

59 20



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería



**DISEÑO DE UNA ESTACION DE
TRANSFERENCIA EN LA DELE-
GACION GUSTAVO A. MADERO**

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO CIVIL

P r e s e n t a :

Carlos Alberto Gil Medina



México, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1990



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está 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.

I N D I C E

CAPITULO I : INTRODUCCION.

1.1 GENERACION	2
1.2 RECOLECCION	4
1.3 TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL	5
1.4 POLITICA DEL ESTADO	7
1.5 LA ESTACION DE TRANSFERENCIA	10
1.5.1 FINALIDAD	12
1.5.2 BREVE HISTORIA	12
1.5.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS	13

CAPITULO II : ANTECEDENTES.

2.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACION Y METODOLOGIA DE CAMPO	17
2.1.1 GENERACION PER-CAPITA DE LOS RESIDUOS SOLIDOS	19
2.1.2 DENSIDAD DE POBLACION	29
2.1.3 ZONIFICACION URBANA DE ACUERDO AL NIVEL DE INGRESO FAMILIAR (N.I.F.)	29
2.1.4 SELECCION Y CUANTIFICACION DE LOS SUBPRODUCTOS CONTENIDOS EN LOS RESIDUOS SOLIDOS	31
2.1.4.1 CUANTIFICACION DE LOS SUBPRODUCTOS	32
2.1.4.2 PESO TOTAL DE LOS SUBPRODUCTOS	32
2.1.4.3 HISTOGRAMA PROMEDIO DE LOS SUBPRODUCTOS	33
2.1.4.4 RESULTADOS OBTENIDOS	33
2.2 SERVICIO DE RECOLECCION	34
2.2.1 FRECUENCIA DE LA RECOLECCION	45
2.2.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ACERCA DE LA RECOLECCION	45
2.3 SISTEMA DE DISPOSICION DE LOS RESIDUOS	47
2.3.1 TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS	47
2.3.1.1 METODOS DE SEPARACION	48
2.3.1.2 INCINERACION	48

2.3.1.3	COMPOSTEO	53
2.3.1.4	PIROLISIS	54
2.3.1.5	DESHIDRATACION Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS	55
2.3.1.6	METODO DE OXIDACION	56
2.3.1.7	HIDROGENACION	56
2.3.1.8	HIDROLISIS	56
2.3.1.9	FOTODEGRADACION	56
2.3.1.10	RELLENO HIGIENICO	57
2.3.1.11	RELLENO SANITARIO	57

CAPITULO III : ANALISIS DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA

3.1	CALCULO DE LAS COORDENADAS DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA	64
3.1.1	TOMA DE DATOS Y MEDICIONES	67
3.1.2	APLICACION DE LAS ECUACIONES DE TRANSFERENCIA	71
3.1.3	PROPUESTA Y CONCLUSIONES	72
3.1.4	NUEVA UBICACION DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA	72
3.1.5	UBICACION Y CARACTERISTICAS DE LOS TERRENOS DISPONIBLES	73
3.2	ELEMENTOS ECONOMICO - FINANCIEROS	76
3.3	CONCEPTOS BASICOS PARA LA DETERMINACION DEL COSTO - HORA - MAQUINA	77
3.3.1	VIDA UTIL	77
3.3.2	VIDA ECONOMICA	78
3.3.3	VALOR DE RESCATE	81
3.3.4	COSTO HORARIO DE OPERACION DE MAQUINARIA	81
3.3.4.1	CARGOS FIJOS	82
3.3.4.2	CARGOS POR CONSUMO	85
3.3.4.3	CARGOS POR OPERACION	92
3.3.4.4	EL I.V.A. EN LOS COSTOS DE EQUIPO	93
3.3.4.5	CARGO UNITARIO POR MAQUINA	93

3.4 DETERMINACION DEL RADIO DE INFLUENCIA DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA	93
3.4.1 PARA LAS UNIDADES DE RECOLECCION	93
3.4.2 PARA LOS CAMIONES DE TRANSFERENCIA	94
3.4.3 PARA LA ESTACION DE TRANSFERENCIA	94
3.4.3.1 CALCULO DE LA DEPRECIACION	94
3.4.3.2 CALCULO DEL COSTO POR MANTENIMIENTO	95
3.4.3.3 CALCULO DEL COSTO POR OPERACION	95
3.4.3.4 CALCULO DEL COSTO POR CAPITAL	95
3.4.3.5 COSTO FIJO DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA	95
3.4.3.6 ECUACION DE COSTO-HORARIO POR TONELADA PARA EL SISTEMA DE TRANSFERENCIA	95
3.5 TIPOS DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA	97
3.5.1 EN CUANTO AL EQUIPO DE TRANSFERENCIA	97
3.5.1.1 EQUIPOS RODOVIARIOS	97
3.5.1.2 CAMIONES DE CARROCERIA ABIERTA	98
3.5.1.3 CAMIONES DE CARROCERIA CERRADA	100
3.5.1.4 CAMIONES TIPO "ROLL-ON, ROLL-OFF"	100
3.5.1.5 EQUIPOS ACUATICOS	101
3.5.1.6 EQUIPOS FERROVIARIOS	101
3.5.2 EN CUANTO A LA OPERACION DE LA CARGA	105
3.5.2.1 ESTACIONES DE CARGA DIRECTA	105
3.5.2.2 ESTACIONES DE CARGA INDIRECTA	106
3.5.3 EN CUANTO AL PROCESAMIENTO DE RESIDUOS	109
3.5.3.1 SIN PROCESAMIENTO	109
3.5.3.2 CON PROCESAMIENTO	110
3.5.4 EN CUANTO A LAS CARACTERISTICAS DEL EDIFICIO	114
3.6 TOMA DE DECISIONES	115
3.6.1 SELECCION DEL SITIO EN DONDE SE VA HA CONSTRUIR LA ESTACION DE TRANSFERENCIA	115
3.6.2 TIPO DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA .	116
3.6.3 DISPOSICION FINAL DE DESECHOS SOLIDOS	117
3.6.4 CAPACIDAD DE RECEPCION DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA	117

CAPITULO IV : PROYECTO DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA

4.1 DETERMINACION DEL NUMERO DE UNIDADES DE TRANSFERENCIA	118
4.2 PROCEDIMIENTO DE CALCULO	118
4.3 DATOS INICIALES Y CONSIDERACIONES	120
4.3.1 CAPACIDAD DE LOS TRACTOCAMIONES DE TRANSFERENCIA	120
4.3.2 LLEGADAS A LA ESTACION DE TRANSFERENCIA TIPO POISSON	120
4.3.3 TIEMPO DE SERVICIO (O DE CARGA), DEL TIPO EXPONENCIAL	124
4.3.4 TIEMPO EN IR AL SITIO DE DISPOSICION FINAL Y VOLVER A LA ESTACION DE TRANSFERENCIA	126
4.4 TABLA DE CALCULO Y CONSIDERACIONES FINALES	126
4.5 RESULTADOS	131
4.6 ANALISIS DE RESULTADOS	137
4.7 CARACTERISTICAS DE LA RAMPA DE ACCESO	138
4.8 AREA DE MANIOBRAS	138
4.9 DEFINICION DEL "LAY BASICO" Y PROYECTO ARQUITECTONICO	138

CAPITULO V : EQUIPO Y OPERACION

5.1 EQUIPOS E INSTALACIONES AUXILIARES	140
5.1.1 EQUIPOS DE COMPACTACION Y DE ALIMENTACION	140
5.1.2 MANTENIMIENTO	140
5.1.3 EQUIPOS DE COMUNICACION	140
5.1.3.1 INTERCOMUNICADORES	141
5.1.3.2 SEMAFOROS	141
5.1.3.3 RADIOCOMUNICACION	141
5.1.4 CONTROL DE CONTAMINACION	141
5.1.5 OTRAS INSTALACIONES Y EQUIPOS ESPECIALES	142
5.1.6 OFICINAS E INSTALACIONES PARA LOS EMPLEADOS	142
5.2 OPERACION Y CONTROL DE LAS ESTACIONES DE TRANSFERENCIA	142
5.2.1 PERSONAL	142
5.2.2 NORMAS DE OPERACION	145
5.2.3 CONTROLES	146

CAPITULO I, INTRODUCCION.

1.1 GENERACION.

En la relación hombre-naturaleza, dirigida ésta por la tecnología, la utilización social de los recursos naturales sorprende por la extensión de los destrozos, ocasionados en el medio ecológico por una apropiación técnica y social de éstas fuentes, y de las perturbaciones a el medio ambiente y ecosistema.

Al aplicar controles ecológicos, para la conservación del medio ambiente, el hombre está cada vez mas conciente de su condicion como -- modificador de los ecosistemas y ciclos naturales que han conformado la naturaleza durante siglos. Thomas Maltus predijo que las poblaciones -- humanas aumentarían con mayor rapidez que su capacidad de abastecimiento de elementos. El hombre esta comenzando a entender que, este planeta es simplemente un gran navío espacial con límites definidos en su productividad y su capacidad para hacer frente a los contaminantes.

Se ha hecho mucha retórica acerca de la ecología y el futuro de la humanidad. Las predicciones van desde la humanidad está condenada, hasta quienes esencialmente niegan que exista algún problema.

Un consenso interesante ha surgido de estas voces, la tecnología -- sola no puede resolver los problemas de la población y de la contaminación. Lo anterior implica el aceptar la existencia de una liga entre la industrialización, la urbanización, la degradación del medio vital y el costo social tanto en terminos de debilidad de consumo, como de la tensión social, suscitada ésta, por el progreso técnico tomándole como la base de la superación de nuestras sociedades y la fuente de todos sus -- problemas, deteriorando así, el marco vital.

Entre las formas en que el conocimiento de los principios de la -- ecología pueden usarse para el progreso de la sociedad humana y para que la relación hombre-naturaleza sea mas madura, es la conservación racional de nuestros recursos naturales.

Conservación no significa, ni implica, un simple racionamiento de nuestros abastecimientos de modo que algo quede para el futuro. La verdadera conservación supone aprovechar plenamente los conocimientos de la ecología. Lo anterior significa que se deben administrar los ecosistemas de tal modo que, bajo un régimen de equilibrio entre la producción -- de alimentos y materias primas, la renovación de los ecosistemas y la generación de contaminantes, se asegure un rendimiento continuo de plantas, animales y otros materiales útiles, garantizando con esto la preservación de un medio ambiente de alta calidad y que ofrezca, a la vez, usos estéticos y recreativos, tanto para las presentes y futuras generaciones.

La forma y modalidades del desarrollo económico y social, determina la manera en que se dan los procesos de producción y consumo de la sociedad. En realidad el tipo de productos que se elaboran, los materiales y técnicas que se emplean, los patrones de consumo, etc., son resultado del modelo adoptado. El desarrollo de un país, entonces, tiene sus raíces en su historia, tradición y cultura; pero está determinado también por la disponibilidad de sus recursos y su relación con otras naciones. En este sentido, el medio ambiente y los recursos naturales susceptibles de ser utilizados, son un factor importante en la determinación de las potencialidades del desarrollo económico. Así, cualquier intento de explicación o solución de una problemática específica tiene que ser vista en referencia a ese contexto que cada país tiene en un momento dado.

La problemática ambiental, requiere por tanto, este marco de referencia para su análisis. Se parte del hecho que sociedades más avanzadas tienen sistemas de producción, distribución y consumo más complejos y distintos a otros países en vías de desarrollo.

Si esto es válido para estas etapas del ciclo económico; la producción, distribución y consumo, lo debe ser también para aquella parte no reconocida que es la de la generación de los desechos. Los desechos, su volumen y composición tienen que ver con el grado de desarrollo de un país o de una región.

Por un lado, la producción de bienes y servicios requiere de materia prima, mano de obra, tecnología, etc., cuyas características y combinaciones pueden variar según se trate de un país avanzado o una región atrasada. Los productos elaborados pueden tener características peculiares que desde su origen los hagan factibles de reutilizar o determinen su desecho irreversibles. El nivel de ingreso de la población y su propensión a consumir es otro ejemplo determinante en tanto que el consumo genera, como se ha visto, alguna clase de desecho. A mayores ingresos e índices de consumo corresponderán mayores volúmenes de desechos.

En otro orden, el volumen de la población y su distribución pueden acentuar estas manifestaciones ya que existe una correlación directa entre población y producción de desechos, así como entre concentración y contaminación. En cuanto a las características cualitativas de los desechos, a mayor desarrollo corresponderán productos, y por tanto, desechos más elaborados. Es muy posible que el desecho producido por una sociedad primitiva pueda ser más fácilmente asimilable por el ecosistema que el desecho radiactivo, quizá el ejemplo más claro en cuanto a avance tecnológico se refiere.

Los productos petroquímicos no biodegradables son un ejemplo más generalizable de bienes producidos por muchos países, que no tienen formas sencillas de tratamiento, siendo depositados, en el suelo o en la atmósfera.

Así, el desarrollo industrial del país, los aumentos en el ingreso de la población y su acceso al sistema de consumo de mas producto, el aumento de la población y su constante concentración en ciudades han -- constituido en conjunto una serie de factores, que debemos tener muy presentes si deseamos que la relación hombre-naturaleza sea mas madura, que explican las características actuales de la producción de desechos sólidos en el país.

1.2 RECOLECCION.

Análisis realizados por la dirección general de ecología urbana -- realizados en diversas ciudades de nuestro país nos permiten apreciar -- que existen diferencias no solo entre países sino aún entre zonas de -- el país en cuanto a producción de desechos se refiere. Cabe mencionar que -- el análisis que se hace involucra también a distintos agentes productores de desechos: La Agricultura, Industria y Servicios, sean actividades privadas, mixtas o públicas que son responsables de una parte de la producción de desechos. Los consumidores, considerados como unidad o -- grupo familiar son otro agente productor. Finalmente el gobierno no solo interviene como productor de desechos sino como regulador de estos -- procesos y oferente, casi en todos los casos, de servicios municipales -- de limpia.

El volumen y calidad de la basura generada en cada unidad productiva hace difícil su tratamiento en el sitio. Para unidades residenciales se ha visto que, con excepción de algunos equipos sencillos como trituradores de material orgánico o pequeños incineradores, no existen alternativas tecnológicas de pequeña escala que sean económicas y seguras desde el punto de vista ambiental.

En la industria y el comercio existen procesos que pueden atender -- tratamiento de desechos por cada unidad productiva, sin embargo, existe -- la necesidad de soluciones de mayor escala que ataquen al problema en su conjunto.

En todo caso lo que se presenta es una necesidad económica y -- ambiental para recolectar los pequeños volúmenes de desechos producidos -- por cada unidad productiva como caso previo a cualquier tratamiento. Las tecnologías que se conocen no solo tienen ciertos requerimientos de composición de desechos sino de volúmenes mínimos para lograr una cierta -- economía de escala en el tratamiento a efecto de reducir el costo medio -- por unidad de desechos.

Sin embargo, los sistemas públicos o privados de recolección de -- desechos no satisfacen toda la demanda de recolección. Hay varias razones para esto:

Primero; es el tamaño del conjunto de unidades productoras de desechos. Aquí, se encuentra la necesidad económica de justificar el equipo que se requiere para la recolección, de tal manera que pequeñas ciudades deben el servicio con métodos manuales o reunirse con otras para haber factible económicamente el uso de una pieza de equipo (un camión, una barredora, etc.).

Segundo; el grado de recolección de la basura depende de la concentración o dispersión de los usuarios del servicio. En todas las ciudades será mas sencilla la recolección en áreas de alta densidad que en áreas dispersas donde el costo de la recolección se incrementa. La topografía y la infraestructura urbana pueden ser también un factor que influye en esta fase del proceso. El ancho de los arroyos de calles o la condición de su superficie es, en muchos casos, un impedimento para que se preste el servicio, sobre todo si este es mecanizado. Por otro lado, en la mayoría de los centros urbanos existe un porcentaje, a veces elevado, de población, conformando asentamientos irregulares que por su propia condición son excluidos de la prestación de muchos de los servicios municipales.

Así, del total de basura generada existe un residual (variable, dependiendo de los factores que se enuncian) que no es recolectado y es dispuesto inadecuadamente por la disposición adecuada de desechos no recolectados, el habitante se deshazá de los desechos de la forma mas fácil posible: la quema, en tiraderos, en lotes baldíos, arroyos o barrancos, orillas de carreteras, etc.

1.3 TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL.

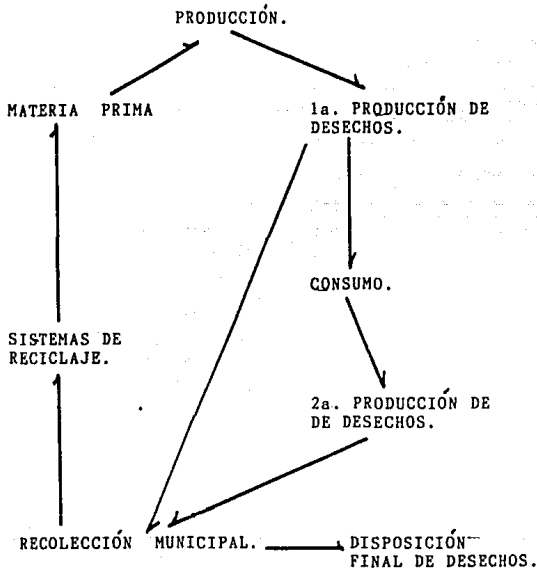
Toda disposición final inadecuada afecta el medio ambiente imponiendo a toda la sociedad un perjuicio que no es fácil de medir pero que indudablemente afecta las potencialidades de desarrollo del país.

Los desechos sólidos recolectados pueden ser sujetos a distintos procesos posteriores que van desde su disposición inadecuada inmediata, hasta su tratamiento y disposición adecuada de volúmenes reducidos.

El caso mas común es que los desechos recolectados sean dispuestos inadecuadamente en tiraderos al aire libre o en lugares poco aptos, independientemente de que el responsable sea el sector público o privado; lo cual se debe principalmente a falta de recursos y de incentivos legales.

Los procesos de descomposición de los desechos, la emisión de gases a la atmosfera, la filtración de contaminantes a mantos freáticos, -

la proliferación de fauna nociva, son entre otros, los resultados casi - inevitables de los tiradores de " basura ". Aún los rellenos sanitarios pueden seguir siendo una forma inadecuada de disponer los desechos si - estos se dan en lugares que, por sus condiciones geológicas o edagológicas, crean condiciones graves de contaminación del suelo y agua subterra nea.



CICLO DE LOS DESECHOS SOLIDOS.

Los procesos de tratamiento pueden resultar en la recuperación de los desechos para un fin económico. La composición y volumen de la basura hacen factibles la recuperación de materiales tales como el papel, plástico, madera, aluminio y metales, vidrio, etc., que dependiendo de su calidad y cantidad pueden ser incorporados a futuros procesos de producción. La composta, como un producto derivado de los tratamientos de los desechos municipales, es en realidad un insumo en la industria agropecuaria. Algunos procesos de desposición tienen como producto derivado la energía, en gas o en calor, que puede ser utilizado nuevamente en el ciclo económico.

Si se considera a la producción de desechos como una etapa sin valor alguno en el ciclo económico, tarde o temprano esta concepción afectará las posibilidades de desarrollo de un país. Se mencionó que la potencialidad de un país está, entre otras cosas, en sus recursos humanos y materiales. La contaminación del medio ambiente es indudablemente un factor negativo que mina las condiciones humanas y reduce, a veces hasta límites negativos, las posibilidades del medio para producir bienes. Por otro lado, la recuperación productiva de elementos contenidos en los desechos es por mucho que no se quiera reconocer, un recurso no explícito de que dispone un país. La lógica de sistemas económicos complejos tiene de a la obsolescencia y a la más rápida circulación del ciclo producción-distribución-consumo. En estos casos, las consideraciones económicas imperan sobre las ambientales.

En otras condiciones, países en vías de desarrollo no pueden desechar los recursos de que disponen en la basura a la luz de sus enormes restricciones de recursos naturales, energéticos, alimenticios y de comercio exterior. Así como la participación comunitaria es un factor que potencializa las posibilidades de desarrollo de un grupo o de una sociedad, de la misma forma la recuperación económica de los desechos sólidos representa una fuente para aumentar los recursos disponibles para la producción.

1.4 POLITICA DEL ESTADO.

Descrito el proceso de generación, recolección, tratamiento y disposición final de los desechos, las etapas en que consiste, las variables y agentes que interviene, parecería de utilidad que dicho proceso sirva de referencia para el diseño de una política en la materia. En efecto, se ha argumentado que el problema de los desechos consiste básicamente en una serie de distorsiones del sistema económico que afectan las distintas etapas del proceso. Así, la intervención del estado para corregir dichas distorsiones puede definirse según la etapa, variable o agente de que se trate.

En primer lugar, se debe buscar que los procesos de producción - sean establecidos de tal manera que los bienes elaborados tengan mas durabilidad o menor obsolescencia y que los procesos de producción puedan incorporar en lo posible material reciclado, estimulando así los mercados de reciclado de desechos y que las normas se adecúen de tal manera de racionalizar los requerimientos de empaque, envasado o embotellado de productos, una de las principales fuentes productoras de desechos. Asimismo, se deberían buscar que el desecho generado se reduzca y sea tratado por la industria o neutralizarlo antes de incorporarlo al flujo de recolección, tratamiento o disposición de desechos domésticos municipales. En todo caso el objeto final es el de reducir el volumen de desecho tanto de la industria como de la etapa del consumo final.

En el consumo, la intervención del Estado debe ser promotora para racionalizarlo. Esto es, aquí se encuentra la posibilidad de incluir en ciertos productos y consumidores los costos sociales de algunos tipos de desecho, sobre todo aquellos productos que generan desechos difíciles de tratar. Los precios pueden ser un instrumento por medio del cual se refleje en el bien producido el costo social de tratar o disponer los desechos, pero la legislación es también un punto especial de atención.

La promoción y el estímulo para que el consumidor sea el primero en recuperar el valor de la basura es un paso inicial. Así, ciertas formas de organización comunitaria, difusión y comunicación masiva pueden reducir la cantidad de desechos que deja el consumidor para su recolección municipal y pueden aumentar la recuperación económica de ciertos materiales.

Por otra parte, la recolección es una etapa muy importante que debe seguir el objetivo de una cobertura máxima de los desechos generados. A este objeto corresponden acciones de apoyo a los gobiernos municipales para la planeación, organización, financiamiento y operación del servicio. La legislación puede diseñarse también para definir las características y modalidades de otros sistemas de recolección, sean a través de concesiones a empresas privadas o a cooperativas.

En cuanto al tratamiento, la política debe reflejar las prioridades nacionales o regionales y traducirlas en la forma en que los desechos deben ser tratados. La tecnología que se aplique debe reunir atributos consistentes con las condiciones generales del país y específicas de un región o localidad.

El objeto sería el de conseguir elevar significativamente el porcentaje de desechos tratados y dispuestos adecuadamente, a fin de recuperar su valor para el desarrollo del país, sea en materia orgánica para usos agrícolas, en materia procesada para otros procesos industriales, en energía, gas, o bien como un terreno rehabilitado para usos recreativos.

A este objetivo pueden corresponder acciones igualmente de apoyo y asesoría a gobiernos locales para planear las plantas y hacer más eficientes los procesos de organización, financiamiento y operación. El mercado tecnológico debe ser regulado a fin de proporcionar tecnologías adecuadas y evitar en lo posible la importación indiscriminada de técnicas que incidan sobre la deuda externa del país. El apoyo a la investigación científica y tecnológica es una acción a largo plazo que puede resolver definitivamente este aspecto.

Los productos derivados de los procesos de tratamiento deben ser promovidos a través de la creación de nuevos mercados o la protección o regulación de algunos de ellos. Por ejemplo, en algunas ocasiones la materia prima importada puede resultar más económica que la reciclada, desalentando así el proceso de recuperación de materiales.

En otro orden, debe existir una legislación y vigilancia estricta sobre aquellos lugares que se destinan para tiraderos o rellenos sanitarios. En etapa es indispensable eliminar los riesgos de contaminación de suelo, agua y aire que se derivan de la localización y operación inadecuada de los mismos.

Como se ve, la acción estatal, sea ésta inductiva y de promoción a unidades productoras y consumidoras, o compulsivas a través de reglamentación, y sanciones, es requerida en todo el proceso de generación, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos. Una política que sólo aborde algunos de estos aspectos no tendrá seguramente el efecto que se pretendería sobre las prioridades fundamentales del país: generación de empleo, alimentos, energía, comercio exterior y protección del medio ambiente.

Se puede decir que existe una estrecha relación entre el grado de complejidad del sistema de recolección con que cuenta una localidad y el tamaño de su población. Así, se observa que en pequeños centros de población en algunas ocasiones, se carece del servicio y la basura es dispuesta sin ningún control por los propios habitantes en cuerpos de agua, predios baldíos, tierras agrícolas, etc. En el caso contrario el municipio ofrece el servicio. Sin embargo, por lo general es deficiente debido a que se cuenta con equipos obsoletos y de poca capacidad, además de que deben prestar el servicio a diversas localidades del municipio.

En las grandes ciudades existen sistemas de recolección más complejos y diversificados, que combinan distintas formas de recolección y barrido (manuales y/o mecánicos) implicando altos costos de inversión y operación y grandes dificultades para el control de la eficiencia del servicio. Asimismo, se observa que además del gobierno municipal, otros organismos y asociaciones (como cooperativas, asociaciones industriales, etc.) intervienen en la prestación del servicio.

Por todo lo anteriormente dicho y analizado es conveniente destacar la importancia de implementar tecnologías que, sin incrementar la deuda externa del país, requieran de inversiones rápidamente recuperables y que tengan como objetivo básico el multiplicar la eficiencia de los sistemas de recolección, tratamiento, reincorporación a los esquemas de producción y disposición final.

En la ciudad de México se están aplicando ya estas tecnologías que siendo acordes con las necesidades nacionales respetan en todo momento nuestro marco vital. Ejemplo de lo anterior y que es objeto de este trabajo es la implementación de las estaciones de transferencia dentro del sistema de recolección del D.F.

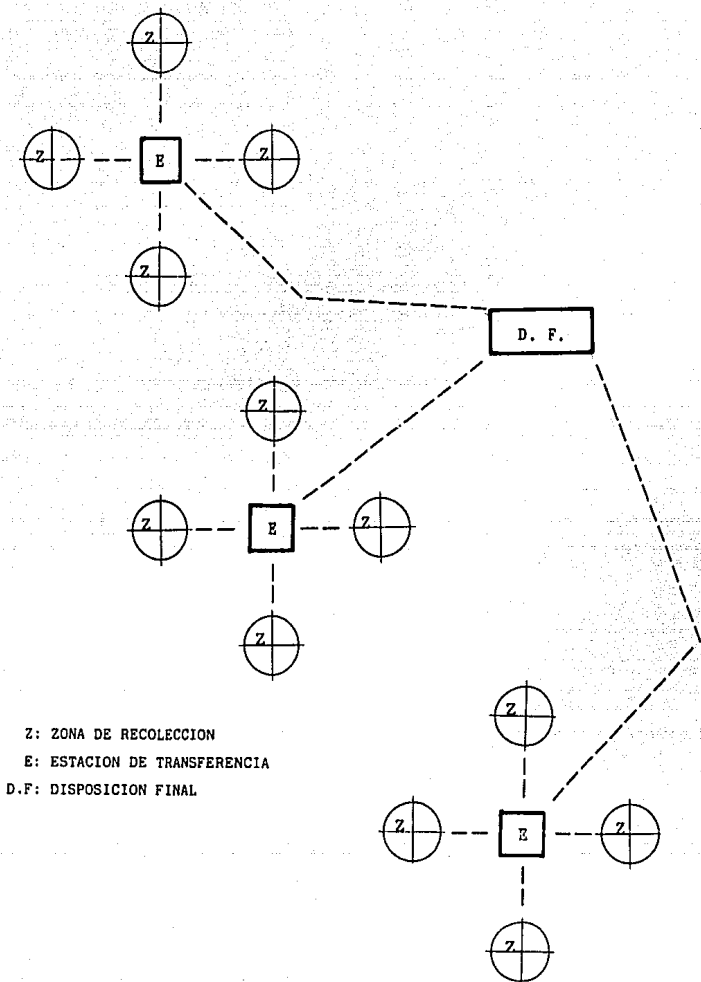
1.5 LA ESTACION DE TRANSFERENCIA.

Se aplica el término estación de transferencia a las instalaciones en donde se hace el traslado de desechos sólidos (D.S.) de un vehículo recolector a otro vehículo con mucha mayor capacidad de carga. Este segundo vehículo, o transporte suplementario, es el que transporta los D.S. hasta su destino final.

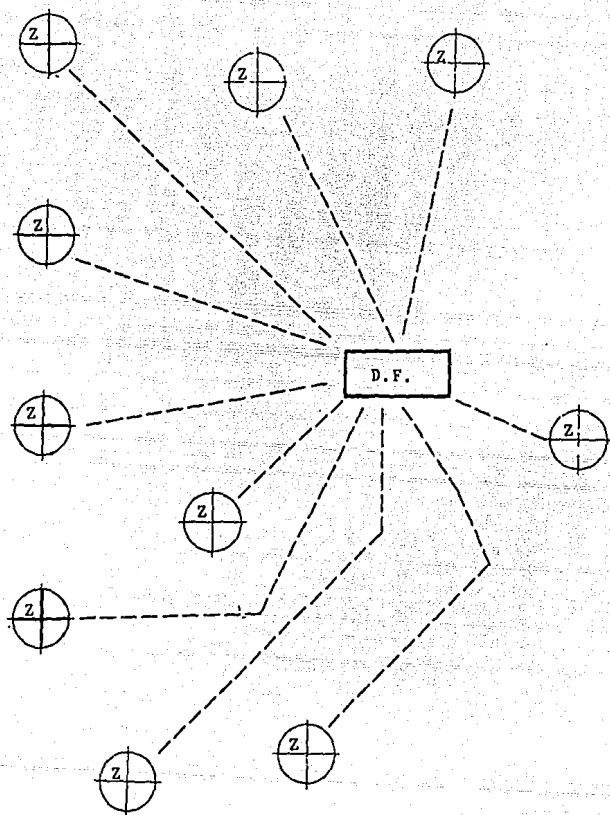
Estas instalaciones pueden resumirse a una simple plataforma elevada dotada de una rampa de acceso o a un edificio sofisticado y de grandes dimensiones. Así mismo, el traslado de los D.S. se puede hacer por gravedad o utilizando equipos macanizados.

Los vehículos recolectores que utilizan las estaciones de transferencia son, generalmente, camiones compactadores, pero también pueden ser camiones abiertos tipo volquete, camiones de carrocería fija, camiones porta-containers, o carrozas de tracción animal.

Para el transporte suplementario se emplean, en su mayoría, camiones de gran capacidad tipo trailer (semi-remolques), pero también se pueden utilizar otros tipos de camiones así como otros medios de transporte como el ferroviario o el acuático.



SISTEMA RECOLECCION-TRANSFERENCIA



SISTEMA DE RECOLECCION CON DISPOSICION
FINAL DIRECTA

1.5.1 FINALIDAD.

El objetivo básico de las estaciones de transferencia es incrementar la eficiencia global del servicio de recolección a través de la economía en el sistema de transporte y en la disminución del tiempo ocioso de la mano de obra empleada en la recolección.

Como consecuencia se logra una disminución general en los costos de recolección y una mayor utilización de la mano de obra y de los equipos disponibles.

No obstante, las estaciones de transferencia no siempre son empleadas sino tan solo cuando las distancias del transporte de D.S. de las -- largas, recomendando así el empleo de medios de transporte más adecuados para cubrir largos recorridos.

Es importante enfatizar, por lo tanto, que el criterio básico para el empleo de estaciones de transferencia es que la economía que se logre por la disminución de distancias y tiempos de recorrido de la flota de recolección debe ser mayor que los costos de inversión y operación del sistema de transferencia.

Actualmente la tendencia mundial de crecimiento de las áreas metropolitanas (que impone sitios de disposición final cada vez más alejados de las zonas de producción de D.S., además del gran incremento en los -- costos de los combustibles), muestra la importancia del estudio de esta solución para las grandes ciudades modernas.

1.5.2 BREVE HISTORIA.

El empleo de estaciones de transferencia en el sistema de transporte de D.S. no es una novedad, habiendo referencias de estaciones de ---- transferencia marítimas en ciudades como Nueva York y Lisboa desde el -- siglo pasado, así como las instalaciones ferroviarias en París y Sao -- Paulo.

En el inicio de este siglo se encontraban estaciones de transferencia marítimas en Río de Janeiro donde se empleaba el tranvía como transporte -- suplementario.

En esa época la utilización de estaciones de transferencia estaba justificada en el caso de grandes recorridos impuestos a las carrozas ti

radas por animales, usualmente de 4 a 5 Km., después de haber completado su carga. Con la llegada de camiones con motores a combustión, consistentemente capaces de vencer fácilmente medianas distancias, las estaciones de transferencia fueron abandonadas.

