



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

TRABAJO ESCRITO VÍA CURSOS DE EDUCACIÓN

CONTINUA

“NORMATIVIDAD AMBIENTAL APLICABLE PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE UN RELLENO SANITARIO DE
RESIDUOS SÓLIDOS EN EL ESTADO DE MÉXICO”

QUE PARA OBTNER EL TÍTULO DE:

“INGENIERA QUÍMICA”

P R E S E N T A

CARMEN VICENTE GONZÁLEZ

MÉXICO, D.F.

2007





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.

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE Elvira Santos Santos

VOCAL: Irma Cruz Gavilán García

SECRETARIO: Raúl Sánchez Meza

1er. SUPLENTE: Margarita Rosa Garfías Vázquez

2do. SUPLENTE: Zoila Nieto Villalobos

Asesor: Ing. Raúl Sánchez Meza

Sustentante: Carmen Vicente González

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por el apoyo para el desarrollo de mi vida profesional, de su comprensión y desvelo que han tenido conmigo, y sobre todo por su amor y paciencia.

Agradezco el apoyo incondicional de **mis hermanas** Verónica, Adriana y Paulina, que han sido un gran tronco durante toda mi formación.

A Víctor que me ha tenido la paciencia suficiente para estar en las peores condiciones.

A mis amigos incondicionales Marisa, Roberto, Estela y Maricruz que han estado conmigo, en los ratos de diversión y también en los serios.

Agradezco a la universidad por su formación, a los maestros y compañeros de clase que me ayudaron y apoyaron.

ÍNDICE

	página
1. Introducción	5
1.1. Planteamiento del problema.....	5
1.2. Objetivo.....	5
1.3. Aspectos generales	6
2 Información general sobre el tema.....	7
2.1. Definición de un relleno sanitario.....	7
2.2. Criterios básicos de diseño de un relleno sanitarios	7
2.2.1. Generalidades.....	7
2.2.2. Localización.....	7
2.3 Obras complementarias y aspectos generales constructivos	11
2.3.1. Construcción de drenes perimetrales.....	11
2.3.2. Construcción de obras complementarias.....	11
2.3.3. Proyectos asociados	11
2.4. Parámetros de diseño contemplados en el plan.....	12
3 Discusión.....	13
3.1. Generalidades.....	13
3.2. Zonas factibles	13
3.3 Identificación y evaluación de la regularización.....	15
3.3.1. Leyes federales, estatales y locales	15
3.3.2. Plan de desarrollo.....	17
4 Conclusiones	19
Bibliografía	21

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- Planteamiento del problema

Debido al crecimiento urbano que se ha tenido en los últimos años, el servicio que se ve seriamente impactado es la disposición de lugares para el depósito de los residuos sólidos orgánicos, generados por los municipios.

Por otra parte, las autoridades municipales enfrentan dificultades para la disposición final de los residuos sólidos urbanos, como la falta de terrenos que cumplan técnicamente con los requerimientos normativos, los altos costos para la adquisición de terrenos y de tecnología de punta para la instalación de rellenos sanitarios. Por su parte en el aspecto social existe un rechazo generalizado para la instalación de la infraestructura, así como la falta de continuidad en los proyectos de gestión integral de residuos por cambio de administraciones municipales.

En el Estado de México se cuenta con siete rellenos sanitarios, 40 sitios controlados y 56 sitios no controlados en donde se disponen las más de 14 mil toneladas diarias que se generan. Hoy en día existe la tecnología necesaria para que los rellenos sanitarios sean lugares seguros que no contaminen el medio ambiente.

Se consideró importante la normatividad aplicable al relleno sanitario en el Estado de México, con la finalidad de aplicar los conocimientos obtenidos en el Diplomado de Auditorías Ambientales, impartido en la Facultad de Química.

1.2. Objetivo

Presentar el análisis de la legislación del Estado de México con las leyes, reglamentos y normas, de un plan de relleno sanitario (realizado por una empresa privada).

