

31



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA

DISEÑO Y/O ASESORAMIENTO DE PROYECTOS PRODUCTIVOS PARA GRUPOS EMPRESARIALES, (BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL)

T E S I S

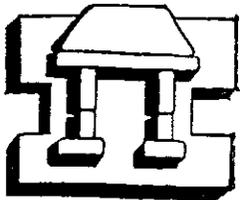
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A

MARCO ANTONIO GOMEZ GOMEZ

DIRECTOR DE TESIS: BIOL. MARIO ALFREDO FERNANDEZ ARAIZA



IZTACALA

MEXICO D.F.

2000  
ABRIL 1999



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM



## DEDICATORIAS

### PAPA

"Cuando te encuentras solo es difícil lograr una meta  
pero cuando sabes que alguien como tu, con sus enseñanzas  
siempre está allí, se vuelve más fácil  
y se logra obtener este triunfo  
Gracias por ser mi padre y mi amigo"

Tu hijo que te quiere y admira

### MAMA

" Si mi corazón pudiera hablar,  
no encontraría las palabras  
para darte las gracias por todo,  
por lo inmenso y puro de tu amor,  
por tu apoyo y tus cuidados  
por tu manera incondicional de siempre estar ahí  
este triunfo es también todo tuyo"

Te quiere por siempre tu hijo



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM



En especial a tí

Que con haberte conocido y representar  
la parte mas importante de mi vida,  
que con tu apoyo incondicional,  
tu manera de compartir, dar y amar:  
te has convertido en parte  
esencial en mi vida, te dedico de cada día  
lo mejor de mi, como este fuera el último de mi existir.

PITI TE AMO

Boy

A la nueva alegría en mi vida,  
al fruto de tan especial amor,  
a ti regalo del cielo que Dios me envió,  
Angelito divino pedazo de mi corazón.



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM



" A lo largo de mi vida, aprendí de ti,  
el valor de llegar a ser,  
de luchar por lo quieres y de no dejarte vencer,  
este es un pequeño homenaje solo  
para decirte  
Gracias"

IN MEMORIA  
ABUELO  
JOSE GOMEZ GRANADOS

"Tu tenacidad en la vida, tu carácter y tu fortaleza,  
mantienen las raíces que sostiene el árbol de la familia  
y esta pequeña meta es parte del fruto de este roble"

Con todo mi cariño

ABUELITA



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM



A Tere, Rafael, Gabriel y Alejandra

Por todos los momentos compartidos  
que hacen más interesante esta vida y  
por ser los mejores hermanos que he podido tener

A la Familia Gómez

Por que todos y cada uno de sus integrantes  
representan parte importante en mi vida.

A Gabriela, Lalito, Fernanda, Anilú y Daniela

Por que con sus risas y travesuras  
hacen que la vida sea lo mejor del mundo.



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM



A Don fe y Doña Rosa  
Por que con sus consejos y experiencia  
aprendemos cada día a ser mejores

A la familia Tapia

Por la suerte de conocerlos  
y compartir con ellos  
parte de mi vida

A las Familia Tinajero

Por que cada uno de ellos es especial,  
y he tenido la fortuna de poder apreciarlos.

A Felipe, Pancho, Roberto y Hector  
Por ser, sin serlo compañeros en el mismo batallón



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM



A Mario Fernández A. mi director de tesis,  
por su apoyo y recomendación a lo largo de este trabajo.

A mis maestros y compañeros  
Con los que compartí el desarrollo  
de mis estudios y forman parte importante  
de mi vida profesional.

A todos y cada uno de mis sinodales,  
Por su comentarios y aciertos a lo largo de este trabajo de Titulación.

A la ENEP Iztacala y a la Universidad Nacional Autónoma de México  
POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM



A Days

*Gran Amigo y compañero sincero*  
*Quien siempre me impulso a ir hacia adelante*

A mis compañeros de oficina  
por que de ellos adquirí  
la experiencia necesaria  
para mi desarrollo profesional

A José Christen

Por ser un buen amigo, y por su  
gran apoyo en la realización de este trabajo

A la Biología

Por ser parte importante de mi existencia



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM



A DIOS

Por los enormes regalos que me ha dado  
Piti, Angel, mis Padres y hermanos, mi familia  
y todas aquellas personas que tengo la fortuna de conocer,  
pero principalmente gracias  
por la Vida.



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	3
EMPRESA BIOTECS SIGLO XXI.....	5
EMPRESA ACUACORP.....	14
SERVICIOS DE TECNOLOGIA AMBIENTAL.....	21
CONCLUSIONES DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL .....	60
REFERENCIAS.....	63
APÉNDICES.....	66
APÉNDICE A.....	67
APÉNDICE B.....	77
APÉNDICE C.....	90
APÉNDICE D.....	91
APÉNDICE E.....	92
APÉNDICE F.....	93



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM



## INTRODUCCION



## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se describen las actividades realizadas en un período de 7 años (1990-1997), en el diseño y/o asesoramiento de proyectos productivos para grupos empresariales (biotecnología industrial).

La actividad profesional de Octubre de 1990 a Febrero de 1998, se llevó a cabo en tres diferentes empresas de las que hago referencia en el presente informe. Las actividades en las dos primeras empresas donde presté mis servicios las mencioné de manera general y doy principal énfasis en esta tesis a las actividades en la empresa SETASA, donde se ha realizado la mayor parte de la actividad profesional. Las empresas en las que he laborado, en orden cronológico son:

EMPRESA	UBICACIÓN	GIRO	PERIODO
Biotecs Siglo XXI S.A. de C.V.	París 152 Col. Del Carmen Coyoacán D.F. C.P. 04100	Estudios y asesoría ambiental de proyectos de Acuacultura, Pesca y Ecología	Octubre 1990– Febrero 1991
Acuacorp de Hidalgo S.A. de C.V	Rafael Vega Sánchez No. 100, esq. Av. Revolución Col. Periodistas. Pachuca, Hgo.	Estudios y asesoría en la evaluación ambiental de proyectos de acuacultura, pesca, ecología, impacto ambiental	(Noviembre 1991– Diciembre 1993)
Servicios de Tecnología Ambiental S.A. de C.V	Viaducto Río Becerra No. 27 7mo piso Col. Nápoles, C.P. 03810 México D.F. 272 99 91, 669 39 85 EXTS: 4980, 4985	Elaboración de estudios y proyectos ambientales (impacto ambiental, así como lo relativo al manejo, aprovechamiento y disposición de todo tipo de residuos).	(Enero 1993– Febrero 1998)



## **Biotecs Siglo XXI S.A. de C.V.**

**Tema central:** Diseño y asesoramiento del proyecto "Determinación del Potencial Acuícola de los Embalses Epicontinentales Mayores de 10,000 Hectáreas y nivel de aprovechamiento".

### **Utilidad de la actividad profesional**

Se evidencio la necesidad de un esquema de colaboración entre dependencias federales y estatales involucradas en el uso económico de los embalses, así como, la participación de profesionales de varias disciplinas: Biólogos, Ingenieros pesqueros, Ingenieros hidráulicos Especialistas en acuicultura, Oceanólogos, Ecológistas, Economistas e Ing. Civiles

### **Método o métodos utilizados**

Se recopiló la información tanto bibliográfica como directa en campo, disponible para caracterizar los embalses, determinar su nivel de aprovechamiento y su potencial productivo.

### **Limitaciones**

Los principales contratiempos para terminar este proyecto, fueron la falta de cooperación de la población de la localidad, una captura incompleta y registro de la información sin una sistematización adecuada, baja optimización del proceso de análisis estadístico, así como falta de información en estaciones climatológicas y del tipo, características y localización de las embarcaciones registradas. Aun con la falta de datos, los resultados del proyecto se analizaron y se dieron propuestas para solucionar los resultados obtenidos.



Este proyecto se realizó para la Dirección General de Acuacultura de la Secretaría de Pesca, considerándose los siguientes 9 embalses, con el objetivo de conocer el desarrollo económico de cada uno de ellos:

AMBIENTE LÉNTICO	LOCALIZACIÓN
<b>Lagos:</b>	
Chápala	Jalisco – Michoacán
Cuitzeo	Michoacán – Guanajuato
Catemaco	Veracruz
Pátzcuaro	Michoacán
<b>Presas o embalses:</b>	
Adolfo López Mateos (El Infiernillo)	Michoacán
Netzahualcoyotl (Malpaso)	Chiapas
Belisario Domínguez (La Angostura)	Chiapas
Vicente Guerrero (Las Adjuntas)	Tamaulipas
Miguel Alemán (Temascal)	Oaxaca





## Desarrollo del Proceso

El agua embalsada en los reservorios epicontinentales proviene de la precipitación pluvial, misma que es conducida a ellos por las corrientes que conforman el drenaje de su cuenca. Se calcula que la capacidad de almacenamiento de los embalses artificiales es de 124 mil millones de metros cúbicos, en tanto que los naturales alojan 14 mil millones de metros cúbicos, el total de 138 mil millones de metros cúbicos representa el 33.6 % del escurrimiento anual que conducen los ríos y corrientes que existen en el territorio nacional (C.N.A.1988).

En los embalses la fauna íctica comprenden más de 500 especies, de ellas 60 forman parte de las capturas. Predominan las especies exóticas como tilapia y carpa. Dentro de las nativas destacan el charal, el pescado blanco y algunas mojarras.

Este proyecto se baso en conceptos y metodologías de diversas disciplinas, las cuales permiten comprender los factores que determinan la potencialidad y el rendimiento pesquero de cada embalse, entre estos factores están los:

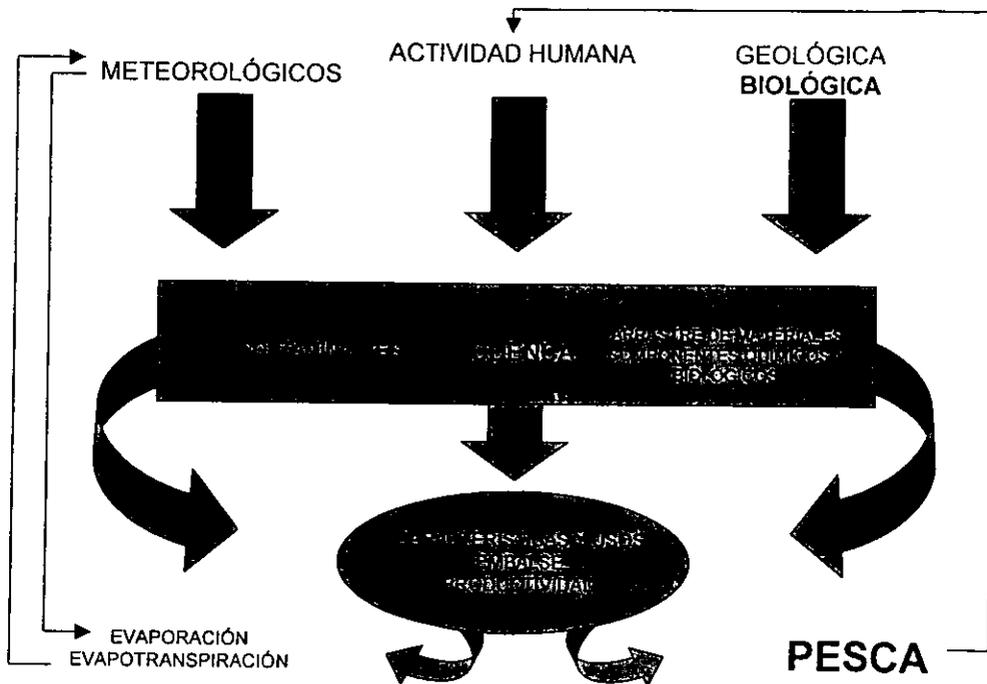
**Meteorológicos.-** Con los efectos de la precipitación pluvial y la evaporación

**Humanos.-** Efectos procedentes de cambios del ambiente derivados de la actividad y de los usos del suelo y agua en la parte alta de la cuenca.

**Geológicos y Biológicos.-** En forma de materiales y organismos que las corrientes conducen al embalse.

Como se muestra en el siguiente diagrama:

**FACTORES QUE DETERMINAN LA POTENCIALIDAD Y EL RENDIMIENTO PESQUERO**



En el desarrollo del estudio, la información que lo sustentó, dispersa y heterogénea, cuando estuvo al alcance carecía del enfoque y la integración analítica que hubiese favorecido la rápida identificación de pautas de manejo en el aspecto pesquero, se buscó información sobre diferentes parámetros con objetivos particulares cada uno de ellos, en el siguiente cuadro se mencionan estos, así como la disponibilidad de dicha información.



### EVALUACIÓN Y REGISTRO DE INFORMACIÓN

PARAMETRO	OBJETIVO	DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN
HIDROMETRÍA	Conocer el desarrollo económico, el comportamiento hidrológico, su variación en el tiempo y su relación con el funcionamiento del embalse	Pobre, registros incompletos, fuentes dudosas
MORFOMETRÍA	El objetivo de alcanzar esta Información era profundizar en la determinación del funcionamiento de cada embalse.	Pobre, registros incompletos, información con algunas lagunas y con aparente falla de sistematización.
CLIMATOLOGÍA	Conocer el marco ambiental de cada embalse y sus características en términos de temperatura ambiente, precipitación y evaporación, para identificar su relación con la biota del reservorio y con su funcionamiento.	Información con algunos registros incompletos, confiable.
CALIDAD DEL AGUA	Determinar las características del ambiente acuático, identificar limitaciones y problemas determinantes en el desarrollo y potencialidad de los recursos.	Pobre y falta de sistematización y objetividad
PRODUCCIÓN	Valorar el comportamiento de las pesquerías, identificar sus variaciones en el tiempo y establecer las bases del pronóstico de la potencialidad y del desarrollo actual.	Información disponible con carencia de objetividad e incongruencia periódicas.



### ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El desarrollo de la actividad pesquera registró una situación particular para cada embalse:

AMBIENTE LÉNTICO	NIVEL DE DESARROLLO	% DE PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA NACIONAL (1988)	% DE PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA NACIONAL (1989)
<b>Lagos:</b>			
Chápala	Sobreexplotado	6.29	11.65
Cuitzeo	Sobreexplotado	0.89	1.48
Catemaco	Subexplotado	1.13	1.88
Pátzcuaro	Subexplotado	1.37	2.29
<b>Presas:</b>			
Adolfo López Mateos (El Infiernillo)	Sobreexplotado	10.15	16.92
Netzahualcoyotl (Malpaso)	Subexplotado	0.14	0.23
Belisario Domínguez (La Angostura)	Sobreexplotado	1.38	2.30
Vicente Guerrero (Las Adjuntas)	Subexplotado	0.31	0.51
Miguel Alemán (Temascal)	En equilibrio	0.79	1.31

La producción pesquera de estos 9 embalses representó el 20.8 % y el 21.4 % del total de la producción acuícola nacional de 1988 y de 1989 respectivamente.

Invariablemente el proceso que sigue una pesquería se caracteriza por tres fases bien identificadas: la del crecimiento de la producción hasta un punto de máximo aprovechamiento, la caída brusca al estabilizarse la situación del embalse y la etapa de estabilidad de la producción con leves oscilaciones.



Existen más de 11,500 pescadores registrados que aprovechan los recursos pesqueros que resultan de los trabajos de la acuicultura de repoblación y mas de 65,000 personas integran las comunidades pesqueras de los 9 embalses, el ámbito del mercado rebasa la demanda local la distribución de estos se presenta en el siguiente cuadro:

### CARACTERIZACIÓN DE LOS PESCADORES

Parámetro	Infiernillo	Chápala	Angostura	Temascal	Patzcuaro	Catemaco	Cuitzeo	Vicente Guerrero	Malpaso
Edad media	35.3	31.1	34.8	34.8	37	32.8	42.8	37.7	34
Originario de la zona	61.2 %	69.9 %	40 %	86 %	96.5 %	100 %	75 %	80 %	70 %
Analfabetas	37.3 %	12.2 %	22 %	10 %	25 %	29%	36.3 %	24 %	15 %
Antigüedad	10	24.3	8.7	10.7	16.1	16.9	22.3	6.9	10

Se calculo el rendimiento potencial de los embalses (derivado de la pesquería) utilizando los siguientes modelos: IME (Indice Morfoedáfico) y RMS (Rendimiento Máximo Sostenible)

IME = Relaciona aspectos morfométricos del embalse con el contenido de materiales disueltos en la columna de agua (dimensión ecológica).

RMS = Relaciona el comportamiento de la producción de la poblaciones explotadas con sus posibilidades de desarrollo (dimensión biológica).

En el siguiente cuadro se resumen los resultados obtenidos del potencial para cada embalse en particular

**RESULTADO DEL POTENCIAL OBTENIDO PARA CADA AMBIENTE LÉNTICO**

Ambiente Léntico	Rendimiento actual Kg/ Ha	Rendimiento potencial		Esfuerzo			Incremento potencial
		IME Kg/Ha	RSM Kg/Ha	Actual	Óptimo	Unidad	
Infiernillo	322-815	60-120*	649.9	28,422	17,680	Agallera	No es posible
Chápala	146	40-60	75-113	29,689	13,560	Redes	No es posible
Angostura	84.9	80-90	123	9,440	2,412	Agallera	1,443 tons.
Patzcuaro x	178.3	100-230	203	1,051	N.D.	Embarca	320 tons.
Catemaco	276	50-60*	340	N.D.	N.D.	N.D.	465 tons
Cuitzeo	9.5	435-1227**	9.9	N.D.	N.D.	N.D.	14 tons
Temascal	41.8	36-69	36.6	247	245	Pescador	No es posible
V. Guerrero x	8.1	66-138	37.1	91	N.D.	Embarca	2,029 tons
Malpaso	8.8	36-68	10.4	554	604	Agallera	689 tons

\* = No se ajusta a las bases de los modelos del IME

\*\* = La situación del embalse imposibilita la aplicación de modelos predictivos como el IME

N.D. = Datos no determinados por situaciones propias del desarrollo de las pesquerías en los embalses

x = Pesquerías en desarrollo

Una vez obteniendo los resultados de este análisis, se plantearon soluciones para el desarrollo de cultivos intensivos como una estrategia con triple objetivo:

Aprovechar la superficie disponible

Disminuir la presión sobre la actividad pesquera

Nueva fuente de desarrollo del sector



Utilizar la acuicultura como una alternativa para el incremento, constituyendo en un marco integral, las unidades de cultivo y las pesquerías constituirán, el núcleo de desarrollo del parque acuícola.

### RECOMENDACIONES PRESENTADAS AL ESTUDIO

**Coordinación Institucional.-** Un esquema de colaboración entre dependencias Federales y Estatales involucradas en el uso económico de los embalses, haría posible la integración de la información necesaria para la planeación y concertar las acciones de fomento.

**Continuar el estudio sistemático de los embalses.-** Conducir trabajos coordinados, especialmente dirigidos a profundizar en el control y manejo de los embalses. A corto plazo es aconsejables operar un sistema de referencia y proyectar trabajos detallados de limnología.

**Repoblación dirigida.-** Proyectar, en lo sucesivo, la siembra de los ambientes lénticos analizados en forma dirigida, a fin de fortalecer la biodiversidad y con ello, ocupar nichos ecológicos no aprovechados y en general, mejorar los resultados alcanzados.

**Desarrollo Tecnológico.-** A corto plazo debiera impulsarse el estudio de la tecnología de cultivo y conservación de especies nativas y de procesos postcosecha.

**Desarrollo de acuicultura controlada.-** Una forma particularmente recomendable para establecer un mecanismo de atención integral de las comunidades de pescadores, es la creación del parques acuícolas.

**Organización de un sistema de abasto.-** Por último debería aprovecharse la posibilidad de organizar el abasto popular en ciertas áreas urbanas, a partir de la producción de los grandes embalses.



## Acuacorp de Hidalgo S.A. de C.V

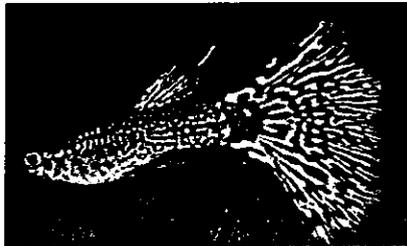
**Tema central:** Diseño y asesoramiento de los proyectos "Granja de Producción de Peces de Ornato en Santa Rosa, Edo. de Morelos". y " Estudio para la regulación de los bienes muebles e inmuebles y para la regulación de la tenencia de la tierra y de la concesión del agua de los centros Acuícolas propiedad de la Secretaria de Pesca".

### Proyecto:

"Granja de Producción de Peces de Ornato en Santa Rosa, Edo. de Morelos".

### UTILIDAD DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL

La acuicultura representa un importante campo de desarrollo e investigación, en el conocimiento continuo de diferentes factores, bióticos y abióticos que interactúan con las especies de peces existentes, tanto de consumo humano como de ornato, ya que permite entre otras cosas, la implementación de técnicas para controlar la reproducción de los organismos incrementando sus períodos reproductivos, con lo que se pueden manejar producciones de individuos que permitan su explotación racional e inclusive se puedan desarrollar programas de conservación de las especies. La realización de este tipo de proyectos, vincula a especialistas de diversas disciplinas como : Biólogos, Veterinarios, Ing. Pesqueros, Ing. Ambientales, Especialista en Acuicultura, además representa un interés especial para inversionistas que buscan actividades con una aceptable recuperación financiera.