Hoy en día la situación nuevamente es favorable a las estaciones de transferencia en virtud de las grandes distancias hasta los sitios de disposición que comunmente se encuentran en las ciudades metropolitanas, además del encarecimiento del costo del transporte en razón del aumento de los precios de los combustibles.

1.5.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

La más importante ventaja de la estación de transferencia resulta de su finalidad en sí, o sea de la disminución que se logra en los costos globales de transporte y en las horas improductivas de la mano de obra.

Además de esta ventaja existen otras, como por ejemplo:

- Aumento de la vida útil y disminución en los costos de mantenimiento de los vehículos recolectores puesto que, éstos no necesitan transitar por los caminos de los rellenos sanitarios donde las piletas siempre presentan irregularidades, residuos (clavos), ocasionando problemas en las llantas y en la suspensión del tránsito en las épocas lluviosas principalmente.
- Utilización más racional de la flota de recolección por la existencia de balanzas en las estaciones. La toma del peso de todas las cargas de los vehículos permite una distribución mas perfecta de las rutas de recolección, además de evitar sobrecargas que pueden dañar el equipo, o lo contrario: la sub-utilización de la capacidad de transporte.
- Mayor control de la operación de recolección. La ubicación de las estaciones de transferencia dentro o cerca de las zonas de recolección permite un constante control de los camiones de recolección por los fiscales de servicios.
- Posibilidad de solución conjunta para disposición final de residuos de mas de una municipalidad. En los casos en que más de una pequeña ciudad se juntan para disponer sus residuos en un solo relleno sanitario o para tratarlos en una instalación de procesamiento, el empleo de estaciones de transferencia facilita esta solución.

- Cambio de sitio de disposición final de residuos no interfieren con las rutas, procedimientos y horarios de recolección domiciliar.
- Las estaciones de transferencia pueden adaptarse para incluir sistemas de aprovechamiento de residuos para reciclaje.

Mientras que las estaciones de transferencia pueden ser fuentes de problemas y preocupaciones, éstos en su mayoría se pueden resolver por medio de un buen y cuidadoso diseño. Lo anterior puede advertirse en la siguiente breve descripción de la problemática actual:

- ESTACION DE TRANSFERENCIA AZCAPOTZALCO.

Esta unidad presenta problemas en el diseño de sus tovas (ángulo de inclinación), así como en la zona de descarga de recolectores, que al no estar nivelada genera que los D.S. se salgan de la tolva. El tunel de tractocamiones presenta encharcamiento e inundaciones. Por lo tanto la estación requiere de una serie de modificaciones para que pueda ser utilizada a su máxima capacidad potencial.

- ESTACION DE TRANSFERENCIA BENITO JUAREZ.

Esta obra presenta serios problemas en el área de circulación de tractocamiones debido al ancho del tunel de circulación, situación que marca hasta en un 60 u 80 % su potencial de transferencia máxima.

- ESTACION DE TRANSFERENCIA CUAUHEMOC.

Se puede considerar como una de las unidades con menos problemas salvo las deficiencias comunes en cuanto el mantenimiento.

- ESTACION DE TRANSFERENCIA GUSTAVO A. MADERO I.

Esta unidad, ubicada en la planta industrializadora de desechos sólidos de San Juan de Aragón (PIDS), se encuentra fuera de servicio - - actualmente, debido a una serie de deficiencias de diseño entre las cuales se podrían mencionar las siguientes:

- Su ubicación dentro del conjunto es mala, lo cual acarrea conflictos de vialidad.

- Las áreas consideradas para maniobrar tanto de vehículos recolectores como de tractocamiones son insuficientes. Situación ésta que entorpece considerablemente las maniobras de transferencia.
- La altura de las tolvas con respecto al patio de tractocamiones es excesiva. Debido a esta situación se han llegado a dañar las cajas por la aceleración que adquieren los desechos.
- El ancho de las bocas de las tolvas es menor del reglamento, entorpeciendo aún más las maniobras de descarga.

Por lo tanto, para absorber el rechazo que se genera en la propia planta industrializadora se ha implementado una tolva provisional alimentada por un sistema de almeja que momentáneamente resuelve el problema, pero presenta a su vez las siguientes deficiencias:

- El sistema de llenado con almeja es lento, lo cual incide en el número de llenados y por lo tanto en la capacidad final del elemento.
 - El diseño de la tolva es inadecuado lo cual propicia la dispersión de los desechos fuera de la caja de transferencia, así como trabajos de mantenimiento.
- ESTACION DE TRANSFERENCIA IZTACALCO.

Independientemente de algunos problemas referentes a asentamiento diferencial así como encharcamiento en el tunel de tractocamiones, la estación puede ser aprovechada a su capacidad proyectada en lo que se refiere a maniobrar de transferencia.

- ESTACION DE TRANSFERENCIA MIGUEL HIDALGO.

Esta unidad prácticamente no presenta problemas en su funcionamiento, motivo por el cual se puede usar a su máxima capacidad de transferencia.

- ESTACION DE TRANSFERENCIA VENUSTIANO CARRANZA.

Los problemas en esta unidad consisten en la falta de un local adecuado para oficinas, pues tanto el que se utiliza actualmente, como el

que se pretende utilizar a futuro resultan inadecuados. Así mismo se --
presentan encharcamientos en el tunel de tractocamiones.

Entre los problemas que ocurren en servicios de limpieza dotados -
de estaciones de transferencia tenemos:

- Dependencia de sistema de recolección en el sistema de transferencia, esto es, las fallas en los equipos electromecánicos de la estación o en los vehículos de transferencia pueden resultar en serio problemas para el servicio de recolección, principalmente en el caso de estaciones de transferencia sin instalaciones de almacenamiento.

- Reclamos de los vecinos por malos olores, ruidos y polvaredas provocados por el funcionamiento de la estación. La ubicación ideal de las estaciones de transferencia es en el centro de las zonas de recolección, lugar generalmente cercano a residencias, razón por la cual en estos casos es necesario poner mucha atención en la operación de la estación para evitar los problemas antes mencionados.

- Los rellenos sanitarios y sus accesos deben estar preparados para recibir vehículos de grandes dimensiones como son los camiones de transferencia. En este caso es necesario tener carreteras de mejor calidad, con curvas de radios mayores -- así como caminos internos a los rellenos y áreas de descarga preparadas para el tránsito de semi-remolques (trailer) de hasta 50 toneladas de peso total.

CAPITULO II, ANTECEDENTES.

2. ANTECEDENTES.

La recolección de los residuos sólidos que se generan en el Distrito Federal, es sin duda un reto para las autoridades, para su solución - intervienen varios aspectos, de los cuales destacan los técnico-administrativos y los económicos.

Desde el punto de vista económico el sistema de recolección representa aproximadamente de un 60 a un 70 por ciento del total destinado al servicio de limpia, esto si se cuenta con una adecuada disposición final, si no es así el porcentaje se incrementa.

En la actualidad, el servicio tradicional de recolección no cumple con los deseos de las autoridades de proporcionar adecuados servicios públicos, sin embargo, el presupuesto destinado a este renglón se incrementa año con año y no acorde al crecimiento poblacional o al crecimiento de los sectores secundarios y terciarios de la producción.

Ante esta situación, las autoridades se han lanzado a la búsqueda de opciones viables para incrementar la cobertura del servicio de recolección. Lo anterior de origen al presente estudio para implementar en sistema de transferencia de desechos sólidos en la segunda delegación - mas grande de la ciudad de México y que posee una población equivalente a la ciudad de Guadalajara.

Con el propósito de que este trabajo sirva como guía para el diseño y planeación de estaciones de transferencia, en lo sucesivo se explicara en primer término, paso por paso, las fases de un proyecto típico y en segundo término se aplicará lo anterior y en particular a la delegación Gustavo A. Madero.

2.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACION.

Las informaciones mas importantes que deben levantarse e investigarse, antes de realizar cualquier actividad, son las siguientes:

2.1.0 METODOLOGIA DE CAMPO.

Esto incluye la cantidad producida y recolectada en diferentes zonas de la ciudad y sus respectivas proyecciones para el período de vida de la E. de T., así como las variaciones estacionales. En cuanto a las

características, las mas importantes son: tipos de residuos esperados, composición de los desechos, peso volumétrico y, de ser posible, la humedad y la densidad.

Quizá la fase mas importante para el diseño de un sistema de manejo de los residuos sólidos, sean los estudios de campo; ya que a partir de éstos, se determinarán los párametros antes mencionados y la información necesaria para llevar a cabo tal diseño, la importancia de llevar a cabo estudios de campo que realmente sean representativos del asentamiento humano que se trate es vital, pues de suceder lo contrario, será muy difícil alcanzar un alto nivel de eficiencia.

Básicamente la investigación de campo consta de las siguientes actividades:

- Delimitación de las zonas de estudio.
- Determinación de la generación per-cápita de los residuos sólidos de tipo doméstico.
- Composición cualitativa y cuantitativa de los residuos sólidos.
- Obtención del paso volumétrico " in-situ " de los residuos sólidos.
- Investigación sobre el manejo actual de los residuos sólidos en las zonas de estudio.

Se debe de establecer una secuencia de actividades por realizar -- diariamente, durante todo el período de tiempo asignado para la realización de tal trabajo. En forma general, las actividades realizadas diariamente dentro del programa de los estudios de campo en las zonas de estudio, deben de ser las siguientes:

- Recolección de los residuos sólidos, generados en las casas habitación seleccionadas de las zonas de estudio, con base en un muestreo aleatorio.
- Pezaje de los residuos sólidos recolectados en un sitio previamente localizado, para conocer la generación de desechos sólidos diaria por elemento o casa habitación.
- Obtención de la generación per-cápita diaria por casa-habitación, con base en el número de sus habitantes.
- Vaciado, reunión y homogenización de los residuos sólidos recolectados diariamente.

- Obtención de una muestra mediante el método de cuarteo de al menos 40 kg. de residuos sólidos para selección de subproductos, realizado cuando mucho tres operaciones de cuarteo.
- Determinación del peso volumétrico de los residuos sólidos.
- Selección de los subproductos contenidos en la muestra de residuos sólidos, con base en una clasificación previamente establecida.
- Pesaje de las subproductos obtenidos de la muestra de residuos sólidos.
- Cálculo del porcentaje en peso, de cada uno de los subproductos seleccionados, con respecto al peso de la muestra.

Es conveniente mencionar que las actividades antes descritas, se realizan acorde a los lineamientos dictados por las normas oficiales mexicanas vigentes, aplicadas y desarrolladas según el criterio y experiencia del responsable de los trabajos de campo.

A continuación se describe en forma detallada, la metodología que se debe de llevar a cabo en campo, para determinar tanto la generación per-cápita, como la composición y el peso volumétrico "in-situ", de los residuos sólidos; en las zonas de estudio predeterminadas.

2.1.1 GENERACION PER-CAPITA DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

La generación de desechos sólidos "per-cápita", es un parámetro que nos indica la cantidad de "basura" promedio que produce un habitante en un día. Por otro lado, La Asamblea de Representantes del Distrito Federal, en ejercicio de la facultad que le confiere el artículo 73, base 3a; inciso "a" de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, expidió el actual Reglamento para el Servicio de Limpia en el Distrito Federal; en el que señala en su artículo tercero, base cuarta que: "IV. ~~RESIDUO SOLIDO~~: El material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control y tratamiento de cualquier producto, cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó; que no esté considerado como residuo peligroso de acuerdo a la normatividad emitida oficialmente por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, y que provenga de actividades que se desarrollen en domicilios, mercados, establecimientos mercantiles, industriales, vías públicas y áreas comunes".

Este valor, se ve afectado por una serie de factores, tales como:

- Climatología del lugar.
- Humedad relativa del medio ambiente.
- Actividades de la población.
- Costumbres y calidad de vida de los habitantes de la población.
- Otros.

El tipo de alimentación, así como la forma de vida, el vestido y las costumbres de los habitantes de cada región, están caracterizadas sin lugar a duda por el clima que impera y en consecuencia, los desechos sólidos producidos en cantidad y calidad se varán afectados considerablemente, según la estación del año en que se originen; es decir, la " basura " de Invierno será diferente a la de Verano. Se puede decir que en el contenido de los residuos sólidos generados por una determinada población, se podrá conocer su régimen alimenticio, forma de vida y en cierto modo su nivel cultural.

El conocimiento de la generación per-cápita de residuos sólidos en las zonas de estudio predeterminadas, es básico, para calcular el tonelaje de basura producido diariamente en ellas, y así poder determinar la ubicación de las coordenadas del centro de la Estación de Transferencia, el área de influencia y los habitantes por servir; con el propósito de dotar a los usuarios de un buen sistema de recolección y disposición final de desechos sólidos.

Dado que por lo general resultaría difícil encuestar a todos los individuos de un asentamiento humano, en razón del gasto extraordinario que esto demandaría en costo y tiempo se puede utilizar el método llamado " muestro aleatorio simple ", el cual consiste en obtener de cada una de las zonas predeterminadas, una muestra que deberá ser lo suficiente grande para inferir de ella, ciertas características de la población.

El procedimiento empleado para conocer la generación de basura - " per-cápita ", de los habitantes de las zonas piloto en cuestión, se describe a continuación.

- Selección del riesgo (☛).- Se refiere al riesgo con que se realizará el muestreo, se elige con base en los siguientes factores:
 - Conocimiento de la zona donde se realizará el muestreo.
 - Calidad técnica del personal participante.
 - Facilidades para realizar el muestreo.

- Exactitud de la báscula a emplear.

- Selección del error muestral (E).- Se debe de proponer un determinado valor para el error muestral, con base en el criterio del proyectista, así como a partir de la información obtenida en otros estudios similares.

- Se propone un valor para la desviación estándar poblacional (σ), de acuerdo con la experiencia, características de la muestrear; así como también con base en los valores encontrados en otros estudios semejantes. población

- Se determina el valor del nivel de confianza (Z_p), empleando una tabla de distribución normal acumulativa, con base en el valor del riesgo (α), elegido.

- Tamaño de la premuestra (N_1).- Se calcula el tamaño máximo (N_1) que podrá tomar la premuestra en momento dado, con la siguiente expresión:

$$N_1 = \frac{N (Z_p \cdot \sigma)^2}{E^2 (N-1) + (Z_p)^2 \sigma^2}$$

- Recorrido del universo de trabajo. Se debe de visitar a los habitantes de las casas-habitación seleccionadas para la pre muestra, con el fin de explicarles la razón del muestreo por realizar, así como para captar cierta información general, - que se muestra en la cedula de encuesta. Este debe de hacer se con 2 o 3 días de anticipación al del inicio del período - seleccionado de la toma de muestras de "basura."

- Posteriormente, como es obvio, se recorre diariamente el uni verso de trabajo durante el período fijado para la toma de - muestras, visitando las casas-habitación incluidas en la pre muestra, para recogerles a sus habitantes los residuos sólidos que hayan generado el día anterior al de la visita; simul táneamente con la acción anterior, se les debe de entregar - una nueva bolsa de polietileno para que almacenen los resi-- duos sólidos que generarán el día de la visita.

- Después de recoger diariamente los residuos sólidos almacena dos en las bolsas de polietileno, generados el día anterior, se procede a pesarlos en una báscula con precisión mínima de 10 g; el peso de dichos residuos se anota en la cedula de - encuesta, en el renglon correspondiente al día en que fueron generados tales residuos.

- El paso siguiente será el de dividir el peso de los residuos sólidos entre el número de habitantes de la casa-habitación, para obtener la generación per-cápita de los residuos sólidos en Kg/(hab-Día), correspondiente al día en que fueron generados. El valor de la generación se anota en la cédula de encuesta, en el renglon que le corresponde.

Nota:

Antes de continuar con la metodología para calcular la generación per-cápita de residuos sólidos es conveniente aclarar que ésta, se haga en las normas oficiales que para tal efecto expide la SEDUE así como en el "Plan Piloto de Contenedores en la Delegación Gustavo A. Madero" realizado por PROCESA en diciembre de 1983, y que constituye el primer estudio de generación de residuos sólidos durante 14 días. Así, se creyó importante e interesante calcular una generación per-cápita por cada día del período de muestreo, para posteriormente calcular una generación promedio, a partir de los valores de la generación encontrados en cada uno de los días del período de muestreo. Quedando aclarado lo anterior y la forma para determinar la generación per-cápita, se continuara con la descripción del método para calcularla.

- Rechazo de observaciones.- Se debe de realizar un análisis de rechazo de observaciones sospechosas, aplicando el criterio de DIXON, ya que este punto la media (X) y la desviación estandar (S) de la muestra, son desconocidas. El objeto de realizar este análisis, es eliminar o aceptar aquellas observaciones o elementos de la muestra que sean sospechosas, por diferir mucho del contexto general. En dicho criterio, se considera que las observaciones sospechosas, pueden ser muy pequeñas o muy grandes, de manera tal que se sospeche que en ambos casos deban rechazarse. A continuación se enuncian los pasos para aplicar el antes mencionado criterio:
- Las observaciones deben de ordenarse, para cada uno de los días del período de muestreo, en forma creciente como a continuación se ilustra.

$$X_1 \leq X_2 \leq \dots \leq X_i \leq \dots \leq X_{n-1} \leq X_n$$

- Se calcula el valor estadístico (r) para las siguientes situaciones:

$$r = \frac{(X_n - (X_n - (J-1)))}{X_n - X_j} : \text{ CUANDO SE SOPECHA DEL ELEMENTO MINIMO DE LA MUESTRA.}$$

$$r = \frac{(X_j - X_1)}{((X_n - (J-1)) - X_1)} : \text{ CUANDO SE SOPECHA DEL ELEMENTO MAXIMO DE LA MUESTRA.}$$

DONDE:

j: es el ejemplo que define el límite superior del -- intervalo de sospecha, en la cola inferior de los datos ya ordenados.

- Los resultados obtenidos para el mínimo dato sospechosos, se comparan con el valor de estadístico permisible correspondiente al percentil definido por el nivel de confianza establecido para el muestreo ($r(1/2)$). La observación sospechosa se rechaza o se acepta, de acuerdo con lo siguiente:

$r > r(1-\alpha/2)$ SE RECHAZA LA OBSERVACION SOSPECHOSA

$r < r(1-\alpha/2)$ SE ACEPTA LA OBSERVACION SOSPECHOSA

- Cálculo de los estadísticos de la muestra.- Una vez rechazadas las observaciones dudosas, se procede a realizar el correspondiente análisis estadístico de las observaciones, para cada uno de los días del período de muestreo y posteriormente un análisis estadístico general con los resultados para las medias diarias del período de muestreo. Con tales análisis, se obtienen la información siguiente:
 - La generación per-cápita promedio de las medias diarias y la desviación estandar de cada uno de los días que comprendieron el período de muestreo.
 - La generación per-cápita promedio de las medidas diarias y la desviación estandar de ellas, como conjunto de valores.
- Verificación del tamaño de la Premuestra.- Se verifica el tamaño real de la muestra, con base en la desviación estandar muestral y empleando la distribución "t" de Student.- Esto se realiza empleando la siguiente expresión:

$$n = (t s)^2 / E^2$$

DONDE:

n: Tamaño real de la muestra.

E: Error muestral empleado en la terminación del tamaño de la premuestra.

S: Desviación estandar muestral obtenida de los análisis estadísticos realizados en el punto anterior.

t; Percentil de la distribución "t" de Student, correspondiente al nivel de confianza definido por el riesgo empleado en el muestreo.

Sabiendo que (n') es el valor de la premuestra, se puede encontrar las siguientes situaciones:

A)

El tamaño de la muestra (n), resulta ser mayor que el tamaño de la premuestra (n'); por lo tanto deberán obtenerse en campo las (N_2) observaciones faltantes, de la misma zona de estudio de donde se obtuvieron las (n') observaciones de la premuestra; para cumplir con la confiabilidad deseada para el muestreo. Para este caso se deberán realizar nuevos análisis estadísticos que tomen en cuenta tanto a las (n') elementos de la premuestra, como a los (N_2) elementos faltantes para la muestra.

B)

El tamaño de la muestra (n) es igual al tamaño de la premuestra (n'), por lo cual no se requieren mas elementos (N_2) para considerar -- válido el muestreo. Por lo mismo, se considerará correcto los análisis estadísticos realizados en el punto anterior.

C)

En este caso, el tamaño de la premuestra resulta mayor al tamaño real de la muestra, lo cual quiere decir que el tamaño de la premuestra es válido, tomándose dicho valor como el tamaño real de la muestra, por lo que no deben eliminarse los elementos sobrantes de la premuestra, ya que en un momento dado pueden ampliar el nivel de confianza del muestreo. De acuerdo con lo anterior, los estadísticos obtenidos para la premuestra, se consideran válidos también para la muestra, por lo que no habrá necesidad de realizar nuevos análisis estadísticos.

- ANALISIS DE CONFIABILIDAD:

Este análisis servirá para poder aceptar o rechazar los estadísticos de la muestra como los parámetros del universo - de trabajo, para el nivel de confianza establecido inicialmente. Esta fase del procedimiento estadístico consiste en

realizar una prueba en dos colas, o bien, ya sea en la cola izquierda o en la cola derecha del modelo estadístico emplea para este análisis; con el fin de poder determinar si la muestral (\bar{X}) es igual o diferente de la media poblacional (μ). Para este análisis se empleó el modelo estadístico conocido como "Distribución Normal", ya que es el que representa el comportamiento de nuestra variable, la generación de desechos sólidos poblacional.

El procedimiento empleado en este análisis consiste en el siguiente:

- Establecimiento de la hipótesis nula y de su alternativa. - La hipótesis nula a comprobar o rechazar es que la media muestral no difiera de la media poblacional.

$H_0 : \bar{X} = \mu$.. _____ . Hipótesis nula.

La hipótesis alternativa, es lo contrario de la hipótesis nula, es decir:

$H_1 : X \neq \mu$.. _____ . Hipótesis alternativa.

- A continuación se debe de calcular la diferencia en unidades del error estándar del estadístico, empleando la siguiente expresión:

$$t = (\bar{X} - \mu) / S_x = E / S_x.$$

El valor de "t", definirá el percentil para la distribución normal en la cola que se haya trabajado, el cual podrá caer en la región de rechazo o de aceptación.

- El siguiente paso consiste en determinar el percentil que define tanto la región de rechazo como la de aceptación para la distribución normal, según sea la cola en la que se haya trabajado. El valor de este percentil, se determinará empleando una tabla con los valores acumulados bajo la curva de la distribución "t", de acuerdo con el nivel de confianza elegido para el muestreo, este percentil se denomina como:

$$t (1 - \alpha/2).$$

Para finalizar se toma una decisión conforme a lo que a continuación se anota:

Si $t < t (1 - \alpha/2)$ Se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alternativa.

Si $t > t (1 - \alpha/2)$ Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa.

En caso de aceptarse la hipótesis nula, se concluye que los estadísticos de la muestra, pueden ser tomados como los parámetros del universo de trabajo. Ahora bien, si la hipótesis alternativa se acepta, los estadísticos de la muestra no deben ser tomados como parámetros del universo de trabajo; por lo que será necesario realizar un nuevo muestreo y desechar el muestreo analizado.

- Prueba de la razón de Varianza (F).- Esta prueba se debe de emplear para tratar de probar la siguiente hipótesis: - " La media poblacional estimada para cada una de las zonas de estudio predeterminadas es igual a un valor común ". Antes de continuar es necesario aclarar lo siguiente. Como se mencionó anteriormente la generación per-cápita de desechos sólidos de un asentamiento humano depende de varios factores entre los cuales se puede mencionar a las Costumbres y calidad de vida de los habitantes de la población en estudio. Una de las causas por las que la población se divide en zonas de estudio, es el nivel de ingresos familiar. Es decir, tanto cualitativa como cuantitativamente la " basura " de una familia con un ingreso considerado como alto, por ejemplo la colonia Lindavista en G.A.M., será diferente a una que posea un ingreso medio y, ambas, lo serán de una que tenga un ingreso bajo, entonces, la prueba que mantiene nuestra atención en estos momentos, sirve para determinar si es real utilizar una generación per-cápita media para toda la población, con diferentes ingresos familiares, en Gustavo A. Madero.

De acuerdo con lo anterior, la hipótesis para realizar esta prueba, es que las medias poblacionales normalmente distribuidas de las zonas de estudio, son iguales. La siguiente explicación se hará considerando dos zonas, sin embargo; cuando exista un mayor número de ellas el análisis debe efectuarse para todas las ordenaciones sin repetición que resulten de considerarlas a todas. Bajo el supuesto anterior, cuando combinamos las dos poblaciones en una única población grande, esperaremos -- que la media y la varianza de la población grande (U), serán iguales a las poblaciones originales.

$$U = U_1 = U_2.$$

$$s^2 = s_1^2 = s_2^2$$

Deberá entenderse como población grande a la compuesta por las - dos zonas de estudio, y las poblaciones originales compuestas por cada una de las zonas en estudio.

El procedimiento seguido para realizar esta prueba, es el siguiente:

- Se calcula la varianza entre clases (o entre muestras),

$$S_1^2 = (\text{Sum } n_i (\bar{X}_i - \bar{X})^2) / (2 - 1)$$

DONDE:

i: Número de la muestra.

n_i : Tamaño de la muestra extraída de la población "i".

X_i : Media de los elementos "i".

X: Media de todos los elementos de la muestra grande.

$X_i - X$: Desviación entre la media de la muestra "i" y la media de la muestra grande.

- A continuación se calcula la varianza para cada una de las muestras individuales, mediante:

$$S_2 = \text{Sum} \{ \text{Sum} (\bar{X}_i - \bar{X}_i)^2 \} / (n - 2)$$

DONDE:

i: Número de muestra.

X_i : Elemento en la muestra "i".

n: Número de elementos de la muestra grande.

NOTA: Los elementos X_i de las generaciones per-cápita determinadas para cada uno de los días de el período de muestreo.

- El siguiente paso es el de determinar el valor de la razón " F ", de acuerdo con la siguiente expresión:

$$F = (S_1^2) / (S_2^2).$$

El valor obtenido con la expresión anterior, definirá el -
percentil para la distribución " F " en la cola derecha, -
el cual podrá caer en la región de rechazo o de aceptación.

- A continuación se determina el percentil que define tanto
la región de rechazo como la de aceptación para la destri-
bución " F " en la cola derecha.

El valor de este percentil, se determina empleando una ta-
bla de distribución " F ", de acuerdo con el nivel de con-
fianza propuesto para el muestreo. Este percentil se dedo-
mina como:

$$F (1 - \alpha/2)$$

- Posteriormente se comparan los valores de (F) y de ----
F (1 - /2), para saber si la diferencia de las medias po
blacionales estimadas, de las zonas de estudio, se debe o_
no al azar.

Si $F < F (1 - \alpha/2)$ La diferencia se debe al azar.

Si $F > F (1 - \alpha/2)$ La diferencia no se debe al -
azar.

Solo en el caso de que la diferencia se deba al azar, se -
podrá trabajar con una generación per-cápita promedio para
todas las zonas de estudio predeterminadas.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en Gustavo_
A. Madero, para la obtención de las generaciones per-cápita:

NIVEL DE INGRESO FAMILIAR:	GENERACION PER-CAPITA EN - - Kg / (hab. - Día):
Alto	0.598
Medio	0.582
Bajo	0.413

NOTA:

Los resultados anteriores fueron obtenidos en estricto a -
pego a la metodología de campo antes expuesta. Como se observa_
no fué posible considerar una producción media de desechos sólidos





dos para toda la delegación. Las zonas de estudio fueron determinadas en coordinación estrecha entre el personal responsable del área en la Delegación Gustavo A. Madero, y el cuerpo técnico de la Dirección Técnica de desechos sólidos del Departamento del Distrito Federal. En términos generales, la población está constituida por los tres estratos socioeconómicos que en la tabla anterior se muestran. Considerando lo anterior, se determinaron zonas de estudio que fuesen representativas de estos tres niveles de ingreso familiar. Finalmente mencionaremos que para efectos del presente trabajo, las generaciones per-cápita de D.S., no se proyectarán a futuro, pues se considera que la Delegación Gustavo A. Madero, ha alcanzado su límite de población.

2.1.2 DENSIDAD DE POBLACION.

El número de habitantes por casa puede ser determinado en base a las cédulas de encuesta que se deben de llenar cuando se realiza la investigación de campo, preguntando directamente a la persona entrevistada el número total de elementos que cohabitan en esa casa, incluyendo al personal de servicio de planta. De las cédulas de encuesta llenadas, se realiza, posteriormente, un análisis estadístico simple para determinar la media poblacional. Otra forma de determinar este parámetro es acudir a las cartas de densidad de población realizadas por el INEGI, en base a las encuestas que realiza cada 10 años, que fueron fuente de información para el presente estudio.

2.1.3 ZONIFICACION URBANA DE ACUERDO AL NIVEL DE INGRESO FAMILIAR, (N.I.F.).

La siguiente información se basa en el plano de zonificación socioeconómica elaborado por BIMSA, el cual se basa en la guía Roji, para el Distrito Federal. Lo anterior fué proporcionado por la Dirección Técnica de Desechos Sólidos. A continuación se presentan los N.I.F. y las zonas correspondientes.

NIVEL	COLOR	VECES EL SALARIO MINIMO VIGENTE EN EL D.F.
A	()	Mas de 30
B	()	de 20 a 30
C	()	de 10 a 20
D	()	de 5 a 10

E



de 2 a 5

F



de 1 a 2

G



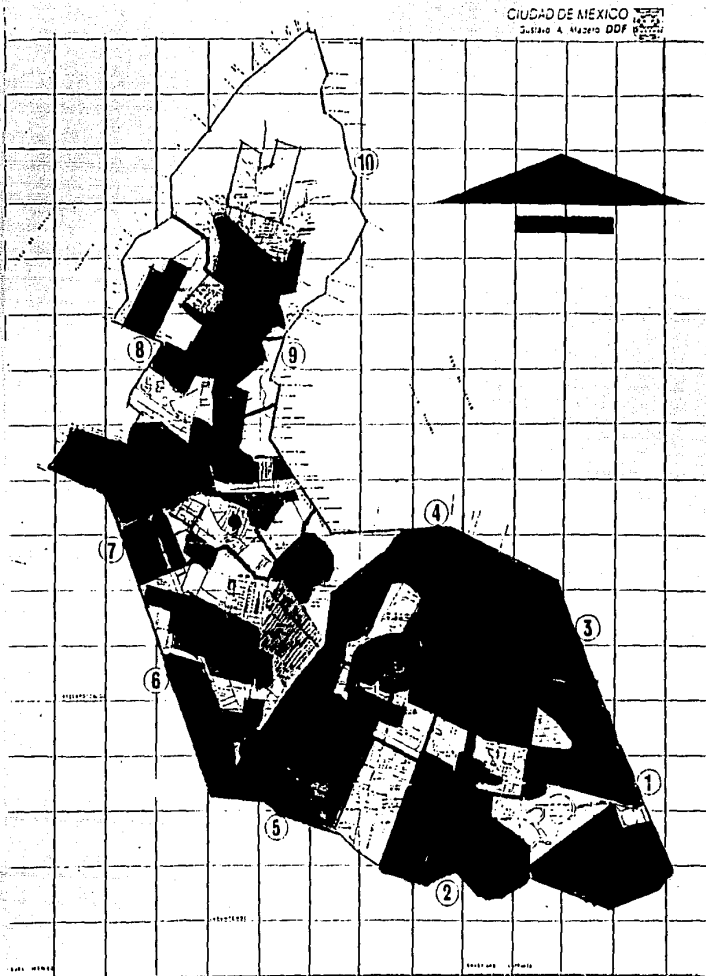
Hasta 1

J



Zona Industrial

CIUDAD DE MEXICO
JUSTINO A. ALAZO DDF



2.1.4 SELECCION Y CUANTIFICACION DE LOS SUBPRODUCTOS CONTENIDOS EN LOS RESIDUOS SOLIDOS.

Siempre resulta interesante conocer los subproductos típicos tanto en calidad como en cantidad, contenidos en los residuos sólidos generados por los habitantes de cualquier asentamiento humano. La selección y cuantificación de subproductos debe ser llevada a cabo al mismo tiempo y durante todo el período de muestreo que se realiza para la generación per-cápita de desechos sólidos en las zonas de estudio. Este análisis debe realizarse según las normas oficiales mexicanas vigentes, interpretadas según la experiencia y el criterio del encargado de la investigación de campo.

El procedimiento empleado para realizar la selección y cuantificación de los subproductos contenidos en los residuos sólidos generados por los habitantes de las zonas en estudio, se describe a continuación:

- OPERACION DE CUARTEO.

El montón de residuos sólidos se traslapea en tres ocasiones con bielo y palas, con el fin de homogeneizarlos. A continuación se divide el montón en cuatro partes iguales, se eliminan dos de ellas en contraposición; para después juntar las fracciones no eliminadas, formando un nuevo montón de menor tamaño.

Esta operación se repite hasta obtener un mínimo de 40 Kg. de residuos sólidos, según la Norma Oficial Mexicana correspondiente. Siempre se debe de cuidar que la operación de cuarteo se realiza cuando mucho hasta tres ocasiones.