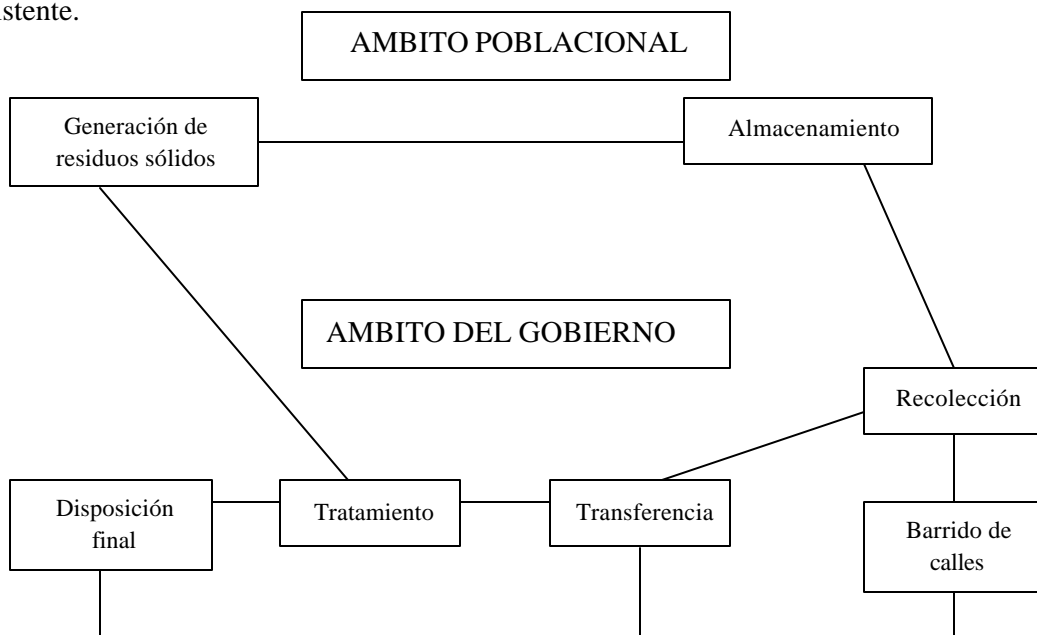
Este trabajo no abarca el cumplimiento del desarrollo de la ingeniería que este implica, solo la normatividad y legislación aplicable. En el proyecto de la empresa no presenta el análisis de cumplimiento con la legislación, por eso el trabajo abarca el análisis de cumplimiento con la legislación del Estado de México.

1.3. Aspectos generales

Cuando se presenta un plan de relleno sanitario a cualquier estado o municipio, implica una valoración del terreno y de la inversión que implica.

Los costos administrativos de la inversión del plan de relleno sanitario, es por parte del municipio o del estado. En la actualidad la inversión de estos proyectos se realiza por parte del municipio pero contratando los servicios de empresas privadas.

El tema en general del desarrollo de un relleno sanitario implica varios aspectos, desde económicos, hasta la aceptación de la población. Esta última es la que hoy en día es la barrera mas fuerte para poderlos realizar, en el siguiente cuadro se describe la relación existente.



2.- INFORMACIÓN GENERAL SOBRE EL TEMA

2.1.- Definición de un relleno sanitario

La ASCE (American Society of Civil Engineers) define al Relleno Sanitario como “una técnica para la disposición final de los residuos sólidos en el terreno, sin causar perjuicio para el ambiente y sin ocasionar molestias o peligros para la salud, ni el bienestar y seguridad pública”.

De acuerdo con la definición del Instituto de Ecología un relleno sanitario se define como “la obra de ingeniería que reúne características específicas para la disposición final segura de residuos sólidos municipales”. El estado no maneja una definición como tal sólo un espacio para disponer de los residuos sólidos que cumplan con lo establecido.

2.2.- Criterios básicos de diseño de un relleno sanitario.

2.2.1.- Generalidades.

De las principales reglas y normas que se establecen a las empresas particulares y administraciones locales, para operar un relleno sanitario, están los estudios de impacto ambiental a los mantos acuíferos, vías de comunicación de gran aforo, entre muchos otros.

Diversos estudios que ha realizado la CNA (Comisión Nacional del Agua) han demostrado que un criterio básico del terreno es la capacidad del peso va a tener el relleno, ya que si atraviesa líneas de abastecimiento de agua las llega a afectar.

2.2.2.-Localización.

Entre los requisitos que deben cumplir los rellenos sanitarios, es la ubicación en un terreno con superficie mínima de 10 hectáreas; estarán lejos de aeropuertos, escuelas y hospitales; no podrán localizarse en zonas de recarga de acuíferos, ni en fallas geológicas; y se debe garantizar que los tiraderos no contaminen al entorno en ninguno de estos aspectos.

