

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISION DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

**“MANEJO ADECUADO Y EFICAZ DEL
RELLENO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE
EMPALME, SONORA”**

TRABAJO PROFESIONAL

**Que para obtener el titulo de:
INGENIERO INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

**Presenta:
EDGAR HIRAM SALLARD**

Hermosillo, Sonora.

Mayo de 2007.

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

INDICE DEL TRABAJO:

INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVO	4
ANTECEDENTES SOBRE EL INICIO DE OPERACION DEL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD.....	5
ESTADISTICAS SOBRE LA GENERACION DE BASURA EN EL MUNDO	9
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACION DEL RELLENO SANITARIO DE EMPALME, SONORA.	11
EVALUACION DEL MANEJO DIARIO DEL RELLENO SANITARIO EN EL MUNICIPIO	20
ELABORACION DEL PROYECTO DE MEJORAS Y APLICACIÓN DE LAS MISMAS	23
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
BIBLIOGRAFIA	39

INTRODUCCIÓN

El sistema de consumo en todos los países se esta volviendo cada vez más insustentable. A largo plazo la vida humana puede dejar de existir debido a la cada vez mayor insalubridad y desbalance de los sistemas de vida y al agotamiento y degradación de los suelos y bosques.

Es necesario concientizarnos acerca del impacto significativo que tiene nuestro estilo de vida sobre el ambiente.

Al continuar esta tendencia, podemos esperar que se genere una cantidad aún mayor de desperdicios; como resultado de ello, la gestión y disposición de residuos sólidos, debe de ser una operación bien administrada para que pueda manejar eficiente y responsablemente las cantidades de desperdicios cada vez mayores que se van generando.

El manejo de las grandes cantidades de desperdicios que se producen actualmente se ha convertido en un importante reto para las sociedades modernas. En nuestro municipio, como en la mayor parte del país, los residuos sólidos se han depositado sin control, en terrenos abandonados o márgenes de caminos y carreteras, atentando de manera directa al medio ambiente y a la salud de la población.

Estas prácticas incorrectas de disposición de desechos, además del deterioro ambiental, solo originan la implementación de costosas acciones de reparación; generan también la oposición de la población para establecer nuevas instalaciones de este tipo, dadas las grandes molestias que generan a sus habitantes.

Conscientes de los riesgos que ocasiona el manejo inadecuado de la basura, el Municipio de Empalme en coordinación con el Gobierno del Estado, logra obtener un monto presupuestal para la construcción y operación de un Relleno Sanitario. Dicho relleno Sanitario, que entró en operaciones a partir del año 2001, será objeto del presente estudio y formularemos las propuestas y alternativas para el MANEJO ADECUADO Y EFICAZ DEL RELLENO SANITARIO DEL MUNICIPIO.

OBJETIVO

El Relleno sanitario, fue producto de una necesidad urgente por evitar los basureros clandestinos que proliferaban por las orillas de la comunidad, causando focos contaminantes nocivos para la salud de los habitantes de la ciudad y del valle, por lo que un estudio de impacto ambiental determinó la viabilidad del Relleno, así como la inversión y ubicación del mismo. Sin embargo, por razones que van desde el orden presupuestal y operativo, dicho relleno sanitario no ha podido operar de manera óptima desde su inicio; en este contexto, nos proponemos con el presente proyecto, elaborar una serie de recomendaciones y sugerencias que vengan a mejorar el manejo del relleno sanitario del municipio, al ser implementadas de manera Adecuada y Eficaz para el correcto funcionamiento de dicho relleno.

Este proyecto, parte de la observación diaria del manejo de la basura que se genera en el municipio y que será depositada en el relleno sanitario, por lo que echaremos mano de toda la información disponible en el área de Obras Públicas, que en la actualidad es la dependencia responsable del manejo y mantenimiento del Relleno Sanitario.

Cabe mencionar que dicho periodo y aplicación de las mejoras que se plantean para su óptimo financiamiento, consistirá de dos etapas o de dos tiempos, la primera es una que ya se realiza desde inicios del presente año, que es fundamentalmente el sustento del presente trabajo y ante el cambio de administración municipal, las sugerencias para una segunda etapa serán entregadas como recomendaciones para la administración entrante que será la responsable en el futuro de la aplicación de las recomendaciones de esta etapa.

ANTECEDENTES SOBRE EL INICIO DE OPERACION DEL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD.

Naturaleza del proyecto.

El proyecto del Relleno Sanitario para disposición de residuos sólidos municipales domésticos, consiste en un procedimiento de Ingeniería a través del cual la totalidad de dichos residuos generados diariamente son colocados en celdas, utilizando equipo o maquinaria pesada que debe reunir ciertas especificaciones con respecto de los movimientos diarios y maniobras a ejecutarse; dichas especificaciones deben cumplirse con relación al tipo de terreno, la topografía y las características de los residuos a depositar.

En sí, los movimientos básicos que se desarrollan son repetitivos en la jornada. Dichos movimientos consisten de los siguientes pasos: primeramente se descargan los residuos cerca del área de trabajo; posteriormente son esparcidos y compactados en capas no mayores de 60 cm., pasando el equipo de compactación de 3 a 4 veces hasta lograr la altura diaria de la celda; finalmente son cubiertos con una capa de tierra de 15 cm. de espesor, compactos en los lados de la celda y con una capa de 30 cm (capa intermedia) de espesor en su parte superior. Todo ello se hace con el material existente en el propio sitio.

La capacidad del relleno, determinada en base al proyecto realizado, es de 195,802 toneladas de residuos sólidos, equivalentes a 261,069 m³, considerando un peso volumétrico de los residuos en el sitio de 750 Kg/m³.

Proyectos asociados.

Debido a que los camiones recolectores tienen que cruzar perpendicularmente la carretera federal en libramiento Hermosillo, Cd. Obregón, este Ayuntamiento, con el apoyo y asesorías de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, desarrolló un **proyecto de señalamientos preventivos e informativos** acorde a la normatividad de tránsito y a las necesidades del relleno sanitario. El proyecto se autorizó y se aplicará coadyuvando esfuerzos con CAPUFE y la Junta de Caminos. Así mismo, con la finalidad de agilizar el tráfico vehicular se desarrolló el **Proyecto de rehabilitación del tramo carretero Empalme - Maytorena**,¹ consistiendo básicamente en recarpeteos y bacheos.

Definición de Políticas de crecimiento a futuro.

Antes de que el relleno sanitario llegue al final de su vida útil, se elaborará un proyecto de ampliación, para lo cual se firmó un contrato de compra – venta sobre los terrenos colindantes inmediatos, mismos que son tierras de uso común para el Ejido Maytorena y que son improductivos debido a la escasez del recurso agua.

Ubicación física del proyecto.

El sitio donde se ubica el relleno sanitario es dentro de los límites del Municipio de Empalme, Sonora; específicamente en terrenos de uno de sus ejidos, el Ejido Maytorena. El área en cuestión se encuentra al norte de la zona urbana, a 11 kilómetros de la cabecera municipal y a 2.5 kms. al suroeste del límite del centro de población Maytorena.

¹ Año 200. H. Ayuntamiento de Empalme, PROYECTO EJECUTIVO DEL RELLENO SANITARIO, Sub Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología, Sonora, México.