- SELECCION DE SUBPRODUCTOS.

De los residuos sólidos elegidos de las operaciones de cuarteo (mínimo 40 Kg.), se seleccionan los productos que a continuación se enlistan, con el fin de determinar la cantidad de la basura generada.

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| - Papel | - Lata |
| - Cartón | - Materiales Ferrosos |
| - Vidrio Blanco | - Materiales no Ferrosos |
| - Vidrio de Color | - Envases Tetrapak |
| - Plástico Rígido | - Pañales Desechables |
| - Plástico de Película | - Materia Orgánica |
| - Trapo y Algodón | - Tierra |
| - Hueso | - Otros |

La selección de subproductos se realiza en base a intereses predeterminados, en nuestro caso interesan dos factores:

- Determinar el grado de compresibilidad de los desechos generados.
- Conocer la factibilidad de implantar un programa de reciclado de los desechos generados.

2.1.4.1 CUANTIFICACION DE LOS SUBPRODUCTOS.

Los subproductos ya seleccionados, depositados en bolsas de polietileno, deben de pesarse por separado en una báscula de plataforma de 10 gr. de aproximación; anotando el resultado en las cédula de encuesta, en el renglón correspondiente al subproducto que haya sido pesado.

Los porcentos en peso de cada uno de los subproductos se calculan con la siguiente expresión:

$$PS = (P1 / P) * 100$$

DONDE:

PS = Por ciento en peso del subproducto considerado.

P1 = Peso del subproducto considerado, descontando el peso de la bolsa empleada para almacenarlos temporalmente, en Kg.

P = Peso total de la muestra empleada para la selección y cuantificación de los subproductos (Min. 40 Kg.), en Kg.

2.1.4.2 El paso siguiente es el de obtener el total de los subproductos tanto en peso como en porcentaje, con el fin de corroborar si dicho total es igual al peso de la muestra, y si no es así, determinar la cantidad y el porcentaje de las pérdidas en peso de dicha muestra. Por norma debe de considerarse un 3% cuando mucho, como valor aceptable para la muestra total.

2.1.4.3 A continuación, se realiza un análisis estadístico de cada uno de los subproductos antes listados, con los valores diarios determinados durante el período de muestreo. Con dicho análisis, se obtiene la media aritmética por subproductos así como su desviación estandar. Posteriormente se grafican los valores promedio (media aritmética), de cada uno de los subproductos, con el fin de obtener el histograma promedio de los subproductos contenidos en los residuos sólidos generados por los habitantes de las zonas de estudio en cuestión.

2.1.4.4 RESULTADOS OBTENIDOS.

A continuación se presentan los resultados obtenidos, de selección y cuantificación de subproductos, en el estudio denominado PLAN - PILOTO DE CONTENEDORES EN LA DELEGACION GUSTAVO A. MADERO, y que fué desarrollado por la D.G.O.P., del D.D.F., y que fué desarrollado bajo la técnica antes mencionada.

Nota:

En dicho estudio, la delegación fué dividida en dos zonas, la -- primera estaba delimitada por la Avenida Talismán al Norte; Oriente 101 al sur, Eduardo Molina Enriquez al Este, Ferrocarril Hidalgo al Oeste. Están comprendidas dentro de la zona las siguientes Colonias: Bondojito, Ampliación la Joyita, Tablas de San Agustín, Faja de Oro, Aragón Inguarán, Primera Sección Gertrudis Sánchez y Ampliación Emiliano Zapata. La segunda zona seleccionada fué la Unidad Habitacional Acueducto de Guadalupe, la cual está delimitada por las Avenidas del Río San Javier al Norte, y Este, por el Boulevard Temoluco al Sur y por la Avenida Ventisca al Oeste.

SUBPRODUCTOS SELECCIONADOS	ZONA 1		ZONA 2	
	MEDIA	D.E.	MEDIA	D.E.
PAPEL	10.40	1.37	12.35	1.50
CARTON	2.52	0.96	0.00	1.30
VIDRIO BLANCO	4.42	1.51	5.14	1.48
VIDRIO DE COLOR	2.11	0.94	2.89	1.72
PLASTICO RIGIDO	1.74	0.77	1.86	0.53
PLASTICO DE PELICULA	3.74	0.85	3.37	0.65
TRAPO Y ALGODON	1.96	0.68	1.42	0.69
HUESO	1.04	0.47	1.55	0.59
LATA	1.76	0.69	1.50	0.52
MATERIALES FERROSOS	0.69	0.42	0.65	0.59

MATERIALES NO FERROSOS	0.44	0.11	0.32	0.00
ENVASES TETRAPAK	1.40	0.49	1.86	0.51
PAÑALES DESECHABLES	3.90	1.47	3.84	1.05
MATERIA ORGANICA	54.32	2.85	52.41	2.13
TIERRA	4.09	1.89	1.39	0.26
OTROS	5.12	1.82	4.53	0.66

Sin temor a equivocarse, de acuerdo con los resultados anteriores se concluye que los residuos sólidos generados por los habitantes de ambas zonas de estudio de la Delegación Gustavo A. Madero; son de tipo doméstico urbano, con altos porcentajes de: Materia Orgánica, papel, vidrio blanco, y otros, lo cual da a conocer el tipo de nivel de consumo de los habitantes de dichas zonas, parámetro importantísimo para determinar:

- La cantidad de vida predominante.
- El servicio de recolección de los residuos sólidos que merezcan y puedan sostener.
- El tipo de Estación de Transferencia.
- La factibilidad de implementar en la Delegación un sistema de reciclaje de desechos sólidos.

Nota:

Para efectos del presente estudio, nos interesa sobremanera el punto (3). Los tipos de e. de t. se verán mas adelante.

2.2 SERVICIO DE RECOLECCION.

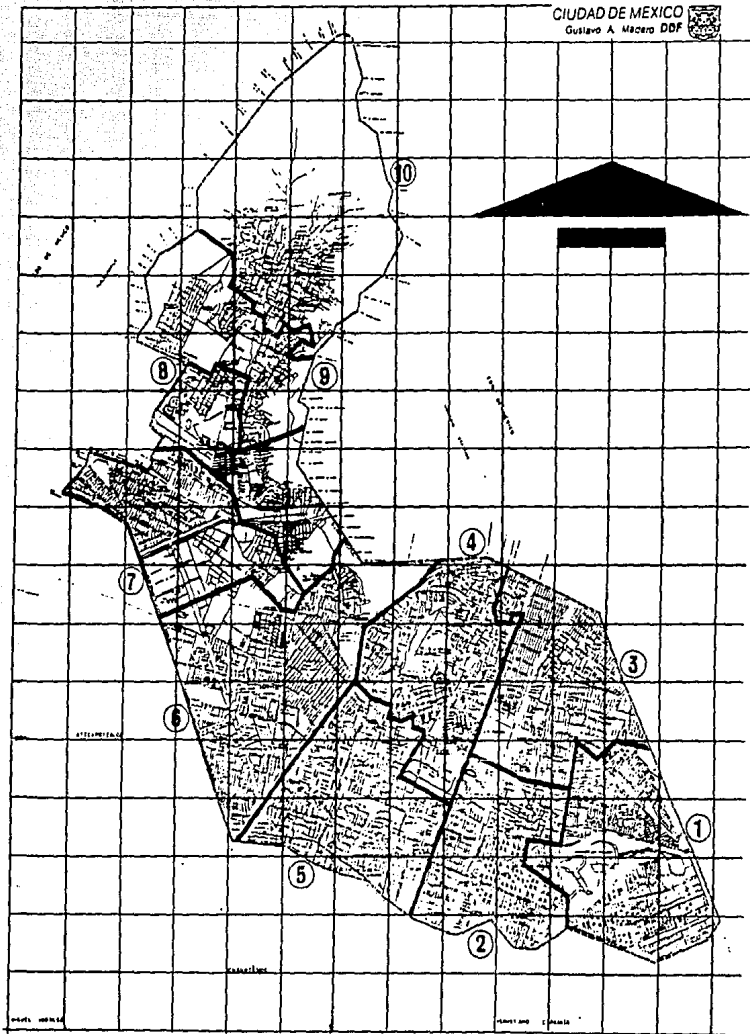
Dentro del diseño y planeación de una estación de transferencia es muy importante conocer la flota de recolectores, esto es, su número, tipo, el estado de conservación, la capacidad y la frecuencia con que se presta el servicio. Del mismo modo, es vital conocer los registros de entrada en la disposición final.

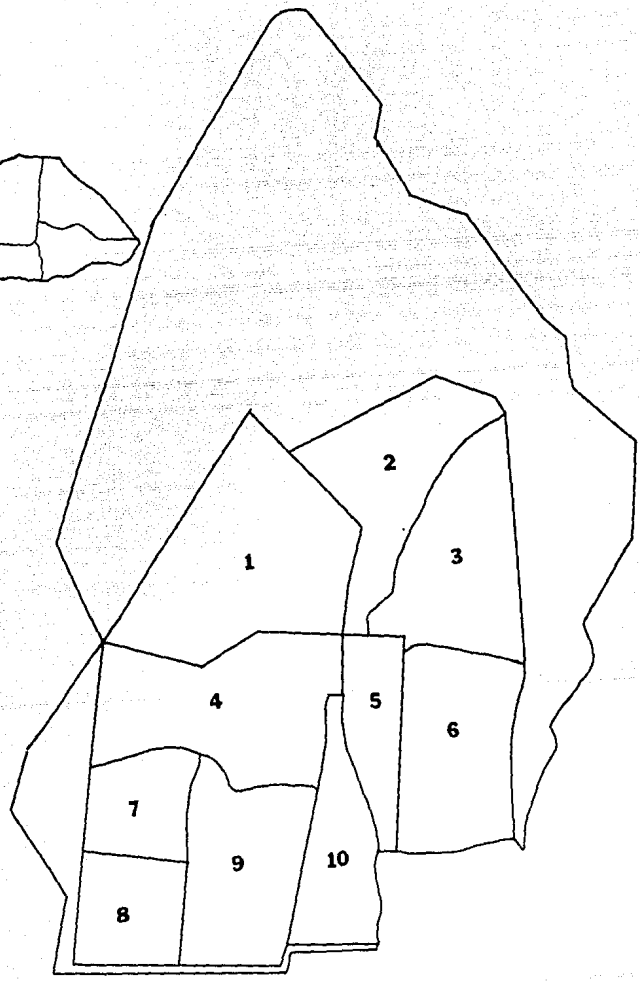
La delegación Gustavo A. Madero cuenta con los siguientes elementos con los que se presta el servicio de recolección domiciliaria:

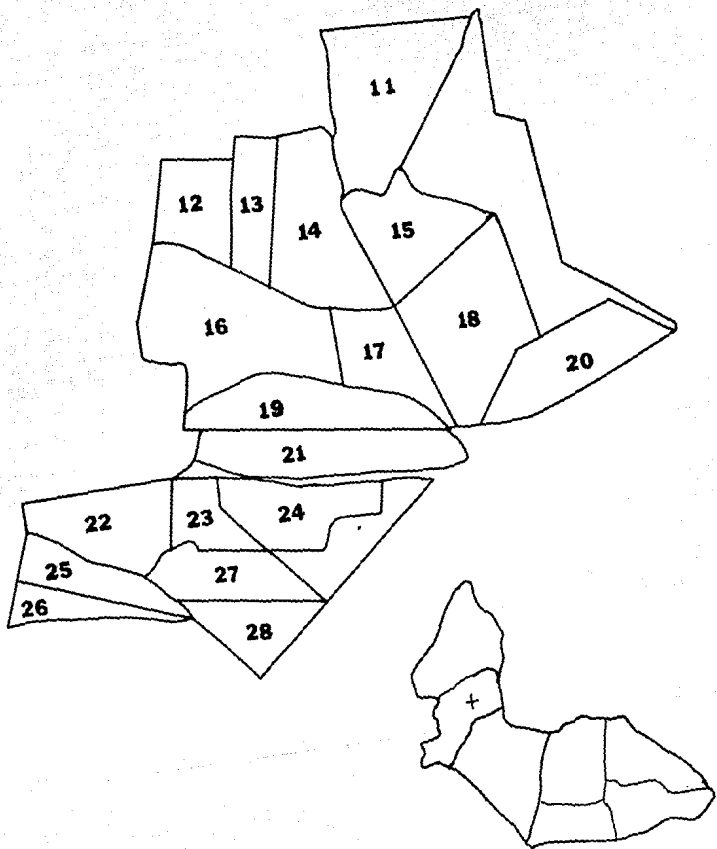
SECTOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VEH. RECOLECTORES	21	20	28	30	37	22	14	10	12	10
PICK - UP	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1
TRAXCAVOS	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
REDILAS	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
TRACTORES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
BARREDORAS	3	3	3	3	4	5	3	0	0	0
CONTENEDOR MOVIL	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2

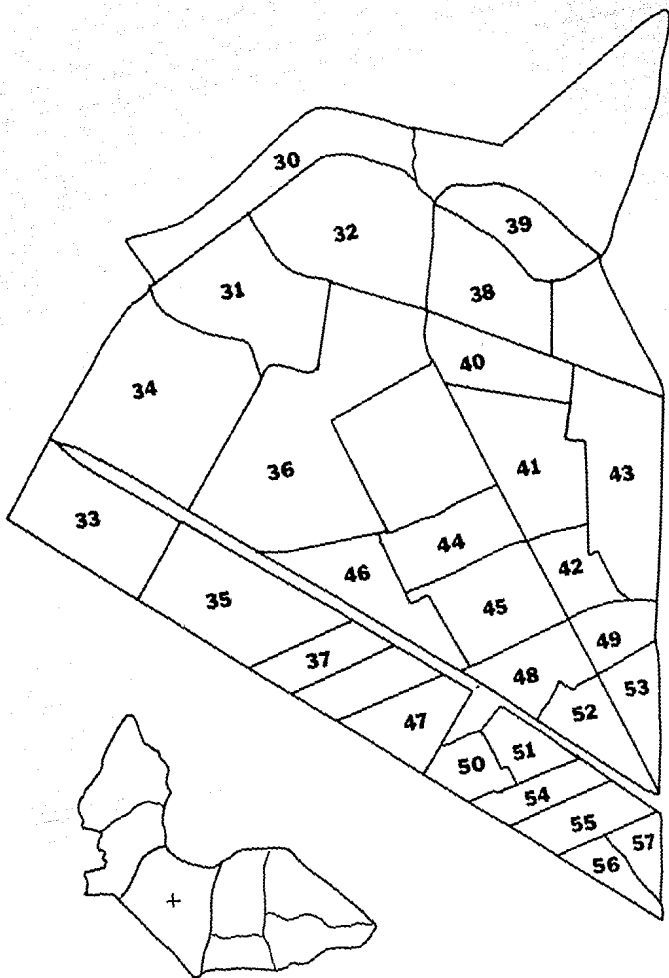
SECTOR	NUMERO DE RUTAS ASIGNADAS
1	128, 129, 130, 131, 132, 133, 140, 144, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158 y la ruta 159.
2	134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 145, 146, 147, 148, 149 y 150
3	60 y de la ruta 104 a la 127
4	58, 59, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 72, 73, 76, 77, 78 y la 80
5	74, 75, 79 y de la 81 a la 103
6	35, 37 de la 38 a la 57, 63, 69 y 70
7	19, 21 de la 22 a la 29, 31, 33, 34 y la 36
8	16, 17, 18, 20, 30 y la 32
9	de la 4 a la 15
10	1, 2 y la 3

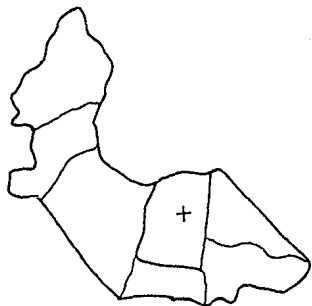
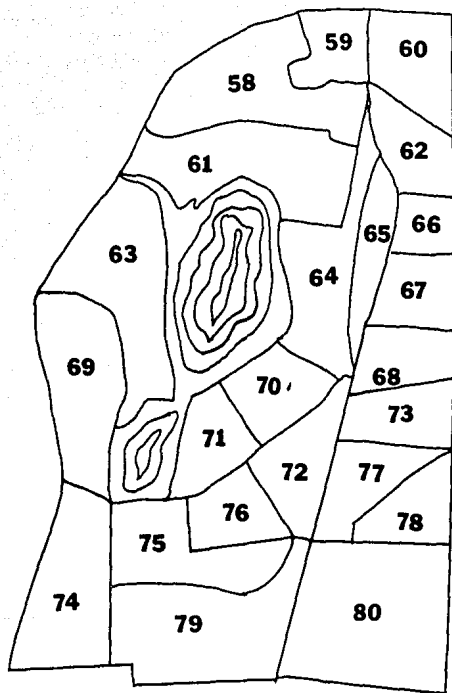
A continuación se presentan las rutas antes mencionadas. Cabe -- mencionar que el criterio que sigue la delegación para repartir las rutas en los 10 sectores es arbitrario y obedece unicamente a la experiencia del personal a cargo del departamento de limpia.

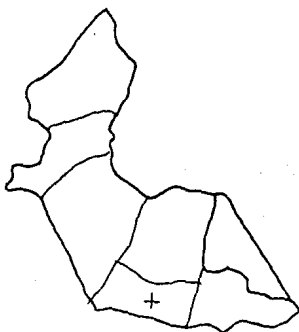
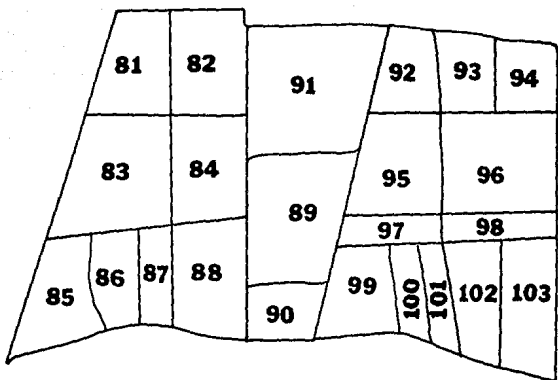


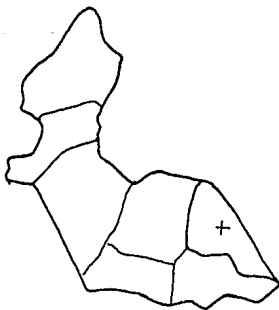
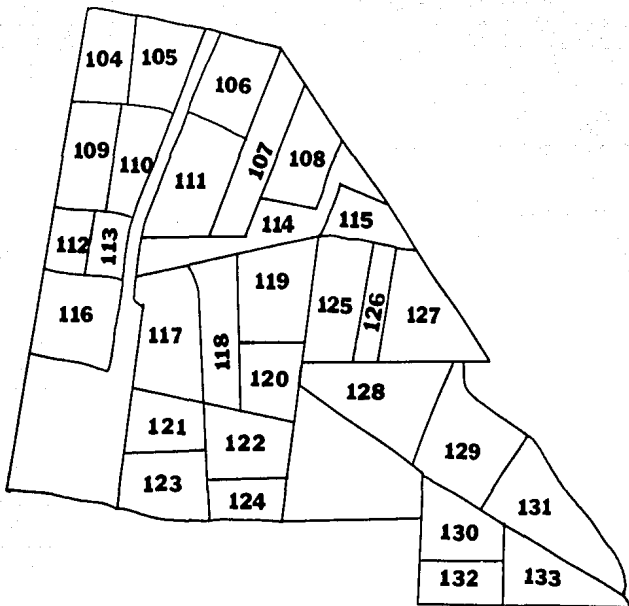


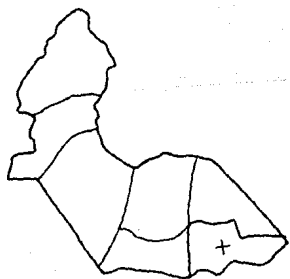
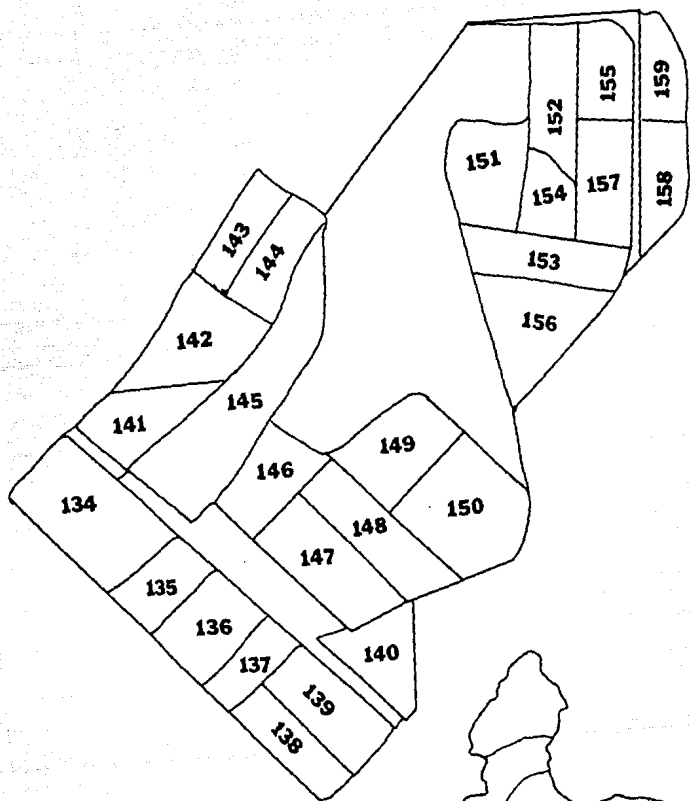












En cuanto al tipo, características y capacidad de los vehículos - recolectores, la Delegación Gustavo A. Madero, cuenta con el siguiente equipo:

TIPO DE VEHICULO	PESO PROMEDIO POR VIAJE KG.	PESO VOLUMETRICO PROMEDIO KG/m3.
TUBULAR 7.93 m ³	2524	254
TUBULAR 12.23 m ³	3656	299
TUBULAR 15.3 m ³	4623	378
RECTANGULAR 12.23 m ³	3795	310
C. TRASERA 12.23 m ³	4356	356
C. TRASERA 15.3 m ³	4804	314
C. FRONTAL 19.11 m ³	8917	466
VOLTEO DE APOYO 8 m ³	3006	375
VOLTEO DDF 8 m ³	2753	344

Las características correspondientes son las siguientes:

- VEHICULO RECOLECTOR DE CARGA LATERAL. (TUBULAR).

Existen de caja rectangular o caja cilíndrica con capacidades que varían desde los 10 a los 16 m³; su principal ventaja es el bajo costo por tener un mecanismo sencillo de compactación. Su principal desventaja es que la altura de carga y su diseño provocan que un hombre viaje dentro de la caja para recibir los residuos sólidos y por lo tanto la compactación no se efectúa con la regularidad debida.

- VEHICULO DE VOLTEO SIN COMPACTACION. (VOLTEO Y RECTANGULAR).

Son vehículos destinados originalmente a otras actividades pero adaptados a la recolección de residuos sólidos. Existe una gran variedad de estos vehículos operando, en la actualidad, en el manejo de residuos sólidos en muchas localidades del país, obteniéndose eficiencias aceptables.

Las principales ventajas de adaptar un vehículo de volteo - al manejo de los residuos sólidos son su bajo costo comparado con un camión especializado, que la carga de volteo, así como la descarga, es más rápida que cuando se tienen cajas fijas y que es muy versátil, pudiéndose utilizar en otras actividades, como acarreo de material.

Sus desventajas más importantes son, la altura de carga, -- aconodo de los residuos sólidos es manual y por lo tanto se requiere un hombre adicional en la cuadrilla y que, estando las cajas descubiertas, al circular se provoca que los residuos sólidos caigan del vehículo.

- VEHICULO COMPACTADOR DE CARGA TRASERA. (C. TRASERA).

Estos equipos tienen una capacidad de 10 a 20 m³, con equipo opcional para carga de contenedores. Son muy utilizados actualmente en nuestro país, aunque no se operan correctamente los mecanismos de compactación. Sus principales ventajas son que la altura de carga es baja, que los operadores no tienen acceso a los residuos sólidos para seleccionar subproductos, una vez que el mecanismo compactador se ha hecho funcionar y que, se pueden colocar contenedores pequeños en su ruta normal de recolección.

Son recomendables para todos los métodos de recolección, -- aunque para la recolección por contenedores pequeños es necesario adaptar el mecanismo para la carga de los mismos.

- VEHICULO COMPACTADOR DE CARGA FRONTAL. (C. FRONTAL).

Estos vehículos son generales de 15 a 30 m³, de capacidad de caja, con mecanismo de vaciado para diferentes pesos. - Levanta contenedores de uno a seis metros cúbicos, según su potencia. No debe recolectar residuos domiciliarios, pero su eficiencia de recolección es muy alta cuando se usa adecuadamente. Su principal uso es para recolectar en centros de gran generación como hospitales, fábricas, mercados y -- supermercados, cines, etc.

Los pasos principales para su operación son los siguientes:

- El vehículo llega hasta donde se ubica el contenedor.
- Toma el contenedor con el mecanismo que trae en el --- frente y lo levanta sobre la cabina de operación hasta quedar en posición de descarga.
- Descarga los residuos sólidos dentro de la caja.
- Regresa el contenedor a su lugar de origen.
- Se emplea el mecanismo compactador dentro de la caja.

- Circula hasta llegar al lugar donde se encuentra el siguiente contenedor y así sucesivamente, hasta llenar la capacidad de la caja.

2.2.1 FRECUENCIA DE LA RECOLECCION.

Se puede definir a la frecuencia de recolección como la periodicidad con la que se presta el servicio de manejo de los residuos sólidos, es decir, el número de veces al día, semana o mes en que el vehículo recolector sirve un sector, generalmente se dá en número de veces por semana. Su valor depende fundamentalmente del tiempo en que los residuos sólidos inician su descomposición, de las condiciones climáticas, de la disponibilidad de equipo y de las cantidades de residuos sólidos generados por la población.

La situación actual en la Delegación Gustavo A. Madero, es de un profundo desorden, ya que existen zonas en las que el servicio se presta diariamente, como en la colonia Lindavista, y otras en donde se presta de una a dos veces por semana. Hay algunas en donde definitivamente no existe servicio.

La frecuencia de recolección puede ser de 6, 3, 2, ó 1 veces por semana, y se expresa en séptimas. Los residuos sólidos deben recolectarse, transportarse y disponerse antes de que proliferen las moscas, por lo que la frecuencia de la recolección no debe ser menor de dos veces a la semana, para el caso de nuestro país, debido al alto contenido de materia orgánica de los residuos sólidos, generalmente se recomiendan de 2 a 3 veces por semana.

Para establecer frecuencia de 2 a 3 veces por semana, es necesario laborar de lunes a sábado, ya que de lo contrario no habrá uniformidad en el servicio. En la Delegación Gustavo A. Madero, es un lujo inaceptable la recolección diaria por su alto costo. Por otra parte, una frecuencia menor a dos veces por semana representa riesgos para la salud.

2.2.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ACERCA DE LA RECOLECCION.

En base a la información obtenida e investigada, se presentan a continuación una serie de conclusiones y recomendaciones de suma importancia para nuestro estudio. En algunos casos por investigación y en otros por deducción:

- Se manifiesta la falta de supervisión y control sobre los - vehículos que pertenecen al D.D.F., dando origen a la pre--sencia de personal extra en las cuadrillas de recolección, - pérdida de tiempo en el sitio de la disposición final, pepe na y la añeja "fina".
- Los mecanismos de compactación no son usados de manera ade- cuada, subutilizando con ello los vehículos recolectores, - quedando esto de manifiesto, principalmente, en los vehícu- los de carga lateral.
- Existe una diversificación de marcas y tipos de vehículos y cajas de recolección, lo cual origina con el tiempo conflic to con el personal no calificado y dificulta el mantenimien to.
- Es notorio la falta de mantenimiento preventivo a las unida des, esto origina altos costos de mantenimiento correctivo_ y poca confiabilidad en el sistema.
- Debido a los problemas de distancia, tráfico y otros de ti- po laboral, los vehículos en promedio hacen menos de dos -- viajes al sitio de disposición final.
- En la mayoría de los casos, los vehículos de 12.23 m³, no - cargas mas de 4 toneladas, acabando con el mito de que car- gan 5 toneladas.
- Se observa que los vehículos de apoyo tienen mayor eficien- cia, en lo que respecta a la utilización del equipo.
- En cuanto a las recomendaciones se puede decir que:
 - Se deben de crear mecanismos eficientes y operativos - de supervisión y control tanto en ruta, como en el si- tío de la disposición final.
 - Es urgente el establecimiento de una estación de trans ferencia para evitar los largos desplazamientos de los sectores 1, 2, 3, 4, 5 y 6.
 - Es necesario adiestrar y capacitar al personal para ele var la eficiencia del sistema de recolección.

- Es de mucha importancia que con el tiempo se trate de uniformizar el equipo del sistema de recolección y facilitar la operatividad del sistema.

2.3 SISTEMA DE DISPOSICION DE LOS RESIDUOS.

En el sistema de disposición debemos conocer la ubicación actual y futura de los sitios de disposición final y los métodos utilizados para ello. Se llama disposición de los residuos sólidos al tratamiento que bien puedan recibir éstos o la ubicación última que se les asigne.

2.3.1 TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

Se llama tratamiento al conjunto de transformaciones físico-químicas que sufren los residuos sólidos como resultado de la aplicación de algún método específico para lograr dicha transformación. De acuerdo a la tecnología actual disponible es posible agrupar los procesos de tratamiento como se muestra en la siguiente figura:

SIN RECUPERACION
DE SUBPRODUCTOS

- INCINERACION

CONVENCIONAL
ALTA TEMPERATURA
•LECHO FLUIDIZO

CON RECUPERACION
DE SUBPRODUCTOS

- PIROLISIS
- COMPOSTEO
- DIGESTION ANAEROBIA
- DESHIDRATAACION Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGANICOS
- OXIDACION
- HIDROGENACION
- HIDROLISIS

Actualmente, en el D.F., el único tipo de tratamiento de residuos sólidos que se lleva a cabo es el composteo de materia orgánica en la P.I.D.S. De manera no oficial, todos los trabajadores de limpia hacen una separación manual de subproductos aprovechables, tales como el cartón, vidrio, etc. Estos dos tipos de tratamiento de residuos sólidos son factores muy importantes que se deben de tomar en cuenta para efectos del presente estudio. A pesar de lo anterior y con el objeto de respetar el carácter ilustrativo de este trabajo se describirán a continuación, brevemente, los diversos tipos de tratamiento.

2.3.1.1 METODOS DE SEPARACION.

Antes de que los residuos sean sometidos a cualquier sistema de tratamiento, es necesario separar una serie de materiales que puedan tener valor económico y potencial de reuso, altos. Las técnicas de separación se clasifican generalmente en manuales y mecánicas, siendo estas últimas las más importantes, debido a la variedad de métodos que involucran. Los métodos de separación mecánica se dividen en:

- trituración-molido
- Tamizado
- Métodos basados en los factores que afectan el movimiento de las partículas (tamaño, forma, densidad, inercia).
- Magnéticos.
- Eléctricos
- Ópticos

Es necesario recalcar, la importancia que tiene la separación como un método de recuperación de recursos, por lo cual se hace indispensable su aplicación antes del tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos. La selección del tipo de separación estará en función de las características físicas y químicas del residuo.

2.3.1.2 INCINERACION.

Se llama incineración a la técnica para la eliminación de los residuos sólidos, por lo menos en la mayor parte de su volumen, ya que el restante (cenizas, escorias y materiales inertes) debe ser dispuesto adecuadamente por medio del relleno sanitario.

Los factores principales que determinan la adopción del método de incineración son:

- Volumen de residuos a incinerar, es decir; las toneladas por día que se produzcan.
- El poder calorífico inferior de los residuos.
- Costos de inversión.
- Costos de operación.

El sistema de incineración es muy costoso, por lo que es recomendable para algunas ciudades en las que se tenga un alto porcentaje de generación de residuos peligrosos como los hospitalarios.

Generalmente el poder calorífico crece con el N.I.F. y con la difusión de los sistemas de distribución de las comidas pre-empacadas, y de los plásticos. Según una estimación aproximada, la ciudad de México, medianamente debería tener poderes caloríficos del orden de 1800 a 2100 CAL/Kg. Esta característica reportada ventajas:

- La combustión ocurre automáticamente, sin necesidad de aportación continua de combustible, excepto para los arranques de los hornos.
- Se producen grandes cantidades de energía en forma de calor que ameritan ser utilizadas.

Los aprovechamientos de esta energía son infinitos, es decir:

- Producción de vapor, para uso de calefacción o industrial.
- Producción de energía eléctrica.

Por otro lado, las plantas de incineración representan la mejor opción bajo el aspecto higiénico, permitiendo a las personas que conducen la planta, operar sin tener algún contacto con los residuos, los cuales son almacenados en tolvas herméticas y sometidos a depresión para evitar fugas de olores.