## MÉTODO O MÉTODOS UTILIZADOS

Con el fin de optimizar la reproducción y el crecimiento de diversas especies de peces de ornato dulceacuícolas, (familias anabántidos, cíclidos, ciprínidos, poecílidos), se aplicaron técnicas aprendidas y utilizadas en el acuario de la ENEPI, así como las descritas en la bibliografía existente; se probaron nuevas alternativas basadas en la experiencia, obtenida, también se implementó un programa de alimentación de acuerdo al estadio del organismo, proporcionando alimento vivo y alimento balanceado. El alimento vivo se produjo en la misma granja en dos estanques de producción de Artemia salina (misma que también era comercializada), el alimento balanceado fue alimento para carpas.

## LIMITACIONES

Los contratiempos que se presentaron para la realización de este proyecto en tiempo y forma, fueron relativamente muy pocos, ya que se contó con el apoyo económico necesario. En el aspecto técnico, el problema se presentó en la alimentación ya que durante el desarrollo de este proyecto fue difícil conseguir alimentos especiales para cada etapa de crecimiento. Para la etapa de crías se implementó un pequeño laboratorio para la producción de nauplios de Artemia salina, los cuales fueron conseguidos en forma de quistes (compra directa), o recolectados de los dos estanques de producción implementados en la granja, aún con estas limitaciones, durante mi etapa de participación el proyecto concluyó satisfactoriamente.

## MARCO CONCEPTUAL

El presente proyecto se realizó para la iniciativa privada, en un predio de aproximadamente 1 ha., se determinaron las estrategias de alimentación de acuerdo a la especie y la etapa de desarrollo del organismo, las actividades diarias se orientaron a la formulación de propuestas de acción para incrementar la producción.



El tiempo de participación en el proyecto no permitió realizar actividades experimentales en reproducción, alimentación y crecimiento.

### DESARROLLO DEL PROCESO

En el siguiente cuadro se muestra la infraestructura con la que se contaba en la granja

CONCEPTO	CANTIDAD/UNIDAD	USO U OBJETIVO
Terreno	1 hectárea	Predio que comprende la granja
Estanque de 4m <sup>3</sup>	3	Reproducción de <i>Artemia salina</i>
Estanques de 1 m <sup>3</sup>	9	Reproducción de ciprínidos
Estanque de 0.5 m <sup>3</sup>	5	Reproducción y crecimiento de poecílicos
Estanques de 10 m <sup>3</sup>	2	Crecimiento de Ciprínidos
Peceras de 20 litros	30 piezas	Reproducción y crecimiento de anabántidos
Área de laboratorio (Cubierta) y pesaje y almacén	1 lote	Área de medicamentos y de ubicación de peceras para anabántidos
Recipientes varios	40	Eclosión de nauplios de Artemia

Se inició el registro continuo de cada especie, se optimizaron e implantaron nuevas dietas; y entre las acciones instrumentadas para el incremento de la producción, se elaboraron maternidades de poecílicos, se agregó *Casuarina sp.* para incrementar la reproducción de ciprínidos; se seleccionaron y formaron parejas de anabántidos y se separaron las crías para asegurar su crecimiento, se elaboró alimento a base de salvado para esta etapa, además de proporcionar nauplios de Artemia.



Para el control sanitario se contaba con azul de metileno, metionina, verde de malaquita, sal, furanace, bactocure, acuarisol, permanganato de potasio. tiosulfato de sodio (antícloro), se realizaron revisiones diarias a los estanque, separando a los organismo enfermos en peceras independientes, se observaba la signología y se daba el tratamiento adecuado.

Se llevo un registro diario de características del agua y comportamiento de los organismos, así como del manejo de la alimentación.

**Ejemplo**

FAMILIA:	Anabántidos
LUGAR DE ORIGEN :	Malasia y Tailandia.
EDAD:	Reproductores
TIPO DE ALIMENTACIÓN:	Vivo y en hojuelas.
HORARIO ALIMENTACIÓN:	Mañana y noche
SOCIABILIDAD:	Agresivo sólo con los de su especie.
TEMPERATURA:	Mañana, Medio día, Tarde y Noche.
AGUA	pH, dureza, alcalinidad (ciertas especies)
REPRODUCCIÓN:	Ovíparo, el macho hace nido de burbujas.

**RECOMENDACIONES PRESENTADAS**

El tiempo de participación en el proyecto no permitió obtener resultados representativos de un claro aumento de la reproducción a través de las técnicas de reproducción, alimentación y crecimiento implantadas en el periodo de trabajo.



**Proyecto:**

**“ Estudio para la regulación de los bienes muebles e inmuebles y para la regulación de la tenencia de la tierra y de la concesión del agua de los centros Acuícolas propiedad de la Secretaría de Pesca”.**

**UTILIDAD DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL**

Conocer la infraestructura, el material, número de reproductores y especies cultivadas en cada centro acuícola de la Secretaría de Pesca contribuye a un correcto manejo de los recursos y a una adecuada explotación, ya que permite definir estrategias con el fin de incrementar la producción y calidad de cada uno de estos centros. La información obtenida y las soluciones aplicadas en este proyecto son de gran utilidad para los Ingenieros Pesqueros, Ingenieros Hidráulicos Especialistas en Acuicultura, Oceanólogos, Ecológistas, Economistas e Ing. Civiles.

**MÉTODO O MÉTODOS UTILIZADOS**

La metodología realizada fue la localización y toma de un inventario físico de material, infraestructura reproductores, laboratorio y de todo aquel equipo que interviniera de alguna manera en las actividades de cada centro, para posteriormente implementar mejoras a la producción.

**LIMITACIONES**

Para la realización de este estudio, los contratiempos que surgieron fueron principalmente la disponibilidad de la información del equipo (inventario), la obtención del número, especies y calidad de ejemplares en cada centro acuícola, la disposición de los empleados de proporcionar información sobre los procesos de producción. A pesar de estas situaciones adversas el proyecto concluyó satisfactoriamente.



## MARCO CONCEPTUAL

Para la realización de este proyecto en cada centro acuícola se hizo un inventario tanto de equipo, infraestructura, reproductores, situación legal de los predios y del uso del agua, estableciendo las condiciones del centro y determinar su nivel de aprovechamiento, sus necesidades y se formularon propuestas de acción para optimizar estos recursos con la finalidad de incrementar la reproducción en cada centro.

## DESARROLLO DEL PROCESO

La participación en este estudio se realizó en los siguientes 7 centros acuícolas del país: Zacapu, Michoacán, Las Pintas, Jalisco, Zalamea, Jalisco, Tenacatita, Jalisco, Jala, Colima, Potrero Grande, Colima y El Saucito, Colima; en cada uno de estos centros acuícolas se recopilaron los siguientes datos para elaborar el inventario de bienes inmuebles y de organismos

### BIENES INMUEBLES

Tipo de Inmueble	Datos recabados
Estanquería	Número de estanques, material del que están hechos, sistema de alimentación de agua (tubería o canaletas), sistemas de descarga (monje, tubería), así como el estado actual de cada uno de ellos y su utilización
Sala de incubación	Si existe o no una instalación de estas características, su utilización estado actual y manejo de la misma
Sistemas de regulación del ambiente	Si se cuenta o no con sistema de aireación y las condiciones físicas de este equipo y si se utiliza o no
Fuentes de abastecimiento y distribución de agua	Verificar si se trata de pozo, río, laguna, así como el estado físico del mismo, la red de distribución interna por canaletas, tubería o ambas.
Inmuebles administrativos y de servicio general	Edificaciones complementarias como oficinas, baños, bodegas, su estado actual y tipo de material de construcción.



### REPRODUCTORES

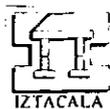
Concepto	Datos recabados
Especie cultivada	Nombre de las especies o especie de cultivo
Cantidad	Número de machos y de hembras
Edad	Datos de registro en el centro de la posible edad de los lotes de reproductores
Origen	Local, foráneo de que lugar, procedencia de la línea original.
Manejo	Elección de crías para futuros lotes de reproducción, alternativas de esta selección fenotípicas o genotípicas
Control Sanitario	si existe o no un programa específico de muestreos, para la detección oportuna de enfermedades, así como si se cuenta o no con en stock de medicamentos
Alimentación	Existencia de programa de alimentación, tipo de alimento, volumen mensual utilizado.
Monitoreo ambiental	Si se determinan o no variables ambientales para mejorar las condiciones del cultivo
Monitoreo poblacional	La existencia o no de un programa de monitoreo poblacional, índices morfométricos, elaboración de curvas de crecimiento.
Indicadores del manejo técnico operativo	Revisión de los procesos de reproducción, proporción de sexos, densidad de cultivo

Una vez tomando con estos datos se procedió a una evaluación y dar las recomendaciones para un mejoramiento sustancial de la producción.

### RECOMENDACIONES PRESENTADAS

La emisión de la evaluación de cada centro, requirió de recomendaciones específicas, pero de manera general se mencionan las siguientes:

- Resolver la problemática de abastecimiento de insumos.
- Establecer un programa de renovación parcial de reproductores
- Mantenimiento continuo de las instalaciones administrativas y de producción.
- Aumento en presupuesto por cada centro



## Servicios de Tecnología Ambiental S.A. de C.V.

### GENERALIDADES

#### Ubicación:

Viaducto Río Becerra No. 27 7mo piso  
Col. Nápoles, C.P. 03810  
México D.F.  
272 99 91, 669 39 85 EXTS: 4980, 4985

**Giros:** Desarrollo, construcción, instalación y operación de infraestructura en las actividades de recolección, tratamiento, transporte, transferencia y disposición de todo tipo de residuos, como son: municipales, domiciliarios, comerciales, industriales no peligrosos y peligrosos, quedando comprendidas las actividades para la construcción, instalación y operación de los servicios de barrido de playas, vías y plazas publicas, la separación, el tratamiento, reciclaje, las estaciones de transferencia y centros de acopio, plantas de producción de composta y de cualquier otro subproducto, así como la incineración de residuos, manejo, tratamiento y disposición final de residuos biomédicos, incluyendo los biológico-infecciosos, la recuperación y utilización de metano procedente de las operaciones de la compañía, la clausura, saneamiento y rehabilitación de tiraderos, manejo de infiltraciones, los rellenos sanitarios y cualquier otro tipo de disposición final, así como las actividades necesarias o incidentales a dichas operaciones, las que podrán ser contratadas con entidades federativas, estatales y municipales, así como con particulares a través de concesiones, contratos públicos o privados o cualquier otro acto jurídico y administrativo, que para el caso se establezcan para la prestación de servicios de aseo publico o privado, tanto en la República Mexicana como en el extranjero.



**Periodo:** (Enero 1993-Febrero 1998)

**Tema central:** " Manejo integral de los residuos sólidos para diversas ciudades del país "

La actividad profesional realizada a lo largo de 5 años en la empresa SETASA, se basa principalmente en la realización, propuestas y desarrollo de proyectos sobre el manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos para diversas entidades del país.

Se muestra un caso específico donde describo todas las actividades realizadas para la obtención del proyecto y su desarrollo hasta el mes de Enero de 1998, el proyecto mencionado es: "Manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos" en la Ciudad de Nuevo Laredo, Tamps".

En virtud del crecimiento demográfico y de las limitaciones económicas y presupuestales, el municipio de Nuevo Laredo, Tamps., en el año de 1993, decide concesionar a la iniciativa privada la prestación del servicio público de limpia, considerando las etapas de Barrido, Recolección y Disposición final en relleno sanitario de los residuos sólidos municipales (basura).

Una de las principales etapas y donde se puede decir que ocurren los mayores impactantes es el relleno sanitario, mismo que siempre ha sido considerado como una obra de ingeniería necesaria para llevar a cabo de manera controlada, la disposición final de residuos sólidos no peligrosos; la cual al parecer siempre esta en construcción, aunque su verdadera peculiaridad, es la combinación de una operación permanente con eventuales procesos constructivos, los cuales se acentúan cuando se abren nuevos frentes en tiro, se concluyen etapas de trabajo, o se rehabilitan zonas clausuradas una vez estabilizadas.



Es decir que para operar adecuadamente las instalaciones de un sistema integral es necesario establecer una serie de dispositivos para la medición y control de impactos ambientales, con el fin de mantenerlos dentro de ciertos niveles que permitan efectuar en forma segura y sin riesgos, la operación de las diferentes instalaciones requeridas para la prestación de los servicios de aseo urbano.

Las características técnicas de los trabajos en que participé para la empresa SETASA y que se tienen en ejecución, son las siguientes

### PROYECTOS EN EJECUCIÓN

No.	OBJETO	PERIODO DE CONCESIÓN
1	Servicio de disposición final de los residuos sólidos municipales que se generan en los municipios de Córdoba – Fortín – Amatlan, Ver., incluyendo los trabajos de clausura del tiradero actual.	15 años (desde 1993 a la fecha)
2	Prestación del servicio integral de limpieza de nuevo Laredo, Tamps., que comprende las etapas de barrido, recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos municipales en un relleno sanitario, incluyendo proyecto ejecutivo, manifiesto de impacto ambiental, construcción de obras, equipamiento, tecnología, operación, conservación y mantenimiento.	15 años (1994 a la fecha)
3	Servicio de recolección, transporte y disposición final de desechos sólidos no peligrosos en el municipio de Cd. Guadalupe, Nuevo León.	5 años (prorrogables) (desde 1995 a la fecha)
4	Servicio de disposición final de los residuos sólidos no peligrosos generados en el municipio de Mérida, Yuc., incluyendo proyecto ejecutivo, manifiesto de impacto ambiental, construcción de obras, equipamiento, tecnología, operación, conservación y mantenimiento.	15 años (desde 1997 a la fecha)

#### NOTAS:

Las concesiones relacionadas se ubican en la República Mexicana, en su operación se consideran técnicos mexicanos, destacando al personal operativo de la localidad Copias de los contratos firmados se presentan en los apéndices c), pag. 91, d) pag 92 e) pag 93 y f) pag. 94



**LOCALIDADES EN EL PAÍS DONDE SE PRESENTARON PROPUESTAS SOBRE EL  
MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.**

LOCALIDAD	LOCALIDAD
Acapulco, Gro.	Minatitlán, Ver.
Altamira, Tamps.	Morelia, Mich.
Boca del río, Ver.	Nezahualcoyotl, Edo. de Mex.
Cancún, Q. Roo.	Nuevo Laredo, Tamps.
Cd. Guadalupe, N.L.	Oaxaca, Oax.
Chihuahua, Chih.	Piedras negras, Coah.
Coatzacoalcos, Ver	Poza rica, Ver.
Colima, Col.	Puebla, Pue.
Cordoba, Ver.	Puerto Vallarta, Jal.
Cuautitlan Izcalli, Edo. de Mex.	Querétaro, Gro.
Ecatepec, Edo. De Mex.	San Luis Potosí, S.L.P.
Guadalajara, Jal.	Tlalnepantla de Baz, Edo. de Mex.
Iguala, Gro.	Toluca, Edo. de Mex.
Los cabos, B.C.S.	Veracruz, Ver.
Los Mochis, Sin.	Villahermosa, Tab.
Manzanillo, Col.	Xalapa, Ver.
Mérida, Yuc.	

**Utilidad de la actividad profesional**

La importancia que tiene el cuidado del medio ambiente, derivado de un correcto manejo de los residuos tanto peligrosos como no peligrosos para todo el país, pone de manifiesto la relevancia del proyecto. Los residuos municipales (no peligrosos), los residuos industriales (peligrosos) y los residuos biomédicos (especiales) generados en el país, requieren de personal especializado y con conocimiento para la atención inmediata



de cada uno de estos residuos. El manejo y su disposición inadecuada representa una notable alteración al ambiente y a la salud de la población, no solo actual, sino también de generaciones futuras por lo que es necesario la continua capacitación para minimizar en lo más posible la alteración al medio y a la salud.

El diseño adecuado de sistemas de transporte y disposición de residuos, así como el correcto manejo de estos, requieren estudios que permitan implementar programas de monitoreo ambiental tendientes a disminuir cualquier alteración del medio debida a la disposición de residuos en sitios específicos. En este tipo de trabajos es importante la vinculación de profesionistas de diversas áreas como lo son: Biólogos, Enólogos (manejo y protección de recursos y del ambiente), Ingenieros civiles (construcción), Ingenieros Ambientales, Arquitectos (diseño).

### **Método o métodos utilizados**

En la realización de la propuesta y durante la operación de varios proyecto sobre manejo de los residuos sólidos intervino directamente en el desarrollo de los siguientes conceptos:

- Barrido manual
- Barrido mecánico
- Recolección domiciliaria
- Recolección comercial, industrial, institucional y de servicios
- Estaciones de transferencia.
- Centros de acopio de subproductos reciclables.
- Plantas de separación de subproductos reciclables.
- Disposición final en relleno sanitario.
- Plantas de composta (mejorador de suelos)
- Otras tecnologías de aprovechamiento de residuos.

Las aplicación de estos conceptos dependerá directamente de los requerimientos solicitados por cada municipio, en el presente informe se describe uno de los proyectos en todas sus etapas.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo muestra la participación de la iniciativa privada en la solución a el manejo de los residuos sólidos en diversas Ciudades del País, se muestran las actividades realizadas específicamente en el caso de la Ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas, México.

A continuación se muestra una semblanza histórica del manejo de los residuos y del problema que representa el inadecuado manejo de estos en la salud y el ambiente.

Desde que el hombre inicio su desarrollo social comprendió que los residuos diarios, producto de su condición humana, no podían compartir el mismo espacio de sus actividades y busco un lugar específico para depositarlos, iniciando con esto los tiraderos de basura.

Alrededor de 1521 la limpieza de Tenochtitlan, Valle de México, la ciudad mas grande de América, ya tenia una organización para las actividades de recolección, traslado y la disposición de los residuos sólidos. En esa época, 100 personas recogían la basura de las calles, los tiraderos se ubicaban en tierras improductivas (pantanos), la basura se incineraba para iluminar la ciudad y las excretas se utilizaban como abono (Fernández R. 1996)

En 1526 se da a contrato el servicio de limpia de la capital de la Nueva España. Las autoridades proporcionan carretones y mulas para cumplir con el servicio, además de 24 indios.

En el período de 1700 a 1850, se utilizó la basura para nivelar calles y construir bordos de protección contra inundaciones. Se implementa la campana para anunciar el paso de los carros de limpia y se instrumentan rutas de recolección.

En 1840 se inicia la separación de vidrio , hilacha y metales en los basureros (Fernández R. 1996).



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM



En 1902, con la llegada del motor de combustión interna, se sustituyeron a las mulas en la recolección de basura de las ciudades. No obstante, en la actualidad, todavía en algunas ciudades importantes se pueden observar las carretas realizando esta función, con el consecuente deterioro al ambiente por las excretas producidas por estos animales que aunado a un mal manejo de residuos, representan un problema a la salud pública y al ambiente.



## ANTECEDENTES

En la actualidad en el mundo hay un deterioro ambiental muy grande, ya que el suelo, los ríos, los océanos y la atmósfera han sido contaminados durante las últimas décadas. Cada año se tiran 160 millones de toneladas de basura, cantidad suficiente para llenar una fila de camiones con una longitud de la mitad de la distancia de la tierra a la luna, la industria de la basura crece en forma incontrolada. (Asamblea de Representantes del Distrito Federal, 1995)

Durante los últimos años se han agudizado en la República Mexicana los problemas que enfrenta el manejo de los residuos sólidos municipales, debido a la transformación de la sociedad y al elevado índice de crecimiento urbano, siendo en este ámbito donde se presentan las afectaciones más graves al ambiente y el mayor riesgo de salud pública (figura 1). Se calcula que para el año 2005, el futuro de México será desastroso, llegará a un colapso debido a que los problemas crecen a mayor velocidad y proporción que las soluciones, por diversos intereses creados, ocasionando la pérdida de la calidad de vida de sus habitantes su economía y principalmente el daño a los ecosistemas y su economía .

En la República Mexicana se generan aproximadamente 96 millones de toneladas de residuos sólidos municipales (figura 2) los cuales requieren una correcta disposición para evitar cualquier problema de afectación al ambiente y a la salud, esto se logrará utilizando tecnología de punta que cumpla estrictamente con la normas oficiales mexicana en la materia, principalmente la NOM-083-ECOL-96 localización de sitios para relleno sanitarios (apéndice a, pagina 68) y PNOM-084-ECOL-94 operación de rellenos sanitarios (apéndice b, 78) , así como todas aquellas aplicables a cada uno de los etapas del servicio.