Criterios de selección del sitio.²

- Los criterios para la selección del sitio, son los siguientes:
- El fácil y rápido acceso para los camiones recolectores.
- La topografía del área, la cual permite un mayor volumen aprovechable por hectárea.
- La localización del relleno sanitario no es rechazada por la población, debido a que no presenta molestias por la operación del mismo.
- Se localizó y aseguró un banco de material para ofrecer la tierra de la cubierta diaria, en cantidad y calidad adecuada, dentro de las cercanías del sitio.

² Capitulo de criterios generales para la ubicación del sitio idóneo de Rellenos Sanitario, PROYECTO EJECUTIVO DEL RELLENO SANITARIO “DE EMPALME, SONORA”. AÑO 2000.

- Se tiene en regla todo lo relacionado con el uso y tenencia de la tierra.

Superficie requerida.

Para desarrollar y operar el relleno sanitario en un tiempo mayor a los diez años, se seleccionó un sitio con una superficie de 10 – 00 – 00 hectáreas.

Uso actual del suelo en el predio.

La escasez de agua y el tipo de cobertura vegetal existente no permiten el desarrollo de actividades acordes con las tradiciones (hortalizas y ganadería) y recursos financieros del poblado Maytorena, por lo cual se le considera como un terreno ocioso.

Colindancias del predio.

Las colindancias del predio son todas con un mismo propietario que es el Ejido Maytorena.

Situación legal del predio.

El predio pertenece a las tierras de uso común del Ejido Maytorena, las cuales se encuentran repartidas entre los diferentes miembros de la comisaría ejidal. Para éste caso, el propietario es el Sr. Roberto Noriky García quien ha firmado un contrato de compra-venta con el Ayuntamiento de Empalme.

Vías de acceso al lugar.

Se tienen dos vías de acceso: una por la que transitarán los camiones recolectores que es por la carretera que conduce de Empalme al Ejido Maytorena; y la otra por el camino de terracería al mismo destino.

ESTADISTICAS SOBRE LA GENERACION DE BASURA EN EL MUNDO

En Norteamérica, se generan 260 millones de toneladas de residuos residenciales cada año. Esto quiere decir que cada persona genera aproximadamente 2 kilogramos de desperdicios todos los días, aun cuando la distribución de los mismos sigue un comportamiento similar a la distribución de la riqueza. Esto es, los ricos generan mucho más desperdicios. Súmense a esto los desperdicios comerciales que añaden otros 40 millones de toneladas, a ese total, y los desperdicios industriales, que representan de 50 a 350 millones de toneladas más. Agréguese también los millones de toneladas de desperdicios mineros y de la agricultura; el total alcanza la cifra sideral de 4 mil millones de toneladas anuales.

Se han logrado mejoras en las tecnologías de manejo y eliminación de basuras. Actualmente se están desarrollando nuevos e innovadores procesos de reducción de volumen; pero aun con estos avances, gran cantidad de las comunidades humanas habrán de continuar eliminando la mayor parte de los desperdicios en un relleno sanitario.

En los Estados Unidos³, aproximadamente 13,000 rellenos reciben el 65% de los desperdicios sólidos generados y 2500 de ellos pertenecen a los gobiernos de los condados y municipalidades; el resto son de propiedad privada.

Ya han desaparecido para siempre los días de la descarga rutinaria en algún sitio vecinal. Las restricciones ambientales y la presión pública han

³ 1997-2001. MANUAL DE RESIDUOS CATERPILLAR. Capitulo sobre Estadísticas y antecedentes en el mundo de Rellenos Sanitarios.

obligado a las comunidades a poner una mayor prioridad en la eliminación apropiada de desperdicios.

Los rellenos sanitarios para los cuales es difícil encontrar un sitio, se están diseñando para aceptar desperdicios adicionales. Como resultado de esto, se están construyendo cada vez más lejos de las áreas municipales en las cuales se generan esos desperdicios. A causa de esta tendencia, se están aplicando presiones adicionales en los eslabones restantes del orden de manejo de desperdicios. Las rutas de recolección se deben examinar a efectos de aumentar en lo posible su eficiencia y las estaciones de transferencia se están volviendo una parte más integral del proceso de eliminación de desperdicios.

Sólo en América Latina⁴ la producción per cápita de basura se duplicó en los últimos 30 años, alcanzando de medio a un kilo diario y, peor aún, con participación creciente de materiales tanto no degradables como tóxicos, según el Centro de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (Cepis) de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Ese volumen equivale de un cuarto a la mitad del generado en países industrializados, si bien en las ciudades latinoamericanas sólo se recogen tres cuartos de la basura, y la mayor parte va a los depósitos a cielo abierto, sin ningún tratamiento. El problema común de miseria y falta de saneamiento se refleja en las personas que viven de la basura en las ciudades de América Latina, donde se les conocen por varios nombres, en general despectivos. Son los “basuriegos” en Colombia; “pepenadores” en México; “excavadores” en Venezuela; “buzos” en Costa Rica y Cuba; “cirujas” en Argentina y “hurgadores” en Uruguay.

La recolección de residuos es sólo una etapa de un complicadísimo proceso que forma parte de la manera de vida en las concentraciones urbanas. Se trata apenas de un eslabón en una cadena que empieza por la generación,

⁴ 1998. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE. Publicación conjunta del BID y la OPS. Serie Ambiental 18.

se continúa en la recolección y —cada vez más imperiosamente— requiere de un proceso de disposición final.

En nuestro país, en México, **la cultura del proceso de recolección y confinamiento de la basura** es aún atrasada con respecto a nuestros vecinos del norte; sin embargo, se han dado pasos muy importantes al aprobar y adecuar leyes obsoletas en la materia. Un avance relevante lo constituye la LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.⁵ Sin lugar a dudas ésta ha venido a sentar las bases para que el cuidado y protección al medio ambiente sea una norma obligada, que permita a nuestras comunidades vivir con el equilibrio ecológico indispensable y así poder heredarle a nuestros hijos un lugar mejor en donde vivir.

La cultura de los rellenos sanitarios en los municipios ha venido en aumento; las ciudades medias han estado siendo consideradas en los presupuesto de los estados, para que inicien la construcción y operación de los rellenos sanitarios.

Por ello, el reto fundamental en los próximos años, es que todas las poblaciones medias del país puedan contar, sin excepción, con un relleno sanitario que venga a resolver los graves problemas de salud que le generan a la población en su conjunto.

DESCRIPCIÓN DE LA OPERACION DEL RELLENO SANITARIO DE EMPALME, SONORA.

⁵ 1996. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE. Diario Oficial de la Federación.

El proyecto del Relleno Sanitario para disposición de residuos sólidos municipales domésticos, consiste en un procedimiento de Ingeniería a través del cual la totalidad de dichos residuos generados diariamente son colocados en celdas, utilizando equipo o maquinaria pesada que debe reunir ciertas especificaciones con respecto de los movimientos diarios y maniobras a ejecutarse; dichas especificaciones deben cumplirse con relación al tipo de terreno, la topografía y las características de los residuos a depositar.