Lo anterior permite ubicar, cuando los costos de operación así lo permitan, la planta dentro de la ciudad, bajando notablemente los costos de transporte. En este caso, el sistema de depuración de humos debe tener una alta eficiencia de operación.

Las desventajas de este proceso son:

- Problemas de contaminación del aire si no se cuenta con el equipo adecuado de control, debido a la gran variedad de materiales que forman los residuos sólidos. Al realizar la incineración se generan una serie de gases tóxicos y partículas que se liberan al medio ambiente.
- Los costos de operación son muy altos en comparación a otras formas de disposición.

- Se requiere de personal altamente calificado.
- Los costos de mantenimiento son elevados.
- El caracter heterogéneo de los residuos sólidos hace que el poder calorífico varíe.
- Se destruyen productos susceptibles de comercialización.

La incineración bajo condiciones controladas, presenta las siguientes ventajas:

- El volumen de los residuos se reduce en un 80 a un 90 por ciento.
- Se requiere de poco espacio.
- Elimina residuos altamente peligrosos.

La P.I.D.S. tiene dos incineradores del tipo V. Uno de ellos se encuentra desarmado y sus partes presentan alto deterioro. El restante funciona cuando existen recursos para poder darle el mantenimiento correspondiente. Su operación se intermite y su eficiencia es muy pobre. El tipo de residuos que lo alimentan son: 0, 1, 2 y 3.

CLASIFICACION DE LOS INCINERADORES.

Incinerator Institute of America

TIPO	DESCRIPCION	ALIMEN TACION.	OBSERVA CIONES.	RENDIMIEN TO kg. -- POR HORA.	CLASE DE RESIDUOS QUE CONSUME
I	Transportable, en un - bloque, completamente montado.	directa	no car-- gar más de 140 - lit.	no más de 11	2
IA	Transportable, en un - bloque, o montado en - obra	directa	volumen de la cá mara pri maria: - 140 a - 425 li-- tros	11 a 45 <hr/> 11 a 34	0, 1, 2 <hr/> 3
II	Una sola cámara, con - ducto vertical que sir ve a la vez de veriede ro para la carga y de chimenea para la eva-- cuación de los produc tos de combustión a la atmósfera. Se instala en casas de viviendas hasta 5 pisos.	por chi menea	Superfi cie de - combus-- tión ma yor de - 0,18 m2	. . .	2
IIA	Varias cámaras, con un vertedero vertical pa ra la carga de los re siduos de dos o más -- plantas sobre el inci nerador y una chimenea separada para los pro ductos de la combus- tión.	vertede ro	Superfi cie de - construc ción ma yor de - 0,18 m2	. . .	1,2
III	. . .	directa	. . .	45 y más	0, 1, 2
IV	. . .	directa	. . .	34 y más	3
V	Tipo municipal: su ren dimiento se mide en to neladas por hora o por 24 horas	. . .	. . .	. . .	0,1,2,3 o combi nación - de las - cuatro
VI	Incineradores de crema torio y patológicos	. . .	. . .	. . .	4
VII	Tipos especiales para residuos de producción específicos.	. . .	. . .	. . .	5, 6

TIPO	TIPOS DE RESIDUOS; COMPOSICION Y VALORES CALORIFICOS	SOLIDOS INCOMBUSTIBLES	HUMEDAD %	CALOR DE COMBUSTION kcal/kg
0	MEZCLA DE RESIDUOS MUY COMBUSTIBLES, COMO PAPEL, CARTON, CAJAS DE MADERA Y LAS BARREJAS COMBUSTIBLES DE LOS SUELOS DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES E INDUSTRIALES. CONTIENE HASTA EL 10 % EN PESO DE BOLSAS DE PLASTICO, PAPEL, CARTON, TRAFOS ACEITOSOS Y PEDAZOS DE PLASTICO O DE CAUCHO	5	10	4700
1	MEZCLA DE RESIDUOS COMBUSTIBLES, COMO PAPEL, CAJAS DE CARTON, PEDAZOS DE MADERA, HOJARASCA Y BARREJAS COMBUSTIBLES DE LOS SUELOS EN EDIFICIOS DE VIVIENDA, COMERCIALES E INDUSTRIALES. CONTIENE HASTA EL 20 % EN PESO DE RESIDUOS DE RESTAURANTE O CAFETERIA, PERO CONTIENE POCOS RESTOS DE PAPEL, PLASTICO O CAUCHO	10	25	3600
2	MEZCLA DE RESIDUOS DE LOS DOS TIPOS ANTERIORES A PARTES IGUALES EN PESO, APROXIMADAMENTE. (TIPO COMUN EN VIVIENDAS Y RESIDENCIAS)	7	50	2400
3	RESIDUOS ANIMALES Y VEGETALES PROCEDENTES DE RESTAURANTES, CAFETERIAS, HOTELES, HOSPITALES, MERCADOS E INSTALACIONES ANALOGAS	5	70	1400
4	RESTOS HUMANOS Y ANIMALES CONSISTIENDO EN CUERPOS, ORGANOS Y RESIDUOS ORGANICOS SOLIDOS PROCEDENTES DE HOSPITALES, LABORATORIOS, MATADEROS, DEPOSITOS DE GANADO Y SIMILARES	5	85	550
5	RESIDUOS GASEOSOS, LIQUIDOS O SEMILIQUIDOS QUE RESULTAN DE ALGUNO PROCESO INDUSTRIAL, COMO ALQUITRANES, PINTURAS, DISOLVENTES, CIENOS, VAPORES, ETC.	...	...	0
6	RESIDUOS SOLIDOS DE PROCESOS INDUSTRIALES, COMO CAUCHO, PLASTICOS, VIRUTAS, SERRIN, ETC.	...	...	0

° LOS CALORES DE COMBUSTION DEBEN DETERMINARSE A BASE DE LAS CANTIDADES DE CADA MATERIAL QUE DEBEN DESTRUISE.

INCINERATOR INSTITUTE OF AMERICA.

2.3.1.3 COMPOSTEO.

El tratamiento de los residuos sólidos, por medio de la digestión bacteriana es un método que puede definirse como la descomposición de la materia orgánica contenida en dichos residuos, tendiente a obtener un humus estabilizado. Este proceso se basa en la fermentación bacteriana de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos, en presencia del aire. La composta no es exactamente un abono, sino un regenerador orgánico de los suelos, pero por analogía los abonos químicos se les denomina abonos orgánicos. La composta puede ser utilizada en:

- Mejorar suelos desgastados.
- Mejorar las características físicas de los suelos arenosos, o arcillosos.
- Mejorar los cultivos finos tales como los de floricultura, fruticultura y otros.
- Uso para parque y jardines municipales.
- Agricultura en general.

En la producción de composta se pueden considerar dos procedimientos fundamentales para que se produzca el fenómeno de la fermentación de los residuos sólidos, que en cualquier caso deberá ser aerobia, es decir en presencia de aire:

- FERMENTACION NATURAL.

Después del molido y regado con agua, se coloca el producto en pilas de 2m. de altura sobre el área de fermentación. Durante el primer mes debe removerse cada diez días y una sola vez al mes durante los dos meses siguientes. - - Transcurridos tres meses, la fase activa de la fermentación ha concluido y solo queda la maduración.

- FERMENTACION ACELERADA.

Esta se realiza en degestores que son torres o silos. - Se añade agua e inyecta aire y se pone en movimiento el producto. Con este sistema la fase de fermentación tiene una duración de 15 días.

Es evidente que el segundo proceso es mas efectivo, pero las inversiones son mucho mayores. Una planta de composta, como la P.I.D.S. en la Delegación Gustavo A. Madero, se compone de las siguientes instalaciones.

- Recepción de residuos sólidos.
- Tratamiento previo de separación de subproductos reciclables y materias inertes.
- Tratamiento físico primario (trituration, cribado y clasificación). Este tratamiento se repite una vez que se ha producido la fermentación.
- Fermentación.
- Acondicionamiento del producto.

Entre las ventajas de este tipo de tratamiento se puede mencionar su concepción ecológica, ya que parte de los residuos sólidos es devuelto al medio ambiente en forma compatible con este, además de que aporta componentes húmicos. Los costos de instalación son moderados.

Las desventajas que presenta, sin considerar dificultades técnicas en el desarrollo del proceso:

- En comparación con los fertilizantes de tipo químico, su valor es poco requiriéndose una gran cantidad para su utilización.
- La demanda está superitada al caracter cíclico de la agricultura.
- El precio de la composta es muy bajo, lo que provoca balances económicos negativos.
- Los costos de transportación dificultan su comercialización debido a los volúmenes necesarios.
- Si el proceso no se conduce adecuadamente, las fases que aún no se han fermentado no se separan del producto final. Esto mismo ocurre si en la fase de separación de subproductos reciclables y materias inertes no se lleva adecuadamente, con lo que el producto final se contamina y la apariencia es desagradable.

2.3.1.4 PIROLISIS.

Se denomina pirólisis a la descomposición de los compuestos orgánicos contenidos en los residuos, efectuada a altas temperaturas (550-1100°C), en ausencia de oxígeno. En este proceso la materia orgánica

nica se convierte en gases y líquidos inertes. Los productos de este proceso representan del orden del 50 % del volumen inicial de la materia orgánica. La pirólisis ha sido empleada en la producción de carbón sintético, en la recuperación de metanol y ácido acético, así como la recuperación de la turpentina de la madera; tratándose en todos estos casos de materiales homogéneos para efectuar el proceso. Sin embargo, la heterogeneidad de los residuos sólidos producidos en Gustavo A. Madero, y en el Distrito Federal, en general, hace necesaria la investigación en plantas piloto, previamente a su utilización en gran magnitud.

La ventaja de la pirólisis respecto a la incineración es que es posible controlar casi todos los gases emitidos. Entre las desventajas que presenta la pirólisis se pueden mencionar las siguientes:

- Si el residuo sólido está húmedo, se requiere una gran cantidad de calor para secarlo antes de que la pirólisis ocurra, por lo que los residuos deben estar finamente molidos para que el calor penetre uniformemente.
- Se requiere de personal calificado.
- Sus costos de operación son altos.

Aunque actualmente este proceso se encuentra en etapa de investigación a nivel nacional, la Pirólisis es uno de los métodos más prometedores para el tratamiento de residuos sólidos, debido a la recuperación de subproductos que se logra.

2.3.1.5 DESHIDRATACION Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS.

Este es un proceso relativamente reciente, consiste esencialmente en la cocción de los residuos orgánicos seleccionados para su posterior deshidratación, de acuerdo con la naturaleza del residuo sometido a -- tratamiento, se obtiene un subproducto de alta digestibilidad. El sistema es de fácil operación y su principal ventaja consiste en la recuperación casi absoluta del material alimentado, en forma de un subproducto estéril que puede ser aprovechado directamente como alimento para -- animales.

Las desventajas del sistema radica en el alto consumo de combustible requerido para los procesos de cocción y deshidratación.

2.3.1.6 METODO DE OXIDACION.

Este método consiste en la oxidación de los componentes orgánicos de los residuos sólidos municipales, en disolución o suspensión acuosa, mediante oxidantes y oxígeno atmosférico a presión constante y temperatura de 300°C. El método se basa en una degradación por oxidación, de la cual se obtiene compuestos orgánicos sencillos, como ácidos orgánicos de bajo peso molecular, (acético, fórmico oxálico, etc.). Es adecuado para residuos ricos en carbono y es prometedor debido a que se obtienen como subproductos ácidos orgánicos.

2.3.1.7 HIDROGENACION.

Investigaciones realizadas permiten considerar la posibilidad de convertir cualquier residuo orgánico en combustibles líquidos con bajo contenido de azufre. La hidrogenación de la celulosa de los residuos sólidos municipales, con monóxido de carbono y agua a 350 - 400°C de temperatura y presión de 300 atmósferas, empleando diversos catalizadores, permite transformarla en productos orgánicos combustibles, con rendimientos, por tonelada, de hasta 320 lbs., de aceites ligeros. Actualmente, los esfuerzos están concentrados en lograr reducir las presiones de trabajo, para así, disminuir los costos y poder comercializar esta técnica.

2.3.1.8 HIDROLISIS.

Esta técnica transforma los residuos con alto contenido de celulosa en azúcares fermentables empleando ácidos a temperaturas elevadas. La formación de los azúcares permite obtener alcohol etílico, ácido cítrico y abonos para agricultura. Este es un método que se encuentra en la etapa de investigación.

2.3.1.9 FOTODEGRADACION.

Otro método en fase de investigación para la eliminación de los plásticos. Este sistema se aplicaría a los plásticos biodegradables o fotodegradables y consiste en incorporar determinados productos para que, una vez expuestos a la luz, se vaya produciendo una degradación o autolimpieza.

2.3.1.10 RELLENO HIGIENICO.

Es la disposición final, a cielo abierto, de residuos sólidos, pre via molienda o desmenuzado, en grandes áreas, con el fin de provocar una mejor aereación de los mismos, para acelerar su biodegradación. Posteriormente éstos son cubiertos en períodos de tiempo que varían desde una semana hasta un mes. Es una variante controlada del tiradero a cielo -- abierto con casi todas las desventajas de este, por lo que no es recomendable su utilización e inclusive, en el D.F., se encuentra prohibida esta practica. Unicamente persisten tiraderos a cielo abierto clandestinos, en donde los trabajadores de limpia realizan las tareas de selección de materiales como: Cartón, vidrio, hule, metal, plásticos, etc.

2.3.1.11 RELLENO SANITARIO.

La definición mas completa y aceptada acerca del relleno sanitario es la correspondiente a la " American Society of Civil Engineers " -ASCE-, y que dice: " Relleno Sanitario es la técnica para la disposición final de la basura en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin ocasionar molestias o peligros para la salud y seguridad pública; es te método utiliza principios de ingeniería para confinar las basuras en la menor superficie posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable. La basura así depositada, se cubre con una capa de tierra con la frecuencia necesaria ".

Esta obra de ingeniería se desarrolla en un área determinada y debe ser ejecutada mediante un proyecto para así, cumplir el objetivo general, es decir:

- Disponer en forma sanitaria y económica los residuos sólidos.
- Recuperación de áreas inundables.
- Construcción de áreas dedicadas a la recreación.
- Producción económica de biogas. La extracción adecuada permite la degradación anaeróbica.

Existen tres tipos de relleno sanitario:

- VERTEDERO CONTROLADO TRADICIONAL.

Las capas de basura deben limitarse estrictamente a 2m. de espesor. Al cabo de 72 hrs. o antes, la basura debe ser cu-

bierta de tierra con un espesor de 10 a 30 cm. No se coloca una nueva capa de residuo, hasta que las anteriores no bajen su temperatura natural. Es muy recomendable el uso de arena y chatarra, ya que con esto se asegura la circulación del agua de lluvia y se evitan estancamientos. Los malos olores, la larvas de moscas y roedores, se evitan con la capa de tierra.

- VERTEDERO DE BASURA COMPACTA.

Similar al procedimiento anterior, salvo que la basura se compacta con los mismos camiones recolectores o bien, con la utilización de maquinaria pesada. La compactación hace innecesaria la capa de cobertura, solo la de tierra vegetal es colocada.

- VERTEDERO CON BASURA TRIBURADA.

Este procedimiento es reciente; presenta grandes ventajas:

- Se puede circular fácilmente por el vertedero.
- La colocación de la basura es mas fácil, ésta es mas densa y homogénea.

Una vez hecha la selección del sitio para la realización de un proyecto de relleno sanitario, es necesario realizar los siguientes estudios:

- ESTUDIO TOPOGRAFICO.

En este estudio se van a determinar:

- El diseño y planificación de los frentes de trabajo.
- Se ubican los controles.
- Se establecen métodos de operación.
- Se determinan las capacidades volumétricas.
- Se ubica y cubica el material disponible para la cubierta de terraplenes y residuos sólidos.
- Se calcula la vida útil del relleno sanitario.

- Se planifica el sistema de control de contaminación ambiental.

- ESTUDIO GEOHIDROLOGICO.

Consiste en definir las limitaciones que el suelo y las condiciones geológicas puedan imponer al proyecto, para que los resultados sean compatibles con las normas de diseño, pues resulta fundamental conocer las propiedades y características físicas y químicas del material que servirá como:

- Pase de relleno.
- Cobertura del mismo.
- Base de caminos.
- Soporte de las obras civiles.

Este estudio permitirá conocer si la producción de líquidos precolados contaminantes o lixiviados, que se originan durante el proceso de estabilización biológica de los residuos sólidos, ocasionarán la contaminación de los mantos freáticos y las aguas superficiales.

- ESTUDIO HIDRAULICO.

Todo relleno sanitario provoca, como resultado final, un cambio significativo en la topografía del terreno; esta situación deberá ser analizada, tomando en cuenta el comportamiento hidráulico actual y futuro de la zona. En todos los casos deberá tenerse en cuenta un buen drenaje del mismo relleno con pendientes y cobertura final, que no resulte erosionada por las aguas pluviales.

- ESTUDIO CLIMATOLOGICO.

Es necesario conocer a ciencia cierta, para así planificar tareas, el régimen de lluvias, vientos dominantes, humedad y temperaturas extremas.

En base a todos los estudios realizados y mencionados anteriormente, se define el método constructivo del propio relleno.

- METODO CONSTRUCTIVO.

Este depende de las condiciones topográficas, de las características del suelo y del nivel del manto freático, lo cual define la posibilidad de que la tierra para cobertura sea excavada de la propia área del relleno. A continuación se mencionan, brevemente, los distintos procedimientos:

- METODO DE AREA.

El material de cubierta se extrae de un lugar distinto al que se constituirá la superficie de soporte del relleno. Estos son los casos en que:

- Se pretenden rellenar depresiones naturales o provocadas por distintas extracciones de materiales.
- El área a rellenar se encuentra en una llanura, pero la calidad del suelo y el nivel del manto freático impiden practicar excavaciones.
- Que el terreno a rellenar sea un pantano.

- METODO DE TRINCHERA.

Quando las condiciones del suelo lo permiten, pueden excavarse trincheras. Las dimensiones de las mismas dependerán de las características del terreno y del proyecto de relleno a realizar. El material extraído sirve para conformar la capa de cobertura y para construir los diferentes caminos de acceso al sitio del relleno.

En ambos métodos, los residuos sólidos deberán esparcirse en capas superpuestas de 20 a 30 cm. de espesor con un Bulldozer o compactador especial de manera que sean triturados y compactados con relativa uniformidad hasta alcanzar la altura prevista para los residuos sólidos.

Con los residuos sólidos acomodados y compactados se forma una capa, la cual debe recubrirse con una capa de tierra de entre 15 y 20 cm. esparcida y compactada de la misma forma que los residuos sólidos, por lo menos una vez al día, al finalizar la jornada de trabajo.

Al finalizar una etapa de la construcción del relleno se cubre la superficie con una capa de tierra de 40 a 60 cm; llamada cubierta final, el objeto de esto es:

- Preparar la superficie que servirá para zonas recreativas, o de reforestación.
- Evitar perjuicios al medio ambiente.

El Departamento del Distrito Federal, a través de la Dirección General de Servicios Urbanos (D.G.S.U.), tiene ubicados terrenos que a futuro servirán para rellenos sanitarios. Actualmente existe el R.S. de Santa Fé, o México, el Relleno Sanitario es el procedimiento de disposición final más exitoso, aunque esto no significa ni justifica que otras tecnologías no tengan derecho a la investigación. Esto debe de realizarse desde ahora, pues como hemos visto, existen procedimientos menos agresivos al medio ambiente. De lo que se trata es de tener tecnologías también calibradas para que, cuando el país tenga una posición más desahogada en lo económico, puedan implantarse de inmediato.

Veamos, a continuación, algunas características de los sitios elegidos por la Dirección General de Servicios Urbanos.

C A R A C T E R I S T I C A S .

1.- R.S. TLAHUAC 1.

V. de acceso:	Eje 10 Sur, Tlahuac
Características del suelo:	Arenoso, muy permeable
Geología:	Brechas volcánicas
Régimen de propiedad:	Privado
Distancia:	5 km. al NNE de San Pedro Tlahuac
Superficie:	100 Has.
Profundidad del manto freático:	80 m.

2.- R.S. TLAHUAC 2.

V. de acceso:	Eje 10 Sur, Tlahuac
Características del suelo:	Arcilloso y salino
Geología:	Lacustre, arcilloso y arenoso
Régimen de propiedad:	Ejidal
Distancia:	2 Km. al E de San Pedro Tlahuac
Superficie:	30 Has.
Profundidad del manto freático:	50 m.

3.- R.S. CHIMALHUACAN 1.

V. de acceso:	Carretera federal a Texcoco
Características del suelo:	Arcilloso, arenoso con alto contenido de Materia Orgánica
Geología:	Aluvión y tobas permeables
Régimen de propiedad:	Ejidal
Distancia:	1 Km. al S de Sta. María Chimalhuacán
Superficie:	50 Has.
Profundidad del manto freático:	80 m.

4.- R.S. CHIMALHUACAN 2.

V. de acceso:	Carretera federal a T�exococo
Características del suelo:	Arcilloso, arenoso con alto contenido de materia orgánica
Geología:	Aluvión y tobas permeables
Régimen de propiedad:	Ejidal
Distancia:	2 km. al S de Sta. María Chimalhuacán
Superficie:	30 Has.
Profundidad del manto freático:	80 m.

5.- R.S. NAUCALPAN 1.

V. de acceso:	Carretera Naucalpan-Toluca
Características del suelo:	Arcilloso con alto contenido de materia orgánica
Geología:	Tobas arenosas y brechas
Régimen de propiedad:	Ejidal
Distancia:	6 Km. al SW de Naucalpan
Superficie:	100 Has.
Profundidad del manto freático:	NO DETERMINADA

6.- HUIXQUILUCAN.

V. de acceso:	Carretera Cuajimalpa-Huixquilucan
Características del suelo:	Arcilloso, arenoso con materia orgánica
Geología:	Tobas, arenoso
Régimen de propiedad:	Ejidal
Distancia:	3 Km. al N de Cuajimalpa
Superficie:	30 Has.
Profundidad del manto freático:	NO DETERMINADA

CAPITULO III, ANALISIS DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA.

3.1 CALCULO DE LAS COORDENADAS DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA.

El procedimiento que se debe de seguir para calcular la ubicación de la Estación de Transferencia es el siguiente:

- Para cada una de las rutas debe de calcularse:
 - El área total.
 - El área construida.
 - El área correspondiente a la vía pública.
 - El nivel de Ingreso Familiar.
 - La densidad de población.
 - La generación per-cápita de acuerdo al N.I.F.
 - Las coordenadas del centroide particular para cada una de las rutas.

NOTA:

La forma de calcular y evaluar lo anterior es mediante un Planímetro o bien con una hoja de papel milimétrico. Aunque lo anterior sea una tarea muy minuciosa e infinitamente larga, es la única manera de contar con valores confiables y precisos.

- El procedimiento es el siguiente:
 - Utilizando el planímetro se calcula el área total de la ruta. Esto se realiza para todas las rutas.
 - Con la hoja de papel milimétrico se evalúa el área de cada una de las cuadradas contenidas en la ruta en cuestión.
 - El punto (b) es restado del (a), con esta operación se obtiene el área correspondiente a la vía pública.
- Se establecen dos ejes ortogonales y que envuelvan por completo a toda la delegación. A continuación se obtiene el centroide particular para cada una de las rutas. Cuando se

tiene una ruta cuya forma es regular; un cuadrado, un triángulo, un trapecio o una figura compuesta por todas la anteriores; se emplean las ecuaciones clásicas de cálculo de centroides por integración y que se basan en las siguientes expresiones:

$$\bar{A}X = \int x dA \qquad \bar{A}Y = \int y dA$$

Sin embargo, en la mayoría de los casos se tiene por delante un área cuya traza es irregular. En este caso debe emplearse un procedimiento de carácter iterativo y apoyado en el uso del planímetro. En primer lugar se calcula el área total utilizando el aparato antes mencionado. A continuación se suponen ejes que "corten" el área total en su mitad, comprobando lo anterior con el planímetro. Este procedimiento se basa en el concepto de simetría para el cálculo de centroides y señala que: " Si una figura es simétrica con respecto a un plano, es decir que de un lado y otro se tiene el mismo Vol., el centroide estará ubicado en dicho plano, y si es simétrica a tres planos, el centroide coincidirá con el punto definido por la intersección de los tres planos antes mencionados ".

Una vez terminada esta tarea se obtienen las coordenadas de cada uno de los centroides con respecto a los ejes ortogonales y envolventes de toda la delegación.

- Por último se aplican las siguientes ecuaciones, con las cuales se obtiene la ubicación de la Estación de Transferencia:

$$\bar{X} = (1/Atot.) * \sum_{i=1}^n (Ac_i * D_i * G_p * x_i)$$

Ecuaciones de transferencia.

$$\bar{Y} = (1/Atot.) * \sum_{i=1}^n (Ac_i * D_i * G_p * y_i)$$

DONDE:

\bar{X}, \bar{Y} _____ Coordenadas de la Estación de Transferencia con respecto a los ejes ortogonales y envolventes.

$Atot$ _____ Area correspondiente a la suma de las $Ac_i * D_i * G_p$ de todas la rutas.

n _____ Número de rutas de toda la delegación.

- A_{c_i} — Area construida de la i-esima ruta.
- D_i — Densidad de poblaci3n de la i-3sima ruta.
- G_{p_i} — Generaci3n per-c3pita de desechos s3lidos correspondiente al Nivel de Ingreso Familiar.
- \bar{x}_i, \bar{y}_i — Coordenadas particulares de la i-3sima ruta con respecto a los ejes ortogonales y -envolventes de la Delegaci3n Gustavo A. -- Madero.

RUTA	Aror	Aci	V.P.	H.I.F	Di	GPI	G.T.	\bar{x}_j	\bar{y}_j	$Fp \cdot \bar{x}$	$Gp \cdot \bar{y}$
1	95000	167800/476600	312600	F-G	200	0.413	5264.924	3.660	13.340	19269.622	70234.086
2	610000	235800	374200	G	200	0.413	1947.708	4.340	13.430	8453.053	26157.718
3	683571	266400/72100	345071	F-G	200	0.413	2796.010	4.780	12.680	13364.928	35453.407
4	1096571	242800/110400	745371	F-G	200	0.413	2917.432	3.210	12.460	9264.957	36351.203
5	428571	298600	129971	F	200	0.413	2466.436	4.010	11.995	9890.408	29584.9
6	1050000	776400	273600	F	200	0.413	6413.084	4.390	11.470	28153.351	73557.844
7	395800	394400	197743	F	200	0.413	2514.344	2.250	12.010	5657.274	30197.271
8	50243	319200	609371	F	200	0.413	7636.592	1.875	11.430	4943.610	30136.247
9	928571	184400	744171	F-G	200	0.413	1523.144	2.700	11.435	4112.189	17417.152
10	692143	580900	111243	F	200	0.413	4798.234	3.380	11.200	16218.031	53740.221
11	550000	415000	135000	F	200	0.413	3427.9	3.765	10.665	12036.044	36558.554
12	288571	212100	76471	F	200	0.413	1751.946	2.230	10.560	3906.840	18500.550
13	307143	129700	177443	F	200	0.413	1071.322	2.590	10.365	2774.724	11104.253
14	600000	127000	473000	F	200	0.413	1049.02	2.900	9.970	3042.158	10458.729
15	435000	306000	129000	F	200	0.413	2527.56	3.410	9.665	8618.980	24428.867
16	957571	11800	923900	F	200	0.413	97.468	2.300	9.690	224.176	944.465
17	278571	184800	93771	F	200	0.413	1526.448	2.915	8.995	4449.596	13730.400
18	531429	390000	141429	F	200	0.413	3221.4	3.450	8.998	11113.830	28986.157
19	421429	287600	133829	E	200	0.413	2375.576	2.115	9.000	5024.343	21427.696
20	507143	147900/173700	185543	F-G	200	0.413	2656.416	3.825	8.390	10160.791	22287.330
21	470000	310400	159600	E	200	0.413	2563.904	2.280	8.560	5845.701	21947.018
22	457143	213700	243443	E	200	0.413	1765.162	0.750	8.870	1323.872	15656.907
23	141429	84400	57029	E	200	0.413	697.144	1.300	8.535	2913.665	927.282
24	407143	267200	139943	E	200	0.413	2407.072	1.815	8.345	4005.836	18418.016
25	226429	156300	70129	E	200	0.413	1291.008	0.350	8.600	451.863	11141.658
26	199286	119600	79686	E	200	0.413	967.896	0.150	8.500	148.184	8397.116
27	333571	207300	126271	E	200	0.413	1712.298	1.230	8.160	2106.127	13972.352
28	299286	203000	97286	E	200	0.413	1668.52	1.275	7.740	2127.363	12914.345
29	400000	113100	286900	E	200	0.413	934.206	2.225	8.000	2078.608	7473.648
30	1412143	282400/24200	1385119	F-G	200	0.413	2532.516	4.340	8.040	10991.119	20361.429
31	302857	11400/59200	129657	F-E	400	0.413	1166.312	3.510	7.500	4093.755	8747.340
32	878571	196100	682471	F	400	0.413	3239.572	4.410	7.395	14286.513	23956.635
33	796429	107500/489700	199229	E-J	400	0.413	9865.744	1.350	6.950	13318.754	68566.921
34	1204286	149500/421600	633186	D-J	400	0.582	13295.208	2.570	7.300	34168.684	97055.0184
35	780714	260000/365900	154514	F-J	400	0.413	10344.824	2.065	5.850	21548.958	60517.220
36	1571429	365200	1206229	J	400	0.000	0.000	0.325	6.450	00.00	00.00
37	245000	61500/113400	70100	E-J	800	0.413	5778.696	2.309	5.140	13464.362	29702.497
38	445000	175100	269900	E	400	0.413	2892.652	4.130	6.520	11946.653	18860.091
39	320000	131800	188200	E	400	0.413	2177.306	5.335	6.660	11616.098	14501.068
40	403571	233800/28300	41471	B-E	400	A	6060.012	4.600	6.010	27876.055	36420.672
41	620000	262100	187100	B	400	0.598	6269.432	4.415	5.230	27079.542	32789.129
42	237143	46100/90800	100243	E-B	400	A	2171.936	4.170	4.525	9056.973	5828.010
43	770714	425200	345514	B	400	0.598	10170.784	4.850	4.690	49328.302	47700.977
44	337857	53700/165800	118357	E-D	400	A	4746.948	3.990	5.290	17911.543	24026.338
45	521357	190800/67500	263057	D-E	400	A	5556.924	3.530	4.670	19615.942	23650.835
46	456428	27700/2774400	514428	D-E	400	A	5177.944	2.880	5.270	14912.479	27287.765
47	252143	187500	64643	E	800	0.413	6195.000	2.500	4.355	15487.500	26979.225
48	342857	320000	22857	-	400	0	0.000	3.480	4.120	00.00	00.00
49	355714	69300	286414	D	400	0.582	1613.304	4.190	3.940	6759.744	6356.418
50	118571	67900	50671	E	400	0.413	1121.708	2.650	3.755	2972.526	4212.014
51	202857	111600	91257	E	400	0.413	1843.632	3.070	3.620	5659.950	6673.948
52	299286	98800/2111429	89057	E	400	0.413	3472.933	3.550	3.505	12329.090	12172.805
53	390714	35000	355714	E	400	0.413	578.200	3.950	3.375	2283.890	1921.425
54	198571	113300	85371	E	400	0.413	1870.084	3.040	3.320	5684.995	6206.612
55	241429	113400	128029	E	400	0.413	1673.368	3.110	3.020	5826.174	5657.571