**RIESGOS INDIRECTOS DEL MAL MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS**

VECTOR	ENFERMEDAD
MOSCAS	<ul style="list-style-type: none"><li>• FIEBRE TIFOIDEA</li><li>• SALMONELOSIS</li><li>• DISENTERIAS</li><li>• DIARREA INFANTIL</li><li>• MALARIA</li></ul>
MOSQUITOS	<ul style="list-style-type: none"><li>• FIEBRE AMARILLA</li><li>• DENGUE</li><li>• ENCEFALITIS VIRICA</li></ul>
CUCARACHAS	<ul style="list-style-type: none"><li>• FIEBRE TIFOIDEA</li><li>• GASTROENTERITIS</li><li>• INFECCIONES INTESTINALES</li><li>• DIARREA</li></ul>
RATAS	<ul style="list-style-type: none"><li>• LEPROA</li><li>• PESTE</li><li>• RABIA</li><li>• TIFUS</li><li>• LEPTOSPIROSIS</li></ul>

Figura 1

(ASAMBLEA DE REPRESENTANTES DEL DISTRITO FEDERAL, 1995)



### Generación de residuos por zona del País



ZONA	HABITANTES	TON/ DIA	KG/HAB
FRONTERA	5'424,020	5,294	0.976
NORTE	8'231,339	16,552	0.908
CENTRO	43'364,686	34,854	0.804
D.F	9'092,053	11,596	1.275
SURESTE	14'353,185	12,451	0.867
PROMEDIO			0.893
TOTALES	90'465,283	80,746	

Figura 2

"En su expectativa de vida de 70 años, cada ciudadano de la República Mexicana es generador potencial de aproximadamente 23 toneladas de residuos "



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM



## DESARROLLO DEL PROCESO



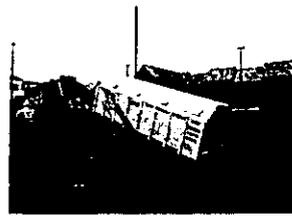
**“Proyecto, Manejo, Tratamiento y Disposición final de residuos  
sólidos en la Ciudad de Nuevo Laredo, Tamps”.**

**DATOS GENERALES DEL CONCURSO PARA LA CONCESIÓN DEL  
SERVICIO INTEGRAL DE LIMPIEZA EN NUEVO LAREDO, TAMPS.**

<b>PROYECTO:</b>	<b>NUEVO LAREDO, TAMPS.</b>
<b>POBLACIÓN:</b>	230,000 HAB.
<b>GENERACIÓN:</b>	400 TON/DÍA
<b>TERMINO DE LA CONCESIÓN:</b>	15 AÑOS
<b>NUMERO DE EMPLEOS:</b>	152 PERSONAS
<b>ALCANCE DE LOS TRABAJOS:</b>	SISTEMA INTEGRAL DE ASEO PUBLICO, CONSISTENTE EN BARRIDO, RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL EN RELLENO SANITARIO. (INCLUYE DISEÑO DE RUTAS, ESTUDIOS Y PROYECTO EJECUTIVO DE UN RELLENO SANITARIO)
<b>POBLACIÓN SERVIDA:</b>	250,000 HAB. (ESTIMADA 1994)
<b>CRECIMIENTO ANUAL DE POBLACIÓN:</b>	2 %
<b>GENERACIÓN DE BASURA:</b>	400 TON/DIA (DATO DE CONCURSO).
<b>ADJUDICACIÓN DE CONCURSO</b>	20 DE DICIEMBRE/1993
<b>FIRMA DEL TÍTULO DE CONCESIÓN:</b>	20 DE ABRIL/1994



La Ciudad de Nuevo Laredo, México está localizada en la que puede ser una de las regiones de mayor progreso del norte de la República Mexicana, debido a las oportunidades únicas de crecimiento y la oportunidad para planear su futuro. Los cambios, como resultado de este crecimiento, pueden alterar la economía actual y la infraestructura de la comunidad. La planeación y manejo adecuado de sus desechos sólidos es esencial y Nuevo Laredo ha demostrado su compromiso hacia la necesidad de la comunidad de proporcionar un sistema adecuado que a través de los años tenga como meta el proporcionar un excelente servicio. La Ciudad tiene que desarrollar la infraestructura necesaria para enfrentar los retos del futuro y espera la oportunidad de participar en esta tarea. El objetivo del sistema propuesto de recolección y transportación es el de mantener una imagen de servicio de calidad y respeto al medio ambiente trabajando en forma eficiente y segura.



La Ciudad también tiene la oportunidad para mostrar en los vehículos mensajes de concientización a la población concernientes a la preservación y mejoramiento del medio ambiente, seguridad y calidad, este servicio incluye a todo la ciudad, desde sectores centrales hasta los industriales y residenciales que se encuentren en la periferia, una de las tareas más importantes fue la concientización del usuario, supervisión enfocada en la mejora del servicio, entrenamiento del trabajador y rutas eficientes que son parte del respeto y cuidado del medio ambiente y la salud.



SETASA realizó una investigación bibliográfica y de análisis por medio de encuestas con los usuarios y responsables del servicio de la Ciudad de Nuevo Laredo, que incluyó la zona central, varias zonas industriales, las 91 colonias a las que les proporcionaban servicio la ciudad y las 11 colonias residenciales que actualmente no tienen servicio. Una evaluación de los niveles y calidad actual del servicio, así como un estudio detallado para determinar las características del servicio y equipo necesario para dotar a la ciudad de un servicio eficiente y adecuado.

### DESCRIPCIÓN GLOBAL DEL SERVICIO

Acorde con la trascendencia que a nivel nacional representa la instalación de un sistema integral de aseo en una ciudad con la ubicación y la importancia de Nuevo Laredo, la propuesta de Servicios de Tecnología Ambiental, S.A. de C.V. cubrió los siguientes propósitos:

1. Dotar a la ciudad de un servicio integral de aseo moderno y eficiente que cubra el 100% de la demanda. Esto es mediante la planeación, inversión, instalación y operación del sistema y la interacción y trabajo conjunto de autoridades con grupos ecologistas y representativos de la sociedad y especialmente el público usuario.
2. Utilizar para la instalación y operación del servicio la tecnología más apropiada que permita lograr las mejores condiciones de aseo de la ciudad y muy particularmente la garantía en el cumplimiento de normas, tanto a nivel nacional como internacional que garanticen la preservación del medio ambiente.
3. Implantar el servicio de aseo de acuerdo a un programa gradual por zonas y estratos socioeconómicos debidamente concertado con las autoridades que incluirá la producción y promoción de campañas de concientización, para lograr la aceptación del nuevo sistema por la población, la cual por las características del servicio podrá percibir de manera efectiva el cambio.



4. Incluir como una ventaja para la ciudad, que el servicio tenga el arraigo necesario. Para esto, en caso de ser elegida, propone la asociación con empresarios locales que cuenten con la experiencia y el interés hacia esta proyecto.

### **Características básicas de la propuesta técnica**

#### **a) Barrido**

El servicio se hará con equipo mecánico en las áreas solicitadas y manual de apoyo a este equipo en la zona centro.

Los horarios del servicio serán con el equipo mecánico de las 22 a las 5 horas y el manual de las 6 a las 16 horas, los horarios de operación podrán adecuarse conforme a las necesidades del ayuntamiento.

#### **b) Recolección**

Se hará con equipo nuevo de alta capacidad, con cuidado de las emisiones a la atmósfera, adecuado a las características y espacios de la ciudad. En las áreas correspondientes a los estratos alto y medio se realizará por acera y en el estrato bajo tanto en acera como con contenedores de 6 yardas<sup>3</sup> de capacidad.

El servicio cubrirá el 100% de la demanda de la ciudad, de acuerdo con la aplicación de un programa por etapas, dando servicio paulatinamente las diversas áreas y estratos de la población de la ciudad, así como los diferentes generadores tanto comerciales, médicos, hoteleros e industriales, se van incorporando hasta lograr la cobertura total.



Se realizará la reposición de los equipos de recolección, de acuerdo con su vida útil y conforme a un correcto programa de mantenimiento y cuidado del ambiente capacitando continuamente al personal y a la población de la ciudad.

### **c) Disposición Final**

La propuesta incluyó en sus costos la realización de los estudios necesarios, así como la formulación del proyecto ejecutivo para la correcta planeación, instalación y operación del sistema con base en los requerimientos de la ciudad y el cumplimiento de las mas avanzadas normas, principalmente la manifestación del impacto ambiental. En dicho proyecto ejecutivo se tendrán como condiciones básicas el máximo aprovechamiento del sitio para lograr la mayor vida útil del relleno, así como la instalación de los dispositivos que garanticen el correcto escurrimiento de lixiviados y aireación de gases a fin de minimizar la posibilidad de riesgos futuros y garantizar la no contaminación del suelo y mantos freáticos, el relleno sanitario incluye la infraestructura necesaria para su operación. En ellas se detalla igualmente la tecnología empleada, características de su operación, vida útil, etc.; la operación del relleno a lo largo de los quince años de la concesión será realizada en cuatro etapas.

### **d) Aspectos generales**

El personal empleado para la prestación del servicio en todas sus etapas, estará en continua capacitación en su totalidad. En su mayoría será contratado en la localidad, pudiéndose recontractar previa selección al personal actualmente adscrito al servicio, evitando algún impacto de tipo social. Una condición para el éxito en la instalación del programa es la realización de campañas de concientización.

La presente propuesta incluye las descripciones técnicas de las etapas del barrido, recolección y disposición final, mismas que se detallan a continuación.

## BARRIDO

El barrido de calles efectivo es un reflejo de la cultura de aseo en la comunidad y motivo de orgullo para un vecindario limpio, se realizó un análisis de como mejorar el sistema de barrido en la zona central, para que los residentes y visitantes se sientan en una atmósfera limpia y agradable.



Equipo especializado en barrido de calles

### Metodología

Se aplicó un procedimiento combinado de barrido mecánico y manual, que ha probado ser efectivo en costo y eficiencia. El barrido mecánico será el recurso primario para la limpieza de las principales vialidades de Nuevo Laredo,. El barrido manual se realiza para ayudar al barrido mecánico, especialmente en la zona central donde el acceso es limitado debido a las condiciones del tráfico.

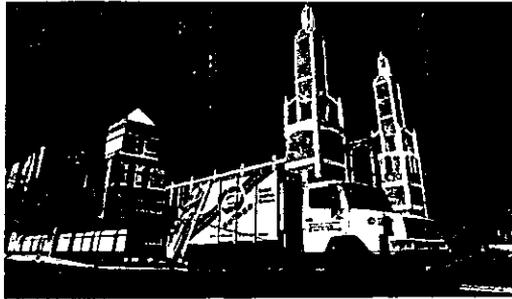
### Itinerario de operación

Se da barrido los siete días de la semana y es realizado en dos turnos. El barrido mecánico comienza a las 10:00 p.m. Para minimizar los problemas con autos estacionados. El barrido manual se realiza durante el día. Se utilizan carritos y contenedores de plástico para complementar el barrido manual, también se proporciona al personal escobas apropiadas y recogedores continuamente, así como cursos de capacitación sobre el cuidado del ambiente y la salud.



## RECOLECCIÓN

Una vez realizado un estudio representativo de la situación actual del servicio en la ciudad de Nuevo Laredo, que incluye la zona central, varias zonas industriales, las 91 colonias a que se les proporciona servicio actualmente por el ayuntamiento y a 11 colonias residenciales que actualmente no tienen servicio, a partir de los resultados del estudio, se tiene un conocimiento general del nivel y calidad del servicio actual, así como de las necesidades del sistema y en consecuencia, un mejor enfoque de sus posibles soluciones.



Equipo especializado de recolección domiciliaria

### Servicio residencial

Se presta servicio diario en la zona central y principales corredores. A la zona que requiere el servicio tres veces a la semana se atiende en lunes, miércoles y viernes. Las colonias que actualmente se encontraban sin servicio fueron programadas para un servicio semanal mediante contenedores colocados estratégicamente en el vecindario.

### Servicio a comercio e industria

Los clientes comerciales en la zona central y principales corredores de la ciudad reciben servicio diario. Los clientes industriales son evaluados continuamente para determinar si el método de contenedores es mas apropiado y cómodo que el del servicio convencional o viceversa.



### Parque vehicular

Debido a la versatilidad de usos y ventajas en la compactación de residuos, así como de una hermetismo para el control de los lixiviados, se utilizan cajas compactadoras de carga trasera, montadas sobre chasis apropiado para el servicio de Nuevo Laredo. Treinta camiones con personal de trabajo que consta de tres personas en cada uno de ellos se aplican para darle servicio a la ciudad entera.

Los camiones de veinte yardas cúbicas son de tipo cerrado para evitar el derrame de basura y un olor desagradable. Se considera que los vehículos de recolección serán remplazados cada 7.5 años. Todos los vehículos están equipados con una alarma de advertencia y un faro de precaución para evitar accidentes.

La población tiene la oportunidad a través de concursos escolares de participar en el servicio de aseo, enviando dibujos referentes al cuidado del ambiente y el ganador ve plasmado su obra posteriormente en los equipos de recolección.

Es un requisito para todos los empleados del servicio el uso de uniformes y equipo de protección y seguridad para el manejo de residuos, dependiendo de su puesto. Estos uniformes y equipos serán coordinados en color e identificados con un logotipo que se determinará conjuntamente con la ciudad y su departamento de seguridad y ecología.

### Etapas del servicio

Se consideran cuatro etapas cuyas principales características son las siguientes:

1ª etapa.- (continúa desde su inicio) Se comienza con el servicio en la zona centro de la ciudad donde se encuentra gran parte del comercio, las oficinas y el estrato socioeconómico medio. Se estima que en esta área se concentra el movimiento económico de la localidad.



2ª etapa.- (iniciado) Se Amplia el servicio al estrato socioeconómico alto y un porcentaje del estrato socioeconómico bajo localizado al oriente de la ciudad en la margen del Río Bravo, abarcando las ramas económicas y de servicio comprendidas en esta misma área.

3ª etapa.- (iniciado) En esta fase se integra al servicio el estrato socioeconómico bajo, localizado en la zona norponiente de la ciudad con sus correspondientes ramas económicas y de servicios.

4ª etapa.- (actualmente se da servicio al total de los usuarios) Abarca la cobertura total de la Ciudad, incluyendo a los estratos socioeconómicos bajos localizados al norte y al sur de la localidad que actualmente no reciben el servicio.

### Supervisión

Se proporcionará a cada supervisor una camioneta para monitorear las actividades de los equipos de recolección durante el día. Es responsabilidad de cada supervisor conocer las rutas y equipos asignados para mantener alta eficiencia en las rutas. En sus recorridos atienden los comentarios de los usuarios del servicio para la atención correspondiente.

### Contratación

Los procedimientos adecuados para contratación de empleados de la localidad son muy importantes, evitando algún impacto de índole social, determinando la calidad y la habilidad de cada empleado. Todos los nuevos empleados de la empresa son informados de las reglas de trabajo, procedimientos y políticas



## Entrenamiento y seguridad

Se sabe que una operación de este tipo solamente puede funcionar eficientemente con empleados dedicados y debidamente capacitados. La capacitación reduce la frecuencia de accidentes y lesiones al mismo tiempo, además de prevenir un mal manejo de ambiente y un cuidado continuo de la salud.

La salud y la seguridad del personal son una parte fundamental de las decisiones de trabajo diarias, Permitiendo el planteamiento y realización de las acciones necesarias para protegerse de lesiones y enfermedades. Esta igualmente comprometida a proteger a la comunidad y los bienes de sus habitantes.

## Entrenamiento de operación

Todo el personal operativo recibe entrenamiento especializado en el que se abarcan las técnicas apropiadas para recolectar basura, habilidades de manejo, prevención de fuego, cuidado del ambiente y el uso apropiado de equipo de protección, entre otros aspectos.

## Supervisión

A los supervisores se les da capacitación en las siguientes áreas: mando, análisis de rutas, equipo de operación, reglas del medio ambiente y seguridad. Todos los vehículos de los supervisores están equipados con un sistema de comunicación de radio, conectado con el departamento de operaciones para responder rápida y eficientemente a las necesidades de la ciudad que puedan presentarse en las áreas contratadas.



### Administración

El personal administrativo recibe capacitación para realizar adecuadamente sus funciones. también entrenamiento en el uso apropiado de computadoras en relación con los reportes sobre manejo de residuos y control interno de documentos.

### Instalaciones

Se construyó una instalación de mantenimiento en la propiedad anexa al relleno sanitario, equipándola con herramientas apropiadas para mantener y reparar los equipos de recolección, barrido y del relleno sanitario. Estos equipos son aseados regularmente para mantener una imagen de limpieza y profesionalismo. Otras instalaciones son, la sección de combustible, área de estacionamiento y local para guardar refacciones.

### Relación con la comunidad e impacto ambiental

Se establecieron relaciones con la ciudad, escuelas y los medios de comunicación locales, en forma coordinada con las autoridades municipales. Estas relaciones proporcionaron un método para poder informar a la comunidad acerca de nuevos servicios y programas de educación pública. También se trabaja junto con organizaciones comunitarias para incrementar el esfuerzo en el trabajo y formar parte de la comunidad. Así mismo, previo acuerdo con el ayuntamiento, se permiten visitas de estudiantes, miembros de la comunidad y visitantes especiales, a los que se explicará el funcionamiento general del sistema.

Sigue la política de proporcionar asistencia a organizaciones comunitarias y eventos especiales en las siguientes áreas: educación a la juventud, medio ambiente, salubridad, cultura y actividades cívicas. Actualmente se toma un papel de liderazgo en términos de educación Ambiental en Nuevo Laredo, implicando la responsabilidad de informar y educar a la comunidad con un desarrollo continuo de nuevas tecnologías en el cuidado del ambiente.



## Disposición final (relleno sanitario)

### Proyecto

Con total apego al cuidado del medio ambiente se desarrollaron los estudios y el proyecto ejecutivo para un relleno sanitario en la ciudad de Nuevo Laredo, Tamps., Considerando las condiciones particulares del sitio y la región. De manera muy importante influyó la pluviosidad, el clima y las características del acuífero subyacente en la elección del método que permite la operación segura y económica al mismo tiempo.

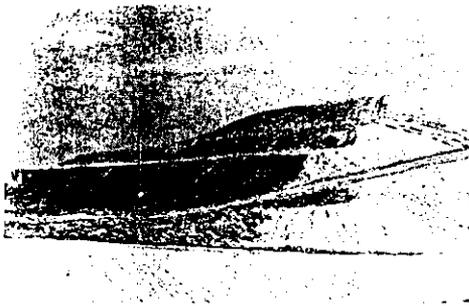
Estudios del sitio .- Se realizaron los trabajos topográficos, geológicos, geofísicos, hidrológicos, geohidrológicos y de mecánica de suelos para conocer las características del terreno, los escurrimientos superficiales y acuíferos subterráneos, complementándose con datos de clima, temperatura y precipitación en la zona.



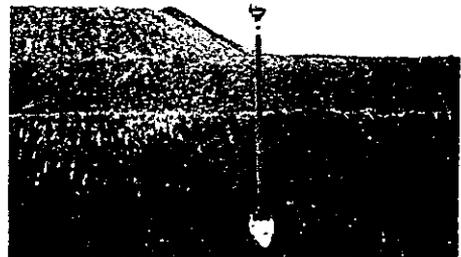
Vista general preparación de celda de disposición de residuos sólidos



Diseño.- Con base en la información disponible y en los estudios que se realizaron se afino el método combinado de trinchera y área para el mayor aprovechamiento del sitio, procediendo que se plasmo en planos constructivos el desplante, los diseños de capas, franjas, celdas, drenaje, curvas altura - volumen, obras especiales para drenaje pluvial, captación de lixiviados y ventilación de biogás, así como las instalaciones para vigilancia, control de accesos, cobertizos, báscula, cercado, caminos de operación y oficinas. Se considera en primer término y en función de las características conocidas de precipitación pluvial, clima y acuífero subyacente que la impermeabilización de la base pueda darse mediante el procedimiento de suelo compactado, apegado a un tratamiento específico altamente controlado que cumpla con la normatividad correspondiente, garantizando al mismo tiempo la seguridad al medio ambiente, fue de suma importancia el diseño de pozos de monitoreo del acuífero subyacente, para garantizar un preciso control de operación del relleno sanitario. De la misma manera, en cuanto a la generación de gas el relleno sanitario es estudiado actualmente ya que lo generado se va al ambiente sin ser aprovechado y algunos ductos cuentan ya con quemadores integrados y se monitorean continuamente.



Relleno sanitario, crecimiento en etapas



Pozo de monitoreo de biogás

Estudio de impacto ambiental.- Se elaboró por terceros, el documento de manifestación de impacto ambiental, mismo que se revisó y que ya había sido autorizado por el gobierno federal (SEDESOL), conteniendo la descripción de la obra proyectada, sitio seleccionado, superficie, programa de construcción, instalaciones, operación, volúmenes de trabajo, clase y cantidad de recursos naturales que habrán de aprovecharse y cierre del sitio.



Incluyendo la información de aspectos generales del medio natural y socioeconómico del área donde se localiza el relleno sanitario, la vinculación con las normas y regulaciones sobre uso de suelo, la identificación y descripción de los impactos ambientales ocasionados por la ejecución de la obra en sus distintas etapas y las medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales que se identifiquen en cada una de estas.

Procedimiento de operación del relleno sanitario.

Se procedió a implantar el procedimiento de operación a seguir en el sitio, considerando como principales acciones las siguientes:

1.- Recubrimiento de la base.- Las operaciones se llevaron a cabo sobre una base tratada para así prevenir que el agua y otros líquidos que tengan contacto con los desechos se infiltren en el terreno y puedan contaminar los acuíferos subyacentes propuesto como medida de cuidado ambiental. Esta fue construida con material producto de la excavación del sitio y con el tratamiento necesario para lograr la compactación exigida en el proyecto ejecutivo.

Se construyó un sistema colector de líquidos apegado al proyecto de drenaje correspondiente, que permita asegurar que cualquier líquido que haya tenido contacto con los desechos sea recolectado. Los líquidos resultantes serán transportados al sitio de almacenamiento para su posterior utilización en el relleno sanitario.