En sí, los movimientos básicos que se desarrollan son repetitivos en la jornada. Dichos movimientos consisten de los siguientes pasos: primeramente se descargan los residuos en el área de trabajo; posteriormente son esparcidos y compactados en capas no mayores de 60 cm., pasando el equipo de compactación de 3 a 4 veces hasta lograr la altura diaria de la celda; finalmente son cubiertos con una capa de tierra de 15 cm. de espesor, compactos en los lados de la celda y con una capa de 30 cm. (capa intermedia) de espesor en su parte superior. Todo ello se hace con el material existente en el propio sitio.

La capacidad del relleno, determinada en base al proyecto realizado, es de 195,802 toneladas de residuos sólidos, equivalentes a 261,069 m³, considerando un peso volumétrico de los residuos en el sitio de 750 Kg. /m³.

Estándares establecidos por PROFEPA.

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, establece estándares en los que se permite la operación de los rellenos sanitarios en el País, por lo que el Relleno del Municipio esta sujeto a la inspección periódica, para revisar si cumple con dichos estándares permitidos en su manejo diario.

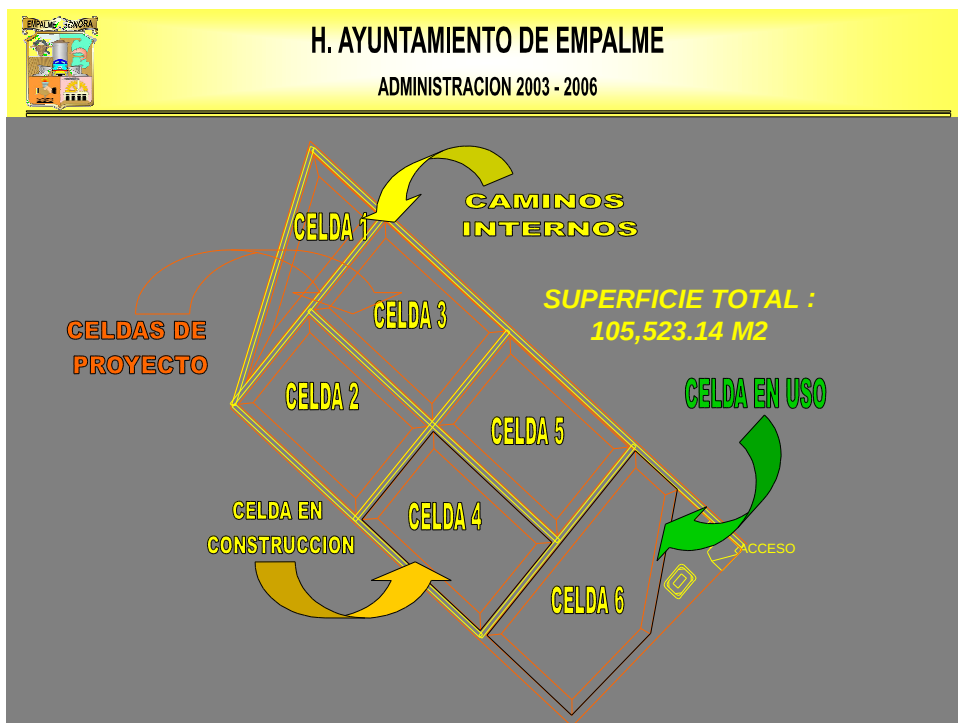


Figura 2: distribución de las celdas

Programa de operación.

El Relleno Sanitario está diseñado para manejar dos tipos principales de residuos sólidos:

- a) Residuos Sólidos Domésticos Municipales, recolectados por los vehículos recolectores del H. Ayuntamiento.
- b) Residuos Sólidos Particulares, provenientes de pequeños comercios, restaurantes y supermercados

Los residuos provenientes de clínicas, hospitales, laboratorios, etc., clasificados como Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana Vigente: NOM-087-ECOL-1995 NO serán dispuestos en este Relleno Sanitario, la autoridad competente, en este caso SEMARNAP y la Secretaría de Salud tomaran las disposiciones más convenientes al respecto.

En el área de recepción del sitio, el personal de operación categorizará los vehículos y verificará que los residuos domésticos y de particulares, no se mezclen con otro tipo de residuos.

Los residuos, después de haber sido aceptados, se conducirán a las celdas para su descarga y disposición, previa identificación del vehículo. Allí se llevará un registro.

En el caso de Residuos Sólidos que ocupen grandes espacios o volúmenes, como refrigeradores, estufas, llantas etc.; estos serán llevados directamente por los particulares hasta el sitio del relleno sanitario, el cual contará con un área especial de disposición temporal y acomodo de los mismos.

Los residuos sólidos se descargarán directamente sobre el área de trabajo de la celda diaria o activa; este procedimiento se llevará a cabo durante la jornada diaria, por el método constructivo de trinchera, que será utilizado en todo el Relleno Sanitario.

Después de la descarga de cada vehículo recolector, los residuos sólidos se esparcirán sobre el área de trabajo asignado para el día sin formar montones. Los residuos sólidos, durante su acomodamiento, serán compactados con un tractor de carriles tipo D6G de 155 HP y un peso de operación de trabajo de 15,430 Kg. Y después de 3 a 4 pasadas, sobre espesores no mayores de 60 cm. de Residuos Sólidos se puede obtener un grado de compactación de 600 Kg/m³.

Una vez que se han recibido en el sitio las toneladas de residuos sólidos diarias, se procederá a colocar sobre ellos una capa de material de 30 cms, de espesor compactados en la parte superior horizontal, que servirá como superficie de rodamiento y capa intermedia de las celdas superiores y de 15 cms, de espesor compactados en la parte superior inclinada, para recibir las

celdas diarias de residuos sólidos en la misma capa, lo cual es recomendable que este procedimiento sea llevado a cabo diariamente para evitar contaminación por aire, incendios, accidentes, rapiña, etc., o cualquier otro tipo de contingencia que pudiera presentarse.

Recursos naturales del área que serán aprovechados.

Debido a la naturaleza del proyecto y al tipo de operación que se realizará diariamente en el sitio, el único recurso natural del área que será utilizado será un espesor de suelo del sitio, con una profundidad de 1.60 m a 2.50 m. Allí el suelo excavado se combinará con el suelo del banco de material y será utilizado como cubierta de los residuos sólidos que vayan a ser depositados diariamente con un espesor de 2 mts. Compactos; ello con el propósito de lograr una mejor apariencia del sitio, evitar la presencia de moscas, roedores, malos olores, infiltración de humedad, evitar contaminación atmosférica, reducir incendios y preparar el sitio para el cierre, con el propósito de seguir utilizando dicha superficie en el futuro.

Equipo utilizado.

El equipo que se utilizará para la operación y mantenimiento del Relleno Sanitario es equipo mecánico que permanecerá en el sitio durante la construcción de las celdas; estará, además, el equipo que se requiere para excavar, cargar y transportar el material, que se utilizará para cubrir diariamente las celdas de trabajo. A continuación se especifica el equipo necesario en el Relleno Sanitario.

Cantidad	Equipo	Capacidad	Sitio de Operación
1	Carro – Tonelada	235 H.P.	Relleno
2	Camión de Volteo	6 M ³	Relleno y Caminos
1	Tractor de Carriles D6G	155 H.P.	Relleno
1	Cargador Frontal 924F	105 H.P.	Relleno
1	Pipa	5,000 Lts.	Relleno y Caminos

Requerimientos de personal.