La ubicación del terreno juega un papel importante en la funcionalidad del relleno sanitario, no solamente por la capacidad que debe de tener, si no que repercute en el costo de transporte de los desechos sólidos al lugar. Por lo tanto, se recomienda que el relleno esté cerca del lugar de recolección, debido a que disminuye los costos de transporte y, permite vigilancia y supervisión permanente de operación y mantenido en las mejores condiciones posibles.

Es necesario conocer el número de habitantes a servir para definir las cantidades de desechos sólidos que se han de disponer, para calcular las dimensiones del terreno.

Dentro del plan presentado por la empresa se muestra en la figura 1 el porcentaje de habitantes que se tiene registrado en cada municipio del Estado de México y que se vería beneficiado con el relleno sanitario.

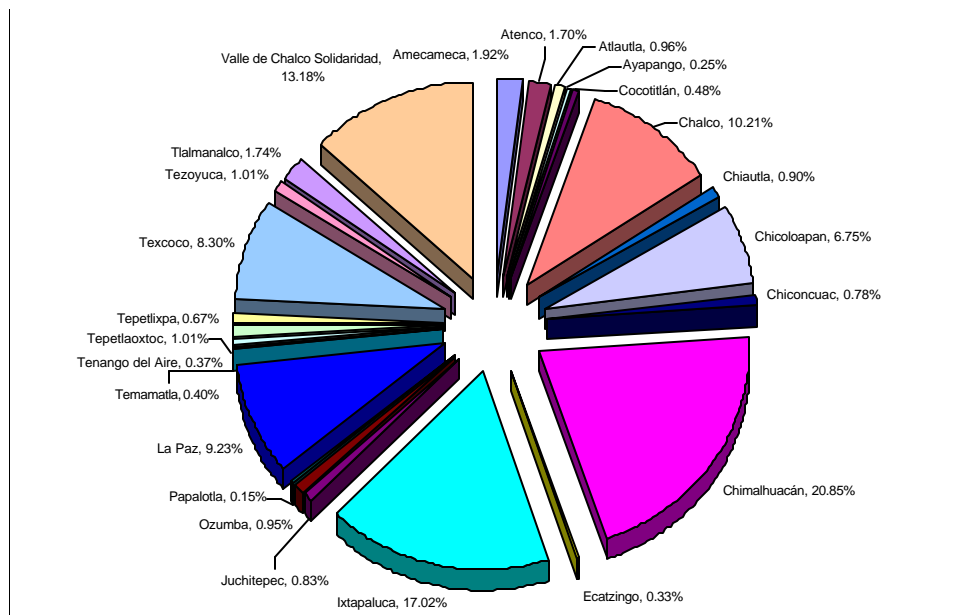


Figura 1.- Porcentaje global de habitantes de los municipios del Estado de México.

El relleno sanitario debe estar lo suficientemente alejado de las fuentes destinadas al abastecimiento de agua. Debe estar localizado en un área aislada, de poco valor comercial y bajo potencial de contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

En cuestión de costos el terreno debe estar cerca a una vía principal, para que su acceso sea fácil y resulte más económico el transporte de los desechos sólidos y la construcción

de las vías internas de penetración. Estas deben permitir el ingreso fácil, seguro y rápido a los vehículos recolectores hasta el frente de trabajo en todas las épocas del año. En la figura 2 y 3 se muestra la disposición de las celdas del plan y una foto aérea de la ubicación del terreno del plan en Ixtapaluca Estado de México.