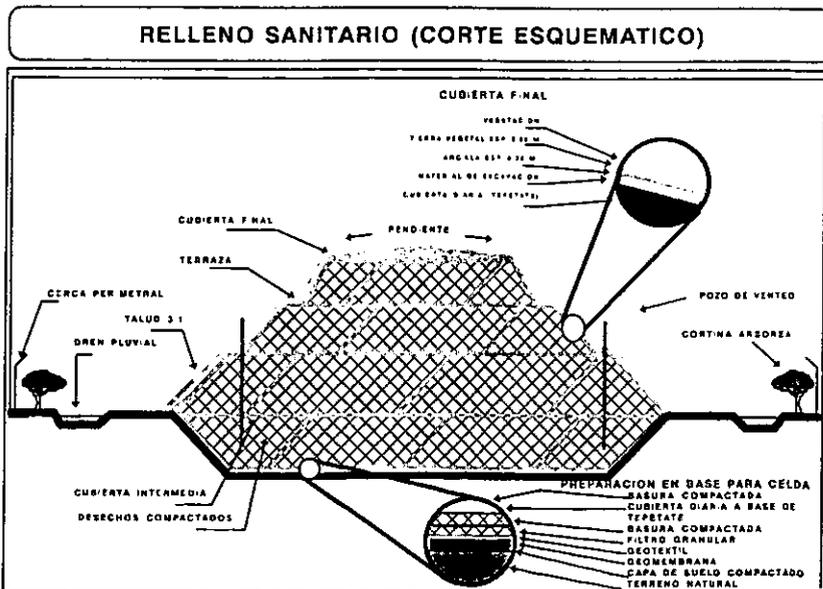


Vista general del relleno sanitario en Mérida, Yucatán.

2.- Cubierta diaria y definitiva.- Todo el desecho sólido es cubierto al final de cada día de operación con por lo menos 15 cm de material limpio. No se permite que existan pilas de desechos al aire libre o descubiertos. El relleno sanitario alcanzará la altura diseñada, dicha área se cubrirá con una capa impermeable que contendrá adecuadamente los desechos. Esta acción previene la proliferación de fauna nociva entre la basura, los malos olores y la infiltración de agua de lluvia que pudiera finalmente causar contaminación a los mantos acuíferos subterráneos. En la cubierta final del relleno se aplica vegetación para evitar la erosión y para dar una apariencia agradable

3.- Límites y altura del relleno.- Esta propuesta utiliza una propiedad del ayuntamiento de Nuevo Laredo, Tamps.

Los declives laterales finales se apegaron a un proyecto y se limitará la altura del relleno a 45 m aproximadamente. La parte superior del relleno tiene una ligera inclinación para asegurar un drenaje adecuado del agua de lluvia. Los desechos se cubren como ya se describió, asegurando así una apariencia agradable.





4.- Horario de operación.- El relleno sanitario opera durante 9 horas del día, seis días a la semana.

5.- Puertas de acceso.- El acceso a las instalaciones del relleno sanitario permanece abierto durante las horas en que se encuentre en operación y cerrado con llave después de las horas de servicio.

6.- Caseta de entrada - oficina.- La caseta de entrada es también la oficina del encargado de la puerta. Esta instalación ofrece servicios de agua potable y sanitarios tanto a los empleados como a las personas que hacen las entregas de desechos o a las visitas al relleno sanitario.

7.- Caminos internos.- Se les da mantenimiento constante a todos los accesos de servicio dentro de las instalaciones. Los vehículos pueden circular libremente desde la entrada hasta la descarga y que el equipo de operación se muevan de extremo a extremo de las instalaciones.

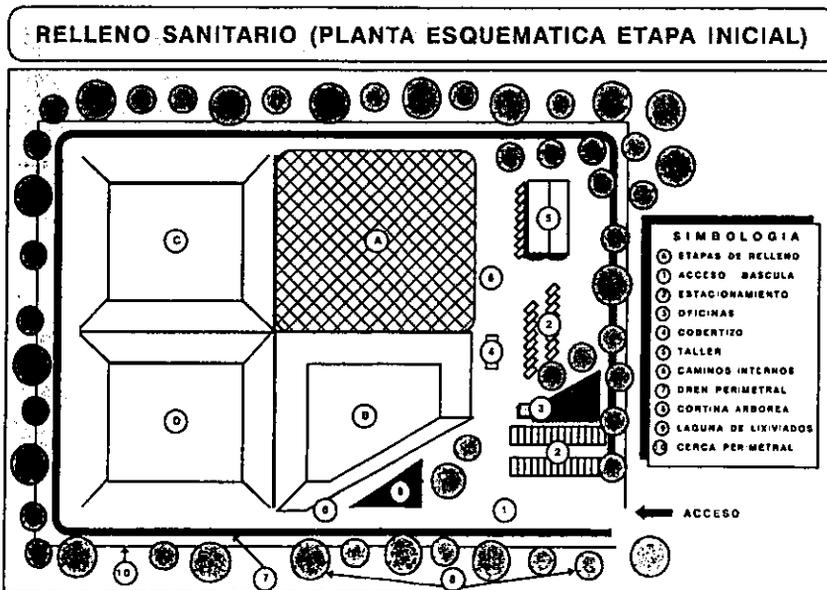
8.- Drenaje.- El drenaje esta planeado cuidadosamente para contar con cunetas a lo largo de la red de caminos de servicio, canales de recolección de agua pluvial, bermas, alcantarillas y declives. Todo esto asegura un drenaje eficiente, evitando que el desecho, el área de trabajo o de descarga se aneguen. Cualquier erosión en las cubiertas, asentamiento del terreno o de las pilas de desecho son corregidas inmediatamente mediante el uso de cubiertas o de un declive mas pronunciado.

Toda el agua de la superficie es transportada hasta el punto natural de descarga mas próxima a la salida de la instalación. No se permite que el agua sea desechada en detrimento de tierras aledañas.

9.- Prevención de incendios.- Todo el equipo de prevención de incendios se mantiene en excelentes condiciones de operación en todo momento. Las instalaciones cuentan con extinguidores antifuego químicos y con pilas de tierra.

10.- Señalamientos.- Se colocaron y mantienen las señales precisas en toda la instalación. El señalamiento de entrada especifica el nombre del relleno sanitario, los días y hora en que opera, tipo de desechos aceptados y cualquier otra información necesaria.

RELLENO SANITARIO NUEVO LAREDO, TAMPS



11.- Cercado.- Todas las cercas y las puertas de acceso reciben mantenimiento constante para impedir la entrada no autorizada a las instalaciones.

12.- Equipo.- Todo el equipo esta operado y tiene un mantenimiento continuo garantizando la operación continua e ininterrumpida del relleno sanitario. El equipo empleado para excavar, preparar las celdas de desecho, extender y compactar los desechos, construir y mantener drenaje, construir y mantener caminos de acceso y de servicio, así como para cualquier otra de las actividades que haya menester dentro de las instalaciones, asegurando así la operación del relleno sanitario eficiente y adecuada.



Se cuenta con equipo auxiliar suficiente, permitiendo así una operación ininterrumpida aun en casos de descomposturas o de aumentos en el volumen del material de desecho.

13.- Acceso a la superficie de trabajo.- La superficie de rodamiento hacia y en el área específica de trabajo se conserva libre de residuos, de baches y zanjas. Esto permite que los vehículos siempre tengan acceso libre hacia el área de descarga.

14.- Control de polvo.- El polvo que se genere en el relleno y que pueda ser transportado por el viento a otros lugares es controlado mediante riego de agua a lo largo del día y en época de estiaje.

15.- Control del esparcimiento de la basura.- El sitio y la propiedad contigua se conservarán libres de desechos que puedan esparcirse con el viento a partir de una malla ciclónica colocada en el frente del tiro del día. Y se mantienen las instalaciones limpias y en condiciones sanitarias continuamente.

16.- Control de fauna nociva.- Se emplea un cañón sonoro que funciona a base de gas, que provoca un ruido fuerte cada 10 minutos aproximadamente, esto para evitar la presencia de aves, perros o similares, en el control de insectos, roedores y organismos portadores de enfermedades a la fecha no se han presentado, ya que con cubrir diariamente los residuos se evita en gran medida su proliferación, se vacuna al personal periódicamente para evitar afectaciones a la salud.

17.- Desechos prohibidos.- No se permite la disposición de desechos prohibidos o de residuos peligrosos en el relleno sanitario.

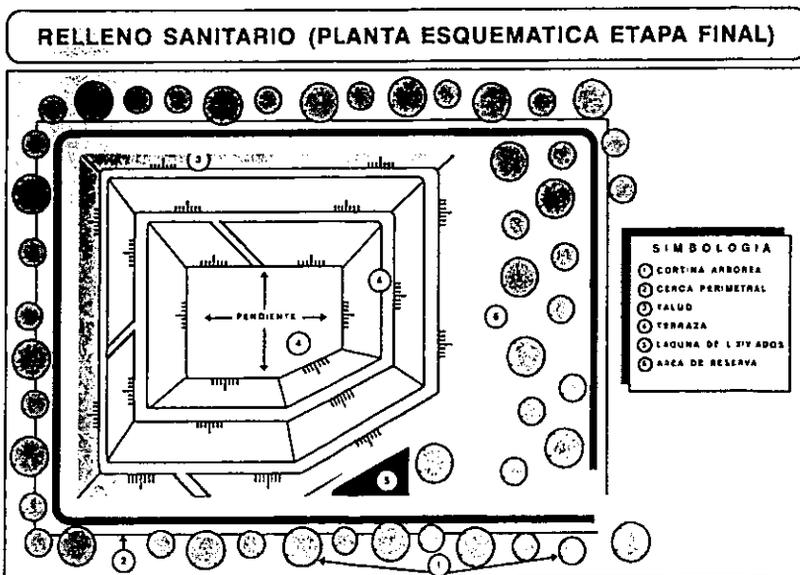
18.- Personal.- Se cuenta con el personal adecuado durante las horas de trabajo para asegurar que las operaciones se lleven a cabo eficientemente y sin problemas.

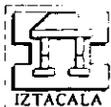
19.- Seguridad.-Las medidas necesarias para prevenir accidentes, heridos o daños al publico durante la construcción y operación del relleno sanitario. Estas medidas incluyen la construcción y manejo de cercas, barricadas, luces, señales y otro dispositivos de seguridad y de protección.

20.- Monitoreo del agua subterránea.- Al realizarse sondeo sobre la ubicación de agua en la zona estos se localizan a mas de 200 metros de profundidad y por el tipo de material presente en la zona y el tratamiento dado a la base, no se considero necesario por parte de las autoridades la ubicación de pozos de muestreo.

21.- Uso final del sitio.- A partir del dictamen técnico emitido por SETASA, al término de la operación del sitio, este se convertirá en áreas verdes y/o parques recreativos.

RELLENO SANITARIO NUEVO LAREDO, TAMPS





22.- Se realiza el continuo monitoreo sobre el rescate de la flora y fauna existente en el sitio, así como de prohibiciones a los empleados de la caza , captura o venta de cualquier tipo de especie de la zona ya sea animal o vegetal.

### **Mantenimiento preventivo de equipos e instalaciones**

En los equipos se sigue el manual de mantenimiento de los fabricantes. Todas las unidades del servicio son revisadas diariamente por sus operadores, se emite un informe de su estado mecánico, que sirve de base para su conservación.

En las instalaciones se sigue un programa constante de conservación de cercados, instalaciones sanitarias, pintura y acabados.

La báscula es revisada apeándose al manual de mantenimiento del fabricante.

### **Condiciones de la propuesta**

La presente propuesta fue condicionada al cumplimiento de los siguientes puntos:

- La propuesta fue revisada conjuntamente para la elaboración de las condiciones del contrato
- La propuesta tal y como lo estableció las bases de concurso se adjudico como un paquete por lo que no es posible contratar a diversas empresas para cada servicio.
- En caso de modificaciones a la normatividad vigente, se participo conjuntamente en foros para el análisis y adecuaciones necesarias para este tipo de servicio



**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM**



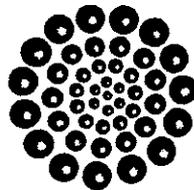
Una vez que el proyecto del Relleno Sanitario inicio su operación con su respectivo seguimiento ambiental, se propuso implementar un laboratorio de monitoreo de los principales parámetros, mismo que en conjunto con la unidad de investigación (apoyo tecnológico) de la Fac. de Ingeniería U.N.A.M. y el apoyo de CONACYT (aportando el capital), a través de FIDETEC (fondo de investigación y desarrollo tecnológico), a continuación se describe las características iniciales del laboratorio en el tiempo de mi participación, mismo que actualmente se encuentra ya en funcionamiento en el relleno sanitario de Nuevo Laredo, Tamps



## LABORATORIO DE MONITOREO AMBIENTAL

### Descripción del proyecto y sus propósitos

La presente realización del proyecto de desarrollo tecnológico bajo el régimen de riesgo compartido entre CONACYT y SETASA con clave RC007/97, asociado al relleno sanitario se presentó al término de mis actividades en la empresa, conseguimos el apoyo de Conacyt para la construcción e implementación de un laboratorio que tuviera como objetivo el control y monitoreo ambiental del sistema integral de aseo de Nuevo Laredo, Tamps. y sirviera como punta de lanza para posteriores proyectos proporcionando información nueva sobre los residuos generados en México, ya que la información bibliográfica solo hace mención a sitios de disposición final en otras partes del mundo.

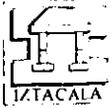


CONACYT



Contando en el apoyo tecnológico del Instituto de Ingeniería de la UNAM y SETASA se realiza el análisis del sistema de disposición final de los residuos sólidos, las actividades planteadas, tienen como meta principal la de generar la información básica y recomendaciones prácticas, tendientes a vincular la operación del relleno con un alto desarrollo tecnológico en la materia, así como aprovechar la experiencia generada del estudio para aplicarla en otras localidades del país.

La implementación y puesta en marcha del programa de control se instrumentará mediante la determinación de parámetros específicos (ver tabla A, pag. 53) que permitan evaluar por una parte, el comportamiento del sitio y por otra, dar seguimiento a los subproductos que se generen como resultado de la estabilización de los residuos sólidos.



El objetivo principal en este proyecto de innovación tecnológica es la preservación y conservación del medio controlando la posible contaminación originada a partir de la disposición de los residuos sólidos, así como presentar los parámetros a seguir en su control, de la misma manera el de diseñar e iniciar un programa de control y monitoreo ambiental del relleno sanitario.

Es necesario por lo tanto, establecer una serie de dispositivos para la medición y control de impactos ambientales, con el fin de mantenerlos dentro de ciertos niveles que permitan efectuar en forma segura y sin riesgos, la operación de las diferentes instalaciones requeridas para la prestación de los servicios de aseo urbano, realizando un monitoreo continuo y durante el período de concesión de estos servicios.

### **Tecnología**

Dentro de los programas de monitoreo ambiental es fundamental determinar claramente los parámetros a evaluar, de acuerdo a las características particulares de las instalaciones, así como dar prioridad a aquellos que presenten un mayor riesgo de afectación al ambiente y a la salud pública.

Para llevar a cabo este proyecto y junto con el instituto de ingeniería de la UNAM realizamos el esquema a seguir para el desarrollo del laboratorio con los siguientes puntos:

- 1) Revisión de la propuesta de normatividad vigente, así como de normas internacionales para definir los parámetros y su periodicidad.
- 2) Caracterización de los residuos
- 3) Planteamiento del diseño conceptual del laboratorio en el sitio
- 4) Lista de equipo y material de laboratorio
- 5) Supervisión del equipamiento y operación del laboratorio



- 6) Plan de monitoreo (frecuencia, número de muestras y forma de muestreo)
- 7) Diseño de una celda de control y del sistema de control automático.
- 8) 1era etapa de calibración de ensayos, pruebas y análisis
- 9) Campañas de muestreo en campo y análisis en laboratorio del instituto de ingeniería
  - caracterización del lixiviado
  - Muestreo de biogás
  - Muestreo aerobiológico
  - parámetros meteorológicos
- 10) informe final

Para el desarrollo de estos puntos, se mantendrá contacto con la AMCRESPAC (Asociación Mexicana para el Control de los Residuos Sólidos y Peligrosos A.C.) y se recopilarán las experiencias en el área de estudio con el objeto de crear un programa nacional de control de rellenos sanitarios en México.

Mencionando algunos parámetros a medir inicialmente, los finales se determinarán y realizarán junto con el Instituto de Ingeniería una vez que entre en operación el laboratorio.

Impactantes	Parámetros que se determinan	Ámbito de impacto
Biogás	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , explosividad, toxicidad, temperatura y flujo.	Atmósfera
Lixiviados	Metales pesados, compuestos orgánicos, oxígeno disuelto, pH, conductividad, microorganismos.	Acuífero.
Aerotransportables	Partículas suspendidas totales, microorganismos.	Atmósfera.
Residuos sólidos	Composición física, peso volumétrico, radioactividad, poder calorífico, humedad, cenizas, etc.	Entorno
Ruido	Intensidad de ruido	Entorno

(Conesa, 1993)

Tabla (A)



En relación con algunos otros análisis como asentamiento y movimiento de taludes estos se realizarán una vez se revise la normatividad vigente, así como de normas internacionales y defina los parámetros a realizar y sus metodología, así como otros análisis que considere adecuados para el control del relleno sanitario.

Otros parámetros a medir en el monitoreo ambiental son:

- . Temperatura
- . Humedad relativa
- . Presión atmosférica
- . Precipitación
- . Velocidad y dirección del viento.

Desde su construcción el relleno sanitario de Nuevo Laredo cuenta con la instalación paulatina de los pozos para extracción de lixiviados llevando estos a la laguna de evaporación, así como los pozos de extracción de biogás de acuerdo al proyecto de Norma Oficial Mexicana PNOM-084-ECOLI-1994, la instalación del programa de control y monitoreo presenta una gran oportunidad para el desarrollo de investigación con posibles aplicaciones a nuevos proyectos en la República Mexicana.

La calendarización de las actividades del instituto de ingeniería se considerarán tanto el tiempo de campo, como los análisis realizados en el laboratorio del mismo instituto.

Inicialmente se realizará la revisión de la propuesta de normatividad vigente, así como de normas internacionales para definir los parámetros y su periodicidad, llevando a cabo un análisis de las normas vigentes en México, de los estándares nacionales referentes al control de rellenos sanitarios y también de las medidas que forman parte de este, en los sitios de disposición final de la Cd. de México. Lo anterior tiene como objetivo diseñar y fundamentar un programa de control para el sitio en estudio que cuente con las bases necesarias para su mejoramiento y acreditación de su manejo.



En la tabla siguiente se describen los conceptos del programa de asistencia técnica.

**PROGRAMA DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS**

<b>CONCEPTO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
Caracterización de la basura	La caracterización de la basura comprende la determinación de tamaño y morfología, peso volumétrico, composición química, porcentaje de material orgánico biodegradable y la humedad presente. Dicha información será importante para el diseño de la celda de control y para estimar la cantidad y composición de biogás.
Planteamiento del diseño conceptual del laboratorio y lista de equipo y material de laboratorio.	Considerando el tipo de parámetros a evaluar en el programa de control se plantea un diseño conceptual de laboratorio en el sitio, que considere el área disponible y el monto global a invertir en equipos y mantenimiento. Se delimitan las principales áreas de trabajo y los requerimientos mínimos de estas, en cuanto a espacio, equipo, instalaciones, material de laboratorio y seguridad.
Supervisión del equipamiento y operación de laboratorio	Esta etapa incluye por una parte el supervisar que la instalación de equipos de laboratorio sea de acuerdo a lo estipulado en cuanto a seguridad y localización. En la operación se especificara el personal necesario
Plan de monitoreo (frecuencia, número de muestras y forma de muestreo)	Esta actividad tiene por objeto diseñar e implementar un programa para el control del relleno sanitario. La selección de parámetros específicos para este relleno, la frecuencia de medición, así como la metodología correspondiente será parte fundamental de esta.
Diseño de una celda de control y del sistema de control automático	La celda de control es una metodología que permite conocer en forma detallada de los cambios biológicos, Físicos y químicos, a los cuales esta sometido simultáneamente los residuos sólidos dispuestos en los rellenos sanitarios. Con este diseño se podrá realizar la construcción posteriormente
Campañas de muestreo en campo y análisis en laboratorio del instituto de ingeniería	Se establecerá la metodología de muestreo y el análisis de laboratorio en el sitio y en el instituto de ingeniería de los parámetros especificados. Para ello se llevarán a cabo tres campañas de muestreo, los parámetros acordados se harán tanto en el instituto de ingeniería como en el laboratorio de sitio. Los parámetros y actividades a contemplar son los siguientes: Muestreo y análisis de lixiviados, muestreo y análisis de biogás, muestreo aerobiológico, parámetros meteorológicos
Programa permanente de aseguramiento de la calidad	Los programas permanentes serán diseñados una vez que en conjunto con la facultad de ingeniería se seleccionen los parámetros y registros que ayuden a evaluar y predecir el comportamiento del relleno sanitario con un continuo control o monitoreo por medio de computadoras conectadas a la red de biogás.



## **Efecto ecológico**

### **Causas y efectos**

Los residuos generados a partir de los análisis realizados en el monitoreo ambiental del relleno sanitario, serán tratados en el mismo laboratorio, esterilizándolos y posteriormente serán depositados como residuos municipales en el mismo sitio, dado que son cantidades mínimas y que su manejo es específico, no generando contaminación mayor.