Para la etapa de operación y mantenimiento, el personal requerido es de siete empleados, cuyos puestos se enlistan a continuación con sus respectivas obligaciones y responsabilidades.

Supervisor: será la persona responsable de todas las actividades diarias del Relleno Sanitario, tales como compra y traslado de combustible para la maquinaria, refacciones, encargado del radio ó teléfono y revisar el registro de la bitácora de operaciones diarias.

Operador del tractor D6G: Este operador será el responsable de empujar los Residuos Sólidos hacia las celdas respectivas, mover y compactar los Residuos Sólidos a las elevaciones proyectadas, así como de llevar a cabo las operaciones de compactación del material de cubierta diario, intermedio y final. De igual manera es responsable de dar mantenimiento a los caminos interiores.

Operador del cargador 924 F: este operador será el responsable de cargar todo el material de cubierta a los camiones de volteo, así como de

depositar el material de cubierta sobre la celda de Residuos Sólidos; en general, será el responsable de cargar todo el material que requiere ser trasladado de un sitio a otro y de la operación de la bomba de combustión interna para enviar las aguas a la laguna de evaporación, en caso de ser necesario.

Operador de volteo: será la persona responsable de operar el camión de volteo para el traslado del material de cubierta al Relleno Sanitario. Este operador también será responsable del equipo cisterna.

Operador de volteo: será la persona responsable de operar el camión de volteo para el traslado del material de cubierta al Relleno Sanitario. También será responsable de la operación del tractor de carriles D6D, para el mantenimiento de los caminos de acceso al Relleno Sanitario.

Personal de Seguridad: se requiere de un guardia de seguridad o vigilancia en el sitio del Relleno Sanitario durante la noche, fines de semana y días festivos.

Encargado de Báscula: se requiere de una persona que sea responsable del pesaje de los vehículos recolectores, así como de los vehículos particulares que ingresen a las instalaciones del Relleno Sanitario, además de llevar el registro en la bitácora de operaciones diarias.

Materias primas e insumos por fase de proceso.

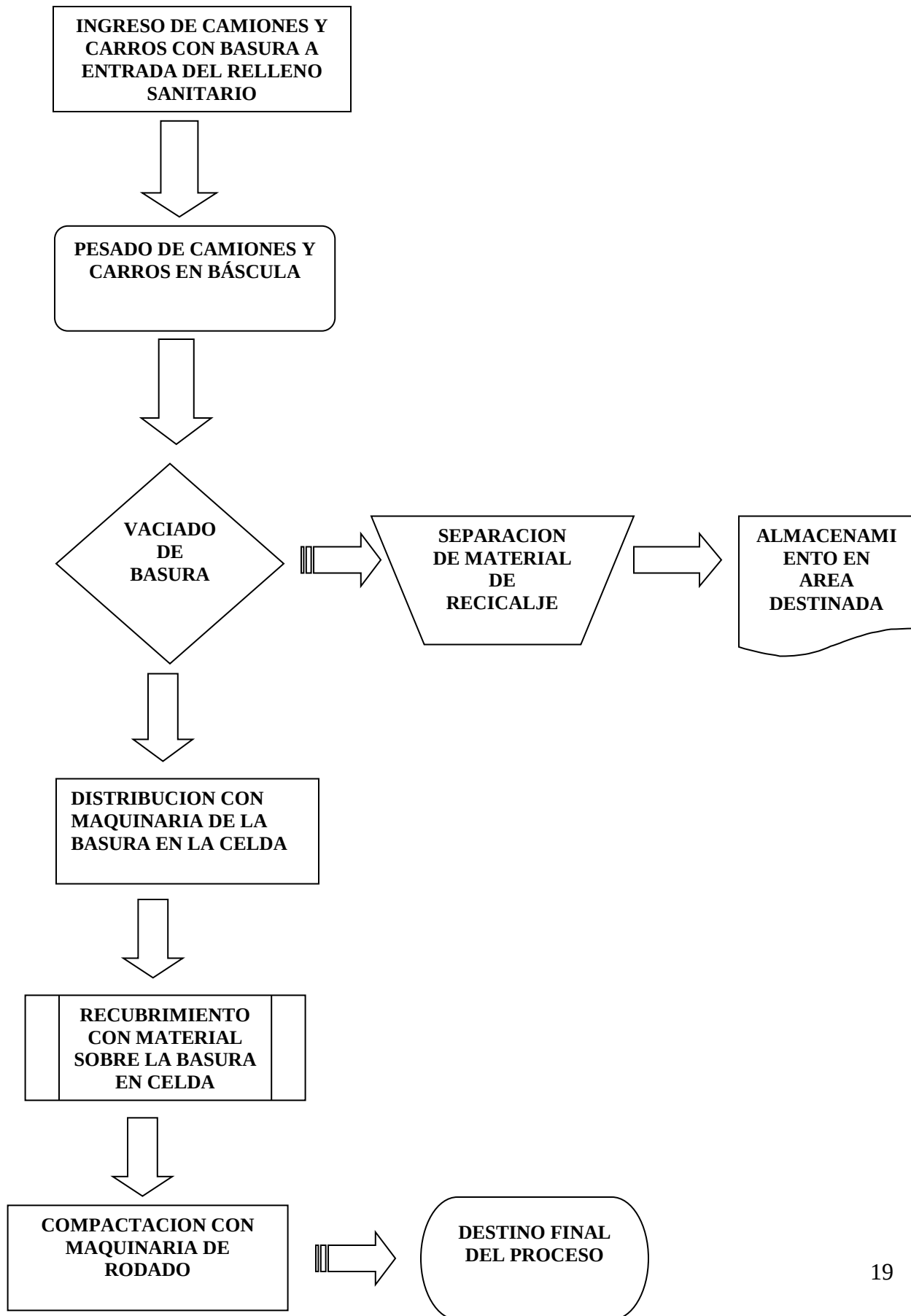
Durante la etapa de operación del relleno sanitario, se requieren únicamente de dos tipos de materiales para la formación de las celdas diarias:

Residuos sólidos: los residuos sólidos serán generados por la localidad de Empalme diariamente, los cuales serán colectados por los vehículos recolectores municipales y llevados hasta el sitio del relleno sanitario, más los

Residuos Sólidos que serán llevados al sitio del Relleno por particulares en general.

Material de cubierta de las celdas: el material de cubierta para las celdas diarias estará compuesto por la mezcla de la tierra de excavación y el del banco de material para elaborar la cubierta diaria; esto con el propósito de que dicha tierra cumpla con los requisitos de material de cubierta. Este se depositará sobre las celdas con una capa de 15 cms. de espesor compacto en los lados y una capa de 30 cm. de espesor (capa intermedia) en su parte superior.