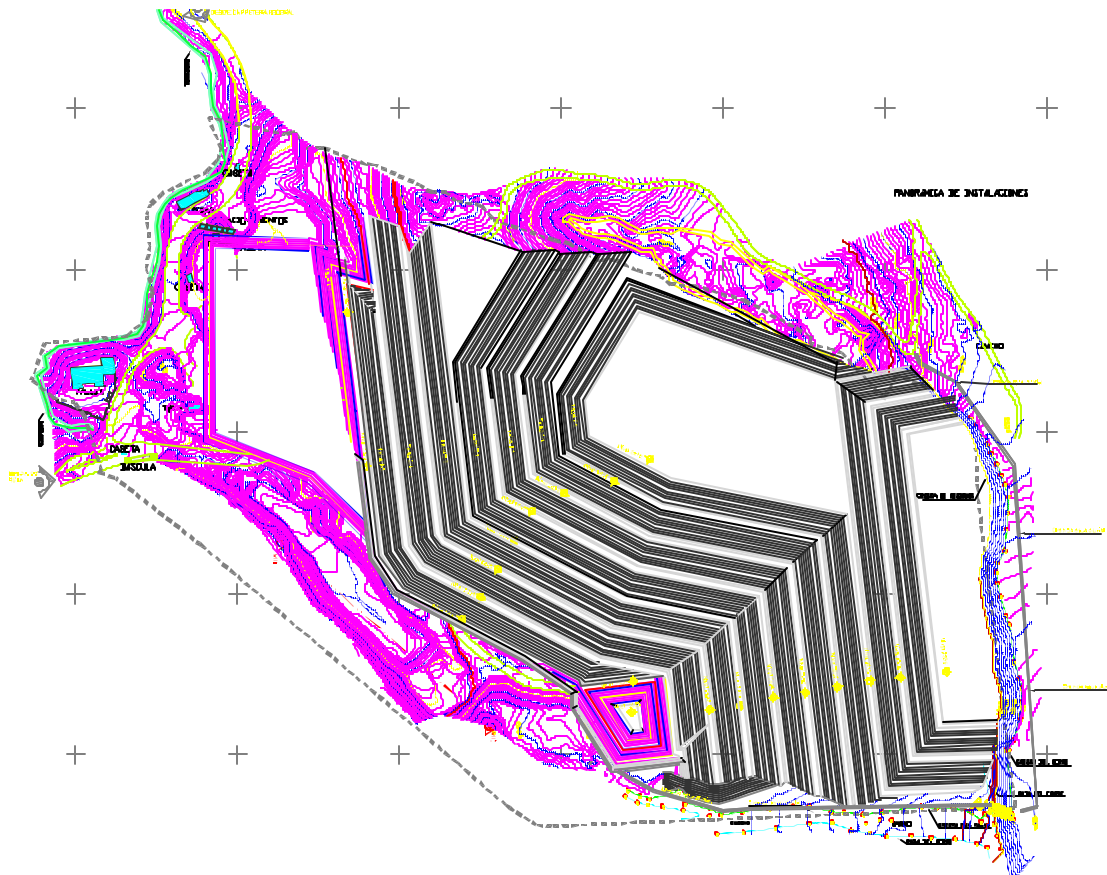


Figura 2.- Disposición de las celdas del plan (material proporcionado por la empresa)

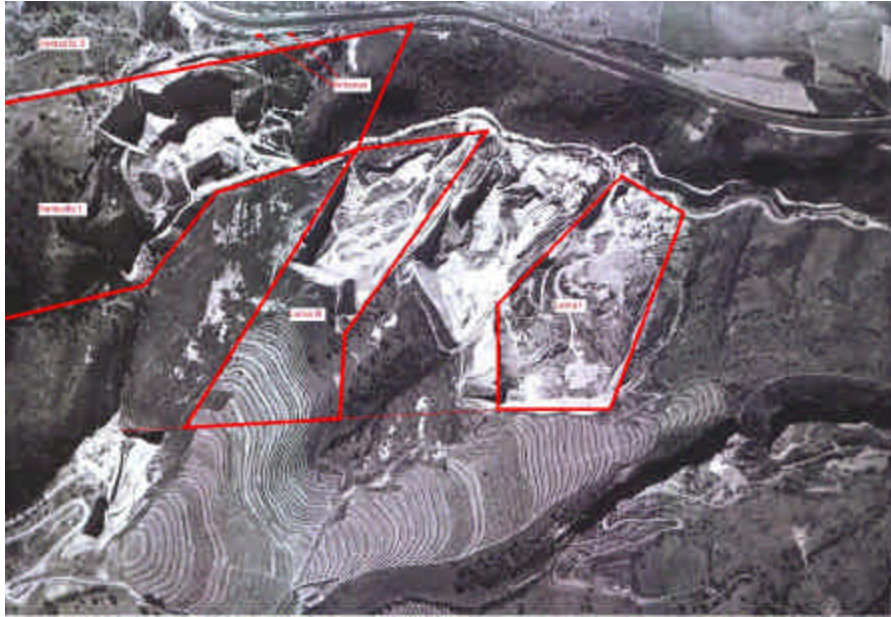


Figura 3.- Foto aérea del lugar (material proporcionado por empresa privada)

2.2.3.- Condiciones hidrogeológicas.