56	164286	160000	3996	E	400	0.413	2648.156	2.990	2.600	7917.986	6885.206
57	228571	94500	134071	E	400	0.413	1561.140	3.330	2.500	5198.596	9934.073
58	617857	261800	356657	F	400	0.413	4324.936	7.615	6.915	32994.388	29906.932
59	216429	149800	66629	F	400	0.413	2474.696	8.175	6.990	20200.640	17149.643
60	307014	203800	169914	F	400	0.413	3317.216	8.700	6.595	28879.779	21877.040
61	561429	370400	171029	F	400	0.413	6119.008	7.610	6.470	46565.651	39689.982
62	307142	178800	128342	F	400	0.413	2953.776	8.450	6.070	24959.407	17929.420
63	598571	290200	308371	F	400	0.413	4794.104	6.300	6.400	30302.855	30682.266
64	397500	133400	264100	F	400	0.413	2203.768	7.635	5.500	16825.769	12644.799
65	181071	150200	30871	F	400	0.413	2481.304	7.900	5.500	19602.302	13721.611
66	144286	84300	59986	F	400	0.413	1392.636	8.335	5.590	11607.621	7784.835
67	229286	140400	88886	F	400	0.413	2319.408	8.125	5.220	18845.190	12107.310
68	207143	194600	12543	E	400	0.413	3214.792	7.920	4.870	25461.153	15656.072
69	558571	349600	208971	F	400	0.413	5775.392	5.800	5.540	53203.618	31995.677
70	221429	70500/51300	140929	E-F	400	0.413	2012.136	6.980	4.950	14044.709	9960.073
71	267143	94600/92400	80143	F-E	400	0.413	3039.240	6.440	4.870	19994.706	15044.599
72	257143	42800/128800	90543	E-F	400	0.413	2752.232	7.000	4.470	19265.624	12302.477
73	29214	175800	117414	E	400	0.413	2904.216	7.760	4.500	22536.716	13156.098
74	628571	338800	289771	F	400	0.413	5996.976	5.265	4.170	29468.079	23339.390
75	406429	157800	24629	E	400	0.413	2606.856	5.900	4.210	15458.656	10974.864
76	262143	30900/112900	118343	E-F	400	0.413	2375.576	6.450	4.335	15322.465	10298.122
77	281429	107200	174229	E	400	0.413	1770.944	7.290	4.205	12910.182	7446.820
78	247143	122200	124243	E	400	0.413	2000.300	7.635	3.970	15501.341	8060.291
79	595571	325700/72200	199671	D-E	400	A	8775.040	6.065	3.685	53203.618	32936.022
80	905000	96700	808000	E	400	0.413	1597.484	7.080	3.435	11310.187	5487.358
81	32897	49000/141500	112157	E-D	400	A	4103.600	4.690	3.555	19245.884	14588.298
82	330000	31000/159100	129900	E-D	400	A	4215.968	5.135	3.410	12648.996	14376.461
83	972857	115600/147900	309357	E-D	400	A	5352.824	4.340	2.960	23231.256	15844.359
84	301786	169000	132786	D	400	0.582	3978.300	4.900	2.800	19278.168	11016.096
85	258571	108300	150271	E	400	0.413	1789.116	3.655	2.380	6539.219	4258.096
86	167857	116500	51357	E	400	0.413	1924.580	4.060	2.355	7813.795	4532.386
87	135000	85100	49900	E	400	0.413	1405.852	4.330	2.250	6087.339	3163.167
88	332857	194100	138757	E	400	0.413	3206.532	4.655	2.120	14926.406	6797.848
89	547143	313100	234043	D	400	0.582	7288.968	5.350	2.280	38995.979	16618.847
90	190714	49800/56100	105900	D-F	400	A	2086.116	5.075	1.700	10587.039	3608.981
91	585714	423000	162714	D	400	0.582	9847.440	5.710	3.045	56228.882	29985.455
92	237143	139800	97343	E	400	0.413	2309.496	6.390	2.900	14757.679	6697.538
93	159286	117100	42186	E	400	0.413	1934.492	6.750	2.715	13057.821	5252.146
94	188571	105600	83171	E	400	0.413	1741.208	7.130	2.540	12414.813	4422.668
95	335000	247700	87300	E	400	0.413	4092.004	6.110	2.370	25002.144	9698.049
96	457857	341400	116457	E	400	0.413	5639.928	6.750	2.100	38069.514	11843.84
97	115000	59400	55600	E	400	0.413	981.288	5.880	1.970	5769.973	1933.137
98	120714	57800	62914	E	400	0.413	954.856	6.620	1.700	6321.147	1642.352
99	239286	158000	81286	E	400	0.413	2610.160	5.575	1.675	14551.642	4372.018
100	116429	81500	34929	E	400	0.413	1346.380	5.890	1.515	7930.178	2009.766
101	73929	45970	29129	E	400	0.413	756.616	6.045	1.475	4573.744	1116.009
102	256786	184200	72586	E	400	0.413	3042.984	6.256	1.365	19018.650	4122.243
103	292143	218800	73343	E	400	0.413	3614.576	6.615	1.185	22910.420	4283.273
104	335000	169000	35700	F	400	0.413	2796.836	9.100	6.415	25535.113	17941.703
105	459286	158500	300786	F	400	0.413	2618.420	9.525	6.270	24940.451	16417.499
106	307143	181100	126034	F	400	0.413	2991.772	9.910	6.030	29648.461	18040.385
107	310700	176100	123900	F	400	0.413	2909.172	10.065	5.590	29280.816	16233.180
108	366429	179600	186829	F	400	0.413	2966.992	10.400	5.600	30945.727	16615.155
109	232143	154000	78143	F	400	0.413	2544.080	8.845	5.775	22502.388	14692.062
110	246429	127500	118929	F	400	0.413	2106.300	9.100	5.650	19167.330	11900.595
111	357857	209900	147957	F	400	0.413	3467.548	9.490	5.400	32907.031	18724.759

112	13500	82000	53000	F	400	0.413	1354,640	8,580	5,200	11696,160	7044,128
113	130714	80000	50714	F	400	0.413	1321,600	8,850	5,090	11696,160	6726,944
114	740714	348700	392014	F	400	0.413	5760,524	10,530	5,585	60660,712	32172,527
115	290714	170700	120014	F	400	0.413	2819,964	10,705	5,065	30187,715	14283,118
116	330000	215100/11900	100000	E-F	400	0.413	3750,04	8,540	4,650	33025,342	17437,686
117	375714	117000	258714	E	400	0.413	1932,840	9,130	4,415	17646,829	8533,489
118	253571	101700	61871	E	400	0.413	3166,884	9,465	4,315	29974,557	13665,104
119	328571	255500	73071	E	400	0.413	4220,860	9,910	4,480	41828,723	18909,453
120	170714	135100	35614	E	400	0.413	2231,852	9,720	3,910	21693,601	8726,541
121	182857	112700	70157	E	400	0.413	1861,804	8,960	3,800	16681,764	7074,855
122	242857	166600	76257	E	400	0.413	2752,232	9,480	3,550	26091,159	9770,424
123	255714	164400	91314	E	400	0.413	2715,888	8,880	3,410	24117,085	9261,178
124	142857	89500	53357	E	400	0.413	1478,540	9,430	3,185	13942,632	4709,150
125	249286	159700	89586	E	400	0.413	2638,244	10,340	4,400	27279,443	11608274
126	123571	73500	50071	E	400	0.413	1214,220	10,580	4,360	12846,446	5293,999
127	365714	225500	140214	E	400	0.413	3725,260	10,850	4,150	40419,071	15499,829
128	385000	113900	271100	E	400	0.413	1881,628	10,510	3,660	19775,910	6886,758
129	382143	270500	111643	E	400	0.413	4468,660	11,060	3,200	49423,380	14299,712
130	260000	149200	110800	E	400	0.413	1232,392	10,820	2,690	13334,481	3315,134
131	421429	68900/122900	229629	E-F	400	0.413	3168,536	11,530	2,620	36633,72	8301,564
132	177143	81200	95943	E	200	0.813	670,712	10,780	2,280	7230,275	1529,223
133	446423	120100	326329	E	200	0.413	992,026	11,355	2,180	11264,455	6162,617
134	653571	212300	441271	E	400	0.413	3507,196	7,870	3,010	27601,633	10556,660
135	216429	131900	84529	E	400	0.413	2178,988	7,610	2,330	16582,099	5077,042
136	277500	186100	91400	E	400	0.413	3074,372	7,460	1,910	22934,815	5872,051
137	148571	86200	62371	E	400	0.413	1424,024	7,360	1,545	10480,817	2200,117
138	226429	145900	80529	E	400	0.413	2410,268	6,940	1,100	16727,260	2651,295
139	310714	192100	118614	E	400	0.413	3173,492	7,760	0,970	23039,552	3078,287
140	357143	159900	197243	F	400	0.413	2641,548	7,365	0,780	19455,001	2060,407
141	287143	1200/118600	96843	E-F	400	0.413	1987,356	8,595	2,940	17081,325	5842,827
142	434286	87500/22400	314486	E-F	400	0.413	1815,548	9,250	2,795	16793,819	5074,457
143	222857	138700	84157	E	200	0.413	1145,662	10,120	2,750	11593,087	3150,295
144	264143	158600	105543	E	200	0.413	1310,036	10,000	2,245	13100,360	3203,038
145	837143	121400/12700	603043	E-F	400	0.413	3867,332	8,890	2,300	34380,581	8894,864
146	281428	156000	135429	E	200	0.413	2577,120	8,540	1,950	21957,365	5013,684
147	389286	263000	126286	E	200	0.413	4344,760	8,180	1,355	35540,137	5887,150
148	377143	224500	152643	E	200	0.413	3708,740	8,500	1,070	31524,290	3968,352
149	381429	195700	185729	E	200	0.413	3232,964	9,170	1,160	29646,290	3750,238
150	597857	343300	2154557	E	200	0.413	5671,316	8,910	0,550	50531,428	3119,224
151	296786	201900	94886	E	200	0.413	3335,388	11,200	1,295	37356,346	4319,327
152	270000	159100	1109	E	200	0.413	2628,332	11,880	1,025	31224,584	2694,040
153	346429	209500	136929	E	200	0.413	3460,940	10,795	0,660	37360,847	2284,220
154	200000	105900	94100	E	200	0.413	1749,468	11,300	0,820	19594,042	1434,564
155	215000	111300	103700	E	200	0.413	1838,676	12,120	0,725	22284,753	1333,040
156	340714	242800	96014	E	200	0.413	4027,576	10,375	0,610	41786,101	2456,821
157	260000	150800	109200	E	200	0.431	2491,216	11,440	0,455	28499,511	1133,503
158	215714	176300	39414	F	400	0.413	2912,476	11,635	0,120	33886,658	349,497
159	203571	167000	36571	F	400	0.413	2758,840	12,350	0,400	34071,674	1103,536

DE ESTE MODO SE TIENE QUE:

PARA $n = 159$

TOTAL $\sum_{i=1}^n G \cdot x_i = 2948665.538$

TOTAL $\sum_{i=1}^n G y_i = 2365640.182$

TOTAL $\sum_{i=1}^n G = 487137.768$

PARA $n = 57$

TOTAL $\sum_{i=1}^n G \cdot x_i = 559324.597$

TOTAL $\sum_{i=1}^n G \cdot y_i = 1330208.824$

TOTAL $\sum_{i=1}^n G = 182133.159$

3.1.2 APLICACION DE LAS ECUACIONES DE TRANSFERENCIA.

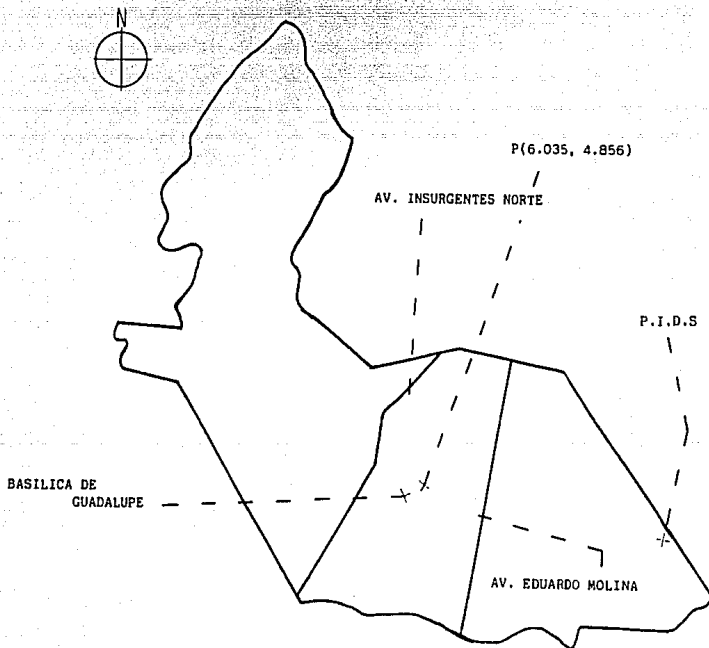
Empleando dichas ecuaciones se tiene que:

$$Y = (2365640.182) / (487\ 137.768) = 4.856 \text{ Km.}$$

P(6.035, 4.856)

$$X = (2948665.538) / (487\ 137.768) = 6.035 \text{ Km.}$$

La ubicación de la E. de T., sería, en el plano delegacional:



3.1.3 PROPUESTA Y CONCLUSIONES.

Como puede apreciarse en la figura anterior, el punto teórico de ubicación sería al noreste de la basílica de Guadalupe. El resultado anterior nos hace llegar a las siguientes conclusiones:

- Si consideramos que la avenida Insurgentes Norte parte a la Delegación Gustavo A. Madero, en dos y además tomamos en cuenta que actualmente la Planta Industrializadora de Desechos Sólidos (P.I.D.S.) funciona como estación de transferencia, entonces contamos con dos estaciones en la parte norte de la delegación.
- Que la P.I.D.S., se encuentra pésimamente ubicada para la transferencia, sin embargo; la unidad de transferencia con que cuenta disminuye los costos de las rutas cercanas a ella, es decir, de la parte norte antes definida.

Por lo anterior se propone lo siguiente:

- Que la P.I.D.S., sirva a la parte norte de la delegación, transfiriendo los desechos sólidos recolectados en las rutas de la 58 a la 159.
- Que se construya una nueva estación de transferencia en la parte sur.

3.1.4 NUEVA UBICACION DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA.

Para calcular la nueva ubicación debemos tomar en cuenta las rutas comprendidas entre la número 1 a la 57. Nuevamente se aplican las ecuaciones de transferencia y se obtiene como resultado:

$$X = (559324,597) / (182133,159) = 3.071 \text{ Km.}$$

Po (3.071,7.303)

$$Y = (1330208,824) / (182133,159) = 7.303 \text{ Km.}$$

De este modo, la ubicación de la E. de T., cae exactamente sobre la unidad habitacional Torres de Lindavista.

3.1.5 UBICACION Y CARACTERISTICAS DE LOS TERRENOS DESPONIBLES.

En esta etapa se investiga la existencia de terrenos cercanos al centro de gravedad de la E. de T. que puedan ser utilizados para la construcción de la unidad. Es decir, debe buscarse terrenos lo más cercano posible al punto teórico evaluado. Lo anterior es de carácter vital, -- pues recuerdese que la determinación del centro de gravedad de cada una de las rutas de recolección y toda la metodología expuesta en el punto 3.1 de este capítulo, es una de las tareas mas importantes para la optimización plena del sistema recolección-transferencia.

Actualmente la Delegación tiene adquirido un terreno para la construcción de la unidad. Los pasos que se siguieron son los siguientes:

- Investigación de sitios apropiados en coordinación con la Delegación Gustavo A. Madero, y la D.G.S.U., se inicia el estudio de factibilidad técnica de la estación.
20 OCT. 1986
- La D.G.S.U., hace la propuesta del terreno seleccionado a la Delegación.
3 NOV. 1986
- Informe de la Delegación proponiendo otro sitio. Se inicia la investigación por parte de la D.G.S.U., sobre la situación legal de la nueva propuesta.
15 ENE. 1987
- La D.G.S.U., solicita a la D.G.R.U.P.E., un listado de sitios factibles en la Delegación.
27 ENE. 1987
- La D.G.S.U., solicita a la Dirección de Sistema Cartográfico Catastral información sobre el propietario del sitio.
11 FEB. 1987
- La D.G.S.U., solicita a COVITUR, posibles afectaciones al predio por proyecto futuros de vialidad.
12 FEB. 1987
- Acuerdo con la Delegación donde se compromete a proporcionar los datos del propietario.
23 FEB. 1987

- La D.G.S.U., entrevista al propietario, el cual está en disposición de vender. Se solicita a servicios metropolitanos que inicie tramite de adquisición.
26 FEB. 1987

- La D.G.S.U., solicita a PEMEX, posibles conecciones al predio por ductos cercanos, asi mismo a la D.G.O.P., el proyecto de anillo periférico que puede afectar al sitio.
29 FEB. 1987

- El propietario se compromete a entregar los documentos solicitados por SERVIMET, para la acción de venta.
13 MAR. 1987

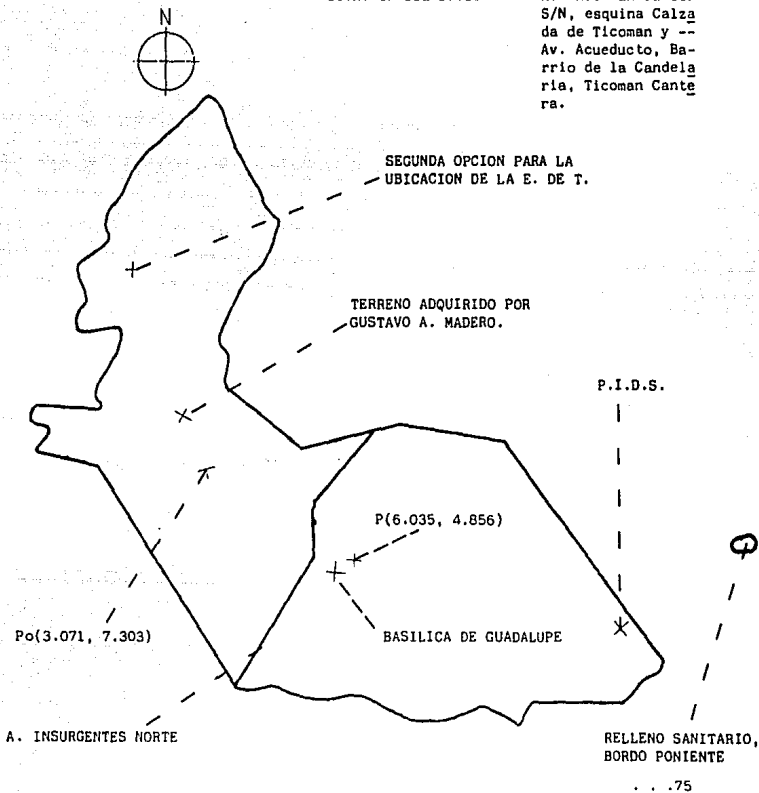
- SERVIMET, informa que solo esta en espera del resultado de avaluo oficial para concluir la acción de compra venta.
15 MAR. 1987

- Firma del contrato de compra-venta del predio y acceso al mismo.
25 AGO. 1987

A continuación se presenta la ubicación del predio y la del punto teórico Po:

DATOS GENERALES DEL TERRENO:

SUPERFICIE TOTAL	12,000 m ²
TIPO DE SUELO	Roca ígnea y relleno heterogéneo
DESCRIPCION	Predio baldío con desniveles. Aprovechable en su totalidad.
UBICACION DEL SITIO	Av. Río San Javier S/N, esquina Calzada de Ticoman y Av. Acueducto, Barrio de la Candalaria, Ticoman Cantera.



Sin embargo, existe un segundo terreno para la ubicación de la -- E. de T., éste puede observarse en el plano superior. La razón de lo anterior se debe a que existe fuerte oposición por parte de los colonos -- circundantes al predio de Ticoman y Av. Cantera. Lo anterior obedece a una reacción natural si partimos del hecho de que existe una desinformación generalizada y una marcada falta de comunicación entre gobernantes y gobernados. Como mas adelante veremos, hay dos tipos de estaciones de transferencia; las que tienen un local de almacenamiento y por este se tiene una carga indirecta y las de transferencia directa. Debido a las características de los desechos de almacenamiento. Por lo anterior toda la " basura " generada en un día debe ser transferida. Por otro lado, - para evitar un deterioro de la imagen urbana, siempre se colocan barreras naturales.

A pesar de lo anterior, la segunda opción se perfila como la mas viable. Esto nos hace reflexionar acerca de que en todo proyecto de ingeniería son tan importantes las cuestiones matemáticas y físicas como las políticas y sociales. Como puede apreciarse este nuevo terreno se aleja demasiado de nuestro punto Po; mientras mas nos alejemos del punto teórico mas tendremos que invertir en cuanto al número de unidades de -- transferencia, debido a que el sitio de disposición final se encontrará mas lejos y los camiones recolectores emplearán mas tiempo en acudir a la transferencia desde sus centros de gravedad particulares. He ahí el costo político. A continuación mencionaremos algunos datos de la segunda opción para ubicar la transferencia:

Datos generales del terreno:

Superficie total	20,000 m ²
Tipo de suelo	Roca ignea con relleno heterogéneo
Descripción	Tanques de almacenamiento propiedad de la Federación. Predio sin desniveles, totalmente aprovechable
Ubicación del sitio	Entre la A. Adolfo López Mateos y Calle Morelos S/N, al NE. de Chalma de Guadalupe

3.2 ELEMENTOS ECONOMICOS-FINANCIEROS.

Los levantamientos económicos-financieros necesarios en la fase de planeamiento son todos los óxidos para el análisis de costo-beneficio referente a la implantación del sistema de transferencia, inclusive los

datos que van a indicar la viabilidad económica del proyecto. Entre los elementos más importantes relacionamos el costo de mano de obra, transporte, construcción civil y de equipo, así como los vehículos de transferencia. En esta fase es importante también, que se determine la cantidad de recursos financieros disponibles para las inversiones, sea a través de recursos propios o de préstamos.

Una vez que se tiene el terreno disponible y más próximo al punto teórico, que ha sido evaluado tomando en cuenta los centros de gravedad de las rutas de recolección así como las generaciones per-cápita de desechos sólidos; se clasifican las rutas en dos tipos:

- Aquellas que, a través de los vehículos recolectores, dispondrán de sus desechos sólidos en la disposición final.
- Las que descargarán su producción en la estación de transferencia.

Lo anterior significa que, en base a un criterio de costo-horario debe determinarse cuales de las rutas comprendidas entre la 1 y la 57, acorde con lo que se determinó en el punto 3.1.4, deben de integrar el sistema recolección-transferencia y cuales se dirigirán en forma directa a la disposición final. Esta decisión se toma teniendo en cuenta solamente los costos de transporte de los centros de gravedad de recolección a los terrenos considerados para la construcción de la estación de transferencia, y de allí hasta los sitios de disposición final.

3.3 CONCEPTOS BASICOS PARA LA DETERMINACION DEL COSTO-HORA-MAQUINA.

3.3.1 VIDA UTIL.

En toda máquina, tanto durante los tiempos de utilización, como durante los tiempos en que se encuentra ociosa, sus diversas partes y mecanismos van sufriendo desgastes y deméritos, por lo que con cierta frecuencia más o menos determinada y predecible, dichas partes deben reparadas o sustituidas para que la máquina esté constantemente habitada para trabajar y producir con eficiencia y economía. Sin embargo, en el transcurso del tiempo, irremediamente se llega a un estado de tal desgaste y deterioro, que su posesión y trabajo, en vez de constituir un bien de producción, significa un gravamen para su propietario, lo cual ocurre cuando los gastos que se requieren para que la máquina produzca, exceden a los rendimientos económicos obtenidos con la misma; en otras palabras: la posesión y operación de tal máquina reportan pérdidas económicas y/o riesgos irracionales.

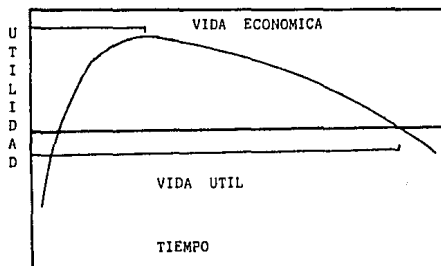
Vida útil de una máquina es el lapso de tiempo durante el cual el equipo está en condiciones de realizar trabajo, sin que los gastos de su posesión excedan los rendimientos económicos obtenidos por el mismo, por mínimos que éstos sean. La vida útil de una máquina depende de múltiples factores y complejos factores, que pueden ser:

- Fallas de fabricación.
- Falta de protección contra los agentes atmosféricos.
- Desgaste excesivo producto de un uso anormal.
- Vibraciones y fricción de sus partes móviles.
- Manejo de diferentes operadores.
- Irresponsabilidad.
- Falta de mantenimiento preventivo.
- Descuidos técnicos, etc.

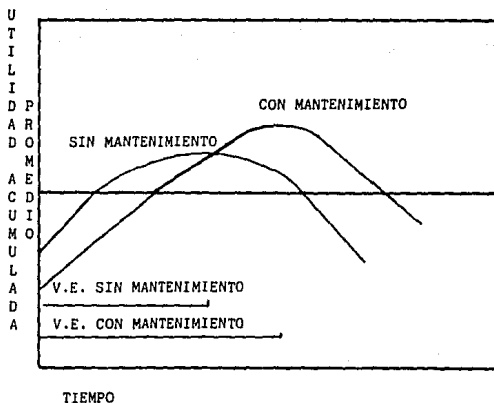
3.3.2 VIDA ECONOMICA.

Se entiende por vida económica de una máquina, el período durante el cual puede ésta operar en forma eficiente, realizando un trabajo económico, satisfactorio y oportuno, siempre y cuando la máquina sea correctamente conservada y mantenida.

De la observación de " registros cuidadosos y detallados " de los costos de operación y mantenimiento de una máquina, fácilmente se determinará que, después de cierto período los costos de operación horario - de la misma son cada vez mayores que el promedio de costos obtenido durante sus operaciones anteriores; la máquina habrá llegado al fin de su período de vida económica, a partir de la cual su operación resultará antieconómica.



Cabe mencionar que existen numerosos criterios fundados en especulaciones mas o menos sólidas, destinadas a la determinación de la vida económica (o vida efectiva) de una máquina. El criterio de determinación mas empleado es el estadístico, siendo las estadísticas de los Estados Unidos la más aceptadas, debido a que la mayoría de la maquinaria disponible en el mercado es la del vecino país del norte. Sin embargo, no debemos olvidar que en toda la America Latina, se presentan factores de orden económico, social y cultural, que influyen profundamente en la eficiencia, número y economía de los trabajos de construcción en general, y que difieren en mucho a los factores determinados de las vidas económicas de los equipos en el medio norteamericano; tales factores harán que se tengan que seguir prácticas tendientes a crear estadísticas mas fieles a nuestra realidad.



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

COEFICIENTES DE MANTENIMIENTO.

Q-1.0	Apisonadora Automovil Banda colocadora Barredora mecánica Bomba de agua Bomba de concreto Bomba de mortero Caldera Combi Compresor Criba	Equipo de Inyección Equipo de Buceo Esparcidor Estabilizadora Finisher Grúa s/neumáticos Grúa s/orugas Halacate Perforadora Planta de luz Pluma	Planta trituradora Planta concreto asfáltico Revolvedora Sand Blast Silo de 90 ton Silo de 50 ton Soldadora Tanque almacén Vibrador neumático Vibrador eléctrico Vogue Wagon Drill
Q-0.9	Almeja guiada Auto tanque cemento Autobus p/personal Caja de volteo Camión engrase Camión revolvedor	Cama baja Camión c/grúa Camión de redilas Camión de volteo Camión roquero Compresor XA-120	Petrolizadora Pick-up 1-1/2 ton Pipa Tanque 40 m ³ Track-drill
Q-0.8	Amplanadora de tres rodillos Compactador autopropulsado Compactador vibratorio Draga Motoconformadora		Motoescrepa Planta concreto Plataforma 30 ton Retroexcavadora Tractor c/Ripper Traxcavo
Q-0.75	Camión de redilas mediano		
Q-0.70	Retroexcavadora 555		
Q-0.50	Herramienta eléctrica de mano Herramienta neumática		

FACTORES DE RENDIMIENTO DE TRABAJO EN FUNCION DE LAS
CONDICIONES DE OBRA Y DE LA CALIDAD DE ADMINISTRACION

CONDICIONES DE LA OBRA	CALIDAD DE LA ADMINISTRACION O GESTION			
	EXCELENTES	BUENA	REGULAR	MALA
EXCELENTES	0.84	0.81	0.76	0.70
BUENAS	0.78	0.75	0.71	0.65
REGULARES	0.72	0.69	0.65	0.60
MALAS	0.63	0.61	0.57	0.52

3.3.3 VALOR DE RESCATE.

Se le llama valor de adquisición de una máquina, a su precio promedio actual en el mercado, pagado de contado.

Cuando el valor de adquisición de la máquina incluye el valor de las llantas y otros accesorios de desgaste rápido, estos valores deberán ser descontados del valor de adquisición original.

Se entiende por valor de rescate de una máquina el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica. Toda máquina usada, aún en el caso de que sólo amerite considerarse como chatarra, tiene siempre un cierto valor de rescate. Se acostumbra el valor de rescate, como un porcentaje del valor de adquisición de la máquina, que puede variar entre 5% y 20%.

Para efectos de obtención del costo-horario de operación de una máquina, existe también el criterio de considerar que, al finalizar el período de su vida económica, el equipo está totalmente depreciado, considerándose entonces nulo su valor de rescate.

3.3.4 COSTO HORARIO DE OPERACION DE MAQUINARIA.

La práctica de muchos años, ha enseñado la conveniencia de estructurar todos los análisis de costos sobre la base del costo de operación por hora de las máquinas y demás elementos que concurren a la ejecución de un trabajo, ya que a su vez los rendimientos de las máquinas, siempre se expresan en función de cada hora de trabajo.

El costo-horario por equipo, es el que se deriva del uso correcto de las máquinas, adecuadas y necesarias, para la ejecución de los conceptos de trabajo, conforme a lo estipulado en las especificaciones y en el contrato. Se integra mediante los siguientes cargos:

3.3.4.1 CARGOS FIJOS.

3.3.4.2 CARGOS POR CONSUMO.

3.3.4.3 CARGOS POR OPERACION.

Calculados por hora efectiva de trabajo, y en su caso el cargo de transporte.

3.3.4.1 CARGOS FIJOS.

Son los que se derivan de los correspondientes al:

3.3.4.1.1 CARGOS POR DEPRECIACION.

3.3.4.1.2 CARGOS POR INVERSION.

3.3.4.1.3 CARGO POR SEGUROS.

3.3.4.1.4 CARGO POR MANTENIMIENTO.

3.3.4.1.1 CARGO DE DEPRECIACION.

Es el que resulta por la disminución en el valor original de la -
máquinaria, como consecuencia de su uso durante el tiempo de su vida eco-
nómica. Existen muchas formas para valorar este concepto, pero el más -
empleado es el sistema lineal, es decir, que la máquina se deprecia la -
misma cantidad por unidad de tiempo.

Se representa por la siguiente ecuación:

$$D = (Va/Vr) / Ve$$

DONDE:

D : Depreciación por hora efectiva de trabajo

Va: Valor de adquisición.

Vr: Valor de rescate.

Ve: Representa la vida económica de la máquina expresada en
horas de trabajo.

En la actualidad, la legislación fiscal considera que la deprecia-
ción total del equipo de construcción se completa en un período de 5 - -
años. Esto implica una devaluación anual de 20 %.

3.3.4.1.2 CARGO POR INVERSION.

Cualquier organización, para comprar una máquina, adquiere los fondos necesarios en los bancos o mercados de capitales, pagando por ellos los intereses correspondientes, o bien, si se dispone de capital propio, se hace la inversión directamente, esperando que la máquina reditue, en cualquier momento, en proporción con la inversión no amortizada hasta ese momento. En síntesis podemos decir que el cargo por inversión, es el cargo equivalente a los intereses correspondientes al capital invertido en maquinaria. Esta representado por la siguiente ecuación:

$$I = (V_a - V_r) * 0.50 * (1/H_a) * i$$

DONDE:

I : Cargo por inversión por hora efectiva de trabajo.

V_a: Valor inicial de la máquina.

V_r: Valor de rescate de la máquina.

(V_a-V_r)*0.50: Valor medio de la máquina durante su vida económica.

H_a: Número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año.

i : Tasa de intereses anuales en vigor.

NOTA:

Generalmente la tasa de interés varía entre 42 y 48 %.

3.3.4.1.3 CARGO POR SEGUROS.

Se entiende como " cargo por seguros ", el necesario para cubrir los riesgos a que esta sujeta la maquinaria durante su vida económica y por accidentes que sufra. Este cargo existe tanto en el caso de que la maquinaria se asegure con una compañía de seguros, como en el caso del autoaseguramiento.

Este cargo esta representado por:

$$S = (V_a + V_r) * s * (1/2H_a)$$

DONDE:

S : Cargo por seguros por hora efectiva de trabajo.

Va: Valor inicial de la máquina.

Vr: Valor de rescate de la máquina.

$(Va + Vr) \cdot 0.50$: Valor medio de la máquina durante su vida económica.

Ha: Número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año.

s : Prima anual promedio, expresada en por ciento del valor de la máquina. (Varia entre 3% y 6%)

3.3.4.1.4 CARGOS POR MANTENIMIENTO.

Son los originales por todas las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones, a efecto de que trabaje con rendimiento normal durante su vida económica. Existe dos tipos de mantenimiento. En el mantenimiento mayor se consideran todas las erogaciones necesarias para efectuar reparaciones a la maquinaria en talleres especializados, o aquellas que puedan realizarse en el campo, empleando personal especializado, y que requiera retirar la maquinaria del frente de trabajo por un tiempo considerable. Incluye: obra de mano, repuestos y renovaciones de partes de la maquinaria, así como otros materiales necesarios. En el mantenimiento menor se consideran todas la erogaciones necesarias para efectuar los ajustes rutinarios, reparaciones y cambios de repuestos que se efectúan en las propias obras: así como cambios de líquidos hidráulicos, aceites de transmisión, filtros, grasas y estopas. - Incluye el personal y equipo auxiliar, así como los repuestos y otros materiales necesarios. La expresión que lo representa es:

$$M = Q \cdot D$$

DONDE:

M : Cargo por mantenimiento mayor y menor, por hora efectiva de trabajo.