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO



EVALUACIÓN DEL MANEJO DIARIO DEL RELLENO SANITARIO EN EL MUNICIPIO

Para partir de una evaluación practica del manejo de los residuos sólidos del Relleno sanitario, es importante considerar una proyección y tendencia del material y la basura que se pretende recibir en sus años de vida útil. A continuación presentamos la proyección hecha por quienes en el estudio de impacto ambiental determinaron la viabilidad del Relleno Sanitario del municipio de empalme:

Los volúmenes de Residuos Sólidos generados anualmente así como el volumen del material de cubierta se presentan en la siguiente tabla:

AÑO	RESIDUOS SOLIDOS ANUALES, TONELADAS	VOLUMEN EN M³ DEL MATERIAL DE CUBIERTA DEL SITIO
1999	9,415	-
2000	9,556	3,829
2001	9,700	3,886
2002	9,845	3,945
2003	9,993	4,004
2004	10,143	4,064
2005	10,295	4,125
2006	10,449	4,187
2007	10,606	4,250
2008	10,765	4,313
2009	10,927	4,378

2010	11,090	4,444
2011	11,257	4,510
2012	11,426	4,578
2013	11,597	4,647
2014	11,771	4,716
2015	11,948	4,787
2016	12,127	4,859
2017	12,309	4,932
2018	12,493	5,006
2019	12,681	5,081
2020	12,871	5,157

En cuanto al año de observación, que es el de interés para nuestro estudio, el 2006, la proyección es como se muestra a continuación:

AÑO	TONELADAS	M3 DE MATERIAL DE RELLENO
2006	10,449	4,187

Para lo cual podemos decir que partiendo de nuestra etapa de evaluación diaria, durante la semana comprendida del 7 al 13 de agosto del 2006, y revisando también una muestra de la estadística de control de la memoria del relleno:

La evaluación semanal se comportó de la siguiente manera:

DIA	TONELADAS	M ³ DE MATERIAL DE RELLENO
1	32	14
2	34	16

3	28	13
4	26	17
5	30	14
6	27	15
7	31	17

En promedio, podemos establecer que en una semana de observación se obtuvieron 29.7143 toneladas por día, acumulando así en la semana casi 210 toneladas de residuos de desechos sólidos; ello significa que al mes estamos recibiendo alrededor de 840 toneladas, y al año estamos acumulando 10080 toneladas de basura en el relleno, lo cual nos indica que la proyección realizada al inicio de operaciones del relleno es muy cercana a la cifra real obtenida, teniendo inclusive una ligera baja en la recepción real.

En lo que se refiere al material para el recubrimiento de las capas del relleno, podemos observar que la tendencia fue de 15.1428 m³ diarios en promedio, acumulando en la semana alrededor de 106 m³ de material. Lo anterior implica que al año se acumuló la cantidad de 5088 m³ de material para compactación y cobertura de la basura en el relleno, lo cual significa que se ocupa más de 1000 m³ de material en el año de observación.

ELABORACION DEL PROYECTO DE MEJORAS Y APLICACIÓN DE LAS MISMAS

De la observación directa del manejo diario y operación del relleno sanitario, pudimos observar varios aspectos que pudiesen caer en la categoría de debilidades del proceso, por llamarles de alguna manera. De ahí que, aparte de la evaluación estadística citada en el inciso anterior, en este capítulo, plantearemos algunas consideraciones para el manejo óptimo del Relleno Sanitario y aplicaremos algunas de ellas para su observación posterior, dándole seguimiento a las mismas.

Algunos de los beneficios que se podrían obtener si aplicamos estas mejoras, son:

1.- Una mejor compactación significa una vida más larga del relleno.- La compactación es la mejor respuesta, significa compactar más residuos en menos espacio, lo cual nos acarrea los siguientes beneficios:

- Se prolonga la vida del sitio
- Se reduce el asentamiento
- Se reducen los espacios vacíos
- Se reduce la basura transportada por el viento
- Se combaten los insectos y roedores
- Se reduce la posibilidad del deslavado de desperdicios o de que queden expuestos durante una lluvia
- Se reduce la cantidad de cobertura diaria necesaria, reduciendo por lo tanto el trabajo de excavación con máquina
- Se reduce la percolación de fluidos y la migración del metano
- Se suministra una superficie de desplazamiento más sólida para los camiones de basuras, reduciendo el mantenimiento y las reparaciones

2.- El manejo inadecuado de los neumáticos pueden ser un proceso laborioso.- La eliminación de neumáticos puede ser un dolor de cabeza; de hecho, la mayoría de los rellenos tienen prohibido aceptar neumáticos. Los neumáticos o llantas, como comúnmente suele llamárseles, son tan elásticos que son casi imposibles de compactar y literalmente se inflan a través de la celda de basura, por ello para poder contribuir a eliminar problemas de este tipo se recomienda:

- considere métodos alternativos de eliminación de neumáticos, tales como el triturado y el reciclado, sobre todo este ultimo.

- Esparza los neumáticos en capas sencillas al pie del relleno; si llegan al relleno final del día, guárdelos hasta el día siguiente.

- Esparza la maleza que llega sobre los neumáticos, de esta manera la maleza como una alfombra tejida para mantenerlos planos. Si no hay malezas disponibles, cubra las llantas con residuos de construcción o demolición tales como tablas, madera terciada o planchas de yeso.

3.- Los alambres constituyen una verdadera Complicación para su manejo.- El alambre es otro material difícil en los rellenos; el proveniente de elásticos de camas, cercas o cables, se puede enredar en los ejes de las ruedas y los trenes de la maquinaria y puede causarle daños severos. Materiales de este tipo se deben empujar al pie del relleno, teniendo cuidado de que no se enrolle o deslice debajo de la cuchilla; luego se deben colocar malezas o escombros de demolición sobre los mismos, para impedir que se corran hacia arriba y se enreden en las maquinas.

4.- Cuando se empiezan a asentar los rellenos.- La velocidad y extensión del asentamiento dependerá del tipo de profundidad de residuos, la densidad de compactación y la relación de material de cobertura a residuos. La mayor parte del asentamiento ocurre durante los primeros 3 a 5 años, después de enterrada la basura; aun después de cerrarse un relleno, las grietas y depresiones se

deben rellenar y corregir los problemas de drenaje hasta que la tierra se haya estabilizado por completo.

5.- La basura que se acumula en los alrededores.- La basura transportada por el viento es una molestia persistente de la operación del relleno, y controlarlas debiera ser una preocupación principal. Hay varias maneras de enfrentar el problema:

- Mantener el tamaño del frente de trabajo lo más pequeño posible.
- Cubrir porciones de las celdas a medida que se forman.
- Instalar cercas para basuras en las áreas de descarga y esparcimiento de las mismas. Es importantísimo recoger la basura frecuentemente.
- Fijar carteles de advertencia y hacer cumplir las reglamentaciones que restringen el acarreo de cargas descubiertas al relleno.
- Descargar las basuras al pie del frente de trabajo inclinado. El viento no las podrá levantar así con tanta facilidad.
- Al construir un sitio de eliminación de tipo zanja, corte las zanjas perpendicularmente con respecto a los vientos predominantes.

6.- Enemigos Invisibles.- Los mayores peligros en un relleno sanitario, pueden ser los que no se ven, como el gas y el fluido de percolación. El gas es generado por la descomposición de las basuras; el fluido de percolación se forma cuando el agua superficial o subterránea se escurre a través de las basuras, llevando consigo compuestos químicos y contaminantes biológicos. El gas de relleno, como metano, puede colarse dentro de edificios cercanos y puede causar incendios y asfixia. El fluido de percolación puede colarse en las paredes, arroyos, mantos freáticos y lagos, envenenando el agua potable y matando a las especies existentes en dichos lagos.