En lo referente a la disposición de afluentes líquidos, originados a partir de los análisis de laboratorio, estos serán tratados y dispuestos al drenaje o en su caso serán conducidos a la laguna de oxidación del relleno sanitario (laguna de lixiviados) y estos serán evaporados por el sol, o en su caso recirculados junto con los lixiviados al relleno sanitario, para aumentar la biodegradación de los residuos. Para posteriormente aplicar las nuevas técnicas obtenidas a partir de estos análisis en el manejo de los residuos sólidos y por ende del cuidado del ambiente.

### **Prevención y control**

Serán elaborados los programas específicos de prevención y control por el manejo de equipos y técnicas de laboratorio, así mismos se tomarán las medidas precautorias y se contará con los equipos necesarios de prevención y control de cualquier eventualidad que se pudiera presentar. El conocimiento de condiciones ambientales, antes, durante y después de la implantación del relleno sanitario, es básica para el adecuado funcionamiento del mismo, en condiciones de control y preservación del medio ambiente.

Por esta razón, se realizará una serie de evaluaciones antes de la implantación del relleno sanitario, para conocer las condiciones originales y evitar o minimizar los efectos que la obra pudiera tener en aspectos ecológicos.



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM



A continuación se detallan parámetros por monitorear y frecuencia de las determinaciones, los cuales podrán adecuarse en función de las propias necesidades del relleno sanitario.

PARÁMETRO	ETAPA EN LA QUE SE REQUIERE MONITOREAR	FRECUENCIA DE MUESTREO	SITIO
PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES Y VIABLES	CONSTRUCCIÓN-OPERACIÓN	DIARIO A SEMANAL	FRENTES DIARIO DE TIRO DE RESIDUOS
EXPLOSIVIDAD Y TOXICIDAD	OPERACIÓN	DIARIO A SEMANAL	AREA DE CELDAS
BIOGÁS	OPERACIÓN-ABANDONO	MENSUAL A SEMESTRAL	POZOS DE MONITOREO ESPECÍFICOS
LIXIVIADOS	OPERACIÓN-ABANDONO	TRIMESTRAL A SEMESTRAL	POZOS DE CAPTACIÓN
CALIDAD DEL AGUA	OPERACIÓN-ABANDONO	TRIMESTRAL A SEMESTRAL	POZO EXTERIOR DE MONITOREO
FAUNA NOCIVA	OPERACIÓN	MENSUAL A TRIMESTRAL	OFICINAS, FRENTE DE TRABAJO, PERIFERIA INMEDIATA
RUIDO	CONSTRUCCIÓN-OPERACIÓN	DIARIO A SEMESTRAL	INTERIOR

Los parámetros indicados no son limitativos, pudiendo acordarse cambios o adiciones con el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Procedimientos de seguridad.- La filosofía es la de proveer el ambiente de trabajo mas seguro posible para sus empleados y sus visitantes



Procedimientos de emergencia.- Nuestro manual será realizado en coordinación con el tecnólogo para la implementación de un plan de procedimientos de emergencia que se activaran para interrumpir la operación en caso de presentarse situaciones que pongan en peligro el contingente humano del laboratorio o a las instalaciones.

Este plan proveerá una descripción detallada y explícita sobre los procedimientos de respuesta que deban ser implementados en situaciones de emergencia, así como de capacitación del personal.

Dicho plan tendrá prevista una amplia gama de situaciones de emergencia tales como las que se enuncian a continuación, sin ser limitativas:

- Emergencias inherentes a la operación de las instalaciones del laboratorio.
- Fuego
- Fallas del equipo
- Derramamiento o escape de materiales
- Deposito de residuos procedentes de lo procedimientos de operación.

Para lograr este objetivo, se desarrollara una serie de reglas de seguridad, de procedimientos establecidos y de programas de entrenamiento para todos los empleados, los cuales tapizan la prevención de accidentes y el cuidado de la salud humana y del ambiente en la ejecución de sus tareas diarias.

Los propósitos de este programa son:

- 1) Minimizar hasta donde sea posible los percances dolorosos y costosos durante la construcción y la puesta en marcha del laboratorio de monitoreo, proporcionando a cada empleado condiciones de trabajo seguras y sanas.



2) Llevar a todos los empleados al nivel mas alto de competencia y productividad posible en la ejecución de sus tareas asignadas.

3) Proporcionar entrenamientos de seguridad a los ayudantes y técnicos especializados y demás empleados.

4) Proporcionar entrenamiento de primeros auxilios para cualquier caso que se llegará a presentar.

Las actividades a realizarse serán:

- 1) Conferencias sobre seguridad y medio ambiente en general, apoyadas con material visual. Estas serán dadas como parte del programa de inducción de todos empleado para que conozcan las actividades tanto del relleno sanitario, como del laboratorio de monitoreo ambiental.
- 2) Instrucción a los empleados sobre operación adecuada y segura de material y equipo de laboratorio.
- 3) Conferencia e instrucción práctica sobre técnicas seguras de manejo de equipos de laboratorio.
- 4) Entrenamiento supervisado continuo en el trabajo.
- 5) Desarrollo y uso continuo de manuales de entrenamiento y de material didáctico visual para trabajadores de todo nivel.
- 6) Institución de programas de premiación al mejor empleado y de promoción de hábitos de trabajo seguros y eficientes
- 7) Conocimiento y aplicación del plan de protección civil.



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM



## **CONCLUSIONES DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL**



Como se ha podido observar a lo largo de la descripción de este trabajo de titulación profesional, las perspectivas de trabajo del Biólogo son difíciles debido a la poca sensibilidad del cuidado del ambiente por profesionistas ajenos a las ciencias biológicas, ya que se le da poca o nula importancia al cuidado de los ecosistemas y al seguimiento y aplicación de normas específicas .

Es importante mencionar, que así como el perfil profesional es amplio, también la competencia es grande, el Biólogo actual no solo debe de conocer aspectos puramente científicos, sino que además, es necesario implementar en materias del plan de estudios conceptos generales que involucren aspectos de finanzas o de inversión de proyectos ambientales y de aplicación cotidiana en el mundo de hoy.

Actualmente la iniciativa privada necesita de especialistas que les aseguren la recuperación de inversiones y la preservación y el cuidado del ambiente, por lo que de presentarse opciones tangibles a este tipo de inversionistas, se lograra darle al Biólogo armas para competir en el mercado nacional e internacional.

En el desarrollo de la mayoría de los proyectos se presentaron limitaciones tanto internas (dentro de la misma empresa), en no darle la importancia que tiene el ambiente y limitaciones externas (principalmente en los municipios), ya que a pesar que reconocen los problemas , no se tienen los medios (técnicos, ni económicos) para solucionarlos, así como el desconocimiento y por lo tanto la falta de aplicación de la normatividad en la materia.

Para poder solventar cada uno de estas limitantes, fue preciso una actualización técnica - científica constante, para competir con otros especialistas de áreas afines, seria conveniente que en el último año de la carrera, se busque vincular al biólogo - iniciativa privada con prácticas en industrias afines, para poder adquirir la experiencia necesaria y la aplicación de los conocimientos adquiridos en un beneficio tanto ambiental como económico para el inversionista privado.



En mi experiencia particular para poder competir, fue necesario reunir aspectos con un enfoque biológico - económico, cumpliendo primeramente con el cuidado y estudio del ambiente, pero que a su vez les resultara atractivo a la iniciativa privada, no solo por el cumplimiento de la normatividad ambiental, sino como resultado atractivo de sus inversiones, obteniendo beneficios en ambos rubros.

Finalmente, a lo largo de este documento se han puesto de manifiesto las conclusiones particulares en cada una de las empresa en la cual preste mis servicios, llegando a la generalidad de que la búsqueda de nuevas opciones de aplicación del conocimiento de la biología en estrecha relación con el ofrecimiento de recuperación de capital a los inversionistas coadyuvarán a que el Biólogo cumpla con el objetivo del estudio y preservación del ambiente contando con el apoyo y la satisfacción de la iniciativa privada.



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM



## REFERENCIAS



Anónimo, 1992. Estudio de comportamiento de un relleno sanitario mediante una celda de control. Dirección General de Servicios Urbanos D.D.F., México. 87 pp.

Anónimo, 1997. Manual de Manejo de Desechos Sólidos, Caterpillar, 250 pp.

Asamblea de Representantes del Distrito Federal, 1995. Memoria del foro sobre servicios de limpia y recolección de basura en el Distrito Federal Comisión de Usos y Aprovechamiento de bienes y servicios públicos. 156 pp.

Comisión Nacional del Agua, 1988. Cuerpos de Agua de la Republica Mexicana. Dirección General de Servicios C.N.A., México. 250 pp.

Secretaría de Desarrollo Social, 1992. Manual de Relleno Sanitario. SEDUE, Subsecretaría de Ecología, México. 180 pp.

Bard, J. P. y P. de, Kimpe, 1987. Manual de piscicultura destinado a la América tropical. Centre Technique Forestier Tropical. 2a. Edic. Minis. Asunto. Ext. de Francia, 139 pp.

Bowman, D., 1974. Comparación entre T. aurea steindachner y T. mossambica peters en estanques de El Salvador, Simposio FAO/carpas sobre Acuicultura en América Latina, Montevideo Uruguay pp. 1-13.

CONAVA (Consejo Nacional de Vacunación), 1998. Sistema único de información para la vigilancia epidemiológica. Vigilancia Epidemiológica Semana 7, pp. 7,12.

Conesa F. V., 1993. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Levante. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 120 pp.



Fernández, R., C. Gordillo y F. López, 1996. Residuos Sólidos y Ecología en México "Una visión histórica". Editorial desarrollo gráfico. SEMARNAP. 174 pp.

Foster S. y R. Hiratar, 1988. Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas, CEPIS, OPS, Perú 40 pp.

García, M.E., M.E. Martínez, y H. Alvarado, 1979,. Criterios de bioingeniería para el cultivo de trucha Reporte Técnico No. 4. Depto. De Pesca, México 66 pp.

Huet, M. 1978. Tratando de piscicultura. 2a. Edición. Mundi-Prensa. España, 746 pp.

Instituto de Ingeniería Sanitaria, 1972. Composición de Residuos. Ciudad de Buenos Aires. Reporte de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, pp. 1-28

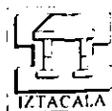
Jaramillo, J. y F. Zepeda, (1991). Guía de diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios. Manuales de la Organización Panamericana de la Salud. 22 pp.

Holmes, J. 1983, Practical Wastes Management, John Willey & Sons 125 pp.

Rzedowski, J. 1986. Vegetación de México. Editorial Limusa. México. 250 pp.

Tchobanoglous, G., 1993. Integrated Solid Waste Management . Mc.Graw Hill, Singapore, 460 pp.S

U.S. Environmental Protection Agency; 1989; Operating Sanitary Landfill, EPA/MSW-D 2379. 87 pp.



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM



## APÉNDICES



Apéndice (a)  
NOM-083-Ecol-1996

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-083-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LAS CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LOS SITIOS DESTINADOS A LA DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

**FICHA TECNICA**

**Nombre corto:** N083EC96.

**Legislación:** Federal.

**Fuente:** D.O.F.

**Emite:** SEMARNAP.

**Fecha de publicación:** 25 de noviembre de 1996.

**Fecha de entrada en vigor:** 26 de noviembre de 1996.

**Aclaraciones:** 7 de marzo de 1997.

**INDICE**

**0. Introducción**

**1. Objetivo y campo de aplicación**

**2. Definiciones**

**3. Especificaciones**

**4. Procedimientos**

**5. Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales**

**6. Bibliografía**

**7. Observancia de esta norma**

**0. INTRODUCCIÓN**

**0.1** Los sitios de disposición final de residuos sólidos municipales generan lixiviados que contienen diversos contaminantes que pueden afectar los recursos naturales en especial los acuíferos y los cuerpos superficiales de agua. La aplicación de esta norma permitirá proteger el ambiente, preservar el equilibrio ecológico y minimizar los efectos contaminantes.

**1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION**

**1.1** Esta Norma Oficial Mexicana establece las condiciones de ubicación, hidrológicas, geológicas e hidrogeológicas que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales, y es de observancia obligatoria para aquellos que tienen la responsabilidad de la disposición final de los residuos sólidos municipales.



## 2. DEFINICIONES

### 2.1 Acuífero

Es cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas, que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

### 2.2 Acuífero confinado

Es aquel acuífero que está limitado en su parte superior por una unidad de baja conductividad hidráulica y el nivel piezométrico presenta una presión superior a la atmosférica.

### 2.3 Acuífero libre

Es un acuífero en el cual el nivel freático o nivel de saturación se encuentra a la presión atmosférica .

### 2.4 Acuífero semiconfinado

Aquel acuífero que tiene una unidad saturada de baja conductividad hidráulica en su parte superior o inferior que contribuye con un pequeño caudal (goteo) debido a los gradientes inducidos por bombeo del acuífero.

### 2.5 Acuitardo

Es cualquier formación geológica por la que circula muy lentamente agua subterránea, por lo que generalmente no son utilizados para su explotación, uso o aprovechamiento.

### 2.6 Agua subterránea

Es el agua que se encuentra en el subsuelo, en formaciones geológicas parcial o totalmente saturadas.

### 2.7 Areas naturales protegidas

Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del hombre, y que han quedado sujetas al régimen de protección.

### 2.8 Capacidad de intercambio catiónico

Es el total de cationes intercambiables que puede absorber un suelo, expresado en miliequivalentes de los cationes por cada 100 g (cien gramos) de masa de suelo seco.

### 2.9 Carga hidráulica

Es la energía presente en un acuífero, normalmente tiene dos componentes:

a) la carga relacionada con la elevación con respecto a un punto de referencia que es normalmente el nivel medio del mar; y b) la carga de presión, o presión de poro.

### 2.10 Conductividad hidráulica

Es la propiedad de un medio geológico de permitir el flujo de agua subterránea en un acuífero o acuitardo, considerando las condiciones de densidad y viscosidad del agua.

### 2.11 Contaminantes no reactivos

Son los contaminantes que viajan en solución, a la misma velocidad lineal que el agua subterránea. No sufren reacciones químicas ni biológicas con el medio granular.

### 2.12 Descripción estratigráfica

Es la descripción de los estratos del subsuelo en cuanto a sus propiedades físicas, químicas e hidráulicas, de acuerdo al código de nomenclatura estratigráfica vigente.



### **2.13 Discontinuidades**

Superficie marcada por modificaciones radicales de las propiedades físicas de las rocas. Estas discontinuidades pueden ser por ejemplo, fallas o fracturas.

### **2.14 Disposición final**

La acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuados para evitar daños al ambiente.

### **2.15 Falla**

Es cuando se producen desplazamientos relativos de una parte de la roca con respecto a la otra, como resultado de los esfuerzos que se generan en la corteza terrestre.

### **2.16 Falla activa**

Son aquellas fallas que han sufrido desplazamiento durante el Holoceno (último millón de años).

### **2.17 Fracción de carbono orgánico**

La fracción de carbono orgánico se refiere al porcentaje de carbono orgánico en el suelo, derivado de restos de plantas. Es importante en la retención de contaminantes orgánicos.

### **2.18 Fractura**

Es una discontinuidad en las rocas producida por un sistema de esfuerzos.

### **2.19 Freatofitas**

Son plantas que extienden sus raíces por debajo del nivel freático y extraen sus requerimientos de humedad directamente de la zona saturada.

### **2.20 Geofísica**

La ciencia que estudia las propiedades físicas de la tierra y el conocimiento de la estructura geológica de los materiales que la constituyen.

### **2.21 Geología**

Es el estudio de la formación, evolución, distribución, correlación y comparación de los materiales terrestres.

### **2.22 Hidrogeología**

Es el conjunto de actividades tales como perforaciones, determinación de la recarga, profundidades a nivel estático, interacción química agua-roca y propiedades hidráulicas que permiten conocer y localizar los sistemas de aguas subterráneas, su dirección y velocidad de movimiento.

### **2.23 Hidrología**

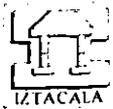
La ciencia que estudia los componentes primarios del ciclo hidrológico y su relación entre sí. Considera la interacción y dinámica de la atmósfera con cuerpos de agua superficial tales como ríos, arroyos, lagunas, lagos, etc.

### **2.24 Infiltración**

Introducción suave de un líquido entre los poros de un sólido referido al agua, el paso lento de ésta a través de los intersticios del suelo y del subsuelo.

### **2.25 Lixiviado**

Líquido proveniente de los residuos, el cual se forma por reacción, arrastre o percolación y que contiene, disueltos o en suspensión, componentes que se encuentran en los mismos residuos.



### **2.26 Nivel freático**

La superficie de agua que se encuentra en el subsuelo bajo el efecto de la fuerza de gravitación y que delimita la zona de aireación de la de saturación.

### **2.27 Nivel piezométrico**

Es el valor de la carga hidráulica observado de un acuífero o acuitardo a diferente profundidad en el mismo y en el medio saturado.

### **2.28 Parámetros hidráulicos**

Son la conductividad hidráulica, la porosidad, la carga hidráulica, los gradientes hidráulicos de una unidad hidrológica, así como su coeficiente de almacenamiento.

### **2.29 Percolación**

Es el movimiento descendente de agua a través del perfil del suelo debido a la influencia de la gravedad.

### **2.30 Permeabilidad**

La propiedad que tiene una sección unitaria de terreno para permitir el paso de un fluido a través de ella sin deformar su estructura bajo la carga producida por un gradiente hidráulico.

### **2.31 Porosidad efectiva**

Es la relación del volumen de vacíos o poros interconectados de una roca o suelo dividido por el volumen total de la muestra.

### **2.32 Potencial de contaminación**

Es la interacción entre el tipo, intensidad, disposición y duración de la carga contaminante con la vulnerabilidad del acuífero; está definida por las condiciones de flujo del agua subterránea y las características físicas y químicas del acuífero.

### **2.33 Residuo sólido municipal**

El residuo sólido que proviene de actividades que se desarrollan en casa-habitación, sitios y servicios públicos, demoliciones, construcciones establecimientos comerciales y de servicios, así como residuos industriales que no se deriven de su proceso.

### **2.34 Sistema de flujo**

Es definido por la dirección de flujo que sigue el agua subterránea, considerando las zonas de recarga y descarga, las cargas y gradientes hidráulicos a profundidad y el efecto de fronteras hidráulicas. Incluye además la interacción con el agua superficial y comprende sistemas locales, intermedios y regionales.

### **2.35 Talud**

Es la inclinación formada por la acumulación de fragmentos del suelo con un ángulo de reposo del material del terreno de que se trate.

### **2.36 Unidades litológicas**

Conjunto de materiales geológicos compuestos predominantemente de cierta asociación de minerales que tienen un origen común.

### **2.37 Volumen de extracción**

Se refiere a la cantidad de agua subterránea que se extrae de un acuífero a través de pozos o norias.

### **2.38 Zona de aireación**

La zona que contiene agua bajo presión menor a la de la atmósfera, está delimitada entre la superficie del terreno y el nivel freático.



### **2.39 Zona de descarga**

Es la porción del drenaje subterráneo de la cuenca en la cual el flujo de agua subterránea fluye de mayor profundidad hacia el nivel freático; es decir el flujo subterráneo es ascendente.

### **2.40 Zona de inundación**

Área sujeta a variaciones de nivel de agua por arriba del nivel del terreno asociadas con la precipitación pluvial, el escurrimiento y las descargas de agua subterránea.

### **2.41 Zona de recarga**

Es la porción del drenaje subterráneo de la cuenca en la cual el flujo del agua subterránea fluye del nivel freático hacia mayor profundidad; es decir el flujo subterráneo es descendente.

### **2.42 Zona de saturación**

El área que se caracteriza por tener sus poros o fracturas llenas de agua, su límite superior corresponde al nivel freático y su límite inferior es una unidad impermeable.

### **2.43 Zona no saturada**

Es el espesor que existe entre la superficie del terreno y el nivel freático. Es equivalente a la profundidad del nivel freático.

## **3. ESPECIFICACIONES**

**3.1** Con el fin de cumplir con las diferentes especificaciones de ubicación que debe satisfacer un sitio para la disposición final de residuos sólidos municipales y facilitar la toma de decisiones en las diferentes etapas de los estudios que se describen en el punto 4 de esta Norma Oficial Mexicana, debe ser considerado el diagrama de flujo que se describe en el Anexo 1.

**3.2** Las condiciones mínimas que debe cumplir un sitio de disposición final de residuos sólidos municipales son las siguientes:

### **3.2.1 Aspectos generales**

**3.2.1.1** Restricción por afectación a obras civiles o áreas naturales protegidas.

**3.2.1.1.1** Las distancias mínimas a aeropuertos son:

- a) De 3000 m (tres mil metros) cuando maniobren aviones de motor a turbina.
- b) De 1500 m (mil quinientos metros) cuando maniobren aviones de motor a pistón.

**3.2.1.1.2** Respetar el derecho de vía de autopistas, ferrocarriles, caminos principales y caminos secundarios.

**3.2.1.1.3** No se deben ubicar sitios dentro de áreas naturales protegidas.

**3.2.1.1.4** Se deben respetar los derechos de vía de obras públicas federales, tales como oleoductos, gasoductos, poliductos, torres de energía eléctrica, acueductos, etc.

