacionales.

En México la norma establece el uso de contenedores especiales para objetos punzo cortantes, como agujas hipodérmicas y biturles; tejido y cultivos biológicos y desechos líquidos peligrosos, particularmente la sangre. La NOM-087-ECOL-1995 dicta que los recipientes deben ser rígidos, de polipropileno, resistentes a fracturas y pérdida de contenidos al caerse, destruibles por métodos fisicoquímicos y esterilizables. Asimismo, deben tener tapa o dispositivo para cierre seguro, estar libres de metales pesados y/o cloro y marcados con la leyenda del tipo de residuo que contienen.

En general, los residuos deberían ser empacados de acuerdo a las normas provistas, en bolsas o contenedores resistentes y sellados para prevenir derrames durante la manipulación y el traslado. Las bolsas o contenedores deben resistir el contenido (deben ser a prueba de elementos punzantes en caso de cargarlos, o resistentes a los químicos agresivos) y resistir condiciones normales de manipulación y transporte, como vibraciones, cambios en la temperatura, humedad o presión.

Cabe mencionar que de la correcta identificación y evaluación de los impactos ambientales que se originen de un proyecto, dependerá la selección de las medidas de mitigación adecuadas para cada una de las alteraciones esperadas.

Tratamientos opcionales de los RPBI

Existen otros tratamientos para este tipo de residuos los cuales se mencionan a continuación y también se presenta una tabla con las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de tratamiento térmico.

Esterilización: es el procedimiento fisicoquímico o físico por el cual es posible la inactivación de cualquier microorganismo y sus formas de reproducción, esto se logra con una combinación de elevación de las temperaturas y de otros factores como la humedad y los procesos oxidativos. Se estima que su costo es un 60% del costo de incineración.

Desinfección: Es el procedimiento realizado mediante agentes químicos o físicos (benzal, formol, fenol, estran, etc.) por el cual se eliminan los microorganismos patogénicos con excepción de las esporas bacterianas que suelen ser resistentes a estos métodos.

Microondas: en este proceso la elevación de la temperatura se consigue por calentamiento dieléctrico, hasta alcanzar una temperatura de 200°F. Dentro del reactor de la cámara se halla un triturador para fraccionar los residuos, de forma tal que se dé un mejor contacto con la microondas. El tiempo de residencia en la cámara varía entre 40 y 45 minutos. Este tratamiento tiene la limitación de no poder recibir partes de cuerpo, navajas, objetos metálicos, ni residuos químicos. Su costo de operación es de aproximadamente un 50 % o 60 % del costo de la incineración. Con esta técnica el volumen del residuo se reduce de un 30 a un 20 %.

Radioondas: la tecnología denominada electro-termo-desactivación, comúnmente conocida como radioondas, es un sistema de tratamiento patentado por Stercycle, inc. Empresa estadounidense que la aplica en sus instalaciones para el tratamiento de residuos biológico-infecciosos. Es una tecnología de ciclo cerrado, al no generar descargas líquidas durante el proceso, además de contar con un sistema de control de olores y con una alta eficiencia en el control de partículas. El tiempo de residencia de los residuos dentro del reactor electromagnético es un promedio de 3 a 5 minutos.

Plasma: el tratamiento vía plasma utiliza el mismo principio que el proceso de microondas; es decir, la generación de calor se debe a la acción de un capacitor sobre un dieléctrico, sólo que en este caso se utiliza un gas o vapor como dieléctrico. El plasma contiene electrones y especies ionizadas, puede proporcionar radicales libres y/o especies moleculares y atómicas excitadas y se puede utilizar como fuente precisa de la luz ultravioleta para reacciones fotoquímicas.

Físico-químicas: estas tecnologías normalmente involucran una molienda y una inactivación química del desecho, la cual puede hacerse mediante cloro en forma de hipoclorito de sodio; o bien, utilizando peróxido de hidrógeno e incluso ozono. Esta opción no permite residuos químicos ni patológicos, como tejidos y partes de cuerpo, ni tampoco partes metálicas. También tiene el inconveniente de producir lixiviados o residuos líquidos sumamente reactivos, que normalmente requieren ser tratados antes de disponerlos en el drenaje. El costo de operación que puede alcanzar este proceso es de 45% o 60% del costo de incineración

Calor seco: este proceso demanda temperaturas elevadas y es relativamente lento; sin embargo, es aplicable a toda clase de materiales como aceites, grasas y lodos aceitosos, entre otros, para los cuales la esterilización por calor húmedo no es eficiente debido a que el vapor no penetra en ellos. La esterilización por calor seco se realiza empleando equipos de calentamiento eléctrico.