Es necesario identificar perfectamente los mantos freáticos o aguas subterráneas, dado que es necesario mantener por lo menos una distancia de 1 a 2 metros entre éstas y los desechos sólidos. Así mismo, es preciso identificar las características del suelo, en cuanto a su permeabilidad y capacidad de absorción.

2.2.4.- Vida útil del terreno.

La capacidad del sitio debe ser suficientemente grande para permitir su utilización a largo plazo (más de cinco años), a fin de que su vida útil sea compatible con la gestión, los costos de adecuación y las obras de infraestructura. Obviamente, todo depende de su disponibilidad.

2.3.- Obras complementarias y aspectos generales constructivos.

2.3.1.- Construcción de drenes perimetrales.

Estos deben cumplir principalmente con ser impermeables y fácil limpieza.

- Construcción de celdas.
- Sistema de impermeabilización
- Cárcamo, drenes colectores de lixiviados y fosa de evaporación.
- Sistema para manejo de biogás
- Manejo de aguas pluviales (drenes)
- Tratamiento de lixiviados

2.3.2.- Construcción de obras complementarias.

- Caseta y báscula de pesaje
- Caseta de vigilancia
- Cerca perimetral
- Cobertizo para maquinaria
- Oficinas administrativas
- Servicios para el personal (sanitarios y vestidores)
- Caminos internos
- Celda de emergencia.

2.3.3.- Proyectos asociados

- Planta de separación, reciclaje y tratamiento (2da etapa).
- Instalación de aprovechamiento de biogás (generación energía).

2.4. - Parámetros de diseño contemplados en el plan

Tipo de residuos sólidos a recibir (urbanos y de manejo especial)	
Hora de recepción	12 horas
Días del año por trabajar	305 días
Cantidad de residuos a recibir	2,268 ton/día 2007
Cantidad total de residuos sólidos durante la vida útil del proyecto	15'850,000 ton
Vida útil en años	14 años
Peso volumétrico proyectado de residuos sólidos	
Compactados en el relleno	800 kg/m ³
Superficie disponible para r.s.	16 hectáreas
Impermeabilización cbr y geomembrana	(40 milésimas)
Geotextil para estabilidad Material de cobertura	limo - arcilloso
Material de cobertura final	limo – arcilloso
Clausura y uso final	
Monitoreo ambiental	

3.- DISCUSIÓN

3.1.- Generalidades.

De forma general y a nivel internacional se ha establecido que un relleno sanitario ideal debe tener las siguientes características:

- Compatible con los planes de uso del suelo, del área en que se asienta.
- Fácilmente accesible en cualquier clima, para los vehículos esperados durante su etapa de operación.
- Contar con medidas de seguridad, contra la potencial contaminación del agua superficial y subterránea.
- Contar con medidas de seguridad, contra el movimiento incontrolado del gas originado por los residuos sólidos depositados.
- Contar con la cantidad de material de cobertura, de fácil manejo y compactación.
- Estar ubicado en un área donde la operación del relleno no impactará en forma negativa los recursos sensibles del ambiente.
- Ser lo suficientemente grande para recibir los residuos de la comunidad.
- Ser el sitio más económico disponible y cumplir con los requisitos para la disposición de residuos sólidos, conforme a las restricciones de la legislación aplicable o en su defecto conforme a los criterios internacionalmente aceptados.

3.2.- Zonas factibles

Una forma de identificación de las zonas factibles es a través de la utilización de cubiertas (acetatos) que se superponen sobre un plano, cada acetato identifica las áreas con imitaciones moderadas o severas para determinado criterio. Dentro de los criterios que se utilizan, destacan los siguientes:

- Geología.
- Hidrología subterránea.
- Zonas de preservación ecológica.
- Zonas susceptibles de desarrollo urbano.
- Hidrología superficial.
- Uso potencial del suelo.

- Topografía.
- Infraestructura de comunicación y conducción.
- Importancia arqueológica e histórica.