**3.2.1.1.5** Debe estar alejado a una distancia mínima de 1500 m (mil quinientos metros), a partir del límite de la traza urbana de la población por servir, así como de poblaciones rurales de hasta 2500 habitantes. En caso de no cumplirse con esta restricción, se debe demostrar que no existirá afectación alguna a dichos centros de población.



**3.2.1.2** La localización de sitios de disposición final de residuos sólidos municipales, para aquellas localidades con una población de hasta 50,000 habitantes, o cuya recepción sea de 30 toneladas por día, de estos residuos; se debe hacer considerando exclusivamente las especificaciones establecidas en los puntos 3.2.3 y 3.2.4 de esta Norma Oficial

### **3.2.2 Aspectos hidrológicos**

**3.2.2.1** Se debe localizar fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años. En caso de no cumplir lo anterior se debe demostrar que no exista la obstrucción del flujo en el área de inundación o posibilidad de deslaves o erosión que provoquen arrastre de los residuos sólidos.

**3.2.2.2** El sitio de disposición final de residuos sólidos municipales no se debe ubicar en zonas de pantanos, marismas y similares.

**3.2.2.3** La distancia de ubicación del sitio, con respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, debe ser de 1000 m (mil metros) como mínimo y contar con una zona de amortiguamiento tal que pueda retener el caudal de la precipitación pluvial máxima presentada en los últimos 10 años en la cuenca, definida por los canales perimetrales de la zona.

### **3.2.3 Aspectos geológicos**

**3.2.3.1** Debe estar a una distancia mínima de 60 m (sesenta metros) de una falla activa que incluya desplazamiento en un período de tiempo de un millón de años.

**3.2.3.2** Se debe localizar fuera de zonas donde los taludes sean inestables, es decir que puedan producir movimientos de suelo o roca, por procesos estáticos y dinámicos.

**3.2.3.3** Se deben evitar zonas donde existan o se puedan generar asentamientos diferenciales que lleven a fallas o fracturas del terreno, que incrementen el riesgo de contaminación al acuífero.

### **3.2.4 Aspectos hidrogeológicos**

**3.2.4.1** En caso de que el sitio para la disposición final de los residuos sólidos municipales esté sobre materiales fracturados, se debe garantizar que no exista conexión con los acuíferos de forma natural y que el factor de tránsito de la infiltración ( $f$ ) sea  $\leq 3 \times 10^{-10} \text{ seg}^{-1}$ .

**3.2.4.2** En caso de que el sitio para la disposición final de los residuos sólidos municipales esté sobre materiales granulares, se debe garantizar que el factor de tránsito de la infiltración ( $f$ ) sea  $\leq 3 \times 10^{-10} \text{ seg}^{-1}$ .

**3.2.4.3** La distancia mínima del sitio a pozos para extracción de agua para uso doméstico, industrial, riego y ganadero tanto en operación como abandonados, debe estar a una distancia de la proyección horizontal por lo menos de 100 m (cien metros) de la mayor circunferencia del cono de abatimiento, siempre que la distancia resultante sea menor a 500 m (quinientos metros), esta última será la distancia a respetar.

### **3.2.5 Consideraciones de selección**

**3.2.5.1** En caso de que exista una probable contaminación a cuerpos de agua superficial y subterránea, se debe recurrir a soluciones mediante obras de ingeniería.

## **4. PROCEDIMIENTOS**

**4.1** La selección de un sitio para la disposición final de residuos sólidos municipales requiere de estudios geológicos, hidrogeológicos y otros complementarios.



## **4.2 Estudios geológicos**

**4.2.1** Se deben realizar estudios geológicos de tipo regional y local de acuerdo con las siguientes características:

### **4.2.1.1 Estudio geológico regional**

Determinar el marco geológico regional con el fin de obtener su descripción estratigráfica, así como su geometría y distribución, considerando también la identificación de discontinuidades, tales como fallas y fracturas. Asimismo se debe incluir todo tipo de información existente que ayude a un mejor conocimiento de las condiciones del sitio; esta información puede ser de cortes litológicos de pozos de agua, exploración geotécnica, petrolera, o de otra índole.

### **4.2.1.2 Estudio geológico local**

Determinar las unidades litológicas en el sitio, su geometría, distribución y presencia de fallas y fracturas. Asimismo debe incluir estudios geofísicos para complementar la información sobre las unidades litológicas. El tipo de método a utilizar y el volumen de trabajo, debe garantizar el conocimiento tridimensional del comportamiento y distribución de los materiales en el subsuelo hasta una profundidad y distribución horizontal adecuada a las características geológicas e hidrogeológicas del área en que se ubica el sitio.

**4.2.1.3** Si los resultados geológicos y geofísicos preliminares muestran que no existe conexión aparente entre las rocas fracturadas con acuíferos o que la distribución de unidades litológicas de baja permeabilidad es amplia, se debe realizar un mínimo de una perforación en la periferia del sitio.

## **4.3 Estudios hidrogeológicos**

**4.3.1** Los estudios hidrogeológicos deben considerar cinco etapas:

Evidencias y uso del agua subterránea.

Identificación del tipo de acuífero.

Determinación de parámetros hidráulicos de las unidades hidrogeológicas, características físico-químicas del agua subterránea y características elementales de los estratos del subsuelo.

Análisis del sistema de flujo.

Evaluación del potencial de contaminación.

### **4.3.1.1 Evidencias y uso del agua subterránea**

Definir la ubicación y distribución de todas las evidencias del agua subterránea, tales como manantiales, pozos y norias, a escala regional y local. Asimismo se debe determinar el volumen de extracción, tendencias de la explotación y planes de desarrollo en la zona de estudio.

### **4.3.1.2 Identificación del tipo de acuífero**

Identificar las unidades hidrogeológicas, extensión y geometría, tipo de acuífero (libre, confinado, semi-confinado) y relación entre las diferentes unidades hidrogeológicas que definen el sistema acuífero.



#### 4.3.1.3 Determinación de parámetros hidráulicos de las unidades hidrogeológicas, características físico-químicas del agua subterránea y características elementales de los estratos del subsuelo

Determinar la profundidad al nivel piezométrico en el sistema acuífero, dirección y velocidad del agua subterránea a partir de los parámetros de conductividad hidráulica, carga hidráulica y porosidad efectiva.

Conocer la composición química del agua subterránea.

Determinar la conductividad hidráulica (K), la fracción de carbono orgánico (FCO) y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los diferentes estratos del subsuelo de la zona no saturada.

#### 4.3.1.4 Análisis del sistema de flujo

Con base en la información geológica y de los puntos 4.3.1.1, 4.3.1.2 y 4.3.1.3 de esta Norma Oficial Mexicana y de otros elementos hidrogeológicos, tales como zonas de freáticas, zonas de recarga y descarga, etc., se debe definir el sistema de flujo local y regional del área de estudio.

#### 4.3.1.5 Evaluación del potencial de contaminación

Se debe integrar toda la información obtenida de los puntos 4.3.1.1, 4.3.1.2, 4.3.1.3 y 4.3.1.4 de esta Norma Oficial Mexicana, para determinar si el sitio es apto o si requiere obras de ingeniería.

Se define la condición de tránsito de la infiltración aceptable que deben tener los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales, su valor de frontera está definido por  $f \leq 3 \times 10^{-10} \text{seg}^{-1}$  que representa el factor de tránsito de la infiltración, el cual relaciona a la velocidad promedio final de infiltración contra los diferentes espesores de los materiales de la zona no-saturada incluyendo la porosidad de ellos, según la siguiente fórmula:

$$f = (K \cdot i) / (U \cdot d)$$

Donde:

f = factor de tránsito de la infiltración, ( $\text{seg}^{-1}$ ).

d = espesor de la zona no-saturada, (m).

U = porosidad promedio efectiva de los materiales de la zona no-saturada, (adimensional).

i = gradiente hidráulico, (adimensional).

K = conductividad hidráulica promedio de los materiales de la zona no-saturada, (m/s).

La velocidad promedio (v) se calcula a partir de la conductividad hidráulica saturada (K) de los materiales del subsuelo en la zona no-saturada, dividida por la porosidad promedio efectiva (U), considerando un gradiente hidráulico unitario (i), de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$V = Ki/U.$$

El valor de (f) obtenido, para el caso de que se trate, debe graficarse para determinar su aptitud y viabilidad. Los sitios aptos son aquellos cuyo factor de tránsito de la infiltración es:

$$f \leq 3 \times 10^{-10} \text{seg}^{-1}.$$

#### 4.3.1.6 Aplicación de tecnologías y sistemas equivalentes



Previa autorización de los Gobiernos de los Estados o en su casos de los Municipios, con arreglo a las disposiciones de la presente Norma Oficial Mexicana, se pueden elegir sitios de disposición final de residuos sólidos municipales que no reúnan alguna de las condiciones establecidas anteriormente, cuando se realicen obras de ingeniería, cuyos efectos resulten equivalentes a los que se obtendrían del cumplimiento de los requisitos previstos en los puntos 3.2.1.1, 3.2.2.1, 3.2.2.3, 3.2.3.2, 3.2.3.3, 3.2.4.1, 3.2.4.2, 3.2.5.1 de esta Norma Oficial Mexicana; obras con las cuales se debe acreditar técnicamente que no se afectaría negativamente al medio ambiente.

## **5. GRADO DE CONCORDANCIA CON NORMAS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES**

5.1 No hay normas equivalentes, las disposiciones de carácter técnico que existen en otros países no reúnen los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico que en esta Norma se integran y complementan de manera coherente con base en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente.

## **6. BIBLIOGRAFIA**

- 6.1 Manual de Relleno Sanitario SEDUE, Subsecretaría de Ecología, 1984, México.
- 6.2 Manual de Hidráulica Azevedo Alvarez (Editorial Harla), México.
- 6.3 Mecánica de Suelos. E. Juárez Badillo y A. Rico Rodríguez (1970), México.
- 6.4 Sanitary Landfill Design and Operation Dr. Brunner & D.J. Keller, U.S.E.P.A. 1971. (Diseño y operación de un relleno sanitario) E.U.A.
- 6.5 Guía de Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios. Manuales de la Organización Panamericana de la Salud. Jorge Jaramillo y Francisco Zepeda (1991).
- 6.6 Practical Waste Management. John R. Holmes (1983). Editorial John Wiley & Sons (Manejo práctico de residuos), E.U.A.
- 6.7 Estudio de Comportamiento de un Relleno Sanitario mediante una celda de control (1992). Dirección General de Servicios Urbanos D.D.F., México.
- 6.8 Groundwater, R. Allan Freeze / John A. Cherry, Prentice Hall Inc. (1979) (Agua subterránea) E.U.A.
- 6.9 Diccionario de Mineralogía y Geología, Lexis 22, Barcelona, España (1980).
- 6.10 Dictionary of Geological Terms. The American Geological Institute, (1984) E.U.A. (Diccionario de términos geológicos) E.U.A.
- 6.11 The Geochemistry of Natural Waters, Drever, J. Prentice Hall E.U.A. (1982).
- 6.12 Determinación del Riesgo de Contaminación de Aguas Subterráneas, CEPIS, OPS, Foster S., Hirata R., Lima Perú, (1988).
- 6.13 Introduction to Geochemistry, Segunda Edición, Mc. Graw-Hill Book Co, Krauskopf K. E.U.A. (1979). (Introducción a la geoquímica).
- 6.14 Earth, W. H. Freeman and Company, Press F., Siever R. E.U.A. (1986) (La Tierra).



## 7. OBSERVANCIA DE ESTA NORMA

**7.1** Los sitios destinados a la disposición final de residuos sólidos municipales que operan actualmente, tienen un plazo de tres años a partir de su publicación en el Diario Oficial de la Federación para regularizar su situación de acuerdo a los preceptos de esta Norma.

**7.2** La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, a los Gobiernos del Distrito Federal, de los Estados y Municipios en el ámbito de su jurisdicción y competencia, cuyo personal realizará los trabajos de inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

**7.3** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial**.



Apéndice (b)  
NOM-084-Ecol-1994

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-084-ECOL-1994 QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA EL DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO Y LA CONSTRUCCIÓN DE SUS OBRAS COMPLEMENTARIAS

FICHA TECNICA

**Nombre corto:** P084EC94.

**Legislación:** Federal.

**Fuente:** D.O.F.

**Emite:** SEMARNAP.

**Fecha de publicación:** 22 de junio de 1994.

**Fecha de entrada en vigor:** 23 de junio de 1994.

**1.- OBJETO**

La presente norma oficial mexicana tiene como objeto establecer los requisitos para el diseño se un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias.

**2.- CAMPO DE APLICACION**

Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias.

**3.- DEFINICIONES**

**3.1 Residuo sólido municipal**

El residuo sólido que proviene de actividades que se desarrollan en casa-habitación, sitios y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios, así los residuos como industriales que no se deriven de su proceso.

**3.2 Generación.**

La cantidad de residuos sólidos originados por el componente unitario de una determinada fuente en un intervalo de tiempo.

**3.5 Peso volumétrico**

El peso de los residuos sólidos contenidos en una unidad de volumen.

**3.6 Disposición**

La descarga, depósito, inyección, vertido, derrame o colocación de cualquier tipo de residuo en o sobre el suelo o cualquier cuerpo de agua.

**3.8 Relleno sanitario**

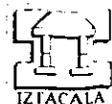
La obra de ingeniería para la disposición final y segura de los residuos sólidos municipales.

**3.9 Celda**

El bloque unitario de construcción de un relleno sanitario.

**3.10 Celda diaria**

Las áreas definidas donde se esparcen y compactan los residuos sólidos durante un día, siendo cubiertos al final del mismo, con una capa de algún material que en caso de ser suelo, también se compacta



### 3.11 Material de cubierta

El material de origen natural o sintético, utilizado para cubrir los residuos sólidos con el propósito de controlar el ingreso de diversos organismos, así como controlar la humedad de los estratos de residuos, el movimiento de gas producido por la degradación de la materia orgánica, el inicio y propagación de incendios, la dispersión de residuos y también proporcionar al sitio una apariencia adecuada.

### 3.12 Cubierta diaria

La capa de material natural o sintético con que se cubre a los residuos depositados durante un día de operación.

### 3.13 Cubierta intermedia

El estrato de material natural o sintético con que se cubre una franja o capa de residuos en un relleno sanitario.

### 3.14 Cubierta final

El revestimiento de material natural o sintético que confina el total de las capas de que consta un relleno sanitario.

### 3.15 Lixiviado

La solución resultante de la disolución y suspensión de algunos constituyentes de los residuos en el agua que los atraviesa.

### 3.16 Biogás

La mezcla de gases, producto de la descomposición biológica de la fracción orgánica de los residuos sólidos.

### 3.17 Sistema pasivo de extracción

El sistema utilizado para controlar el movimiento del biogás a presión natural y mediante el mecanismo de convección.

### 3.18 Sistema activo de extracción

El control del movimiento del biogás mediante una presión negativa inducida (vacío).

### 3.19 Zona de impacto sísmico

El área que tiene una probabilidad mayor o igual al 10% de que la aceleración horizontal en roca dura exceda el 10% de una aceleración de la gravedad (g) en 250 años.

## 4.- DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO

4.1 El diseño de un relleno sanitario, para la disposición final de los residuos sólidos municipales, deberá sujetarse al siguiente procedimiento:

### 4.1.1 Topografía

Información referente a la forma superficial y del perímetro (límites), del sitio, que deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

#### 4.1.1.1 Planimetría

1.- Tolerancia Angular =  $1'N/2$

2.- Tolerancia lineal =  $1/3000$

Donde:

N = Número de Vértices de la poligonal.

# ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM



3.- Ubicación de los límites del predio, cursos o cuerpos de agua superficial, áreas de inundación, caminos en servicio, líneas de conducción existentes en el sitio (luz, agua, drenaje, gas, teléfono, etc.), así como todo tipo de estructuras y construcciones existentes dentro del predio.

#### 4.1.1.2 Altimetría

Una vez establecido un banco de nivel fijo y de fácil localización, se deberá efectuar una nivelación a lo largo de las poligonales abierta y cerrada con puntos de nivelación, a cada 20 m. como máximo y especificar la altura de los sistemas de conducción, que atraviesen el sitio, incluyendo sus sistemas de sujeción.

#### 4.1.1.3 Secciones

Se deberán ubicar secciones a partir de la estación 0+000 del camino de acceso, debiendo referenciarse a las estaciones establecidas sobre el perfil del camino, las secciones serán siempre perpendiculares al eje del camino de acceso y abarcarán 20 m., a cada lado de dicho eje. Para la poligonal cerrada, se establecerá un eje central que divida al predio en dos áreas aproximadamente iguales, debiendo definirse ejes paralelos a cada 50 m., mismos que deben seccionarse transversalmente a cada 25 m. aproximadamente para superficies de 8 hectáreas o menos y a cada 50 m. en terrenos mayores a 8 hectáreas.

#### 4.1.1.4 Configuración topográfica

Las curvas de nivel se trazarán de acuerdo a los siguientes requerimientos: A cada medio metro para sitios planos y ligeramente ondulados y cada metro para ondulados, hondonadas profundas y valles escarpados.

#### 4.1.2 Cantidades y características de los residuos sólidos

Se deberá recabar información referente a las cantidades y características de los residuos sólidos, tanto actuales como proyectadas para un período mínimo igual a diez años o bien igual al período de vida útil del sitio. En caso de que estos datos no se encuentren disponibles, se deberán realizar los muestreos correspondientes conforme a lo establecido en las siguientes normas mexicanas.

NMX-AA-61-1985	DETERMINACION DE LA GENERACION
NMX-AA-15-1985	MUESTREO-METODO DE CUARTEO
NMX-AA-22-1985	SELECCIÓN Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS
NMX-AA-19-1985	DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO "IN-SITU"

#### 5.- SELECCION DEL METODO

La selección del método a utilizar para la operación del relleno sanitario, se deberá realizar con base a las condiciones topográficas y geohidrológicas del terreno elegido, seleccionando de entre los siguientes; trinchera, área y combinado.

#### 6.- REQUERIMIENTOS VOLUMETRICOS

Los requerimientos volumétricos para el diseño del Relleno Sanitario, deberán obtenerse para los años estimados, mediante los volúmenes totales anuales y acumulados tanto de los residuos sólidos municipales como del material de cubierta, empleando para ello la proyección de generación de residuos y los pesos volumétricos establecidos en la tabla 1.



TABLA 1

RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES

TAMAÑO DEL ASENTAMIENTO HUMANO	PARA DISEÑO DE LA CELDA DIARIA PESO VOLUMETRICO TON/M3	PARA EL CALCULO DE VIDA UTIL PESO VOLUMETRICO TON/M3
HASTA 500,000 HAB.	0.500	0.750
MAYORES DE 500,000 HAB.	0.600	0.900

**7.- CALCULO DE LA CAPACIDAD VOLUMETRICA**

El cálculo de la capacidad volumétrica del sitio, deberá realizarse considerando la configuración topográfica que presente el predio donde se alojará el relleno sanitario, así como sus niveles de desplante. Se deberá reportar por cada curva de nivel la capacidad volumétrica parcial y acumulada.

**8.- CALCULO DE LA VIDA DEL SITIO**

El cálculo de la vida útil del sitio deberá obtenerse por medio de la capacidad volumétrica total del sitio, la cantidad de residuos a disponer y el volumen de material de cubierta requerido, conforme a la siguiente ecuación:

$$U = V (365 Gt)$$

Donde:

**U** = Vida útil del relleno sanitario, expresado en años.

**V** = Volumen del sitio seleccionado, expresado en M3.

**Gt** = Volumen ocupado por la cantidad total diaria de residuos sólidos a disponer más la cantidad de material de cubierta demandado para cubrir esos residuos, expresado en m3/día.

**9.- DIMENSIONES DE LA CELDA DIARIA**

**9.1 Altura de la celda**

La altura máxima deberá ser de 3.00 m. incluyendo el espesor de los residuos a disponer y el material de cubierta requerido.

**9.2 Ancho de la celda**

El ancho de la celda (frente de trabajo) deberá estar determinado por la longitud necesaria para el funcionamiento adecuado y ejecución de maniobras del equipo, tanto de compactación como de transporte

**9.2.1** Para poblaciones de hasta 250,00 hab. el frente de trabajo se define conforme a la ecuación siguiente  
 $F = 0.0333 N T X$

Donde:

**F** = Longitud del frente de trabajo, expresado en metros.

**N** = Número de vehículos recolectores en la hora pico.

**T** = Tiempo promedio de descarga de cada vehículo recolector, expresado en minutos.

**X** = Ancho de los vehículos recolectores, expresado en metros.



9.2.2 Para poblaciones mayores de 250,000 hab. El ancho mínimo del frente de trabajo debe calcularse conforme a la ecuación siguiente:

$$F > \frac{h}{\sum_{i=1}^{i} (Xi)^2}$$

Donde:

F = Longitud del frente de trabajo, expresado en metros.

Xi = Ancho de la hoja topadora de cada una de las máquinas que se utilizarán simultáneamente, expresado en metros.

i = Número de equipos.

9.2.3 El largo de la celda se deberá calcular en función de la altura y el ancho previamente determinados, conforme a la ecuación siguiente:

$$L = \frac{V}{WA}$$

Donde:

L = Largo de la celda, expresado en metros.

V = Volumen de la celda, expresado en M3.

W = Ancho de la celda, expresado en metros.

A = Altura de la celda, expresado en metros.