Q : Coeficiente que se evalúa en base a análisis estadísticos. Varía de acuerdo al tipo de máquina y trabajo que se realiza.

D : Depreciación de la máquina.

Nota:

Para un camión de volteo y equipo de recolección en general
 $Q = 0.90$.

3.3.4.2 CARGOS POR CONSUMO.

Las máquinas son accionadas por motores de combustión interna, bien sean de gasolina o diesel. Para que las máquinas puedan operar, se requiere de un constante abastecimiento de los combustibles y lubricantes consumidos por las mismas. El consumo de combustible es proporcional a la potencia desarrollada, la que generalmente opera alcanzando solamente una fracción del máximo nominal. Toda máquina al operar en condiciones normales, solamente necesita de un porcentaje de su potencial nominal, máxima o intermitente. Un coeficiente llamado " factor de operación ", contempla lo anterior. Este varía entre 50 y 90 % con respecto a la potencia nominal máxima o intermitente. La altura con respecto al nivel de mar, las variaciones de temperatura y deversas condiciones climetológicas, ejercen influencias adversas sobre el consumo de combustibles en las máquinas de combustión interna, ya que disminuyen la potencia del motor. Esta disminución se considera involucrada, para efecto de cálculo, en el factor de operación. Los cargos por consumos son los que se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de:

3.3.4.2.1 COMBUSTIBLES.

3.3.4.2.2 OTRAS FUENTES DE ENERGIA.

3.3.4.2.3 LUBRICANTES.

3.3.4.2.4 LLANTAS.

3.3.4.2.5 PIEZAS ESPECIALES DE DESGASTE RAPIDO.

3.3.4.2.1 CARGO POR CONSUMO DE COMBUSTIBLES.

Es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina o diesel para que los motores produzcan la energía que utilizan al desarrollar trabajo. Esta representado por:

$$E = e * Pc$$

DONDE:

E : Cargo por consumo de combustibles, por hora efectiva de trabajo.

e : Representa la cantidad de combustible necesaria, por - hora efectiva de trabajo, para alimentar los motores de las máquinas a fin de que desarrollen su trabajo dentro de las condiciones medias de operación de las mismas. - Se determina en función de la potencia del motor, del - factor de operación de la máquina y de un coeficiente - determinado por la experiencia, que variará de acuerdo - con el combustible que se utiliza.

Pc : Representa el precio de combustible que consume la máquina.

NOTA:

Por procedimiento esencialmente estadísticos, se ha determinado los siguientes consumos promedios de combustible, por - cada hora de operación y referidos al nivel del mar:

MOTORES DIESEL: 0.20 Litros por H.P.op/hora.

MOTORES GASOLINA: 0.24 Litros por H.P.op/hora.

3.3.4.2.2 CARGO POR CONSUMO DE OTRAS FUENTES DE ENERGIA.

Es el derivado de las erogaciones originadas por los consumos de - energía eléctrica o de energéticos diferentes de los combustibles señalados en el punto anterior, y representa el costo que tenga la energía consumida en la unidad de tiempo considerada.

El consumo de energía de un motor eléctrico depende fundamentalmente de su eficiencia para convertir la energía eléctrica que recibe, en la energía mecánica que nos proporciona para ser utilizada. La ecuación fundamental es:

$$E_c = N \cdot E_m \cdot P_e$$

DONDE:

E_c : Energía consumida.

N : Eficiencia del motor eléctrico.

E_m : Energía mecánica utilizable.

P_e : Precio de la unidad de energía eléctrica suministrada.

Los factores que determinan la eficiencia de un motor eléctrico son muy variados y un estudio de la influencia de cada uno de ellos sería demasiado extenso y conduciría a resultados imprácticos. En la práctica nos encontramos con la dificultad de que los fabricantes de motores eléctricos proporcionan la potencia nominal en caballos de potencia (H.P.), pero la compañía suministrada de energía eléctrica la vende en Kw-Hra. Para obtener el consumo horario de energía de un motor eléctrico en una hora de operación, utilizamos la fórmula:

$$E_c = 0.653 * H.P. * P_e$$

DONDE:

E_c : Energía eléctrica consumida en Kw-Hra.

H.P: Potencia nominal del motor.

P_e : Precio del Kw-Hra puesto en la máquina.

3.3.4.2.3 CARGO POR CONSUMO DE LUBRICANTES.

Es el derivado de las erogaciones originales por los consumos y -- cambios periódicos de aceites; incluye las erogaciones necesarias para su ministrarlos en la máquina. Este cargo está representado por:

$$L = a * P_e$$

DONDE:

L : Cargo por consumo de lubricantes por hora efectiva de -- trabajo.

a : Representa la cantidad de aceite necesaria por hora efectiva de trabajo, de acuerdo con las condiciones medias de operación. Está determinada por la capacidad de los recipientes, los tiempos entre cambios sucesivos de aceites, la potencia del motor, el factor de operación de la máquina y de un coeficiente determinado por la experiencia.

P_e : Representa el precio de los aceites que consumen las máquinas.

NOTA:

Los consumos de aceite, incluyendo los cambios periódicos -- del mismo, se pueden determinar a partir de las siguientes -- formulas obtenidas por medio de observaciones estadísticas.

- Para máquinas con potencia de placa igual o menor de 100 H.P.
a = (C/t) + 0.0030 * H.P.op.
- Para máquina con potencia de placa mayor de 100 H.P., - - -
a = (C/t) + 0.0035 * H.P.op.

En las ecuaciones anteriores:

- a : Cantidad de aceite necesaria por hora efectiva de trabajo, en litros.
- C : Capacidad del Carter en litros.
- t : Número de horas transcurridas entre dos cambios de aceite.
- H.P.op : Potencia de operación, (potencia de placa del motor por el factor de operación).

3.3.4.2.4 CARGO POR CONSUMO DE LLANTAS.

Las llantas, al igual que el propio equipo, sugren demérito derivado del uso de las mismas por lo que es necesario, además de repararlas y renovarlas periódicamente, reemplazarlas cuando han llegado al termino de su vida económica.

La vida económica de las llantas varía en función de las condiciones de uso a que sean sometidas, del cuidado y mantenimiento que se les imparta, de las cargas a que operen y de las condiciones de las superficies de rodamiento de los caminos en que trabajen.

Para llantas de equipo de construcción, que generalmente trabajan en caminos que presentan condiciones muy severas y adversa, resulta práctico expresar su vida económica en horas de trabajo. Se considerará este cargo solo para aquella maquinaria en la cual, al calcular su depreciación, se haya reducido al valor de las llantas del valor inicial de la misma.

Este cargo está representado por:

$$Ll = V Ll / H_v$$

DONDE:

Ll : Representa el cargo por consumo de llantas, por hora efectiva de trabajo.

Vll : Representa el valor de adquisición de las llantas, considerando el precio para llantas nuevas de las características indicadas por el fabricante de la máquina.

Hv : Representa las horas de vida económica de las llantas, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas. Se determina de acuerdo con las experiencias, considerando los factores siguientes:

- Velocidades máximas de trabajo.
- Condiciones relativas al camino de donde se transita.
- Cargas soportadas.
- Posición de la máquina.
- Clima en donde se opera.

1.- DE MANTENIMIENTO:

Excelentes - - - - -	1.00
Medias - - - - -	0.90
Deficientes - - - - -	0.70

2.- VELOCIDAD DE TRANSITO: (Máxima)

16 km. por hora - - - - -	1.00
32 km. por hora - - - - -	0.80
48 km. por hora - - - - -	0.60

3.- CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO:

Tierra suave sin roca - - - - -	1.00
Tierra suave incluyendo roca - - - - -	0.90
Camino bien conservados con superficie de grava compactada - - - - -	0.70
Camino mal conservados con superficie de grava compactada - - - - -	0.70

4.- POSICION DE LAS LLANTAS:

En los ejes traseros - - - - -	1.00
En los ejes delanteros - - - - -	0.90
En el eje de tracción	
vehículo de descarga trasera - - - - -	0.80
vehículos de descarga de fondo - - - - -	0.70
motoescrepas y similares - - - - -	0.60

5.- CARGAS DE OPERACION:

Dentro del límite especificado por los fabricantes - - - - -	1.00
Con 20 % de sobrecarga - - - - -	0.80
Con 40 % de sobrecarga - - - - -	0.50

6.- DENSIDAD Y GRADO DE CURVAS EN EL CAMINO:

No existen - - - - -	1.00
Condiciones medias - - - - -	0.90
Condiciones severas - - - - -	0.80

7.- PENDIENTES DE LOS CAMINOS:

(Aplicables a las llantas del eje tractor)

A nivel - - - - -	1.00
5 % como máximo - - - - -	0.90
10 % como máximo - - - - -	0.80
15 % como máximo - - - - -	0.70

8.- OTRAS CONDICIONES DIVERSAS:

Inexistentes - - - - -	1.00
Medias - - - - -	0.90
Adversas - - - - -	0.80

**FACTORES DE CONSERVACION DE LAS LLANTAS DE DISTINTOS EQUIPOS Y
LA VIDA ECONOMICA DE LAS MISMAS.**

CONDICION:	1	2	3	4	5	6.7	8	FACTOR TOTAL	VIDA ECONOMICA
CAMIONES DE CARRETERA	1.0 0.9	0.90 0.90	0.90 0.80	0.95 0.95	1.0 1.0	0.90 0.70	1.0 0.9	69.20 38.783	3463 (*) 1940 (*)
CAMIONES PESADOS DE TERRACERIAS	1.0 0.9	0.90 0.90	0.80 0.70	0.95 0.95	1.0 1.0	0.85 0.70	1.0 0.9	58.14 33.94	2900 1697
ESCREPAS Y MOTOESCREPAS	1.0 0.9	1.00 1.00	0.80 0.70	0.75 0.75	1.0 1.0	0.85 0.70	1.0 1.0	51.0 33.07	2550 1650
MOTO CONFORMADORAS	1.0 0.9	1.00 1.00	0.80 0.80	0.90 0.90	1.0 1.0	0.85 0.70	1.0 1.0	61.20 45.36	3060 2270
PALAS CARGADORAS	1.0 0.9	1.00 1.00	0.80 0.80	0.90 0.90	1.0 1.0	0.85 0.85	1.0 0.9	61.20 49.57	3060 2480
TRACTORES	1.0 0.9	1.00 1.00	0.80 0.80	0.80 0.80	1.0 1.0	0.85 0.70	1.0 0.9	54.40 36.288	2720 1815
APISONADORAS	1.0 0.9	1.00 1.00	0.80 0.80	1.00 1.00	1.0 1.0	0.85 0.85	1.0 1.0	68.0 61.2	3400 3060

3.3.4.2.5 CONSUMOS POR PIEZAS DE DESGASTE RAPIDO.

Finalmente, el último cargo por consumos, es el relativo a pieza sujeta a continuas fuerzas abrasivas, variaciones súbitas de presión, etc., y cuya vida económica es menor al resto del equipo. Se calcula mediante la expresión:

$$Pe = Vp / Hr$$

DONDE:

- Pe : Costo por piezas de desgaste rápido, por hora de operación del equipo.
- Vp : Valor de adquisición de piezas especiales de desgaste rápido.
- Hr : Horas de vida económica de las piezas especiales de desgaste rápido.

Para tener en cuenta este cargo se debe considerar que no haya sido incluido en los cargos fijos, y que las piezas especiales estén sujetas a condiciones severas de trabajo que produzcan un deterioro superior al normal.

3.3.4.3 CARGOS POR OPERACION.

Es el que se deriva de las erogaciones que hace el contratista por concepto del pago de salario al personal encargado de la operación de la máquina, por hora efectiva de la misma. Este cargo está representado por:

$$O = St/H$$

DONDE:

- O : Cargo por operación del equipo por hora efectiva de trabajo.
- St : Representa los salarios por turno de personal necesario para operar la máquina. Los salarios deberán comprender: salario base, cuotas patronales por seguro social, impuesto sobre remuneraciones pagadas, días festivos, vacaciones y aguinaldo, o sea el salario real de este personal.
- H : Representa las horas efectivas de trabajo que se consideran en la máquina, dentro del turno.

3.3.4.4 EL I.V.A. EN LOS COSTOS DEL EQUIPO.

El cargo por IVA no deberá incluirse en la estructuración de los - costos horarios de equipo. En el momento en el que el arrendador adquiere un equipo, ya sea en el mercado nacional o de importación, debe de pagar el IVA correspondiente al proveedor; por lo que en toda obra gravada, deberá manejarse el pago del IVA a los proveedores del equipo, su traslado a clientes por obra ejecutada y el acreditable ante SHyCP, en forma contable, sin repercutirlo dentro de los costos o en el precio de venta.

3.3.4.5 CARGO UNITARIO POR MAQUINA.

Se expresa como el cociente del costo directo por hora máquina entre el rendimiento horario de dicha máquina. Este cargo está representado por:

$$CM = HMD / RM$$

DONDE:

CM: Representa el cargo unitario por máquina.

HMD: Costo directo de hora-máquina.

RM: Rendimiento horario, expresado en la unidad de que se trate.

3.4 DETERMINACION DEL RADIO DE INFLUENCIA DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA.

En base a los conceptos básicos para la determinación de las ecuaciones de costo-horario, se tiene que:

3.4.1 PARA LAS UNIDADES DE RECOLECCION:

T I P O	CAPACIDAD DE RECOLECCION	ECUACION DE COSTO-- HORARIO POR TONELADA
Tubular C. Compactación	3 Ton.	$Y=11,764.35 * X$
Volteo	3 Ton.	$Y=8,483.2 * X$

Rectangular C. Compactación	3.975 Ton.	$Y=10,334 * X$
De Carga Trasera	4.356 Ton.	$Y=10,313.72 * X$
De Carga Frontal	0.917 Ton.	$Y=8,403,54 * X$

DONDE:

X : Representa el tiempo en hrs. (hrs.)

Y : Es el costo-horario por tonelada. (\$/hra.-Ton.)

3.4.2 PARA LOS COMIONES DE TRANSFERENCIA:

T I P O	CAPACIDAD DE TRANSFERENCIA	ECUACION DE COSTO-- HORARIO POR TONELADA
Tractocamión Keenworth de caja abierta y fondo móvil	20 Ton.	$Y = 3,125 * X$

3.4.3 PARA LA ESTACION DE TRANSFERENCIA.

Costo aproximado de la obra civil : 1'400,000,000.00 (Febrero de - 1990)

Vida útil : 25 años

Horas de trabajo al año : 2,400 hrs.

Capacidad de transferencia : 400 Ton/Día

NOTA:

Como veremos mas adelante, en el punto 3.6, en la toma de decisiones; la capacidad de transferencia necesaria para las primeras 57 - rutas de recolección será de: 183 Ton/Día. Para este caso, el costo de la obra civil será de: \$ 480,000,000.00

3.4.3.1 CALCULO DE LA DEPRECIACION:

$$D = Va / (Vu * Ta) = 480,000,000.00 / (25 * 2,400) = 8,000.00$$

3.4.3.2 CALCULO DEL COSTO POR MANTENIMIENTO:

$$M = 0.20 * D = 0.20 * 8,000.00 = 1,600.00$$

3.4.3.3 CALCULO DEL COSTO POR OPERACION:

Considerando 2 administrativos 1,393.00 \$/hra * 2 = 2,786.00

3 barrenderos 1,250.00 \$/hra * 3 = 3,750.00

Total de costo por operación de la E. de T. = 6,536.00 \$/hra.

Mas 30% de prestaciones = 1,960.80 \$/hra.

Total = 8,496.80 \$/hra.

3.4.3.4 CALCULO DEL COSTO POR CAPITAL:

$$C.C. = 480,000,000 * 0.035 / (27 \text{ Días} * 8 \text{ Hrs.}) = 77,777.78 \text{ $/hra.}$$

3.4.3.5 COSTO FIJO DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA.

El costo fijo se integra por la suma de todos los cargos antes calculados, multiplicados por 8 hra. de trabajo y divididos por la capacidad - estimada, es decir:

$$C.F. = (95,874.58 * 8 \text{ hrs.}) / 183 \text{ Ton.} = 4,191.24 \text{ $/Ton.}$$

3.4.3.6 ECUACION DE COSTO-HORARIO POR TONELADA, PARA EL SISTEMA DE TRANSFERENCIA.

Esta se obtiene sumando la ecuación correspondiente al tractocamón de transferencia y a la ecuación de la estación:

$$Y = 3,125 * X + 4,191.24 \quad (\$/\text{Ton.})$$

3.4.4 DETERMINACION DEL PUNTO COMUN A LAS ECUACIONES DE RECOLECCION Y LA DE TRANSFERENCIA.

Una vez obtenidas todas las ecuaciones, se intersectan para obtener el radio de influencia o límite de factibilidad económica, así tenemos que:

$$Y = 3,125 \cdot X + 4,191.24 \quad \text{--- A (.49 , 5,722.49)}$$

$$Y = 11,764.35 \cdot X$$

$$Y = 3,125 \cdot X + 4,191.24 \quad \text{--- B (.78 , 6,628.74)}$$

$$Y = 10,334 \cdot X$$

$$Y = 3,125 \cdot X + 4,191.24 \quad \text{--- C (.58 , 6,003.74)}$$

$$Y = 10,334 \cdot X$$

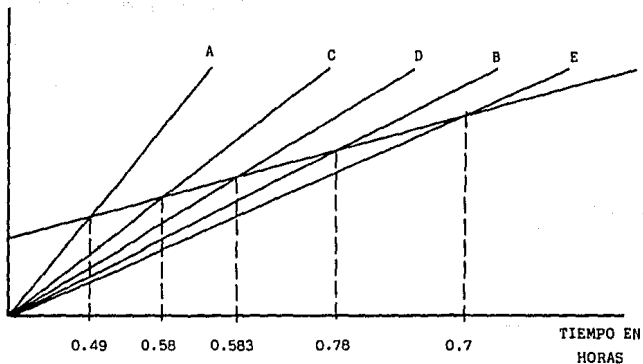
$$Y = 3,125 \cdot X + 4,191.24 \quad \text{--- D (.583 , 6,013.12)}$$

$$Y = 10,313.72 \cdot X$$

$$Y = 3,125 \cdot X + 4,191.24 \quad \text{--- E (.79 , 6,659.99)}$$

$$Y = 8,403.54 \cdot X$$

COSTO
HORARIO
POR
TONELADA



Debido a la diversidad de unidades de recolección con que cuenta la Delegación Gustavo A. Madero, se obtendrá un promedio de los tiempos obtenidos en las intersecciones de las ecuaciones de costo-horario por tonelada, así, se tiene que:

$$\bar{T} = (.49 + .78 + .58 + .583 + .79) / 5 = 0.645 \text{ de hora}$$

Por lo tanto, para los vehículos de recolección que se encuentren dentro de un límite en tiempo de hasta 39 minutos (ida y vuelta), de algún sitio de disposición final, les será mas económico depositar sus desechos sólidos directamente en éste, que acudir a la estación de transferencia. Lo anterior significa que, se debe de determinar que rutas hacen 39 minutos o menos al sitio de disposición final que se elija como tal.

3.5 TIPOS DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA.

Toda vez que existen varios tipos de estaciones de transferencia -- que utilizan diferentes medios de transporte suplementario y que emplean o no equipos mecánicos para porcesamiento o alimentación de los residuos, se presenta a continuación las diversas alternativas que existen actualmente; una hecho esto, procederemos a la toma de decisiones en donde definiremos, para la delegación en cuestión, las características de la estación de transferencia, su ubicación, su capacidad, el sitio de disposición final, todo esto en base a lo que ya hemos visto e investigado.

3.5.1 EN CUANTO AL EQUIPO DE TRANSFERENCIA.

Los equipos de transferencia se clasifican en rodoviarios, acuáticos y ferroviarios. Se hará énfasis de los primeros tipos por ser los mas ampliamente utilizados en América Latina.

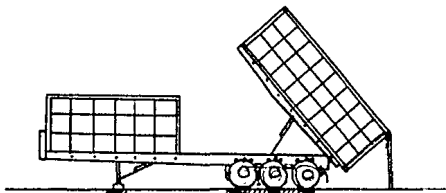
3.5.1.1 EQUIPOS RODOVIARIOS.

Los equipos rodoviarios son camiones con carrocería de gran capacidad (30 a 75 m³) que a su vez se clasifican en dos tipos básicos: De carrocería abierta y de carrocería cerrada. Hay en día existe además otro tipo de carrocería, la roll-on, roll-off.

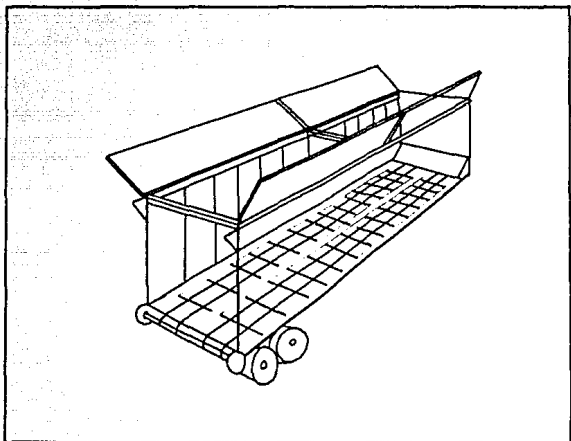
3.5.1.2 CAMIONES DE CARROCERIA ABIERTA.

Estos camiones reciben la carga por arriba y la descargan por diferentes métodos. El más utilizado es el de volquete por equipo hidráulico, pero actualmente se están desarrollando otros sistemas utilizando un fondo móvil y al menos dos tipos diferentes de este sistema ya operan en estaciones norteamericanas.

En algunas ocasiones se utilizan camiones con carrocería fija y la descarga se hace por cables que se colocan cruzados dentro de la caja, antes de cargar la basura. Estos cables son halados por copadoras de oruga en los rellenos sanitarios que sostienen y tiran de sus extremidades. - - Otra solución mucho más sofisticada es el empleo de equipos sobre orugas que elevan los camiones hasta un ángulo que provoca la descarga de la basura. Los camiones de carrocería abierta se presentan en diversos tamaños. Actualmente los más utilizados son del tipo trailer (semiremolque) con cajas hasta de 75 m³ y capacidad de transporte de 30 toneladas de residuos.



VEHICULO DE TRANSFERENCIA VOLCADOR



VEHICULO DE TRANSFERENCIA CON FONDO MOVIL

Los camiones abiertos están dotados de aparatos para cerrar la parte superior a fin de impedir la dispersión de residuos por la calle durante el desplazamiento. Estos aparatos pueden ser cuadros de tela de alambre accionados manual o hidráulicamente, o toldos de lona.

Las más importantes ventajas de estos camiones, en relación a los de carrocería cerrada, son: La simplicidad de su construcción mantenimiento, la mayor relación carga/tara, y el menor costo de inversión para la misma capacidad de carga.

Las desventajas son: la posibilidad de esparcimiento de los residuos sólidos en la calle, si el equipo de cubrimiento no tiene un buen mantenimiento, y la operación de descarga que es usualmente más lenta que en los equipos cerrados.

3.5.1.3 CAMIONES DE CARROCERÍA CERRADA.

Por lo general estos camiones son utilizados en estaciones dotadas de equipos compactadores que colocan la basura por la puerta trasera del vehículo. Son del tipo trailer acoplado y generalmente tienen una capacidad máxima de 50 m³, transportando hasta 30 toneladas de desechos compactados.

En la mayor parte de los casos, la descarga se hace por medio de una placa de eyección impulsada por un cilindro hidráulico telescópico. El accionamiento de este cilindro puede ser por medio del motor del camión tractor o de un motor auxiliar. Algunos de estos camiones tienen carrocería cilíndrica, pero la mayoría tiene la forma de un paralelogramo.

Las ventajas y desventajas de estos camiones están relacionados con las desventajas y ventajas de los camiones de carrocería abierta, esto es, la higiene en el transporte de los residuos sólidos está más garantizada, la descarga es más rápida pero los costos de inversión y mantenimiento son superiores.

3.5.1.4 CAMIONES TIPO " ROLL-ON, ROLL-OFF ".

Las cajas " roll-on, roll-off " son containers retirados por camiones con estructuras inclinables y un gancho que permite cargar el contenedor sobre la estructura. Estas cajas pueden ser abiertas para cargar por arriba, o cerradas y, en este caso, acopladas a compactadores estacionarios.

Estos camiones todavía son poco utilizados en América Latina y su empleo comúnmente se limita a pequeñas estaciones de transferencia donde se reciben residuos seleccionados como los de fábricas, supermercados, hospitales y otros edificios donde se genera gran cantidad de desechos sólidos.

3.5.1.5 EQUIPOS ACUATICOS.

Consisten usualmente de barcazas que reciben los residuos de los equipos de transferencia y los trasladan a los sitios de disposición, sean plantas de tratamiento o rellenos sanitarios. Las barcazas son impulsadas por remolcadores y tienen gran capacidad (1,500 m³). Estos equipos se utilizan siempre que el transporte marítimo o hidroviario sea más económico que el rodoviario.

Una desventaja de este método es la imposibilidad de usarlo durante tormentas ya que cuando éstas se prolongan es necesario proporcionar un gran número de botes para almacenar la "basura" recolectada. Las inversiones para la implementación de este método son muy elevadas, pues deben hacerse costosas instalaciones para proveer muelles con espacio para las operaciones de carga y otros, dotados de equipo especiales, para las operaciones de descarga. En este punto, se necesita hacer otro traslado a camiones que lleven los residuos a los sitios de disposición.

En Nueva York se usa este tipo de estación de transferencia desde hace muchos años, de la isla de Manhattan al relleno de Fresh Kills. Así mismo, en Londres se transportan los residuos desde la ciudad hasta los rellenos de Essex, por el río Támesis.

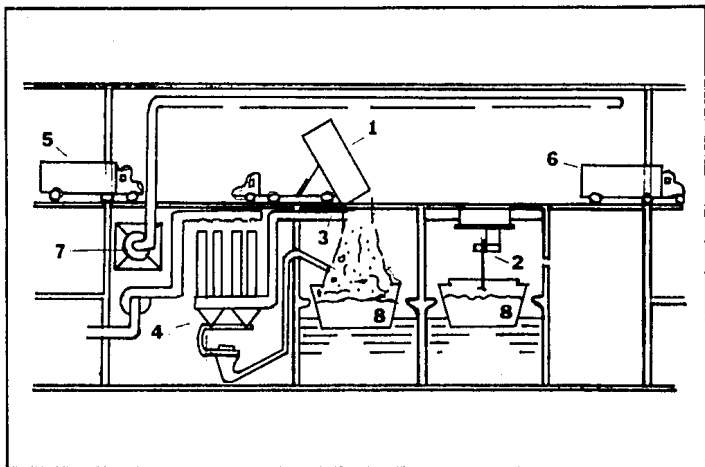
3.5.1.6 EQUIPOS FERROVIARIOS.

Este tipo de equipo se utiliza en lugares donde exista una red ferroviaria bien desarrollada y los recorridos de transporte sean muy largos, resultando este medio de transporte más económico que el rodoviario. Los vagones empleados son de diseño especial, con una gran capacidad volumétrica y disposición de dispositivos especiales para descarga, sea tolva o volteo rotatorio.

En Holanda la empresa VAM, que posee diversas estaciones de transferencia en diversas ciudades del país, utiliza este método. En cada una de estas estaciones de vagones se cargan durante el día y por la noche se forma una composición ferroviaria que lleva todos los vagones llenos hasta la ciudad de Wjister, endonde hay una planta de tratamiento y un relleno sanitario. Otro ejemplo es la estación de Brentford (con capacidad para 720 ton/día), en Londres, donde los residuos, acondicionados en contáiners de 8' X 8' X 20', son llevados en vagones ferroviarios hasta el relleno, distante 75 Km. de la estación. En la ciudad de Omaha, Nebraska,-

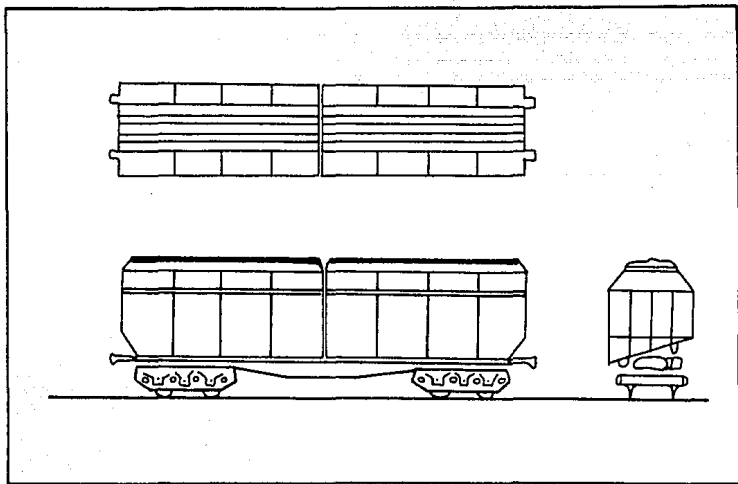
también se utiliza este sistema con la variante de que los residuos sólidos son enfundados y acondicionados, en containers con capacidad para 12 toneladas.

La desventaja que se menciona generalmente acerca del empleo de este sistema es que la operación de transporte y disposición de la "basura" no puede ser controlada muy directamente porque, por lo general, es realizada por empresas distintas.



TRANSFERENCIA EN BARCAZAS

- | | | | |
|---|----------------------|---|---------------------------|
| 1 | DUCTO DE AIRE LIMPIO | 5 | ENTRADA DE VEHICULO |
| 2 | COMPACTADOR MOVIL | 6 | SALIDA DE VEHICULO |
| 3 | EXTRACCION DE POLVO | 7 | VENTILADOR DE AIRE LIMPIO |
| 4 | RECOLECTOR DE POLVO | 8 | BARCAZA |



VAGON FERROVIARIO DE TRANSFERENCIA TIPO " VAM "

3.5.2 EN CUANTO A LA OPERACION DE CARGA.

Hay fundamentalmente dos tipos de estaciones de transferencia, en cuanto a la operación de carga, la directa y la indirecta.

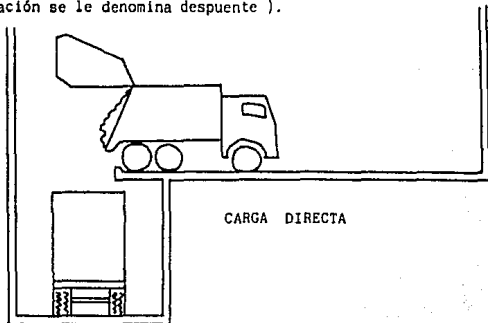
La directa emplea la gravedad para el traslado de los residuos sólidos de los camiones recolectores a los vehículos de transferencia, y la indirecta utiliza locales de almacenamiento, además de equipos mecanizados, para mover los residuos y alimentar los vehículos de transferencia.

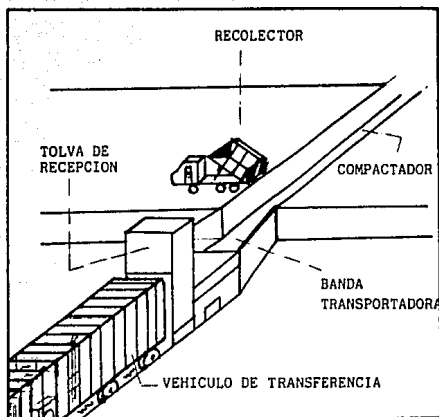
3.5.2.1 ESTACIONES DE CARGA DIRECTA.

En estas instalaciones el contenido de los camiones recolectores se descarga directamente en vehículos de transferencia. Estas instalaciones tienen una seria desventaja que es la imposibilidad de almacenar la "basura", lo que exige que siempre haya un vehículo de transferencia en condiciones de recibir los residuos de los recolectores. En otras palabras, si el recolector llega a la estación y no hay vehículo de transferencia para recibir los residuos, el camión debe esperar hasta la llegada de un vehículo vacío. Esto implica que, un mal diseño en cuanto al número de vehículos de transferencia, ocasiona largas colas y grandes tiempos de espera por parte de los recolectores, disminuyendo con esto la eficiencia del sistema de recolección.

Sin embargo, este tipo de estaciones son muy recurridas en vista de su simplicidad y bajo costo de inversión.

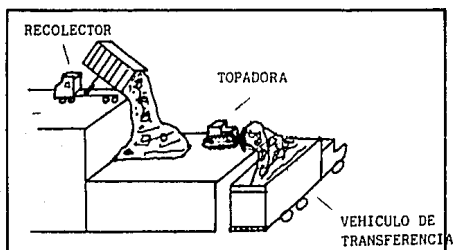
Estas instalaciones pueden poseer equipos de alimentación y compactación para cargar los vehículos de transferencia de tipo cerrado. Así mismo, en algunas estaciones que operan con vehículos abiertos se utilizan equipos tipo brazo hidráulico para la nivelación de la "basura" en los vehículos de transferencia. A falta de estos equipos, esta operación se realiza manualmente en condiciones muy difíciles para los trabajadores (Esta operación se le denomina despuente).