Las investigaciones del subsuelo deben ser realizadas para aquellos sitios potenciales con las características más deseables. Una vez, superpuestas las cubiertas con los criterios en donde se identifican aquellas áreas con limitaciones para ubicación de un sitio de disposición final, se procede a descartarlos y ha enfocar el análisis sobre aquellas zonas que tienen vocación para los fines perseguidos. Un ejemplo de esta metodología se ilustra en la Figura 4 y figura 5.

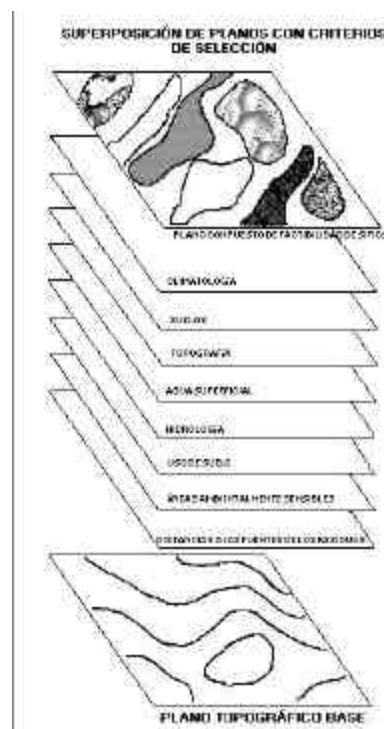


Figura 4.- Criterios de selección.

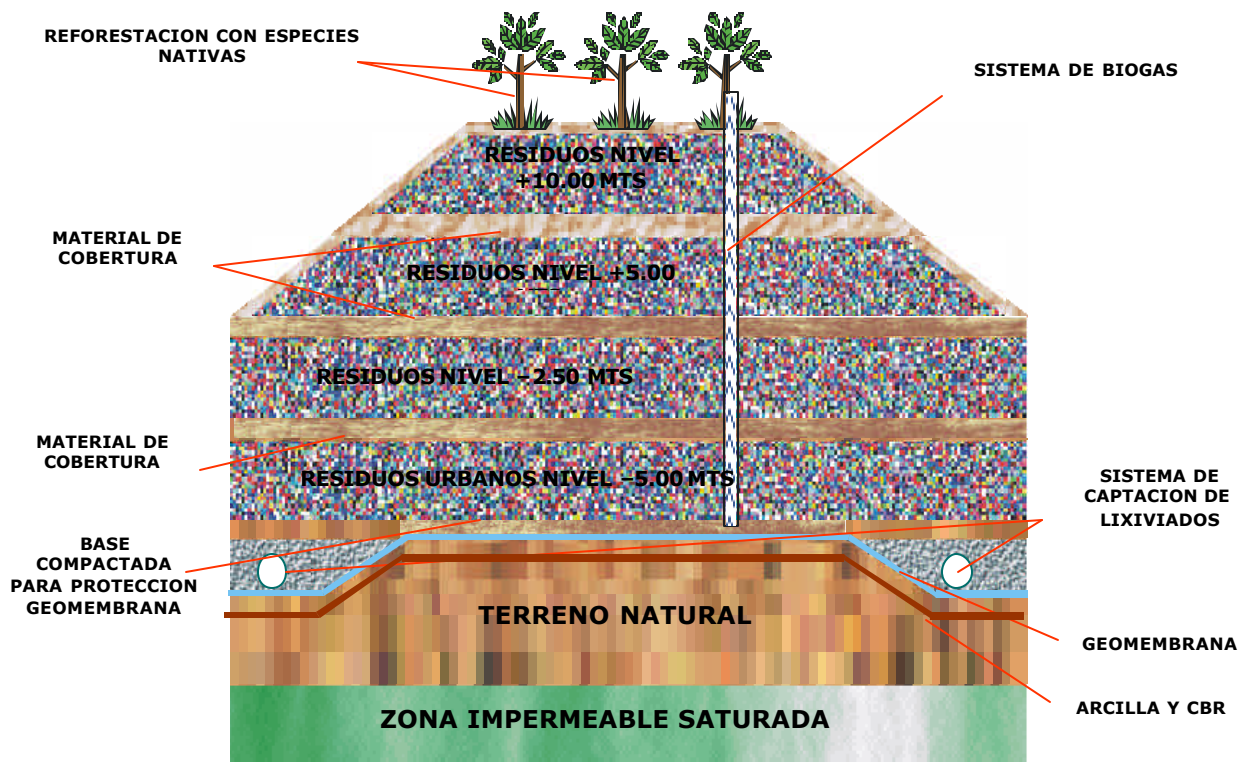


Figura 5.- demostración gráfica del plan presentado por la empresa

3.3.- Identificación y evaluación de la regulación.