9.2.4 Con base al método de área las celdas se construirán inicialmente en un extremo del sitio y se avanza hasta terminar con el otro extremo, cuando existan ondulaciones y depresiones en el terreno deberán ser utilizadas como respaldo conforme a las primeras celdas de una determinada capa constructiva.

**Criterio constructivo:**

I. Se prepara el terreno para trabajarlo a base de terrazas y al mismo tiempo extraer material para cubierta.

II. El frente de trabajo o ancho de la celda se calculará de acuerdo a lo establecido en los puntos 9.2.1 y 9.2.2.

III. Los cortes al terreno se harán, siguiendo la topografía del sitio para formar terrazas y aprovechar al máximo el terreno.

IV. El talud de la celda diaria tendrá una relación de 1:3 ángulo de 18°.



## ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA, UNAM



V. Cada celda del relleno será contigua con la del día anterior y así sucesivamente hasta formar una hilera de celdas que se denominarán franjas. Estas celdas se construirán de acuerdo con la topografía del sitio.

VI. Las franjas al irse juntando forman capas, estas se construirán considerando la altura del sitio disponible para el relleno y al ubicarse en el plano de construcción, se calendarizan y se numeran de abajo hacia arriba usando 3 subíndices, uno indicando capa, el segundo indicará la franja y una tercera para la celda diaria.

VII. Las cubiertas intermedias que sirve de separación de las celdas diarias serán de 30 cms. el espesor de la cubierta debe ser de 60 cms.

VIII. La compactación de los residuos dependerá de su composición, del grado de humedad y del equipo utilizado. Para obtener entre un 50 a 70 por ciento de reducción de su volumen.

IX. Las cubiertas tendrán una pendiente del 2% para el drenado adecuado que impidan el paso del agua, para evitar la erosión se deberán revegetar con especies propias de la región.

9.2.5 Con base al método de trinchera las celdas se construirán sobre la base del talud de la trinchera donde los residuos son compactados en capas inclinadas, posteriormente será cubierta con el material excavado de la futura trinchera.

### **Criterio constructivo:**

I. La profundidad mínima de la trinchera será de 2.00 m. de los cuales 1.50 m. será de residuos y el resto de material de cubierta.

II. La trinchera deberá contar con una pendiente del 2% que permita el drenado de la excavación a lo largo de toda su longitud.

III. El ancho de la trinchera será como mínimo de 9.00 m. para facilitar la descarga de los y la operación de la excavación de la máquina.

IV. El procedimiento constructivo, será el mismo a partir del punto IV de los criterios de construcción de las celdas por el método de área.

### **10.- OBRAS COMPLEMENTARIAS**

El relleno sanitario deberá comprender además del diseño de las celdas de confinamiento, con las obras complementarias que correspondan de acuerdo a la densidad de población expresada en la tabla 2.



TABLA 2

RANGO DE POBLACION

INSTALACION DE:	NUMERO DE HABITANTES			
	HASTA 50 MIL	50,001 A 200 MIL	200 MIL A 500	500 MIL EN ADELANTE
AREA DE ACCESO Y ESPERA		*	*	*
CERCA O AREA PERIMETRAL		*	*	*
CASETA DE VIGILANCIA	*	*	*	*
CASETA DE PESAJE Y BASCULAS		*	*	*
CAMINOS PERMANENTES	*	*	*	*
AREA DE EMERGENCIA DE DISPOSICION FINAL		*	*	*
DRENAJES PERIMETRALES E INTERIORES	*	*	*	*
INSTALACION DE ENERGIA ELECTRICA			*	*
POZOS DE MONITOREO PARA LIXIVIADOS		*	*	*
SEÑALAMIENTOS FIJOS Y MOVILES	*	*	*	*
SISTEMA DE CAPTACION DE BIOGAS	*	*	*	*
AREA DE AMORTIGUAMIENTO ALMACEN Y COBERTIZO		*	*	*
AREA ADMINISTRATIVA		*	*	*
SERVICIOS SANITARIOS			*	*
SISTEMA DE MONITOREO DE BIOGAS			*	*
SISTEMA DE CAPTACION Y TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS		*	*	*

11.- AREAS DE ACCESO Y ESPERA

11.1 Las áreas de acceso y espera tienen como propósito el control de entradas y salidas del personal y de los vehículos de recolección.

11.2 El acceso al relleno sanitario debe tener un ancho de 8.00 m. como mínimo.

11.3 Antes del acceso al frente de trabajo se deberá tener una área de espera con la capacidad suficiente para el estacionamiento de los vehículos recolectores y de transferencia en la hora pico.

12.- CERCA PERIMETRAL

El Relleno Sanitario deberá estar cercado, como mínimo con alambre de púas de cinco hilos de 1.50 m. de alto, a partir del nivel del suelo con postes de concreto o tubos galvanizados, debidamente empotrados y colocados a cada 3 m entre sí, para poblaciones de hasta 500,000 habitantes y como mínimo con maya ciclónica de 2.20 m. de alto para poblaciones mayores.



### 13.- CASETA DE VIGILANCIA

Las dimensiones de la caseta de vigilancia tendrá como mínimo 4 M<sup>2</sup> y deberá instalarse a la entrada del relleno sanitario, pudiendo ser construida con materiales propios de cada región.

### 14.- CASETA DE PESAJE Y BASCULA

14.1 Las dimensiones de la caseta de pesaje tendrán como mínimo 16 M<sup>2</sup> para alojar el dispositivo indicador de la báscula y el mobiliario necesario para el registro y archivo de datos.

14.2 La báscula deberá ubicarse cerca de la entrada del relleno sanitario y contar con:

14.2.1 Superficie de dimensiones suficientes para dar servicio a la unidad recolectora o de transferencia de mayor volumen de carga.

14.2.2 Capacidad acorde a la unidad recolectora de mayor volumen de carga.

14.2.3 La báscula deberá ser de una precisión de 5 Kg. y su instalación deberá apegarse a las especificaciones del fabricante.

### 15.- CAMINOS

15.1 Los caminos serán de dos tipos exteriores e interiores.

15.2 Los caminos exteriores deben cumplir como mínimo las especificaciones siguientes:

15.2.1 Ser de trazo permanente y

15.2.2 Garantizar el tránsito por ellos en cualquier época del año, a todo tipo de vehículos que acudan al relleno sanitario.

15.3 Cuando por volumen de tránsito y de la capacidad de carga de los vehículos, se haga necesario la colocación de la carpeta asfáltica, esta superficie de rodamiento deberá estar sobre el nivel de despalme, misma que definirá la subrasante, en este caso, para recibir la carpeta se deberá construir:

15.3.1 Una sub-base con espesor mínimo de 12 cm formada de material natural producto de la excavación o explotación de bancos de materiales

15.3.2 Una base con espesor de 12 cm de grava controlada y arena compactada al 90% de la prueba proctor.

15.3.3 El espesor de la carpeta asfáltica, cuya finalidad es proporcionar una superficie estable, uniforme, impermeable y de textura apropiada, se calculará en función del valor relativo de soporte del suelo, de la carga de diseño y del volumen de tránsito.

15.4 Los caminos internos deben cumplir las especificaciones siguientes:

15.4.1 Deberán permitir la doble circulación de los vehículos recolectores, hasta el frente de trabajo del relleno sanitario.

15.4.2 Deberán ser de tipo temporal y que no presenten pendientes mayor del 5%.

### 16.- CRITERIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS CAMINOS



Los caminos interiores y exteriores deberán ser diseñados y construidos conforme a los criterios básicos establecidos en la tabla 3.

**TABLA 3**  
**CRITERIOS BASICOS PARA CAMINOS**

CARACTERISTICAS	CAMINOS EXTERNOS		CAMINOS INTERNOS		
	PLANO Y ONDULADO	CLASES DE CAMINOS			PLANO Y ONDULADO
		MONTAÑOSO	MUY ACCIDENTADO		
VEL. DE DISEÑO EN KM/H	60	40	30	40	25
GRADO MAXIMO RADIO MINIMO (m)	11.00'	24.30'	44.00'	23.00'	57.00'
ANCHO DE CORONA (m)	6	6	6	4	4
PENDIENTE MAXIMA (%)	8	9	10	5	5
CARGA PARA DISEÑO	HS-20	HS-20	HS-20	HS-10	HS-10
CARGA SUPERF. DE RODAMIENTO	REVESTIDO	REVESTIDO	REVESTIDO	TRANSITABLE EN CUALQUIER EPOCA DEL AÑO	TRANSITABLE EN CUALQUIER EPOCA DEL AÑO

**17.- AREA DE EMERGENCIA**

17.1 El área de emergencia será destinada para la recepción de los residuos municipales, cuando por situaciones climatológicas no permita la operación en el frente de trabajo, para facilitar la operación del relleno, además se deberá contar con lonas plásticas, residuos provenientes de demolición, o del barrido de calles para cubrir los residuos.

17.2 El área de emergencia deberá:

17.2.1 Estar ubicada en el área que presente las mejores condiciones para su operación.

17.2.2 Que su capacidad sea suficiente para una operación ininterrumpida de 6 meses.

17.2.3 Que exista material adecuado y en condiciones suficientes para cubrir diariamente los residuos.

**18.- DRENAJE**

18.1 Las obras de drenaje serán de tipo permanente y temporal.

18.1.1 Las obras de drenaje permanentes se construirán en los límites del relleno que tienen como objeto la captación del escurrimiento de aguas arriba, los canales deberán revestirse con mortero: cemento-arena en proporción de 1:3 o mediante un sampeado de piedra junteada con mortero cemento-arena en proporción 1:5 la velocidad del agua dentro de los canales no debe ser menor de 0.60 m/seg. ni mayor de 2.00 m/seg.



18.1.2 Las obras de drenaje temporal deberá construirse mediante canales de sección triangular con taludes de 3:1, rellenos de grava de 3 cm. de tamaño máximo para evitar socavones, y captar las aguas pluviales para conducir las fuera del área de trabajo.

18.1.3 Para los drenajes permanentes y temporales, el dimensionamiento de canales, se deberá efectuar mediante la fórmula de Manning, obteniendo el gasto de diseño a partir del método racional americano o la fórmula de Burklieziegler.

#### FORMULA DEL METODO RACIONAL AMERICANO

$$Q = \frac{CiA}{0.36}$$

Donde:

Q = Gasto máximo expresado en L/seg.

C = Coeficiente de escurrimiento

i = Intensidad de lluvia máxima horaria promedio, expresado en mm/hr.

A = Area por drenar expresado en ha.

0.36 = Factor de conversión

#### FORMULA DE BURKLEZIEGLER

$$Q = 27.78 CiS(1/4 A^{3/4})$$

Donde:

Q = Gasto máximo expresado en L/seg.

C = Coeficiente de escurrimiento (sin dimensiones)

i = Intensidad de lluvia máxima horaria promedio, expresado en mm/hr.

S = Pendiente del terreno expresado en milésimas

A = Area por drenar expresado en ha.

27.78 = Factor de conversión.

Estas obras de drenaje, deberán diseñarse con capacidad para manejar caudales iguales o mayores al de una tormenta con período de retorno de 25 años.

#### 19.- INSTALACION DE ENERGIA ELECTRICA

Las instalaciones de energía eléctrica deberán satisfacer las necesidades de iluminación y energía en señalamiento exteriores e interiores, requerimientos en oficinas, e instalación de alumbrado en los frentes de trabajo.

#### 20.- SEÑALAMIENTOS

Los señalamientos se dividirán en 3 géneros: informativos, preventivos y restrictivos, pudiendo ser de tipo móvil o fijo y deberán ajustarse a lo establecido en el "Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras", editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.



## **21.- SISTEMA DE IMPERMEABILIZACION**

**21.1** El sistema de impermeabilización será utilizado para aquellos rellenos sanitarios donde el nivel de aguas freáticas se localice a menos de 10 m. de profundidad.

**21.2** El sistema de impermeabilización deberá diseñarse para toda la base del relleno y podrá ser de origen tanto natural como sintético, o bien alguna combinación de éstos, debiendo asegurar una permeabilidad mínima de  $1 \times 10^{-5}$  cm/seg. Se deberá demostrar que los materiales que integran dicho sistema no se deteriorarán ni perderán sus propiedades y ser resistentes a los esfuerzos físicos que resulten del peso de los materiales y residuos que serán colocados sobre este sistema de impermeabilización.

**21.3** Los materiales de origen natural pueden ser importados o bien del mismo sitio y en ambos casos se deberá especificar el manejo o trato que deberá dárseles para reducir su permeabilidad a los límites establecidos o en su defecto se deberá demostrar que su espesor es capaz de absorber o atenuar la carga contaminante de los lixiviados, evitando su migración hacia los acuíferos.

## **22.- SISTEMAS DE CAPTACION Y EXTRACCIÓN DE LIXIVIADOS**

**22.1** Deberá instalarse un sistema de captación de lixiviados inmediatamente por encima del sistema de impermeabilización.

**22.2** Los sistemas de captación de lixiviados deberán ser capas drenantes, ubicadas principalmente en la base del relleno y sobre cualquier capa superior donde se espere tener acumulación de líquidos y estar diseñadas para conducir de la forma más rápida posible el agua libre del relleno hasta cárcamos de colección. Estas capas drenantes podrán constituirse en forma de redes de drenes (tuberías perforadas) o trincheras. Su pendiente mínima debe ser de 0.4% y su conductividad hidráulica de  $1 \times 10^{-5}$  m/seg para espesores de 0.3 m. o bien una transmisibilidad hidráulica de  $3 \times 10^{-5}$  M2/seg para espesores menores.

## **23.- POZOS DE MONITOREO PARA LIXIVIADOS**

**23.1** Los sistemas de monitoreo para lixiviados deberán contar de por lo menos 3 pozos de muestreo que se sitúen uno en la dirección del flujo de las aguas subterráneas a 500 m. antes de llegar al sitio del relleno sanitario otro a 500 m. aguas abajo del sitio, y el último en el sitio del relleno.

**23.2** Los pozos que se ubican fuera del relleno sanitario deberán profundizar 2 m. dentro del acuífero y el nivel o base del relleno.

**23.3** La construcción de los pozos de monitoreo para lixiviados deberán realizarse únicamente con materiales y técnicas que aseguren la no contaminación del acuífero, y podrán ser de un diámetro mínimo, que permita la introducción y recuperación del sistema muestreador debiendo ser este último resistente a la corrosión.

## **24.- SISTEMA DE CAPTACION DE BIOGAS**

**24.1** Se deberá construir estructuras verticales de 60 a 100 cms. de lado a manera de chimenea, con malla y varilla, rellenos con piedra, esta estructura se desplantará 30 cms. abajo del fondo del relleno y en la parte superior se cubre con una placa de concreto, dejando un tubo con cuello de ganso, u otro sistema dependiendo de la cantidad generada de gas y el uso que se le de (ver anexo correspondiente).

**24.2** Se deberán instalar 2 pozos por hectárea de relleno.

**24.3** Independientemente del sistema de control que se use, el biogas que sea venteado o extraído, deberá ser quemado. El diseño de la instalación y del quemador deberá reunir las condiciones adecuadas para un óptimo funcionamiento.



## **25.- SISTEMA DE MONITOREO PARA BIOGAS**

**25.1** El sistema de monitoreo de biogas será utilizado para aquellos rellenos sanitarios que sean construidos en oquedades, barrancas depresiones, zanjas, etc., o en el caso que exista el contacto directo de los residuos sólidos con paredes, en las cuales se pueda presentar la migración de biogas de forma horizontal.

**25.2** Los sistemas de monitoreo para identificar la migración de biogas estará integrado por pozos distribuidos a lo largo del perímetro del relleno sanitario. Estos se construirán con una separación máxima de 50 m entre pozo y pozo y a una distancia mínima de 2 m del límite de los residuos sólidos. La profundidad máxima será igual al espesor de residuos sólidos más un metro.

## **26.- AREA DE AMORTIGUAMIENTO**

**26.1** El área de amortiguamiento deberá diseñarse y construirse en un espacio perimetral que fluctúe entre 15 y 30.

**26.2** Esta franja deberá estar forestada con especies vegetales que reduzcan la salida de polvos, ruido, y materiales ligeros durante la operación.

## **27.- ALMACEN Y COBERTIZO**

Se deberá construir un cobertizo para guardar equipo, herramienta, materiales que sean de uso para el relleno, el tamaño dependerá del equipo que se disponga, camionetas, traxcavos y deberá tener en el frente un patio de maniobras lo suficientemente grande, para poder recibir vehículos que vengan a descargar materiales al almacén.

## **28.- AREA ADMINISTRATIVA**

El área administrativa deberá contar con el espacio suficiente para la instalación de las oficinas respectivas, así como el mobiliario y equipo que se requiera.

## **29.- SERVICIOS SANITARIOS**

Los servicios sanitarios se instalarán conforme a los requisitos que establezcan las disposiciones legales aplicables.

## **30.- VIGILANCIA**

Los gobiernos del Distrito Federal, de los Estados y municipios en sus respectivas jurisdicciones, son la autoridad competente para vigilar el cumplimiento de la presente norma oficial mexicana.

## **31.- SANCIONES**

El incumplimiento de la presente norma oficial mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en cada entidad y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

## **32.- BIBLIOGRAFIA**

**32.1** Manual del relleno sanitario SEDUE, Subsecretaría de Ecología, 1984.

**32.2** Manual de Hidráulica Azevedo Alvarez (Editorial Harla)

**32.3** Mecánica de suelos E. Juárez Badillo y A. Rico Rodríguez (1970).

**32.4** Sanitary Landfill Design and Operación Dr. Brunner & D.J. Keller, U.S.E.P.A. 1971.

**32.5** Buranek, D. (1987), "Construction Guide Liners", Civil Engineering, Nov. 1987.

**32.6** EPA Liners Workshop for Región VI and State Permit Writers, Dallas, Texas Environmental Protección Agency (1985)

**32.7** Standar Number 54 flexible Membrane Liners, Ann Arbor, Michigan. National Sanitation Fundation (1985).

**32.8** Poly-America Inc. Reference Manual. An Engineering Aproach to Groundwater Protección, Gran Praire, Texas.

**32.9** Polyfelt Ts. Chemie Linz (Manual de Diseño y Practica).



**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM**



- 32.10** Hazardous Waste Engineering Research Laboratory. U.S. Environmental protection Agency.
- 32.11** Geosynthetic Design Guidance for Hazardous Waste Landfill cells and Surface Impoundments. Cincinnati, Ohio, soil 6 materia Enggieners, Inc.
- 32.12** Dura-flex. An Innovation for the Environmental Containment Industry. Gran Praire, Texas, Yazdani G. and Nobert J.
- 32.13** Manual de manejo de desechos sólidos caterpillar.
- 32.14** Guía de Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios. Manuales Organización Panamericana de la Salud. Jorge Jaramillo y Francisco Zepeda (1991).
- 32.15** Practical Waster Management, John R. Holmes (1983) Editorial John Willey & Sons.
- 32.16** Estudio de comportamiento de un relleno sanitario mediante una celda de control D.D.F. (1992).
- 33.- VIGENCIA**

La presente norma oficial mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.



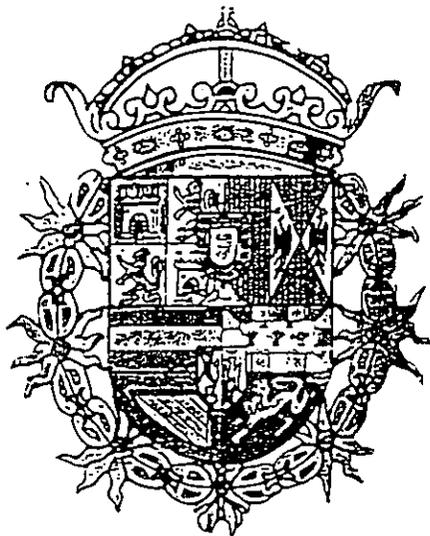
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM



Apéndice (c)

**CONSTRUCCIÓN Y OPERACION DEL RELLENO SANITARIO DE CORDOBA, AMATLAN Y  
FORTIN, VERACRUZ**

RESULTADO PARA LA CONSTRUCCION  
Y OPERACION DEL RELLENO SANITARIO  
Y CLAUSURA DEL TIRADERO ACTUAL.



AMATLAN, CORDOBA, Y FORTIN

Victor Edwing Rahme Elias

EB

CONCESION PARA LA CONSTRUCCION, PUESTA EN MARCHA Y OPERACION DE UN RELLENO SANITARIO CON LA MODALIDAD DE INVERSION TOTAL PRIVADA RECUPERABLE, QUE CELEBRAN POR UNA PARTE LOS MUNICIPIOS DE AMATLAN DE LOS REYES, CORDOBA Y FORTIN, VERACRUZ, A QUIENES EN LO SUCESIVO SE LES DENOMINARA "LOS CONCEDENTES", REPRESENTADOS EN ESTE ACTO POR LOS PRESIDENTES MUNICIPALES, DR. MIGUEL CASTRO TINOCO, DR. ENRIQUE BUSTOS BERTHEAU Y C.P. ANTONIO RAMIREZ RODRIGUEZ Y POR LOS SECRETARIOS DE LOS MUNICIPIOS, SEÑORES ING. MIGUEL A. CASTRO ROSAS, VICTOR EDWING RAHME ELIAS Y DR. ARMANDO MARTINEZ CRUZ Y POR LA OTRA LA EMPRESA SERVICIOS DE TECNOLOGIA AMBIENTAL, S.A. DE C.V., A QUIEN EN LO SUCESIVO SE LE DENOMINARA "EL CONCESIONARIO" REPRESENTADA EN ESTE ACTO POR EL ING. ALFONSO CHAVEZ VASAVILBASO Y EL SR. MICHAEL D. MEUSE, EN SU CARACTER DE DIRECTORES, AL TENOR DE LOS SIGUIENTES.