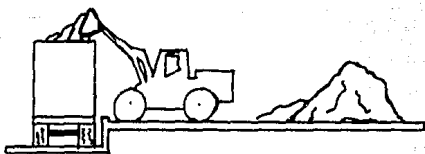


3.5.2.2 ESTACIONES DE CARGA INDIRECTA.

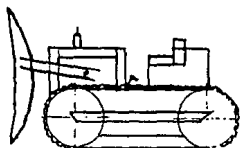
Las estaciones en donde los desechos sólidos se cargan indirectamente en los vehículos de transferencia tienen locales para almacenamiento que pueden ser fosos o patios. Los fosos pueden tener el sistema de fondo móvil con correas transportadoras que llevan la "basura" a una altura que permite cargar los vehículos de transferencia.



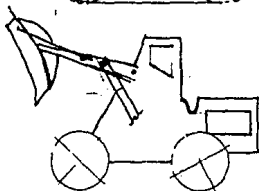
Otro sistema es el que usa puentes grúa para remover los residuos del foso y cargar los vehículos de transferencia. La alternativa de descarga en patios es muy utilizada en los EE.UU. Dependiendo del nivel del patio, se emplean diferentes equipos para mover los desechos y cargar los vehículos de transferencia. Si están de bajo del patio, se utilizan tractores o topadoras de oruga, y en caso contrario se emplean palas cargadoras.



A DESNIVEL



TOPADORA

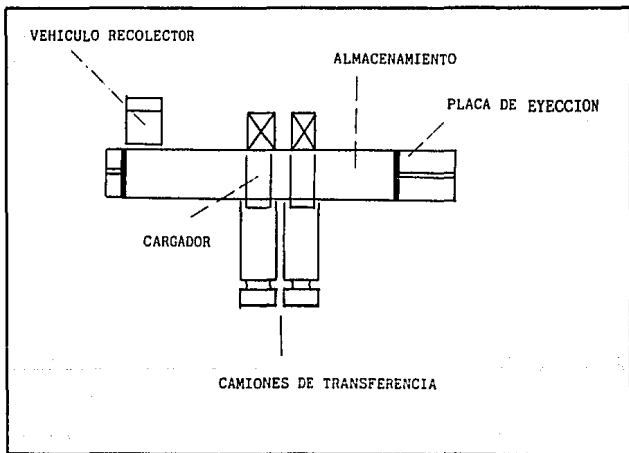


PALA CARGADORA

Un equipo frecuentemente utilizado en este tipo de instalación es - el silo con placa de empuje (push pit). Este equipo siempre se usa junto con prensas compactadoras y su accionamiento también es hidráulico. Su capacidad de almacenamiento es pequeña (de aproximadamente 50 a 70 m3) - y exige que los vehículos de transferencia se queden a un nivel inferior.

La mas importante ventaja de estas instalaciones es que los recolectores nunca tienen que esperar para descargar su contenido, además de posibilitar la operación con una flota reducida de vehículos de transferencia puesto que los picos de llegada de los vehículos no influyen en el -- dimensionamiento de la flota.

Las desventajas de este tipo de estación son la posibilidad de fallas electromecánicas que pueden afectar todo el sistema y la consecuente problemática de los malos olores o insectos por causa del almacenamiento de la " basura ", hasta que el equipo este totalmente reparado.



PLACA DE TRANSFERENCIA CON COMPACTADOR

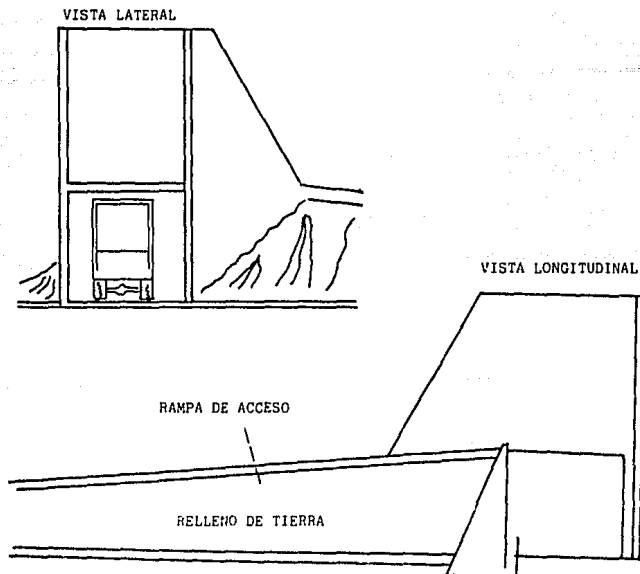
3.5.3 EN CUANTO AL PROCESAMIENTO DE LOS RESIDUOS.

Dependiendo básicamente de las características de la " basura " y del tipo de vehículo de transferencia utilizado, los residuos pueden o no ser procesados en las estaciones de transferencia.

Las ventajas y desventajas del procesamiento, así como consideraciones sobre la viabilidad de los más utilizados, se presentan a continuación.

3.5.3.1 SIN PROCESAMIENTO.

En estas estaciones los desechos no sufren ningún procesamiento, salvo la compactación recibida en los camiones recolectores cuando éstos son compactadores, y por lo tanto es transferida en su estado original. Las instalaciones sin compactación son muy utilizadas en razón de la simplicidad de su construcción, operación, bajo costo inicial de las construcciones y de los vehículos de transferencia.



Su empleo es usualmente la mejor alternativa cuando tenemos residuos de media o alta densidad (400 Kg/m³). En la mayoría de las ciudades Latinoamericanas se presenta esta condición después del proceso de compactación en las unidades recolectoras, cuando éstos disponen del equipo correspondiente.

Las estaciones sin procesamiento comúnmente utilizan vehículos de transferencia de tipo volquete o de fondo móvil. Este tipo de instalación tiene, hoy en día, una aceptación cada vez mayor por razones de costo y simplicidad, además de la condición de que casi siempre la "basura" es compactada en los camiones de recolección.

3.5.3.2 CON PROCESAMIENTO.

El procesamiento de los residuos en estaciones de transferencia tiene generalmente dos objetivos. El más común es incrementar la densidad y así utilizar con más eficiencia la capacidad de transporte de los vehículos de transferencia.

El otro objetivo, cada vez más atractivo para nuestras condiciones, es aprovechar la operación de traslado para hacer la selección de los residuos y así aprovechar los materiales reciclables. Los métodos de procesamiento más empleados son la compactación, el enfardamiento y la selección de materiales.

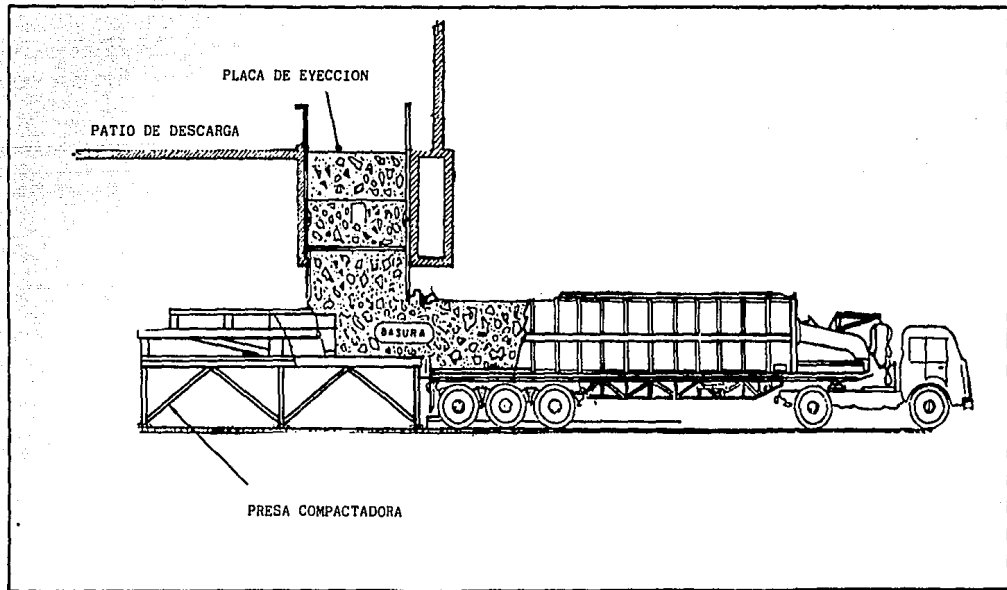
A) COMPACTACION:

La compactación se realiza por medio de compactadores estacionarios o por equipos montados en el vehículo de transferencia. En el primer caso, el contenido es colocado en el vehículo por la parte posterior de su caja, que tiene una puesta operada manual o hidráulicamente. Esta caja está acoplada a la prensa compactadora por medio de garras mecánicas. En el inicio de la operación la prensa tan solo coloca la "basura" en el interior de la caja, logrando la compactación recién terminada la operación de carga.

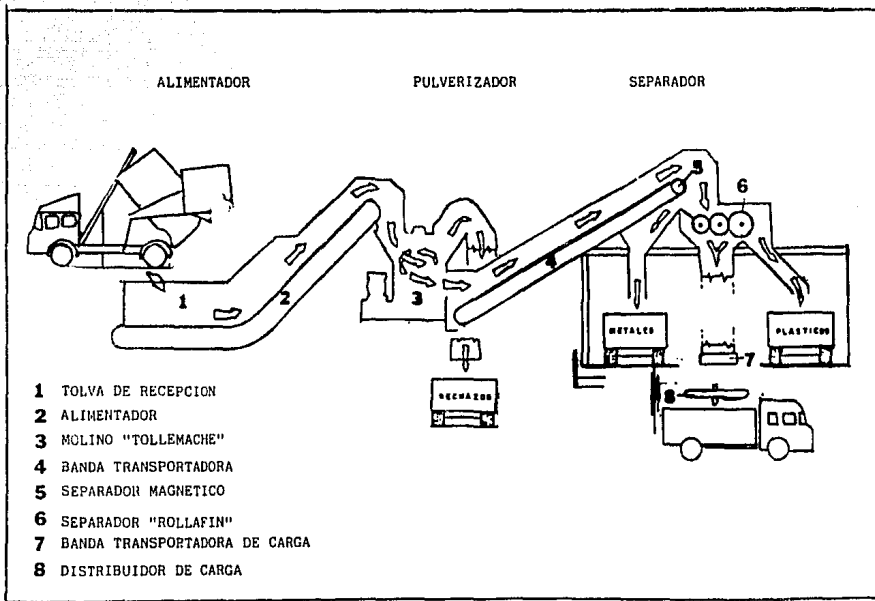
Quando la compactación es efectuada por equipos instalados en el propio vehículo de transferencia, los residuos se colocan por una abertura en la parte superior de la caja y la compactación se realiza por medio de la placa de eyección que, en esta operación, compacta los desechos contra la puerta trasera que permanece cerrada. Dependiendo de las características de los desechos se puede lograr una reducción volumétrica en razón de 2:1 a 3:1.

Además de la ventaja consecuente del mayor aprovechamiento de la capacidad de carga de los camiones, con la compactación se logra una operación mas higiénico tanto en la carga de los camiones como en el desplazamiento. Así mismo, la descarga en los rellenos es generalmente mas rápida y fácil en este caso que cuando no existe una situación de compactación, toda vez que estos vehículos poseen, obligatoriamente, placas para la eyección de la " basura ".

En cambio, las estaciones dotadas de compactación implican altas inversiones y costosa operación además de exigir técnicos especializados para su operación y mantenimiento.



TRAILER COMPACTADOR DE 50 m³



B) TRITURACION.

La trituración también se efectúa con el objetivo de reducir el volumen de los desechos y así facilitar el transporte.

La operación de trituración se hace por medio de molinos especiales de " basura ". Hay molinos de diferentes modelos y capacidades de acuerdo al fabricante. La ventaja de este tipo de procesamiento, además de la reducción de volumen, es que los residuos triturados tienen características menos agresivas y su disposición en rellenos es mas fácil. El costo de trituración es, entre tanto, muy alto con relación a los costos de inversión y de mantenimiento, especialmente por el frecuente reemplazo de los martillos del molino.

C) ENFARDAMIENTO.

El enfardamiento consiste en compactar la " basura " en bloques colocándoles cintas para mantenerlos coherentes, y tiene como principal ventaja la utilización de vehículos con carrocería de tipo plataforma. Además, los bloques de residuos enfardados son muy fáciles de disponer en rellenos sanitarios, ocupando pequeños volúmenes y necesitando reducido equipo.

La principal desventaja del enfardamiento es su alto costo de inversión y operación, lo que generalmente impide este tipo de tratamiento.

D) SELECCION DE MATERIALES.

Consiste en la remoción de materiales que pueden ser aprovechados, transportándose a los rellenos - la fracción no aprovechable, o sea el rechazo del proceso. Con la selección de materiales se logra la disminución de la cantidad de residuos a ser transportados y, además, se obtienen ingresos a partir de la venta de los materiales seleccionados, esto es, vidrio, metales, papeles, plásticos, etc.

Naturalmente este método solamente debe ser utilizado en ciudades en donde exista mercado para los materiales seleccionados. Este tipo de solución exige mayores áreas de construcción además de equipos de transporte, selección y almacenamiento de los materiales seleccionados.

3.5.4 EN CUANTO A LAS CARACTERISTICAS DEL EDIFICIO.

La instalación de una estación de transferencia puede resumirse a una plataforma elevada en el terreno o puede consistir en grandes, sofisticados edificios.

ticados y costosos edificios.

El tipo mas simple de estación de transferencia constituye una plataforma elevada a cielo abierto en donde los camiones recolectores descargan su contenido en la carrocería del vehículo de transporte suplementario que esta colocado a un nivel mas bajo. La plataforma elevada y la rampa de acceso se pueden construir de hormigón, estructura metálica o terraplén. Si es posible, se debe utilizar un cerro o terraplén natural para evitar obras costosas. Estas estaciones se recomiendan para locales en donde la cantidad de " basura " sea pequeña y no haya problemas climáticos como grán precipitación pluvial y vientos fuertes, asi como que no hayan vecinos que vivan cerca. Sin embargo, en estas instalaciones se deben colocar telas para protección a fin de evitar la dispersión de papeles, impidiendo por tanto el levantamiento de polvo y la dispersión de pequeños residuos en el ambiente en caso de viento fuerte.

Otro tipo de estación simplificada y que no requiere plataformas o rampas es quella en que los camiones recolectores son levantados por medio de un gato hidráulico o por aire comprimido, similar a los usados para levantar automóviles en las estaciones de servicio, y en esta posición descargan en los vehículos de transferencia. El caso de estaciones con plataforma, la descarga se realiza a través de tolvas.

3.6 TOMA DE DECISIONES.

La toma de deciones es un proceso por el cual se hace, básicamente, la selección del sitio en donde se va ha construir la estación de transferencia, se define el tipo de estación y su capacidad de recepción de residuos sólidos, así como el procedimiento de disposición final.

Para la toma de dicisiones son necesarios todos los datos y parámetros mencionados en el capítulo II y en los objetivos trazados para este capítulo.

2.6.1 SELECCION DEL SITIO EN DONDE SE VA A CONSTRUIR LA ESTACION DE TRANSFERENCIA.

Para tomar esta desición debemos tener presente tres aspectos muy importantes:

- La ubicación de las coordenadas teóricas, calculadas en el punto 3 del presente capítulo, en base a el método de momentos.

- La ubicación de los terrenos disponibles.
- Los costos de transporte de los centros de gravedad de recolección a los terrenos considerados para la construcción de la estación de transferencia, y de allí hasta los sitios de disposición final.

Debido a que el primer punto teórico P(6.035,4.856), calculado considerando todas las rutas de recolección, se ubica en un punto próximo a la P.I.D.S., y debido a que dicha planta cuenta con instalaciones de transferencia, se decide calcular otro punto teórico de ubicación considerando las rutas 1 a las 57. El resultado de este nuevo análisis nos indica que la unidad de transferencia cae directamente en la ubicación de la unidad habitacional Torres de Lindavista, con coordenadas Po(3.071,7.303). Así se decide investigar sobre algún terreno disponible, lo más próximo posible a Po. Este se localiza en Av. Río San Javier S/N, esquina con calzada Ticomán, sin embargo; por oposición de la comunidad dicha opción se descarta por completo y de manera definitiva. De igual manera se busca alguna otra opción encontrándose ésta en Av. Adolfo López Mateos y Calle Morelos. Este nuevo terreno, si bien se encuentra muy distante de nuestro nuevo punto teórico Po., es la única opción con que se cuenta, a pesar de que esta situación eleva los costos de transporte, se decide construir la estación de transferencia en éste lugar.

3.6.2 TIPO DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el capítulo II, punto 2.1.4.4, se concluye que los residuos sólidos generados por los habitantes de la Delegación Gustavo A. Madero, son de tipo doméstico urbano, es decir; con altos porcentajes de materia orgánica (54.32 %), papel (10.40%) vidrio blanco (4.42 %) y vidrio de color (2.11 %); se decide implementar una estación de carga directa sin almacenamiento y con camiones de transferencia de caja abierta, y sin procesamiento. Se recomienda dejar las preparaciones correspondientes, en la obra civil, para que cuando económicamente sea posible, se construyan sistemas de compactación en la estación de transferencia. Mientras tanto, ésta se realizará en las unidades recolectoras que posean los dispositivos necesarios. Se aclara que, para el tipo de estación que se ha decidido proyectar, son necesarias dos condiciones:

- Se debe de transportar a la disposición final todos los desechos generados en un día dentro del horario normal de trabajo.
- Siempre que un vehículo recolector llegue a la estación, debe de haber uno de transferencia en donde descargar los residuos.

3.6.3 DISPOSICION FINAL DE DESECHOS SOLIDOS.

El método de disposición final que utiliza el D.D.F., en forma determinante es el relleno sanitario, por lo que se decide disponer los residuos sólidos en el Bordo Poniente. Debido a que éste se encuentra a la mitad de la segunda fase, de tres, y como éste capta residuos de una gran parte de la ciudad capitalina, se prevee, a futuro, utilizar el relleno sanitario de Ecatepec.

3.6.4 CAPACIDAD DE RECEPCION DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA.

En el análisis económico de transporte se determinó que, los vehículos de recolección que se encuentren dentro de un límite en tiempo de hasta 39 minutos (ida y vuelta), de algún sitio de disposición final, es decir, según lo decidido será el R.S. Bordo Poniente, les será más económico depositar sus desechos sólidos directamente en éste, que acudir a la estación de transferencia. Entonces, debemos determinar, en base a tiempos, cuales de las rutas de la 1 a la 57, asistirán a la estación. Actualmente, las autoridades de la Delegación Gustavo A. Madero, encargadas del área correspondiente, tienen medidas algunas distancias de recorrido al bordo poniente. Es decir:

PUNTO DE PARTIDA.	TIEMPO	
	IDA	MIN.
1.- León de los Aldama y San Juan de los Lagos.	18	10.5 km.
2.- Inguarán y Henry Ford.	21	12.25 km.
3.- Vicente Villada y Miranda.	18	10.5 km.
4.- N-9 y P-112.	24	14 Km.
5.- Buenavista y Pulacayo.	20	11.67 km.
6.- Av. de las Torres y Arroyo Escondido.	24	14 km.
7.- Av. Acueducto y los Arcos.	25	14.58 km.
8.- Av. Central y C-3.	25	15.167 km.
9.- Av. Tecnológico y Altamirano.	28	16.333 km.
10.- Juventino Rosas y Apango.	29	16.92 km.

Estos tiempos fueron medidos directamente en campo y representan un promedio, por lo que se aceptan como confiables determinandose así que, las primeras 57 rutas de recolección deben de dirigirse a la estación de transferencia.

Esto nos arroja una capacidad de diseño de 182.133 Ton./ Día.

CAPITULO IV, PROYECTO DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA.

4.1 DETERMINACION DEL NUMERO DE UNIDADES DE TRANSFERENCIA.

Como se recordará, en el capítulo III, se mencionó que de acuerdo a la operación de la carga existen dos tipos de estaciones de transferencia, las que pueden almacenar los desechos sólidos o indirectas y las de carga directa. En el segundo caso, que es el que se ha decidido implementar, - el número de vehículos estará en función de:

- La capacidad de los vehículos de transferencia.
- El tiempo de carga.
- El tiempo de ida y vuelta al sitio de disposición final.
- Del horario de llegada de los vehículos recolectores a la estación.

Estos factores deberán estudiarse de modo que podamos determinar el número mínimo de vehículos de transferencia que puedan transportar, en el horario normal de trabajo, todos los residuos sólidos, poniendo especial atención para que, siempre que un vehículo recolector llegue a la estación haya uno de transferencia en el que pueda descargar su contenido.

Cuando la estación si cuenta con un lugar especial para la acumulación de los residuos, unicamente se toman en cuenta los tres primeros factores. Así mismo, las horas de trabajo pueden ser diferentes del horario normal de recolección. De esta manera, el horario de funcionamiento de la estación puede ser hasta de 24 horas.

4.2 PROCEDIMIENTO DE CALCULO.

Para la determinación del número mínimo de vehículos de transferencia se utilizará una simulación por Montecarlo. Cualquier problema de líneas de espera, como la que forman las unidades de recolección en espera de poder descargar sus desechos sólidos en los tractocamiones de transferencia, es un candidato lógico para dicho método debido a que tanto los tiempos de llegada como los de servicio pueden simularse cuando son probabilísticos y se conocen sus distribuciones.

En nuestro problema las llegadas de los recolectores son totalmente aleatorias y los tiempos de descarga (considerados como de servicios) no pueden, ni deben, considerarse constantes y predecibles, debido a la gran diversidad de equipos recolectores, a su estado de conservación que en muchos casos dificulta la descarga y a la selección de subproductos que realizan los operadores, teniendo que, primeramente, apartar la selección y luego descargar el restante.

Este procedimiento de cálculo se empleará debido a lo anterior y a las siguientes razones:

La primera se debe a su inmensa versatilidad, la que nos permitirá experimentar con un modelo del sistema recolección-transferencia en vez del sistema real, que en los momentos en los que escribo estas líneas, se encuentra funcionando. El experimento con el sistema mismo podría resultar demasiado costoso en términos de dinero, y seguramente, sería demasiado arriesgado.

Por otra parte, en muchos casos en que hay relaciones complicadas - de naturaleza predecible y aleatoria, es más fácil utilizar un proceso simulado, que desarrollar un complicado modelo matemático que represente todo el proceso que se estudia. Una actividad puede quedar afectada totalmente o por un gran número de influencias aleatorias que pueden examinarse separadamente.

En nuestro proceso, a parte del tiempo de despunte, de la capacidad del tractocamión en cualquier instante y del tiempo de ida y vuelta a los sitios de disposición final, las actividades restantes son de naturaleza aleatoria.

La simulación que utiliza algún modelo matemático del sistema, nos permite determinar mediante tanteos, los valores de las variables controlables que produzcan los mejores resultados para que dicho sistema funcione optimamente. Por ejemplo, que no haya recolectores esperando su paso a la plataforma de descarga.

Dicho lo anterior, nuestro objetivo será el de modificar el número de unidades de transferencia, sirviendo en todos los casos a las 57 rutas de recolección, hasta que la cola de los recolectores sea nula. Los conocimientos obtenidos al diseñar repetidas veces un estudio de simulación, sugieren que se simulen los cambios del sistema, y entonces el efecto de esos cambios puede ponerse a prueba mediante la simulación, antes de aplicarlos al sistema verdadero.

Por último, formulemos la siguiente interrogante:

¿Cuántas simulaciones debemos realizar?

Temos que realizar aquel número de corridas que nos permita obtener un número tal de éxitos que nos de la seguridad de que los cambios implementados, en el sistema, son los más favorables.

4.3 DATOS INICIALES Y CONSIDERACIONES.

Hasta este momento, ya se determinó que el número de tractocamiones de transferencia depende de su capacidad, del tiempo en que se llenan, de cuanto tardan en ir y volver de la disposición final así como de la frecuencia con que los recolectores asisten a la estación. Pues bien, definamos los datos y las consideraciones necesarias para iniciar la tabla de cálculo según el método de Montecarlo.

4.3.1 CAPACIDAD DE LOS TRACTOCAMIONES DE TRANSFERENCIA.

Esta será de 57 m³, y de 20 Ton., debido a que son las unidades móviles disponibles con que cuenta el Departamento del Distrito Federal, para la transferencia, en estos momentos.

4.3.2 LLEGADAS A LA ESTACION DE TRANSFERENCIA TIPO POISSON.

Se considerará que las llegadas de los recolectores siguen una distribución de probabilidades tipo Poisson. Si definimos al tiempo como la variable continua y la discretizamos en pequeños subintervalos iguales Δt y, consideramos que en cualquier punto de t se pueden presentar dos posibles resultados que denominaremos como:

EXITO:

Cuando se presenta una unidad recolectora a la estación de transferencia para descargar su contenido.

FRACASO:

Si no se presenta una unidad recolectora.

Entonces se puede considerar a cada subintervalo Δt , como un ensayo de Bernoulli en el que puede ocurrir un éxito con probabilidad P (en cualquier Δt) o un fracaso con probabilidad $q=1-p$. Cuando la ocurrencia de un éxito, en su subintervalo cualesquiera, es independiente de lo que ocurre previamente y no influye en lo que ocurre posteriormente, dicho de otra forma; la llegada de cualquier recolector no influye en la probabilidad de arribo de aquel que le precedió ni del que acudirá posteriormente, entonces el intervalo de definición de t representa un proceso de Bernoulli.

Si además, el tamaño de los subintervalos t tienden a cero y la tasa promedio de éxito por unidad de tiempo definida como $\lambda = n \cdot p$ permanece constante, se trata entonces de un proceso Poisson.

Sea Y la variable aleatoria que representa el número de éxitos en un proceso Poisson con tasa promedio de éxitos λ , entonces Y tiene distribución Poisson con parámetro λ . Para obtener la función masa de probabilidad de esta distribución considere el proceso Poisson como un proceso de Bernoulli, es decir:

$$P_Y(Y) = C(n, Y) \cdot P^Y (1-P)^{n-Y}$$

DONDE:

$C(n, Y)$ Es el número de maneras en las cuales se pueden presentar, Y éxitos en una serie de n ensayos.

$P^Y (1-P)^{n-Y}$ Es la probabilidad de obtener Y éxitos.

Así pues, n será el número de subintervalos y si recordamos que:

$$P = \lambda/n$$

$$C(n, Y) = \frac{n!}{Y!(n-Y)!}$$

Entonces $P_Y(Y)$ lo podremos redefinir como:

$$P_Y(Y) = \frac{n!}{Y!(n-Y)!} \left(\frac{\lambda}{n}\right)^Y \left(1 - \frac{\lambda}{n}\right)^{n-Y}$$

$$= \frac{\left[\underbrace{(n(n-1)(n-2)(n-3) \dots (n-Y+1))}_{Y!} \cdot \left(\frac{\lambda}{n}\right)^Y \cdot \left(1 - \frac{\lambda}{n}\right)^n \right]}{\left(1 - \frac{\lambda}{n}\right)^Y}$$

Simplificando se obtiene que:

$$= \frac{n^Y \left(1 - \frac{1}{n}\right) \left(1 - \frac{2}{n}\right) \dots \left(1 - \frac{Y-1}{n}\right) \lambda^Y \left(1 - \frac{\lambda}{n}\right)^n}{Y! \cdot \left(1 - \frac{\lambda}{n}\right)^Y \cdot n^Y}$$

Además es fácil entender que:

$$\lim_n \left(1 - \frac{\lambda}{n}\right) \left(1 - \frac{\lambda}{n}\right) \dots \left(1 - \frac{\lambda}{n}\right) = 1$$

$$\lim_n \left(1 - \frac{\lambda}{n}\right)^{-Y} = 1$$

$$\lim_n \left(1 - \frac{\lambda}{n}\right)^n = e^{-\lambda}$$

Con lo cual la función masa de probabilidad queda:

$$P_y(Y) = \begin{cases} \frac{Y! e^{-\lambda}}{Y!} & \text{para } Y \geq 0 \\ 0 & \text{para } Y < 0 \end{cases}$$

El valor de λ , según las autoridades encargadas del área en Gustavo A. Madero, será de 8 l/hra., con lo que si sustituimos en nuestra distribución de probabilidad obtendremos 1 serie de valores con los que, a partir de la generación de números aleatorios, obtendremos la población teórica para la simulación.

Por lo tanto:

P(Y)	F(Y)	Y
0.0003	0.0003	0
0.0027	0.0030	1
0.0107	0.0137	2
0.0286	0.0423	3
0.0573	0.0996	4
0.0196	0.1912	5
0.1221	0.3133	6
0.1296	0.4529	7
0.1396	0.5925	8
0.1241	0.7166	9
0.0993	0.8159	10
0.0722	0.8881	11
0.0481	0.9362	12
0.0296	0.9658	13
0.0169	0.9827	14
0.0090	0.9917	15
0.0045	0.9962	16
0.0021	0.9983	17
0.0009	0.9992	18
0.0004	0.9996	19
0.0002	0.9998	20
0.0001	0.9999	21
0	1	22

Nota:

Los requisitos mínimos que debe reunir una sucesión de números aleatorios son:

- Que no existan diferencias significativas entre los elementos de la sucesión.
- Que se ubiquen en forma perfectamente desordenada. No debe haber correlación alguna entre ellos.

4.3.3 TIEMPO DE SERVICIO (O DE DESCARGA), DEL TIPO EXPONENCIAL.

Para efectos del presente trabajo, sea el tiempo de servicio de - cualquier camión recolector, ubicado en plátano de descarga, como el tiempo que tarda dicha unidad en descargar sus desechos sólidos. Sea T una variable aleatoria que representa el tiempo que transcurre entre la ocurrencia de dos éxitos consecutivos; es decir, se considera como éxito cuando al recolector se le indica que puede proceder a descargar y, también cuando termina de hacerlo. De un proceso Poisson, con tasa promedio de éxitos λ ; entonces se puede afirmar que T tiene una distribución exponencial con parámetro λ .

Puesto que T es una variable continua y la función densidad de probabilidad no relaciona directamente probabilidades a los valores de la variable independiente, se obtendrá primero la función de distribución acumulada, que de acuerdo con la definición es:

$$F_T = P(T \leq t_2)$$

Donde $P(T \leq t_2)$ es la probabilidad de que no ocurra ningún éxito en un intervalo de tiempo menor a t_2 . Lo anterior equivale al valor $P_y(0)$, calculado mediante la distribución de Poisson, con lo cual:

$$F_T(t_2) = \begin{cases} 1 - e^{-\lambda t_2} & \text{para } t_2 \geq 0 \\ 0 & \text{para } t_2 < 0 \end{cases}$$

Con lo que ha quedado definida la F.D.A., de la distribución exponencial.

A partir de esta función, si derivamos respecto de la variable t , obtendremos la función densidad de probabilidad de la distribución exponencial, esto es:

$$f_T(t) = \frac{d F_T(t)}{dt}$$

O BIEN:

$$f_T(t) = \begin{cases} \frac{d(1 - e^{-\lambda t_2})}{dt} & ; t \geq 0 \\ \frac{d(0)}{dt} & ; t < 0 \end{cases}$$

Por otra parte se tiene que:

$$\begin{aligned}\frac{d(1 - e^{-\lambda t_s})}{dt} &= \frac{d(1)}{dt} - \frac{d(e^{-\lambda t_s})}{dt} \\ &= 0 - (-\lambda)e^{-\lambda t_s} \\ &= \lambda e^{-\lambda t_s}\end{aligned}$$

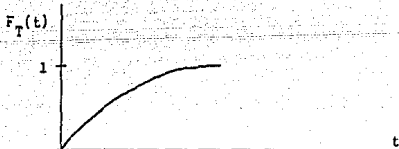
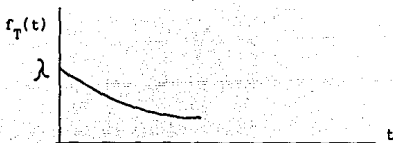
Por lo que:

$$f_T(t) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda t} & \text{para } t \geq 0 \\ 0 & \text{para } t < 0 \end{cases}$$

Veamos ahora como es que se simula con la distribución exponencial Si:

$$f_T(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad y$$

$$F_T(t_s) = 1 - e^{-\lambda t_s} \quad , \text{ en general se tiene que:}$$



Entonces se puede afirmar que $F_T(t) = \text{Número aleatorio}$, por lo tanto:

$$\text{Número aleatorio} = 1 - e^{-\lambda t_s} \quad , \text{ despejando } t;$$

$e^{-\lambda t_2} = 1 - \text{Número aleatorio}$, tomado el Ln. a ambos lados de la igualdad:

$-\lambda t_2 = \text{Ln}(1 - \text{Número aleatorio})$, y finalmente:

$$t_2 = -\frac{1}{\lambda} \cdot \text{Ln}(1 - \text{Número aleatorio})$$

Ecuación 4.3.3.

que es la expresión ma

temática que necesitamos para poder simular los tiempos de descarga de las unidades recolectoras sobre los tractocamiones de transferencia.