Tanto el gas metano como el fluido de percolación, se pueden controlar con ingeniería de rellenos y técnicas de operación apropiadas. La generación de

gas también puede resultar ventajosa porque éste es un derivado que se pudiera vender; basta saber darle un procesamiento adecuado.

La calidad de la membrana protectora del relleno, así como su correcta colocación en las celdas, es fundamental para evitar las filtraciones al subsuelo.

7.- Los diferentes tipos de sistemas de ventilación.- Hay varios tipos de sistemas de ventilación de gas que se pueden instalar en un relleno; su objetivo es impedir que niveles de metano posiblemente peligroso, se propaguen bajo tierra. Los sistemas pasivos dejan que el gas salga por sí solo del relleno; los sistemas activos lo conducen hacia fuera. Los sistemas pasivos requieren poca atención; los sistemas activos requieren de mantenimiento periódico. Poner en practica pozos de monitoreo para comprobar la generación de gas, ayuda a determinar la eficacia del sistema.

8.- Es importante limitar el fluido de percolación.- El líquido intruso en el relleno que crea fluido de percolación proviene de cuatro fuentes: agua del suelo; líquidos puestos en el relleno; lluvia o nieve que caigan en el relleno y agua de escurrimiento superficial que entra al relleno.

El operador del relleno puede impactar todos los anteriores con un diseño y operación apropiados. La generación de fluidos de percolación se puede reducir al compactar adecuadamente la basura, esparcir y compactar el material de cobertura a la profundidad apropiada, construir y mantener drenajes superficiales adecuados en el relleno. El fluido de percolación se puede controlar colocando revestimientos en la base del relleno e instalando sistemas para recolectar el contaminante antes de que se escurra del relleno; la finalidad del relleno es doble, ya que también impide la entrada del agua en la tierra.

Algunos sitios dependen de disipación natural para controlar el movimiento del fluido de percolación; instalar dispositivos de control será un

proceso constante durante la operación del sitio. Son esenciales la instalación cuidadosa y el mantenimiento apropiado.

Es importante instalar controles de fluido de percolación a medida que se abren áreas nuevas o se terminan; también se debe monitorear frecuentemente los pozos para determinar si se están escapando niveles inaceptables de fluido de percolación del relleno.

9.- El manejo del material de cobertura.- El material de cobertura apropiado y su manejo correcto, ayudan a controlar las molestias, así como también los problemas de salud y medio ambiente. Algunas recomendaciones sobre el material serian:

- Se debe compactar para proporcionar un sello hermético.
- Debe estar libre de material orgánico y objetos grandes.
- No se debe agrietar excesivamente al secarse.

El material de cobertura es valioso y proporciona algunos beneficios como:

- Ayuda a impedir la salida de olores y la entrada del agua en la basura compactada.
- Previene la reproducción de insectos y elimina una fuente de comida y abrigo para roedores y aves.
- Impide incendios y controla la basura.
- Proporciona un relleno denso y estable que puede servir como una buena base para un camino.

10.- El control estadístico de la información.- Mantener estadísticas exactas y precisas de las cantidades de basura entrantes, es la única manera de obtener información fiable para determinar las necesidades actuales y futuras del relleno. Pesar la basura cuando entra al relleno es la mejor manera de obtener esta información; dicho pesaje proporciona la base más equitativa para

establecer tarifas de descarga, también suministra la información necesaria para hacer análisis del costo de la operación. El pesaje también le da al operador una manera de comprobar el volumen de celdas de residuos y la cantidad de cobertura utilizada.

Las Básculas son una parte fundamental de las instalaciones de un relleno; sin embargo, a veces es difícil justificar el porqué la existencia de la báscula para un relleno, por lo que es esencial encontrar otro método de compilar información sobre la cantidad de residuos entrantes. Un conteo de vehículos periódico es una manera en que un relleno pequeño puede juntar esa información; relacionar esto con el tonelaje o la capacidad o metros cúbicos de cada camión, proporciona una estimación razonable del tonelaje que entra cada día.

11.- La prevención de los incendios.- Debido a que la mayoría de los incendios en el relleno comienza por fuentes externas, en vez de por las de combustión espontánea, es imprescindible tener un plan operativo para combatir incendios. Algunas sugerencias serian:

- Prohíba fumar en el frente de trabajo o cerca del punto; fije carteles y obligue a que se cumpla la regla.
- Provea extintores de incendios para todo el equipo de relleno que sea suficientemente grande como para apagar incendios pequeños.
- Use el chorro de agua de alta presión de los vagones aguateros para apagar incendios.
- Desvíe a los conductores que traen cargas humeantes o en combustión a un lugar seguro alejado del frente de trabajo. Hágalos vaciar su carga en ese mismo lugar, para poder controlar la situación.
- Recuerde que la cobertura diaria de tierra puede mantener el incendio dentro de una celda, impidiendo que se propague por todo el relleno.

12.- Mantenga seguro a todo mundo.

Si se admite al público en el relleno, se deben de tomar precauciones de seguridad adicionales:

- Una gente del personal de control debe acompañar a los visitantes al frente de trabajo, para asegurarse de que no recorran los caminos que siguen las máquinas que trabajan en el relleno y para mostrarles dónde deben descargar.
- Se deben establecer áreas especiales de descarga para acceso exclusivamente al público.
- Se deben prohibir terminantemente el escarbado y hurgado.

Tanto si se admite al público o no, el programa de seguridad del relleno debe incluir:

- Teléfono o radio en todos los equipos para que el operador pueda informar rápidamente sobre un accidente.
- Equipos de primeros auxilios disponibles en el sitio.

13.- La selección de la maquinaria apropiada, es fundamental para la operación óptima del Relleno Sanitario.

Uno de los pasos más importantes en la construcción y operación de un relleno sanitario, es la eficaz selección de la maquinaria a utilizarse. Por que, no importa lo cuidadosamente que se planee y ejecute cada fase del manejo de residuos, la producción se interrumpirá si el equipo en el relleno es inadecuado, el tipo inapropiado, el tamaño equivocado o las máquinas no suficientemente confiables para mantenerse a la zaga de la inundación de residuos entrantes.

Los Rellenos deben de contar con una disponibilidad de máquinas de prácticamente el 100%; la basura no puede esperar, hay que esparcirla, compactarla y cubrirla todos los días.

Es fundamental conocer todo lo que pueden hacer las maquinas:

En cualquier relleno sanitario necesita maquinas para:

- Preparar el sitio
- Manipular y compactar la basura
- Excavar y transportar el material de cobertura
- Esparcir y compactar la capa diaria y la capa final
- Hacer trabajos generales y de limpieza
- Mantener caminos
- Trabajar con cualquier material reciclable.

Esto significa que es esencial conocer la amplia variedad de posibilidades de diseño y rendimiento de maquinaria de relleno especializada. Por ello, para elegir el equipo apropiado, se debe determinar el tamaño, número y combinación de máquinas para realizar tareas diarias en el relleno.