Rayos infrarrojos: Las unidades de calentamiento que se utilizan son lámparas infrarrojas con filamento de tungsteno o cobalto 60 que funcionan a temperaturas de filamento de aproximadamente 2500 ° C.

En la tabla se observan las ventajas y desventajas de los métodos de tratamiento de RPBI, con tecnología térmica.

Tratamiento de Residuos Biológico-Infecciosos			
Tipo de Tecnología	Método de Tecnología	Ventajas	Desventajas
Térmica	Incineración	<ul style="list-style-type: none"> • Trata todos los tipos de residuos • Reduce el volumen significativamente • Es un método muy efectivo de descontaminación 	<ul style="list-style-type: none"> • Altos costos de Capital • Monitoreo y control de emisiones es caro • Altos costos de operación y mantenimiento
	Esterilización por autoclave	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso limpio con mínimo de efluentes o emisiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere de frecuentes monitoreos y validación • El residuo después de tratado es aún reconocible • Genera olores desagradables, instalación costosa
	Microondas	<ul style="list-style-type: none"> • Los residuos son irreconocibles gracias al proceso previo de trituración • No hay efluentes líquidos 	<ul style="list-style-type: none"> • No reduce el volumen de los residuos significativamente • Requiere de clasificación previa de los residuos metálicos, solo se pueden tratar cantidades limitadas • Altos costos de capital
	Radiación electrotérmica (macroondas)		<ul style="list-style-type: none"> • No ha sido ampliamente usado • Los tiempos del proceso reducen la capacidad de procesamiento

BIBLIOGRAFÍA

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Departamento de Prevención y Control de la Contaminación, México.
- Diario Oficial de la Federación. 1994. Secretaría de Gobernación. 60 p. México.
- FitzPatrick, E. 1985. Suelos (Su formación, Clasificación y Distribución). CECSA. 430 p. México.
- García, E. 1988. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 217 p. México.
- Guía de la Secretaría de Ecología del Estado de México.
- Gobierno del Estado de México. Monografía del Municipio de Lerma. 1988. 42 p.
- Gobierno del Estado de México. Plan Regional Metropolitano de la Ciudad de Toluca. 1990. Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas, dirección General de Desarrollo y Vivienda.
- INE. 1997-1998. Calendario para la captura, transporte y aprovechamiento de aves canoras y de ornato. Secretaría de Gobernación. México. 24 p.
- INE. 1997-1998. Calendario Cinegético. Secretaría de Gobernación. México. 128 p.
- INEGI, 1992. Carta de Vegetación del Área Metropolitana de la Ciudad de Toluca 1:250, 000.
- INEGI, 1992. Carta de Usos de suelo del Área Metropolitana de la Ciudad de Toluca 1:250, 000.
- INEGI, 1992. Carta de Tipos de Suelo del Área Metropolitana de la Ciudad de Toluca 1:250, 000.
- INEGI, 1992. Carta Topográfica e hidrológica del Área Metropolitana de la Ciudad de Toluca 1:250, 000.
- INEGI. 1997. Cuaderno Estadístico del Estado de México. México. 582 p.
- Leopold, A. 1983. Fauna Silvestre de México. PAX-MÉXICO. México. 608 p.
- Ley Federal de Planeación.
- Manual Básico de Evaluación del Impacto en el Ambiente y la Salud de Proyectos de Desarrollo, Centro Panamericano de Ecología Humana, Programa de Salud Ambiental, Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, Metepec Estado de México, Editor Ing., Henyk Weitzenfeld.
- Martínez, M 1979. Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas. Fondo

de Cultura Económica. México.

- México Desconocido. 1995. Parques Nacionales (Guía número 2). Jilguero. México. 19-20pp.
- México Desconocido. 1995. Parques Nacionales (Guía número 3). Jilguero. México. 19pp.
- Peterson T. y Chalif E. 1989. Aves de México (Guía de Campo). Diana. México. 473 p.
- Rzedowski J. 1983. La flora del Valle de México. Limusa. 429p.México.

SITIOS DE INTERNET

www.revistaresiduos.com

www.afite.org

www.eurasante.com

www.jenbacher.com

www.ecodas.com

www.cadime.com.ar