Para el diseño del relleno sanitario se toman en cuentas la siguiente legislación:

3.3.1.- Leyes federales, estatales y locales.

3.3.1.1.- Legislación Federal

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos:
 - Art. 115. Establece la prestación de servicios públicos por parte del municipio
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente:
 - Art. 134. Prevención y control de la contaminación del suelo por residuos.
 - Art. 135. Ordenación urbana, servicio de limpia y sitios de disposición final.

- Art. 137. Autorización del funcionamiento de sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final.
 - Art. 138. Acuerdos para mejorar e implantar sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final.
 - Art. 139. Contaminación por lixiviados.
 - Art. 141 Biodegradación de RSU.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos: Reglamenta las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en lo que se refiere a la protección al ambiente, en materia de prevención y gestión de los residuos, y establece bases para: principios de valorización, responsabilidad compartida, manejo integral, criterios de gestión integral, mecanismos de coordinación entre entidades, mercado de subproductos, participación de la sociedad, creación de sistemas de información referentes a gestión de RSU y RME, prevención de la contaminación de sitios, fortalecimiento de la innovación tecnológica, establecimiento de medidas de control y seguridad, entre otras.
 - NOM-083-SEMARNAT-2003: Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
 - Proyecto de norma NOM-084-ECOL-1994 Que establece los requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias..

3.3.1.2.-Legislación estatal

- Ley Estatal de Prevención y Gestión Integral de Residuos, del Estado de México.
- Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

- Reglamento de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

3.3.1.3.- Legislación Municipal.

- Bando Municipal: Por lo general, los bandos municipales consideran una pequeña fracción referente al servicio de limpia, ya sea en los capítulos de Ecología o Servicios Públicos.
- Reglamento del servicio de limpia municipal.
- Ordenamientos municipales. Código Administrativo del Estado de México. Libro Quinto (Gaceta oficial 13/12/01) LIBRO QUINTO Del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población, Art. 5.34, fracción V.

3.3.2.- Normas y estándar de diseño.

- NMX-AA-15-1985 Muestreo – Método de cuarteo.
- NMX-AA-61-1985 Determinación de la generación.
- NMX-AA-22-1985 Selección y cuantificación de subproductos.
- NMX-AA-19-1985 Determinación del peso volumétrico “in situ”.

Estas NMX tienen el objetivo de estandarizar los procedimientos relacionados con los estudios de caracterización de los residuos sólidos, que por lo general se solicitan como parte de los proyectos de ingeniería. No son de observancia obligatoria.

Entre otras normas que deben de cumplir, pero durante la operación del relleno sanitario son:

- NOM-085-SEMARNAT-1994, Contaminación atmosférica-Fuentes fijas- Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas.

- NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- NOM-034-SEMARNAT-1993, Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

3.3.3.- Plan de desarrollo.

Es importante consultar el plan de desarrollo, a fin de conocer la delimitación del perímetro urbano, y los usos del suelo actuales y planes futuros, para así evaluar su compatibilidad con el relleno. Se recomienda que la dirección o sentido del crecimiento de la urbanización se efectúe en dirección al sitio. Mas esto no debe realizarse de inmediato, a fin de que una vez concluida la vida útil del relleno sanitario, el terreno pueda ser usufructuado por la comunidad.

4. CONCLUSIONES

La generación de los RSU día con día resulta una problemática mas compleja, debido a que todo lo que el hombre consume genera siempre un residuo de este tipo. Lamentablemente en casa no tenemos mucha cultura del manejo adecuado de los mismos, debido a eso la cantidad que generamos a diario se va incrementando.

En la actualidad todo el consumismo que se ha presentado, desde lo indispensable para sobrevivir, hasta lo que se come, trae consigo mucho tipo de empaque y de diversos tipos de residuos, desde orgánicos (residuos de fruta, comida, etc), hasta los inorgánicos (plástico, papel, etc.). Por lo que los lugares que se tienen designados para el almacenamiento municipal o estatal no son suficientes.

Y los lugares que se tenían designados para dicho almacenamiento (tiraderos a cielo abierto), no cuentan con ningún cuidado o mantenimiento y en vez de beneficiar perjudican el ambiente que los rodea.