Como vemos no es algo fácil; es importantísimo tener en cuenta muchos factores antes de poder comenzar con la selección del equipo, entre ellos:

- Tonelaje y tipo de residuos a ser manejados
- Cantidad y tipo de material de cobertura
- Distancia a la que se debe acarrear el material de cobertura
- Tipo de relleno
- Requisitos de compactación
- Necesidades especiales de manejo de residuos para materiales no colocados en el relleno
- Condiciones del tiempo
- Tareas suplementarias
- Presupuesto
- Crecimiento proyectado del área servida.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como principio, se puede asentar que las conclusiones que estableceremos en el presente trabajo, así como las recomendaciones que haremos, son en el marco del tiempo de observación establecido en el planteamiento inicial, entendiendo que en el futuro se pueden proponer mejoras y estudios de mayor profundidad que abarquen aspectos no tratados a profundidad o no contemplados en el presente proyecto.

Podemos establecer como premisa que el Manejo del Relleno Sanitario en Empalme, es un proceso complejo que escapa de la capacidad financiera que tiene el H. Ayuntamiento para poder operarlo de la manera óptima, como sugiere cualquier manual de operación de rellenos sanitarios en el mundo. Sin embargo, en general podemos decir que, a pesar de las circunstancias y condiciones que observaremos en lo sucesivo, dicho relleno tiene un manejo dentro del margen de aceptación de los estándares establecidos por la Profepa sobre todo logra cubrir la demanda de los usuarios de la comunidad de Empalme, Sonora.

En principio, estableceremos algunas consideraciones sobre factores externos, que vienen a complicar y sacan de control la operatividad del manejo del relleno, sobre todo en la fase de recolección de la basura en el municipio y del “*scrap*” o desperdicio que se generan en la nave industrial que ocupa maquilas tetakawi.

1.- La recolección de la basura esta concesionada a una empresa particular, que le presta el servicio de recolección al ayuntamiento. Si bien en principio le genera un costo menor que el manejo directo que pudiera darle el municipio, se escapa una oportunidad de captación de recursos adicionales, por el cobro que dicha empresa le hace al conjunto maquilador y triangulando de manera irregular el manejo de dicha basura, que tiene como destino final al

relleno sanitario, sorteando así la restricción que el ayuntamiento tuvo en principio a Maquilas Tetakawi, SA de CV, para que depositara su basura en el relleno, hasta en tanto cumpliera con el compromiso financiero adquirido con el ayuntamiento. Para dicho conjunto maquilador, resultó más barato acordar con la empresa intermediara, que pagar el costo que le imponía el ayuntamiento, lo cual no está, ni estuvo contemplado en principio en el contrato establecido con la empresa que maneja la recolección de basura. De entrada se desprende una situación irregular que vuelve complejo el proceso de inspección de dicha empresa, ya que el argumento fundamental de los concesionarios es la negativa a reconocer que la basura que recogen en maquilas tetankawi se deposita en dicho relleno, a pesar de que es obvio que las características de la basura recolectada es similar a la que se genera en dichas maquilas.

Es importante, revisar el convenio que se tiene con dicha empresa, para poder obtener una mayor ganancia por el manejo de dicha basura y que estos recursos puedan servir para invertir en maquinaria y equipamiento necesario para el relleno.

2.- Esta misma circunstancia, es decir, la concesión a una empresa para la recolección de la basura, complica el control que se debe tener por parte del personal del ayuntamiento encargado del manejo del relleno, al no tener la capacidad de supervisar todo el material que se recoja en la comunidad, ocasionando que a veces logre entrar material que no está permitido para este relleno, como son los desechos de los hospitales y de algunos talleres o industrias que generan material que por Ley deben ser manejados de manera especial en confinamientos especiales para ello. A pesar de que no es grande el volumen que logra colarse a dicho relleno, existe la circunstancia irregular de que si entran, aunque en cantidades mínimas, materiales que ponen el riesgo de la salud de quienes ahí laboran y por supuesto pueden generar un foco de contaminación en el propio relleno. Lo recomendable es colocar algunos inspectores en las rutas de los camiones recolectores, para supervisar a través

de muestreos aleatorios y sorpresivos, y así evitar que tengan como destino final el relleno.

3.- Desde mi óptica y por lo observado, el ayuntamiento deberá revisar seriamente la concesión otorgada a dicha empresa, ya que en todo momento está actuando con dolo y mala fe, por lo que se vuelve imperante que esta situación anómala se resuelva. Con ello se pudiera tener el control del proceso desde su inicio y poder procesar de manera adecuada la basura que llega finalmente a ser depositada en el relleno sanitario.

Después de estas consideraciones iniciales, podemos pasar a las observaciones del orden técnico dentro de lo que es el manejo propio del relleno sanitario. Por lo que enumeraremos las sugerencias y recomendaciones de la manera siguiente:

a).- El proceso de distribución y compactación que realiza el tractor D6, el cual debe en principio lograr una compactación en promedio de la basura hasta en 60 cm, se puede decir que el objetivo en el periodo de evaluación, logra estar dentro del rango promedio; sin embargo, al momento de aplicar la capa de material que debe oscilar entre los 15 y 17 cm. se sobrepasa en dichas dimensiones y ocasiona que los cerros sean más abultados, y por lo tanto el margen de recepción de cada celda se salga del rango promedio idóneo.

Esta circunstancia ocasiona que la vida de las celdas sea menor y que la proyección observada de vida útil sea menor, por lo que el relleno podría ser saturado antes del tiempo planeado.

Las recomendaciones iniciales que debemos hacer, se centran en la posibilidad de que el ayuntamiento adquiriera una maquinaria especial para el proceso de compactación, ya que el Tractor D6, no es el equipo idóneo para la realización de dicho trabajo, ya que cumple con dos funciones, la de distribución

y la de compactación, cuando este solo deberá ser utilizado para dispersar la basura en la celda que esté siendo utilizada. La maquinaria adecuada para lograr una mayor compactación de la basura, es un COMPACTADOR DE RUEDAS DE ACERO; la empresa Caterpillar cuenta con tres modelos de esta maquinaria. Para este caso puede ser la de menor capacidad, que sirve para un relleno como el de empalme, es un tractor 836 con 481 HP y un peso en orden de trabajo de 53.682 kg.; este tractor, realiza una compactación promedio de 800 a 1200 kg/m³ de densidad, en rellenos que absorben alrededor de las 1000 toneladas por día, el cual es nuestro caso.

Este equipo, por las características de sus ruedas, que asimilan picos, logra compactar de manera idónea la basura y facilita el trabajo del tractor D6, que es quien cubre con material la basura compactada.

b).- Otra consideración importante, es el hecho de que materiales como llantas, aparatos electrodomésticos regulares, fierro, botes de aluminio, plásticos, etc., que pueden ser reciclados no están siendo aprovechando para ser comercializado por el ayuntamiento, ya que permite que pepenadores independientes hagan esta tarea, la cual por cierto, es bastante redituable. Si bien este fenómeno de los pepenadores por años ha sido una fuente de subsistencia para familias completas, en los basureros que no tenían la cultura del relleno sanitario, podemos decir que cumplían con una función para dicho proceso y les permitía la subsistencia; sin embargo, el concepto de los rellenos sanitarios, que finalmente representan una inversión inicial muy importante para su construcción, generan también un gasto económico permanente por parte del ayuntamiento y se vuelve necesario que por la vía del procesamiento de la basura se obtengan ganancias que amortigüen el costo diario que representa la operación del relleno.