### ANTECEDENTES

I. CON BASE EN EL ARTICULO 115 DE LA CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, LOS MUNICIPIOS TIENEN A SU CARGO EL SERVICIO DE LIMPIA PUBLICA; LA CONSTITUCION POLITICA DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE VERACRUZ-LLAVE, ARTICULOS 110 Y 114; LA LEY ORGANICA MUNICIPAL, ARTICULOS 34, 96, 105, Y LOS REGLAMENTOS DE LIMPIA PUBLICA DE LOS MUNICIPIOS, LOS FACULTAN PARA OTORGAR LA CONCESION DEL SERVICIO DE LIMPIA PUBLICA A PERSONAS FISICAS O MORALES DE NACIONALIDAD MEXICANA, Y LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE, EN SUS ARTICULOS 6 Y 135 ESTABLECE QUE ES COMPETENCIA DE LAS ENTIDADES FEDERATIVAS Y MUNICIPALES, LA REGULACION DEL MANEJO Y DISPOSICION FINAL EN RELLENOS SANITARIOS DE LOS RESIDUOS SOLIDOS NO PELIGROSOS.

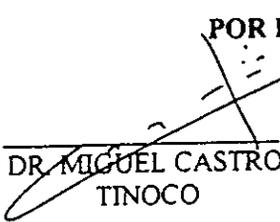
Alfonso Chavez Vasavilbaso

EB

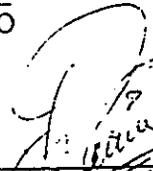
8

LEIDO QUE FUE POR LAS PARTES DEL CONTENIDO Y FUERZA LEGAL DE LA PRESENTE CONCESION, LO FIRMAN EN LA H. CIUDAD DE CORDOBA DEL ESTADO DE VERACRUZ, LLAVE, A LOS QUINCE DIAS DEL MES DE MARZO DE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y CUATRO.

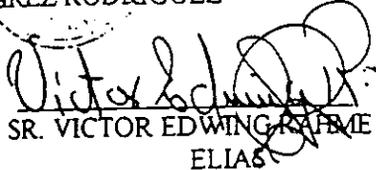
**POR LOS CONCEDENTES**

  
\_\_\_\_\_  
DR. MIGUEL CASTRO  
TINOCO

  
\_\_\_\_\_  
DR. ENRIQUE BUSTOS  
BERTHEAU

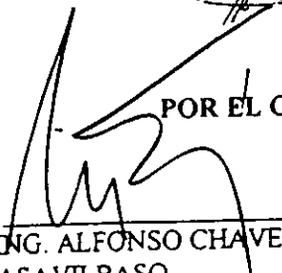
  
\_\_\_\_\_  
C.P. ANTONIO RAMIREZ RODRIGUEZ

  
\_\_\_\_\_  
ING. MIGUEL A. CASTRO  
ROSAS

  
\_\_\_\_\_  
SR. VICTOR EDWING RAHME  
ELIAS

  
\_\_\_\_\_  
DR. ARMANDO MARTINEZ CRUZ

**POR EL CONCESIONARIO**

  
\_\_\_\_\_  
ING. ALFONSO CHAVEZ  
VASAVILBASO

\_\_\_\_\_  
SR. MICHAEL D. MEUSE



**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM**



**Apéndice (d)**  
**TITULO DE CONCESION SERVICIO INTEGRAL DE LIMPIEZA DE NUEVO LAREDO,  
TAMAULIPAS.**



GOBIERNO  
AYUNTAMIENTO  
CONSTITUCIONAL  
NUEVO LAREDO, TAM.

TITULO DE CONCESION PARA LA PRESTACION  
DEL SERVICIO INTEGRAL DE LIMPIEZA DE LA  
CIUDAD DE NUEVO LAREDO, TAMAULIPAS.



R. AYUNTAMIENTO  
CONSTITUCIONAL  
NUEVO LAREDO, TAM.

### TITULO DE CONCESION

CONCESION PARA LA PRESTACION DEL SERVICIO INTEGRAL DE LIMPIEZA, EN SUS DIFERENTES ETAPAS DE: BARRIDO, RECOLECCION, TRANSPORTE, Y DISPOSICION FINAL EN UN RELLENO SANITARIO, DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES, EL CUAL OTORGA EL R. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL DE NUEVO LAREDO, TAM., A QUIEN EN LO SUCESIVO, SE LE DENOMINARA "EL CONCEDENTE", REPRESENTADO EN ESTE ACTO POR EL PRESIDENTE MUNICIPAL C. CP. HORACIO EMIGDIO GARZA GARZA, EL SECRETARIO DEL AYUNTAMIENTO, C. LIC. JOSE IGNACIO SALINAS LOZANO, EL PRIMER SINDICO C. LIC. JESUS RAMOS MANSILLA, EL SEGUNDO SINDICO C. ANTONIO ALMAGUER GOMEZ, A LA EMPRESA SERVICIOS DE TECNOLOGIA AMBIENTAL, S.A. DE C.V., A QUIEN EN LO SUCESIVO SE LE DENOMINARA "EL CONCESIONARIO", REPRESENTADA EN ESTE ACTO POR EL C. ING. ALFONSO CHAVEZ VASAVILBASO, EN SU CARACTER DE DIRECTOR, AL TENOR DE LOS SIGUIENTES.

### ANTECEDENTES

I. EL MUNICIPIO TIENE A SU CARGO EL SERVICIO PUBLICO DE LIMPIA, CON FUNDAMENTO EN LA CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, EN LA CONSTITUCION POLITICA DEL ESTADO DE TAMAULIPAS; EN EL CODIGO MUNICIPAL PARA EL ESTADO Y EN EL REGLAMENTO PARA EL SERVICIO DE LIMPIEZA, EN LOS ARTICULOS 115, 132, 49 Y 5º, RESPECTIVAMENTE. ASIMISMO, EL CODIGO MUNICIPAL Y EL REGLAMENTO PARA EL SERVICIO DE LIMPIEZA, LO FACULTAN PARA CONCESIONAR EL SERVICIO PUBLICO EN CUESTION, EN SUS DIVERSOS 49, FRACCION VII; 171, SEGUNDO PARRAFO Y 5º, FRACCION VI, RESPECTIVAMENTE. LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE, EN SUS ARTICULOS 6 Y 135, ASI COMO LA LEY DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCION AL AMBIENTE DEL ESTADO DE TAMAULIPAS EN SU ARTICULO 99, ESTABLECEN QUE ES COMPETENCIA DE LAS ENTIDADES FEDERATIVAS Y MUNICIPALES, LA REGULACION DEL MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS NO PELIGROSOS EN RELLENOS SANITARIOS

II. EN EL ACTA DE CABILDO No 21, DE FECHA 22 DE JULIO DE 1993, SE APROBO LA CONCESION DEL SERVICIO PUBLICO DE LIMPIEZA, SUJETANDOSE A LA



AYUNTAMIENTO  
CONSTITUCIONAL  
DE NUEVO LAREDO, TAM.

la precisión de los datos técnicos para los trabajos a realizar, información anterior que debería de estar incluida en las propuestas técnicas y económicas y que después de haber realizado una serie de reuniones de evaluación, se llegó a la conclusión de que la empresa SERVICIOS DE TECNOLOGIA AMBIENTAL, S. A. DE C. V., es la que cumplió a satisfacción con todos los requisitos solicitados en las Bases de Licitación, demostrando tener la capacidad técnica y financiera para desarrollar el proyecto objeto de este Concurso, así como su constitución legal, aunado de que sus propuestas técnica y económicas reflejan un conocimiento profundo en el servicio solicitado y por ende garantizan una cabida prestación del mismo, además las características de los equipos y la tecnología que propone para las diferentes etapas del servicio son las adecuadas. La anterior opinión emitida por el Comité de Evaluación, fue presentada ante el H. Cabildo de esta Ciudad, el cual después de haber analizado todas y cada una de las propuestas presentadas por las empresas participantes decidió en forma unánime en Sesión de Cabildo de fecha 16 de Diciembre del año en curso que la CONCESION DEL SERVICIO INTEGRAL DE LIMPIEZA DE ESTA CIUDAD SEA ADJUDICADA A LA EMPRESA SERVICIOS DE TECNOLOGIA AMBIENTAL, S. A. DE C. V. (SETASA), por los razonamientos anteriormente expuestos. La decisión anterior tiene el carácter de irrevocable.



R. AYUNTAMIENTO  
CONSTITUCIONAL  
SECRETARIA  
Nuevo Laredo, Tam.

EL SECRETARIO DEL AYUNTAMIENTO

SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCION.

Nuevo Laredo, Tam., Diciembre 20 de 1993.

EL PRESIDENTE MUNICIPAL

C.P. HORACIO E. GARZA GARZA

EL PRESIDENTE MUNICIPAL

AYUNTAMIENTO  
CONSTITUCIONAL  
CALLE LAUREL, 200

EL HONORABLE CABILDO

PRIMER SINDICO

LIC. JESUS PABLO MANSELLA

PRIMER REGIDOR

MARIA SOCORRO MORENO VILLANUEVA

TERCER REGIDOR

FELIX ALBERTO ALEMAN

CUARTO REGIDOR

HERIBERTO ESPINOSA MARTINEZ

SEPTIMO REGIDOR

JUAN REGIDOR

NOVENO REGIDOR

PROFRA. BERTHA CONCEPCION GARCIA SEGURA

DECIMO PRIMER REGIDOR

ING. HOMERICO MUÑOZ VALLES

DECIMO TERCER REGIDOR

ING. HOMERICO MUÑOZ VALLES

DECIMO QUINTO REGIDOR

DR. GUILLERMO LACARRI ANDERSON



R. AYUNTAMIENTO  
CONSTITUCIONAL  
SECRETARIA  
Nuevo Laredo, Tama.

SEGUNDO SINDICO

ANTONIO ALMAGUER GOMEZ

SEGUNDO REGIDOR

JOSE TRINIDAD GONZALEZ PEREZ

CUARTO REGIDOR

APOLONIA CARRERALES LIRA

QUINTO REGIDOR

PEDRO ROBLES GARCIA

SEPTIMO REGIDOR

JOSE ARMANDO TORRES MARTINEZ

DECIMO REGIDOR

DR. JESAMAM ROCHA DIAZ

DECIMO SEGUNDO REGIDOR

PROFRA. ALFREDO BRISEÑO GONZALEZ

DECIMO CUARTO REGIDOR

PROFRA. RAFAEL ELIZONDO ESCAMILLA

DECIMO SEXTO REGIDOR

MANUEL CIVIC ROJO SAMANIEGO



**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM**



**Apéndice (f)**

**TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE MERIDA, YUC.**



PRESENCIA MUNICIPAL  
CD. GUADALUPE, N. L.

## TÍTULO DE CONCESION

QUE OTORGA EL R. AYUNTAMIENTO DE CIUDAD GUADALUPE, NUEVO LEÓN, REPRESENTADO EN ESTE ACTO, POR EL C. C.P. JESÚS MARÍA EUZONDO GONZALEZ, LIC. JAIME GARCÍA BARRAZA, LIC. JOSÉ ÁNGEL RAMÓN LOZANO, C.P. JUANITA VALLES CALDERÓN, E ING. AQUILES ELIUD GARZA LUNA, EN SU CARÁCTER DE PRESIDENTE MUNICIPAL, SÍNDICO SEGUNDO, SECRETARIO DEL R. AYUNTAMIENTO, SECRETARIA DE FINANZAS Y TESORERA MUNICIPAL, Y SECRETARIO DE SERVICIOS Y REPRESENTANDO EN ESTE CASO ADEMÁS A LA DIRECCIÓN DE ECOLOGÍA MUNICIPAL, RESPECTIVAMENTE, EN FAVOR DE:

### SERVICIOS DE TECNOLOGÍA AMBIENTAL, S.A. DE C.V.

PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS EN EL MUNICIPIO DE CIUDAD GUADALUPE, NUEVO LEÓN, PARA TODOS LOS EFECTOS DE ESTA CONCESIÓN Y EN EL TEXTO DE LA MISMA, AL AYUNTAMIENTO DE CIUDAD GUADALUPE, NUEVO LEÓN, EN LO SUCESIVO, SE LE DENOMINARÁ "EL CONCEDENTE" Y A "SERVICIOS DE TECNOLOGÍA AMBIENTAL, S.A. DE C.V.", "LA CONCESIONARIA", QUEDANDO SUJETA A LOS ANTECEDENTES Y CONDICIONES QUE ADELANTE SE EXPRESAN:

### ANTECEDENTES

- I.- DE CONFORMIDAD CON LO QUE DISPONE EL ARTÍCULO 115 DE LA CONSTITUCIÓN FEDERAL PARA LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, 23 Y 231 DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE NUEVO LEÓN, LOS MUNICIPIOS TENDRÁN A SU CARGO, ENTRE OTRAS RESPONSABILIDADES, EL SERVICIO DE LIMPIA.
- II.- QUE CON BASE EN LAS ATRIBUCIONES QUE CONFIERE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN, EN SUS ARTICULOS 23 Y 231, ASÍ COMO EN LO DISPUESTO POR LOS ARTICULOS 87, 88, 89, 90, 91, 92 Y DEMÁS RELATIVOS DE LA LEY ORGÁNICA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA MUNICIPAL

↓

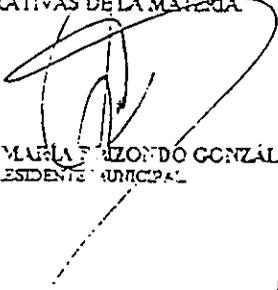


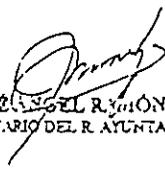
R. AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE  
CIUDAD GUADALUPE, NUEVO LEÓN

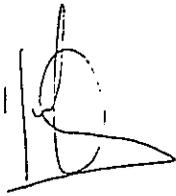
- 6.- POR NO INICIAR LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO PÚBLICO UNA VEZ OTORGADA LA CONCESIÓN, DENTRO DEL TÉRMINO SEÑALADO.
- 7.- POR VIOLACIONES A LAS TARIFAS O POR INCUMPLIMIENTO DE ALGUNA DE LAS OBLIGACIONES DEL CONCESIONARIO, CONSIDERÁNDOSE COMO TALES Y ENTRE OTRAS, LAS SEÑALADAS POR LA CONVOCATORIA Y POR EL ARTÍCULO 99 DE LA LEY ORGÁNICA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA MUNICIPAL VIGENTE EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN.

LA EMPRESA "SERVICIOS DE TECNOLOGÍA AMBIENTAL S.A. DE C.V." NO PODRÁ INICIAR OPERACIONES, NI PRESTAR EL SERVICIO PÚBLICO, SI NO DESPUÉS DE EMITIDO UN DICTAMEN TÉCNICO FAVORABLE POR EL R. AYUNTAMIENTO, SOBRE LAS CONDICIONES DE EQUIPO Y DE LAS INSTALACIONES.

LA EMPRESA "SERVICIOS DE TECNOLOGÍA AMBIENTAL S.A. DE C.V." DEBERÁ DE CUMPLIR CON LAS OBLIGACIONES QUE SEÑALA LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN, LA LEY ORGÁNICA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA MUNICIPAL DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN, EL REGLAMENTO DE LIMPIEZA DE CIUDAD GUADALUPE, NUEVO LEÓN Y TODAS Y CADA UNA DE LAS DISPOSICIONES LEGALES Y ADMINISTRATIVAS DE LA MATERIA.

  
C.P. JESÚS MARÍA ELIZONDO GONZÁLEZ  
PRESIDENTE MUNICIPAL

  
LIC. JOSÉ ÁNGEL RAMÓN LOZANO  
SECRETARIO DEL R. AYUNTAMIENTO





**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA, UNAM**



**Apéndice (e)**

**TITULO DE CONCESION RECOLECCIÓN EN EL MUNICIPIO DE GUADALUPE, NUEVO LEON.**

CONCESION QUE OTORGA EL AYUNTAMIENTO DE LA CIUDAD DE MERIDA, REPRESENTADO POR LOS CIUDADANOS PATRICIO PATRON LAVIADA Y LICENCIADO FERNANDO CASTELLANOS PACHECO, EN SU CARACTER DE PRESIDENTE MUNICIPAL Y SECRETARIO DEL AYUNTAMIENTO RESPECTIVAMENTE, EN FAVOR DE:

SERVICIOS DE TECNOLOGIA AMBIENTAL, S.A. DE C.V.,

REPRESENTADA EN ESTE ACTO POR EL ING. ALFONSO CHAVEZ VASAVILBASO EN SU CARACTER DE DIRECTOR GENERAL, PARA LA PRESTACION DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES NO PELIGROSOS. PARA TODOS LOS EFECTOS DE ESTA CONCESION, EN LO SUCESIVO Y EN EL TEXTO DE LA MISMA, AL AYUNTAMIENTO DE MERIDA SE LE DENOMINARA 'EL CONCEDENTE' Y A LA EMPRESA SERVICIOS DE TECNOLOGIA AMBIENTAL, S.A. DE C.V., 'LA CONCESIONARIA', CONFORME A LOS SIGUIENTES ANTECEDENTES Y CONDICIONES.

#### ANTECEDENTES

- I. DE CONFORMIDAD CON LO QUE DISPONEN LOS ARTICULOS 115, FRACCION III INCISO C) DE LA CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS Y 85 FRACCION I DE LA CONSTITUCION POLITICA DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE YUCATAN, LOS MUNICIPIOS TENDRAN A SU CARGO, ENTRE OTROS, EL SERVICIO DE LIMPIA, RECOLECCION DE BASURA Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS.
- II. LA LEY ORGANICA DE LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE YUCATAN, EN SU ARTICULO 84 ORDENA QUE LOS MUNICIPIOS CON EL CONCURSO DEL ESTADO, CUANDO ASI FUERE NECESARIO Y LO DETERMINEN LAS LEYES, ORGANIZARAN Y TOMARAN A SU CARGO LA ADMINISTRACION, FUNCIONAMIENTO, CONSERVACION, EXPLOTACION DE SUS SERVICIOS PUBLICOS, CONSIDERANDOSE, ENTRE OTROS, EL DE LIMPIA Y RECOLECCION DE BASURA.
- III. EL ARTICULO 38 FRACCION IV, INCISO D) DE LA LEY ORGANICA DE LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE YUCATAN, PREVE QUE LA PRESTACION DE LOS SERVICIOS PUBLICOS PODRA CONCESIONARSE A PARTICULARES, SOLICITANDO EN SU CASO LA AUTORIZACION CORRESPONDIENTE DE LA LEGISLATURA DEL ESTADO, CUANDO ESTA IMPONGA AL MUNICIPIO



AYUNTAMIENTO DE MERIDA  
ESTADO DE YUCATAN

FUNCIONARIO

ING. ALBERTO REYES CARRILLO  
OFICIAL MAYOR

C. EDUARDO VEGA CARRILLO  
REGIDOR COMISIONADO

ING. HUMBERTO SAURI DUCH  
COMITE MPAL. DE PLANEACION

CP. JORGE CEBALLOS ANCONA  
CONTRALOR MUNICIPAL

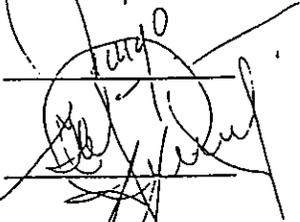
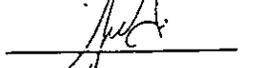
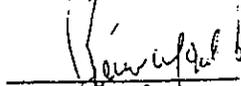
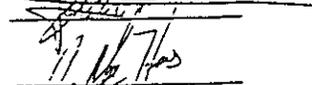
LIC. JESUS OJEDA FARFAN  
CONTRALORIA MUNICIPAL

LIC. LAURA C. MUÑOZ MOLINA  
COMITE MPAL. DE PLANEACION

LIC. LUIS FEBLES CARRILLO  
CONTRALORIA GRAL. DEL EDO.

C.P. CRESCENCIO MAC HAAS  
REP. DELEGADO BANOBRAS

ING.. JAVIER ALCALA RUZ  
PRESIDENTE DE LA C.N.I.C.

  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_





AYUNTAMIENTO DE MERIDA  
ESTADO DE YUCATAN

CONCURSANTES

GRUPO MEXICANO DE DESARROLLO, SA DE CV  
ARQ. GERARDO GARCIA MIRANDA

BUFETE DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS DEL  
SURESTE, S.A. DE C.V. Y CONSTRUCCIONES Y  
DISEÑOS DE INGENIERIA, SA DE CV.  
ING. LEANDRO LOPEZ ARCEO

GRUPO APYCSA, SA DE CV  
SR. EDUARDO BARBOSA LOPEZ

SERVICIOS DE TECNOLOGIA AMBIENTAL, SA CV  
ING. ALFONSO CHAVEZ VASABILVASO

EN CALIDAD DE OBSERVADOR:

MEXICANA DE MEDIO AMBIENTE,  
S.A. DE C.V.  
ING. HUGO QUINTERO RODRIGUEZ