Los rellenos sanitarios son una solución a la problemática del manejo de los residuos sólidos urbanos.

Aunque la mayor problemática a la que se enfrentan, estos lugares de disposición de residuos, no es la parte de la legislación presentada sino de la aceptación urbana que rodea el terreno que se destina para el relleno sanitario.

En la actualidad los rellenos sanitarios generan mucha desconfianza, debido ala falta de inspección por parte del municipio de la forma de operación del relleno sanitario. Aunque la tecnología día a día se actualiza para el mejor aprovechamiento del terreno, así como la ingeniería adecuada para que el manejo de los mismo cumplan con todos lo requisitos necesarios para la operación correcta del mismo.

La ingeniería de diseño en estos confinamientos se actualiza, para disminuir en gran medida el impacto ambiental que estos tienen, debido a que el manejo de los lixiviados y los biogases resulta un problema el control y manejo de los mismos. En la actualidad

se esta trabajando en el mineralización de todos estos residuos para que su manejo resulte mas eficiente.

Una parte importante es el pre-tratamiento de la basura, ya que anteriormente no existía la separación de residuos urbanos en orgánicos e inorgánicos, ayudando esta separación en la operación del relleno sanitario. Aunque en la actualidad se sigue trabajando desde casa para la separación de los mismos.

La legislación en la actualidad ha desarrollado varias alternativas para la atención de este problema tan grave que en todo el mundo se vive, por lo que no solamente importa la aplicación de la misma por parte de los municipios, sino también que la población sepa el funcionamiento de los mismos para entender y aceptar este tipo de medida de atención al problema.

Los RSU siempre han demostrado ser un negocio en cualquier nivel, como la pepenación en los tiraderos a cielo abierto (mismos que se han tratado de desaparecer). Una alternativa del manejo de RSU es que en los rellenos sanitarios se presenta el aprovechamiento del biogas, aunque esta tecnología todavía falta desarrollarse, ya que en la actualidad representa un costo de producción muy elevado en comparación con el gas LP. También que los terrenos que se tienen destinados para su terminación sean aprovechados desde reservas ecológicas, hasta naves industriales, sin demostrar que el uso de suelo para este fin sea pe ligroso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ing. Alvaro Cantanhede, Rellenos Sanitarios Manuales, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2002.
2. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH M. en C. Arlette López Trujillo, Alternativas de rellenos sanitarios - guía de toma de decisión - Gobierno del Estado de México, *Secretaría de Ecología*, Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación, del Agua, Suelo y Residuos, Secretaría de Ecología, 2000.
3. SEDESOL 2001, Manual de operación de rellenos sanitarios municipales.
4. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Programa de Salud Ambiental Serie Técnica No. 28 - Enero de 1997.
5. Guía de cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003, México 2004, Primer edición, diciembre de 2004, Secretaría de medio ambiente y recursos naturales.
6. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
7. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, objetivo 12, estrategia 12.1
8. Plan de Desarrollo del Estado de México 2005-2011
9. Código Administrativo del Estado de México, Libro Quinto. Del ordenamiento territorial de los asentamiento humanos y del desarrollo urbano de los centros de población.
10. Convenio para el uso de terrenos Federales del Lago de Texcoco
11. Informe del gobierno del Estado de México, 2005-2011
12. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
13. Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
14. Ley Estatal de Prevención y Gestión Integral de Residuos, del Estado de México.
15. Reglamento Del Libro Cuarto Del Código Administrativo Del Estado De México, art. 135, 136, 140, 142 y 144.
16. Reglamento de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.
17. NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental par la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras

complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

18. Proyecto de norma NOM-084-SEMARNAT.
19. NMX-AA-61-1985 Determinación de la generación.
20. NMX-AA-22-1985 Selección y cuantificación de subproductos.
21. NMX-AA-19-1985 Determinación del peso volumétrico “in situ”.
22. NMX-AA-15-1985 Muestreo – Método de cuarteo.
23. NOM-085-SEMARNAT-1994.
24. NOM-081-SEMARNAT-1994.
25. NOM-034-SEMARNAT-1993.
26. www.semarnat.gob.mx
27. www.ine.gob.mx
28. www.profepa.gob.mx
29. www.ecoloquia.com