Además, esta circunstancia de los pepenadores genera también otro tipo de irregularidades como:

- El peligro que representa para la gente que no está debidamente capacitada y que estorba para el manejo de las maquinarias en el lugar.
- El problema de salud potencial que representa para quienes hacen este trabajo sin el equipo necesario.
- También ocasiona que el manejo de este material no sea colocado como lo indica el manual de operación del relleno, en las áreas correspondientes y quita maniobrabilidad a las maquinas que están trabajando de manera permanente.

c).- Otra consideración importante, es la que tiene que ver con el acceso a vehículos de particulares; si bien es cierto que es un servicio que se otorga, que cualquier particular pueda transportar su basura al relleno, hace falta un área exclusiva de descarga como lo establecen las recomendaciones del manual de operaciones. Ello permite el adecuado manejo de la basura que llega al lugar y su procesamiento; sobre todo no obstaculiza la labor de los camiones que transportan la basura y a veces tienen que esperar a que los vehículos particulares salgan, teniendo demoras innecesarias y corriendo el riesgo de choques y accidentes. Es fundamental organizar este espacio de descarga, ya que el lugar cuenta con el espacio suficiente para programar dicha área.

d).- Desde luego que también pudimos observar la falta de letreros que indiquen las consideraciones de ley o recomendaciones que emite el manual, como lo son las advertencias de incendios, de camiones trabajando, etc.,. No estamos planteando que no las halla; sin embargo, desde nuestra opinión, producto de lo observado, podemos decir que existen áreas donde es necesario colocar dichos letreros. Por ejemplo el área destinada para el reciclaje de la basura, donde se colocan las llantas sobre todo y que son material altamente inflamable y por ende con riesgo de incendios, que son muy comunes.

e).- Otra consideración importante que pudimos establecer, es la necesidad de construir más pipetas o tubos de desahogo del gas metano y los fluidos percollados, ya que esto logrará disminuir las explosiones normales que ocurren producto del proceso de descomposición y de los gases acumulados en recipientes como aerosoles, etc., ya que estos son generalmente los que pueden ocasionarte los incendios. En la primera celda, sólo se contaba con dos pipetas; de ahí que es muy importante que antes del inicio de operaciones de la segunda celda, puedan construirse cuatro pipetas, las cuales en función del volumen del área de las celdas, podrán cumplir mejor su función.

f).- Por ultimo, y justamente dejamos esta observación al final por ser tal vez la recomendación más importante, consideramos que a pesar de que la primera celda aún no cumple su ciclo de vida en función de lo planeado, que es a finales del año o principios del siguiente, es fundamental que ésta ya sea cerrada e inicie operaciones la celda contigua. Dicha propuesta la basamos en las siguientes consideraciones:

- Si bien es cierto que en función de lo que pudimos observar en los datos de la cantidad de basura que entró en esa celda, aproximadamente las 10,000 toneladas, según la proyección hecha producto del tiempo observado, también hay que decir que en lo que se refiere al material de relleno, es decir la capa de tierra que cubre la basura ya compactada, se disparó en más de 1000 m³. Ello ocasiona que la apariencia del cerro que se generó, sea bastante elevado, lo cual complica el destino final que tendrá dichas celdas cuando el relleno cierre sus operaciones y cumpla con su vida útil.

- Esta elevación, finalmente complica el acceso a la maquinaria para poder trabajar mejor la compactación, ocasionando la posibilidad de un accidente, es decir un posible volcamiento. Es importante destacar que cuando ocurre el tiempo de evaluación es a la mitad del año, el cual estaba programado para cerrarse a finales de dicho año, y la altura a esta fecha ya ocasionaba problema de maniobrabilidad de la maquinaria.

Por ello se considera pertinente cerrarla al concluir el mes, e iniciar de manera inmediata los trabajos en la siguiente celda; ello traerá las siguientes ventajas desde nuestro punto de vista:

- Aprovechar todas las observaciones que se hacen mediante el presente trabajo, además de corregir errores producto de la misma experiencia adquirida e ir mejorando el proceso de manera substancial.

- Con la adquisición del Tractor con ruedas de Metal en forma de picos, especialmente para la compactación de la basura, se logrará duplicar la capacidad de recepción del relleno; ello indudablemente puede compensar el tiempo y espacio que genere el cerrar la anterior celda antes de lo proyectado.

- Permitirá que las pipetas puedan ser construidas tal y como se recomienda ampliarlas a un número de 4, y se tendrá una mejora sustancial en el control de emisión de gases y de explosiones.

- Permitirá evaluar el desempeño de la empresa que tiene la concesión del transporte de la basura y dictará nuevas reglas y mejorará este servicio.

- Le permitirá poner orden con lo pepenadores, quienes no deberían estar en el relleno y aprovechar económicamente el reciclaje de los productos que tiene valor comercial.

- De igual manera, podrá ordenar mejor su proceso de distribución en el área y ubicar la entrada para vehículos particulares, así como colocar los letreros adecuados de seguridad.

En síntesis, podemos decir que al cerrar ya la celda actual, le dará la oportunidad de renovar su proceso, mejorarlo y ordenarlo, aprovechando la necesidad real de cerrar ya dicha celda. Serán muchas las ventajas que se

obtendrán de este reordenamiento y se logrará abatir costos, tiempos y riesgos, logrando finalmente brindar un servicio más oportuno y de mayor tiempo de duración para la comunidad empálmense que día a día eleva sus rango de generación de basura; también pondrá en orden el manejo de la basura que se genera de maquiladoras tetakawi.

Por último podemos decir que, a pesar de las deficiencias que hemos observado, pudiéramos catalogarlas en un rango de Bajas, y que el funcionamiento actual de dicho relleno cumple con su función básica; así lo establecen además las autorizaciones obtenidas por SEMARNAT, quien es la autoridad responsable de normar su funcionamiento.

Por lo que todas estas observaciones y recomendaciones, son exclusivamente para ir mejorando y optimizando el manejo del Relleno Sanitario de Empalme, sonora; proceso que desde luego debe estar inscrito en una visión permanente de mejora continua.

BIBLIOGRAFIA

2000. H. Ayuntamiento de Empalme, PROYECTO EJECUTIVO DEL RELLENO SANITARIO “EMPALME SONORA”, Subdirección de Desarrollo Urbano y Ecología, Sonora, México.

1990, Gobierno del Estado de Sonora, LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE PARA EL ESTADO DE SONORA, Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología . Hermosillo Sonora.

1996, SEMARNAP, LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, Gaceta Ecológica No. 40.

2006.- CONTROL ESTADISTICO Y OPERATIVO DEL RELLENO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE EMPALME, SONORA. Dirección de Obras Públicas.

1997 – 2001.- MANUAL DE ELIMINACION DE RESIDUOS, CATERPILLAR.

1998 Segunda edición. Serie Ambiental #18 OPS/OMS “DIAGNOSTICO DE LA SITUACION DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE”. Publicación conjunta del BID y la OPS
Autores: Guido Acurio, Antonio Rossin, Paulo Fernando Teixeira y Francisco Zepeda.