4.3.4 TIEMPO EN IR AL SITIO DE DISPOSICION FINAL, Y VOLVER A LA ESTACION DE TRANSFERENCIA.

Este intervalo de tiempo se considerará constante d-bido a las siguientes razones:

- Por la experiencia que se tiene en la operación de Estaciones de Transferencia en el Distrito Federal, la variación de este intervalo de tiempo es muy pequeña y por ello no puede considerarse, como una variable aleatoria.
- Este tiempo será la 1 hra., debido a los tiempos que se han medido en campo y que han sido presentados en el capítulo III, punto 3.6.4.

4.4 TABLA DE CALCULO Y CONSIDERACIONES FINALES.

A continuación se expondrán todas las columnas de la tabla de cálculo, explicando el porqué de cada una de ellas y sus respectivas justificaciones. Posteriormente se presentan los resultados obtenidos en los casos siguientes:

- Los correspondientes al caso en que un solo tractocamión de transferencia atiende a las 57 rutas recolectoras.
- Cuando se tiene 5 y 10 tractocamiones para las mismas 57 rutas recolectoras.

Recuerdese, el objetivo es medir la longitud de la cola para cada caso.

4.4.1

La primer columna se le ha dado el nombre de: Hora. Esta columna tiene por objetivo el indicar la hora que se esta simulando. Aquí, consideraremos que los recolectores empiezan a llegar a la estación a partir de las 9:00 hrs. La última hora que se simulara será la comprendida entre las 16:00 y las 17:00 hrs. Entre las 13:00 y las 14:00 hrs., no llegarán recolectores pues es la hora de comida de los trabajadores y operadores en general.

4.4.2

La segunda columna alojará la número aleatorio generado para obtener el número de llegadas en el intervalo de tiempo que se este simulando.

4.4.3

Número de llegadas por hora. En esta columna se apuntan las llegadas obtenidas con el valor obtenido del punto anterior y la distribución de Poisson que se muestra en el punto 4.3.2 del presente capítulo.

4.4.4

A esta columna le denominaremos: Tiempos de llegada. Su función será la de indicar la hora exacta de arribo a la estación de cualquier recolector. Para obtener dichos valores se dividiran los 60 minutos que comprende una hora entre el número de llegadas correspondientes obtenidas en el punto anterior.

4.4.5

El código. Este espacio estará destinado a indicarnos que tractocamión se encuentra en posición de llenado.

4.4.6

Hora de llegada del tractocamión. Esta columna nos permitirá saber si la unidad de transferencia ya ha llegado de la disposición final y, por donde, podemos disponer nuevamente de él.

4.4.7

Capacidad del Tracto. Recordemos que la capacidad de transferencia de estas unidades es de 57 m³, y es indispensable conocer en todo momento cual es la capacidad remanente de recepción de residuos sólidos, ya que de esta forma realizaremos la asignación de los recolectores. Así, este espacio nos indicará la capacidad de recepción al inicio de la descarga.

4.4.8

Hora en que se inicia la descarga. Esta hora depende de otra columna, que en seguida explicaremos, denominada " Hora en que termina la descarga ". Es decir, para que un recolector pueda iniciar su descarga es necesario que aquel que se encuentra descargando haya terminado. Es necesario aclarar que, un tractocamión atenderá únicamente a tres recolectores de manera simultánea y puede haber varios de ellos recibiendo residuos sólidos a la vez, por ello es indispensable poner atención en los tiempos en que se inicia y termina la descarga de todos los recolectores que hayan sido asignados para poder realizar la asignación, de aquellos que se encuentran en espera.

4.4.9

Tiempo de espera en la cola. Este valor se obtiene de restar las columnas 4.4.4 y la 4.4.8.

4.4.10

En esta columna anotaremos un segundo número aleatorio destinado a simular la duración de la descarga de los recolectores.

4.4.11

Duración de la descarga. Este tipo lo anotaremos en minutos y se obtendrá al sustituir el número aleatorio generado en el punto o columna 4.4.10 en la ecuación 4.3.3.

4.4.12

Gasto de vaciado (Vv). Se define como Gasto de vaciado al valor - que se obtiene de dividir 10 m³ entre la duración correspondiente al recolector que acaba de ser asignado. Este valor nos permitira conocer en to do momento la capacidad remanente de las unidades de transferencia. Debi do a la grán diversidad de equipos recolectores se supuso que todos ellos tienen capacidad de 10 m³, en promedio.

4.4.13

Metros cúbicos descargados. Como su nombre lo indica, aquí debe - anotarse los metros cúbicos descargados al término de la descarga. Tengase en cuenta que un recolector cualquiera puede que no descarge todo su - contenido en el mismo tractocamión de transferencia, pues éste puede llegar antes de que dicho recolector se vacíe.

4.4.14

Capacidad de transferencia al termino de la descarga. Aquí apuntaremos cuantos M³, todavía puede recibir la unidad de transferencia al termino de la descarga de cualquier recolector asignado a dicho camión.

4.4.15

Metros cúbicos por descargar. Esta columna generalmente llevara - ceros. Solo la emplearemos cuando un recolector no haya podido descargar todo su contenido debido a que la transferencia se haya agotado.

4.4.16

Tiempo en descargar el faltante. Solo mencionaremos que este espacio se relaciona directamente con la columna anterior.

4.4.17

Hora en que termina la descarga. Aquí deberá anotarse la hora en - la que el recolector en cuestión a concluido su descarga y puede volver a su ruta a recolectar mas desechos sólidos.

4.4.18

Tiempo en la cola + Tiempo de descarga. Este valor se obtiene de -
sumar la columna 4.4.11 y 4.4.9.

4.4.19

Esta columna es importantísima. Longitud de la cola al inicio de -
la descarga. Se obtiene de contar el número de recolectores que ya hayan
llegado a la estación pero que todavía no han sido asignados debido a que
todos los tractocamiones se encuentran a su máxima capacidad de servicio.

4.4.20

Hora de salida al relleno sanitario. Cuando un tractocamión haya -
llenado 57 M3 de capacidad debemos anotar la hora en que se dirige a la -
disposición final.

4.4.21

Relevo. Generalmente, cuando se disponen de dos o mas unidades de -
transferencia, en cuanto uno de ellos se ha llenado se asigna otro de ma-
nera inmediata para evitar en lo posible una cola muy grande. Pues bien,
aquí apuntaremos en que hora estamos indicando al tractocamión que puede -
sustituir al que acaba de salir al relleno sanitario.

4.4.22

Tiempo muerto en plataforma. Únicamente utilizaremos este espacio -
cuando ya no haya relevos y los recolectores que se quedaron con remanen-
te tengan que esperar al arribo de una unidad de transferencia vacía.

4.4.23

Hora en que termina la descarga. Esta columna sirve para aquellos -
casos en los que la descarga se realizó en transferencias diferentes.

4.4.24

Capacidad de la transferencia. Unicamente anotaremos dicho valor - para aquellas unidades que acaban de entrar como relevos.

4.4.25

Longitud de la cola al termino de la descarga. Sin comentarios.

4.5 : RESULTADOS.

A continuación presentamos las simulaciones necesarias realizadas y que nos permitieron conocer el número mínimo de tractocamiones de transferencia. Posteriormente comentaremos los resultados.

SIMULACION No. 1

HORA 9/00/00 - 10/00/00

N.A. = 0.85

11 Llegadas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
9/00.00	A	9/00.00	57.00	9/00.00	00.00	0.43	07.20	1.39	10.00	46.00	0.00	0.00	0.00	9/07.20	07.20	0
9/05.45			49.42	9/05.45	00.00	0.74	17.57	0.57	10.00	16.17	0.00	00.00	9/23.02	17.57	0	
9/10.90			43.88	9/10.90	00.00	0.47	08.35	1.20	10.00	29.12	0.00	00.00	9/19.25	08.35	0	
9/16.35			23.12	9/19.25	02.90	0.21	03.08	3.25	10.00	16.97	0.00	00.00	9/22.33	05.98	0	
9/21.80			16.97	9/22.33	00.53	0.73	16.98	0.59	00.08	00.00	9.92	16.81	9/39.31	17.51	0	
9/27.25			13.67	9/27.25	00.00	0.35	05.60	1.79	10.00	00.37	0.00	00.00	9/32.85	05.60	0	
9/32.70			0.37	9/32.85	00.15	0.27	04.08	2.45	00.29	00.00	9.71	03.96	9/36.93	04.23	0	
9/38.15			44.95	10/36.93	61.22	0.55	10.51	0.95	10.00	28.75	0.00	00.00	10/47.44	71.73	8	
9/43.60	A	10/32.97	28.75	10/47.44	63.84	0.61	12.14	0.82	10.00	12.87	0.00	00.00	11/00.00	75.98	8	
9/46.05			25.45	10/49.78	63.73	0.83	22.87	0.44	03.31	00.00	6.69	15.20	11/12.65	86.60	7	
9/54.50			12.87	11/00.00	65.50	0.45	07.86	1.27	09.56	00.00	0.44	00.35	11/07.86	73.36	8	

HORA 10/00/00 - 11/00/00

N.A. = 0.578

8 Llegadas.

10/00.00	A	12/07.53	56.41	12/07.88	127.88	0.29	04.40	2.27	10.00	44.47	0.00	00.00	12/12.28	132.28	15	
10/07.50			44.47	12/12.28	124.78	0.53	09.75	1.03	10.00	29.87	0.00	00.00	12/22.03	134.53	15	
10/15.00			29.87	12/22.03	127.03	0.74	17.33	0.58	10.00	11.44	0.00	00.00	12/39.36	144.36	14	
10/22.50			29.15	12/22.73	120.23	0.79	20.30	0.49	00.03	00.00	9.96	20.33	12/43.03	200.53	12	
10/30.00			11.44	12/39.36	129.36	0.19	02.69	3.72	10.00	00.12	0.00	00.00	12/42.05	132.05	14	
10/37.50			00.12	12/42.05	124.55	0.41	06.96	1.44	00.08	00.00	9.91	06.88	12/49.01	191.51	14	
10/45.00			43.72	14/06.88	201.88	0.58	11.28	0.89	10.00	28.19	0.00	00.00	14/18.16	213.16	17	
10/52.50			28.19	14/18.16	205.66	0.50	09.03	1.11	10.00	14.36	0.00	00.00	14/27.19	214.69	16	

HORA 11/00/00 - 12/00/00

N.A. = 0.42

7 Llegadas.

11/00.00	A	15/35.40	24.72	14/20.33	200.33	0.85	24.93	0.40	00.96	00.00	9.03	22.59	14/45.26	225.26	14	
11/08.57			14.36	14/27.19	198.62	0.36	05.80	1.72	10.00	02.05	0.00	00.00	14/32.99	204.42	16	
11/17.14	A	15/35.40	02.05	14/32.99	195.85	0.82	22.29	0.45	01.08	00.00	8.91	19.81	14/55.28	218.14	16	
11/25.71			40.16	15/55.21	269.50	0.34	05.40	1.85	10.00	24.87	0.00	00.00	16/00.61	274.90	23	
11/34.28			33.91	15/57.99	263.71	0.38	06.23	1.60	10.00	02.99	0.00	00.00	16/04.22	269.94	21	
11/42.85			24.87	16/00.61	257.76	0.09	01.23	8.16	10.00	12.87	0.00	00.00	16/01.84	258.99	23	
11/51.42			14.87	16/01.84	250.42	0.26	03.91	2.55	10.00	09.00	0.91	00.36	16/05.75	254.33	22	

FIN JORNADA

HORA 12/00/00 - 13/00/00

N.A. = 0.24

6 Llegadas.

HORA 13/00/00 - 14/00/00 COMIDA.

HORA 14/00/00 - 15/00/00

N.A. = 0.75

10 Llegadas.

HORA 15/00/00 - 16/00/00

N.A. = 0.183

5 Llegadas.

HORA 16/00/00 - 17/00/00

N.A. = 0.50

8 Llegadas.

38 RECOLECTORES AL TERMINO DE LA JORNADA.

SIMULACION No.2

HORA 9/00/00 - 10/00/00

N.A. = 0.93

12 Llegadas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
9/00.00	A	9/00.00	57.00	9/00.00	0.00	0.868	26.38	0.38	10.00	20.98	0.00	00.00	9/26.38	26.38	0	
9/05.00	A	9/00.00	55.10	9/05.00	0.00	0.362	05.83	1.72	10.00	42.89	0.00	00.00	9/10.83	05.83	0	
9/10.00	B	9/00.00	57.00	9/10.00	0.00	0.107	01.48	6.77	10.00	47.00	0.00	00.00	9/11.48	01.48	0	
9/15.00	A	9/00.00	41.31	9/15.00	0.00	0.263	03.97	2.52	10.00	29.79	0.00	00.00	9/18.97	03.97	0	
9/20.00	A	9/00.00	29.40	9/20.00	0.00	0.560	10.67	0.94	10.00	16.25	0.00	00.00	9/30.67	10.67	0	
9/25.00	B	9/00.00	47.00	9/25.00	0.00	0.340	05.42	1.85	10.00	57.00	0.00	00.00	9/30.42	05.42	0	
9/30.00	A	9/00.00	17.58	9/30.00	0.00	0.520	09.62	1.04	10.00	00.85	0.00	00.00	9/39.62	09.62	0	
9/35.00	A	9/00.00	11.75	9/35.00	0.00	0.440	07.58	1.32	07.00	00.00	3.00	00.00	9/42.58	07.58	0	
9/40.00	B	9/00.00	37.00	9/40.00	0.00	0.510	09.24	1.08	10.00	27.00	0.00	00.00	9/49.24	09.24	0	
9/45.00	C	9/40.26	53.94	9/45.00	0.00	0.670	14.48	0.69	10.00	43.95	0.00	00.00	9/59.48	14.48	0	
9/50.00	B	9/00.00	27.00	9/50.00	0.00	0.710	16.18	0.62	10.00	06.90	0.00	00.00	10/06.18	16.18	0	
9/55.00	B	9/00.00	23.90	9/55.00	0.00	0.570	11.09	0.90	10.00	07.04	0.00	00.00	10/06.09	11.09	0	

HORA - 10/00/00 - 11/00/00

N.A. = 0.97

14 Llegadas.

10/00.00	C	9/40.26	43.95	10/00.00	0.00	0.840	23.65	0.42	10.00	21.41	0.00	00.00	10/23.65	00.00	0	
10/04.25	C	9/40.26	42.16	10/04.29	0.00	0.700	15.48	0.65	10.00	25.56	0.00	00.00	10/19.77	15.48	0	
10/08.57	B	9/00.00	06.90	10/08.57	0.00	0.780	19.52	0.51	04.13	00.00	5.87	11.50	10/28.09	19.52	0	
10/12.86	B	9/00.00	04.71	10/12.86	0.00	0.650	13.78	0.73	02.77	00.00	7.23	09.90	10/26.64	13.78	0	
10/17.14	C	9/40.26	25.56	10/19.77	2.63	0.280	04.32	2.32	10.00	20.25	0.00	00.00	10/24.09	06.95	0	
10/21.43	C	9/40.26	21.41	10/23.65	2.22	0.910	30.97	0.32	09.50	00.36	0.50	01.35	10/54.62	30.97	0	
10/25.71	C	9/40.26	19.73	10/25.71	0.00	0.880	27.36	0.37	10.00	53.07	0.00	00.00	10/53.07	27.36	0	
10/30.00	D	10/16.66	43.89	10/30.00	0.00	0.330	05.15	1.94	10.00	33.65	0.00	00.00	10/35.15	05.15	0	
10/34.29	D	10/16.66	35.56	10/34.00	0.00	0.940	37.09	0.27	10.00	07.79	0.00	00.00	11/11.38	37.09	0	
10/38.57	D	10/16.66	32.73	10/38.57	0.00	0.310	04.91	2.04	10.00	29.28	0.00	00.00	10/40.06	04.91	0	
10/42.86	D	10/16.66	29.28	10/42.86	0.00	0.580	11.18	0.89	10.00	16.00	0.00	00.00	10/54.04	11.18	0	
10/47.14	E	10/47.14	57.00	10/47.14	0.00	0.400	06.67	1.50	10.00	50.61	0.00	00.00	10/53.81	06.67	0	
10/51.43	E	10/47.14	56.56	10/51.43	0.00	0.540	10.04	1.00	10.00	33.11	0.00	00.00	10/61.43	10.04	0	
10/55.71	E	10/47.14	48.71	10/55.71	0.00	0.270	04.00	2.47	10.00	34.83	0.00	00.00	10/59.71	04.00	0	

HORA = 11/00/00 - 12/00/00

N.A. = 0.51

8 Llegadas.

11/00.00	D	10/16.66	14.39	11/00.00	0.00	0.920	32.70	0.31	05.25	00.00	4.75	15.32	11/32.70	32.70	0	
11/07.50	E	10/47.14	33.11	11/07.50	0.00	0.480	08.59	1.17	10.00	23.07	0.00	00.00	11/16.08	08.59	0	
11/15.00	D	10/16.66	06.67	11/15.00	0.00	0.220	03.18	3.14	06.05	00.00	3.94	01.25	11/18.18	03.18	0	
11/22.50	A	10/40.26	51.34	11/22.50	0.00	0.340	05.46	1.83	10.00	39.65	0.00	00.00	11/27.96	05.46	0	
11/30.00	E	10/47.14	23.07	11/30.00	0.00	0.540	10.00	1.00	10.00	13.07	0.00	00.00	11/40.00	10.00	0	
11/37.50	A	10/40.26	38.18	11/37.50	0.00	0.910	30.87	0.32	10.00	27.12	0.00	00.00	12/08.37	30.87	0	
11/45.00	E	10/47.14	13.07	11/45.00	0.00	0.240	03.52	2.84	10.00	03.07	0.00	00.00	11/48.52	03.52	0	
11/52.50	E	10/47.14	03.07	11/52.50	0.00	0.790	20.27	0.49	03.07	00.00	6.93	14.14	12/12.77	20.27	0	

HORA = 12/00/00 - 13/00/00

N.A. = 0,78

10 Llegadas.

12/00.00	B	11/58.77	56.40	12/00.00	0.00	0.530	09.88	1.01	10.00	41.88	0.00	00.00	12/09.88	09.88	0
12/06.00	A	11/16.93	29.06	12/06.00	0.00	0.790	20.15	0.50	10.00	09.60	0.00	00.00	12/26.15	20.15	0
12/12.00	A	11/16.93	25.31	12/12.00	0.00	0.710	16.30	0.61	10.00	08.29	0.00	00.00	12/28.30	16.30	0
12/18.00	B	11/58.77	40.16	12/18.00	0.00	0.810	21.41	0.47	10.00	20.09	0.00	00.00	12/39.41	21.41	0
12/24.00	B	11/58.77	37.34	12/24.00	0.00	0.390	06.29	1.59	10.00	24.38	0.00	00.00	12/30.29	06.29	0
12/30.00	A	11/16.93	08.29	12/30.00	0.00	0.610	12.25	0.82	01.25	00.00	8.75	10.67	12/42.25	12.25	0
12/36.00	A	11/16.93	03.37	12/36.00	0.00	0.430	07.23	1.38	02.11	00.00	7.89	05.72	12/43.23	07.23	0
12/42.00	B	11/58.77	20.09	12/42.00	0.00	0.280	04.29	2.33	10.00	10.09	0.00	00.00	12/46.29	04.29	0
12/48.00	B	11/58.77	10.00	12/48.00	0.00	0.620	12.41	0.81	10.00	00.00	0.00	00.00	13/00.41	12.41	0
12/54.00	C	12/37.53	57.00	12/54.00	0.00	0.310	04.80	2.09	10.00	41.74	0.00	00.00	12/58.80	04.80	0

HORA = 13/00/00 - 14/00/00 - COMIDA.

HORA = 14/00/00 - 15/00/00

N.A. = 0,41

7 Llegadas.

14/00.00	C	12/37.53	41.74	14/00.00	0.00	0.140	02.01	4.97	10.00	31.74	0.00	00.00	14/02.01	02.01	0
14/08.57	C	12/37.53	31.74	14/08.57	0.00	0.760	18.56	0.54	10.00	17.12	0.00	00.00	14/27.13	18.56	0
14/17.14	C	12/37.53	27.11	14/17.14	0.00	0.810	21.56	0.46	10.00	10.64	0.00	00.00	14/38.70	21.56	0
14/25.71	D	12/16.93	57.00	14/25.71	0.00	0.700	15.76	0.63	10.00	47.00	0.00	00.00	14/41.47	15.76	0
14/34.29	C	12/32.53	13.82	14/34.29	0.00	0.950	38.37	0.26	10.00	01.81	0.00	00.00	15/12.66	38.37	0
14/42.86	D	12/16.93	47.00	14/42.86	0.00	0.650	13.73	0.73	10.00	26.99	0.00	00.00	14/56.59	13.73	0
14/51.43	D	12/16.93	40.74	14/51.43	0.00	0.150	02.05	4.87	10.00	29.26	0.00	00.00	14/53.48	02.05	0

HORA = 15/00/00 - 16/00/00

N.A. = 0,53

8 Llegadas.

15/00.00	E	12/58.77	57.00	15/00.00	0.00	0.570	11.10	0.90	10.00	45.93	0.00	00.00	15/11.10	11.10	0
15/07.50	E	12/58.77	50.25	15/07.50	0.00	0.920	33.52	0.30	10.00	27.02	0.00	00.00	15/41.02	33.52	0
15/15.00	B	12/58.77	44.76	15/15.00	0.00	0.750	18.06	0.55	10.00	29.41	0.00	00.00	15/33.06	18.06	0
15/22.50	D	12/16.93	26.99	15/22.50	0.00	0.490	08.76	1.14	10.00	07.68	0.00	00.00	15/31.26	08.76	0
15/30.00	D	12/16.93	18.44	15/30.00	0.00	0.100	01.35	7.40	10.00	07.01	0.00	00.00	15/31.35	01.35	0
15/37.50	D	12/16.93	07.01	15/37.00	0.00	0.440	07.45	1.34	07.00	00.00	0.00	00.00	15/44.95	07.45	0
15/45.00	E	12/58.77	27.02	15/45.00	0.00	0.310	04.86	2.06	10.00	17.02	0.00	00.00	15/49.86	04.86	0
15/52.50	E	12/58.77	17.02	15/52.50	0.00	0.950	39.93	0.25	10.00	34.04	0.00	00.00	16/32.43	39.93	0

HORA 16/00/00 - 17/00/00

N.A. = 0,76

10 Llegadas.

16/00.00	E	12/58,77	15,14	16/00.00	0,00	0,27	04,13	2,42	10,00	04,12	0,00	0,00	16/04,13	04,13	0
16/06.00	E	12/58,77	03,65	16/06.00	0,00	0,21	03,00	3,34	03,41	00,00	6,59	1,97	16/09,00	03,00	0
16/12.00	B	16/07,02	59,14	16/12.00	0,00	0,79	20,37	0,49	10,00	34,06	0,00	0,00	16/32,37	20,37	0
16/18.00	A	15/42,23	53,36	16/18.00	0,00	0,51	09,27	1,08	10,00	37,69	0,00	0,00	16/27,27	09,27	0
16/24.00	A	15/42,23	46,88	16/24.00	0,00	0,36	05,78	1,73	10,00	33,35	0,00	0,00	16/29,78	05,78	0
16/30.00	A	15/42,23	33,35	16/30.00	0,00	0,13	01,83	5,46	10,00	23,35	0,00	0,00	16/31,83	01,83	0
16/36.00	B	16/07,02	34,04	16/36.00	0,00	0,77	18,94	0,53	10,00	23,14	0,00	0,00	16/54,94	18,94	0
16/42.00	A	15/42,23	23,35	16/42.00	0,00	0,15	02,15	4,65	10,00	13,35	0,00	0,00	16/44,15	02,15	0
16/48.00	A	15/42,23	13,35	16/48.00	0,00	0,36	05,87	1,70	10,00	03,35	0,00	0,00	16/53,87	05,87	0
16/54.00	B	16/07,02	24,51	16/54.00	0,00	0,57	10,87	0,92	10,00	14,01	0,00	0,00	17/04,87	10,87	0

4.6 ANALISIS DE RESULTADOS.

En resumen, las simulaciones anteriores corresponden a los siguientes casos:

- Un tractocamión de transferencia sirviendo a las 57 rutas recolectoras.
- 5 unidades de transferencia para las 57 rutas recolectoras.
- 10 unidades de transferencia sirviendo a las 57 rutas recolectoras.

Como puede observarse, en la tabla de cálculo correspondiente, para el primer caso, al termino de la jornada se generó una cola total de 30 - recolectores, lo cual, resulta inadmisibile.

Posteriormente se simuló para 5 y 10 tractocamiones de transferencia vs. 57 rutas recolectoras. En ambos casos en general, hubo solamente dos unidades atendiendo a los recolectores, una de reserva y las dos restantes, eran en general esperadas en la estación. En todas las horas simuladas, siempre hubo uno o dos recolectores descargando simultáneamente en cada unidad de transferencia. En toda hora, la longitud de la cola fué de cero recolectores en espera de descargar su contenido. Por lo tanto, y para efectos del presente estudio, el diseño será:

- 5 unidades de transferencia.
- Dos zonas de descarga.
- Una rampa de acceso y salida del área de maniobras.
- Tres tolvas para cada área de descarga.

Nota:

El objeto de colocar tres tolvas de descarga a pesar de que siempre hubo uno o dos recolectores en descarga simultánea, se debe a que un tractocamión puede, por sus dimensiones, atender a tres recolectores simultáneamente.

4.7 CARACTERISTICAS DE LA RAMPA DE ACCESO.

Las principales características de la rampa de acceso a la zona de maniobras son: Su pendiente, la longitud, el ancho y su rugosidad. Para poder determinarlas es necesario realizar un estudio para determinar el estado de conservación del equipo de recolección. En otros terminos, dichas características deben permitir que los camiones recolectores con un grado de mayor deterioro, considerando además que están cargados a su máxima capacidad, puedan ascender sin entorpecer la circulación. De esta forma se propone lo siguiente:

Pendiente de la rampa:	9%
Rugosidad:	Acabado estriado
Ancho total:	8.60 m.
Desarrollo total:	50 m.

Dos zonas de transición para acelerado y frenado de las unidades.

4.8 AREA DE MANIOBRAS.

Este espacio se encuentra al final de la rampa y su objetivo es el de permitir que los vehiculos recolectores puedan maniobrar para colocarse en los cajones de descarga. Su magnitud está en función del radio de giro de dichas unidades. Además debe de considerarse que se tiene una situación de máxima capacidad, en la que, se encuentran 6 recolectores maniobrando para colocarse en posición de descarga.

4.9 DEFINICION DEL " LAY BASICO " Y PROYECTO ARQUITECTONICO.

En el capítulo siguiente se mencionarán los equipos e instalaciones necesarias. Así, una vez determinado lo anterior se puede definir el " Lay Básico " de la rotación, teniendo en cuenta, naturalmente, el terreno seleccionado, su topografía y accesos.

En el " Lay Básico " se determina el flujo de circulación de vehiculos, la ubicación de las instalaciones en relación a los límites del terreno, las dimensiones básicas de los patios, anchos de calle, camiones, etc.

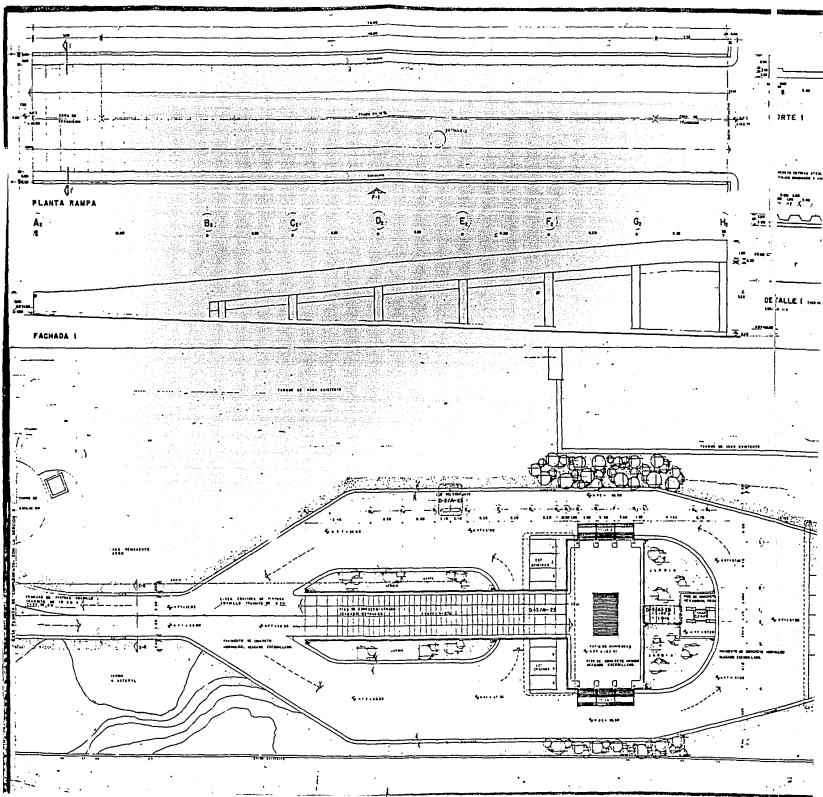
Para realizar lo anterior no hay reglas fijas, toda vez que cada estación es única, así como cada terreno. No obstante, algunas indicaciones no deben olvidarse:

- Separar la circulación de Trailers, camiones recolectores y peatones.
- No permitir cruces en la circulación de los vehículos dentro de la estación.
- Observar los radios de giro de los camiones de recolección y transferencia, en el dimensionamiento y concordancia de los caminos internos.
- Ubicar la caseta de control del patio de descarga en una posición tal que se posibilite, también, la observación del patio de carga.

Concentrar en un bloque de la edificación, los sectores de administración, control (oficinas), sanitarios, vestuarios, etc.

- Dotar al patio de descarga de amplia iluminación y ventilación natural.
- Aprovechar los desniveles y existentes en el terreno para la construcción de rampas de acceso y formación de desniveles.

A continuación, y para finalizar este capítulo, se presentan los planos de la estación de transferencia para su construcción, facilitados por la Subdelegación de Desarrollo Urbano y Obras de Gustavo A. Madero, en los que se puede apreciar todo lo ya mencionado. Como comentario cabe señalar que el diseño presentado en el presente trabajo concuerda, en general, con el desarrollo por la Dirección General de Servicios Urbanos del Departamento del Distrito Federal.

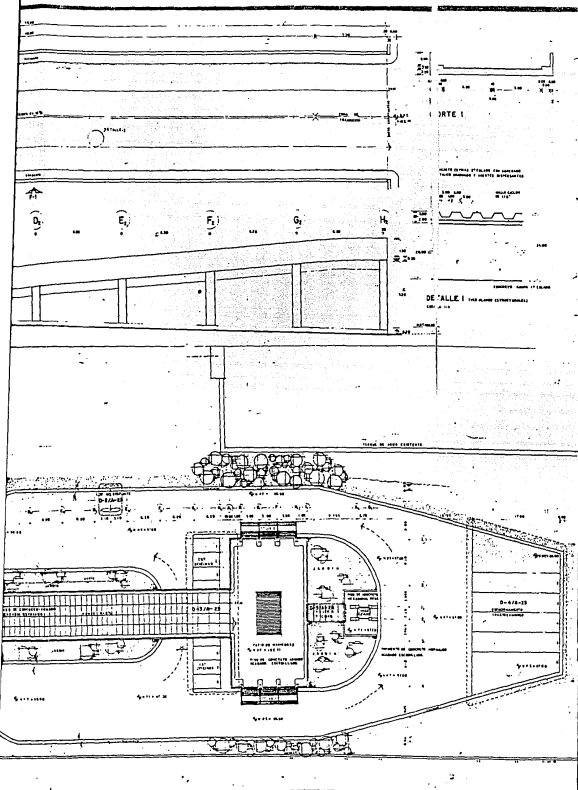


ORTE I

DETALLE I

PLANTA RAMPA

FACHADA I



CLAVE	MODIFICACIONES	FECHA

NOTAS:

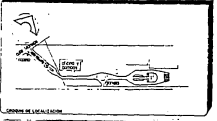
1. SERVICIO DE AGUAS CALIENTES Y FRÍAS DE BARRIO DE SAN PEDRO DE LOS RÍOS.
2. SERVICIO DE AGUAS CALIENTES Y FRÍAS DE BARRIO DE SAN PEDRO DE LOS RÍOS.
3. SERVICIO DE AGUAS CALIENTES Y FRÍAS DE BARRIO DE SAN PEDRO DE LOS RÍOS.
4. SERVICIO DE AGUAS CALIENTES Y FRÍAS DE BARRIO DE SAN PEDRO DE LOS RÍOS.
5. SERVICIO DE AGUAS CALIENTES Y FRÍAS DE BARRIO DE SAN PEDRO DE LOS RÍOS.

CONDICIONES:

1. SERVICIO DE AGUAS CALIENTES Y FRÍAS DE BARRIO DE SAN PEDRO DE LOS RÍOS.
2. SERVICIO DE AGUAS CALIENTES Y FRÍAS DE BARRIO DE SAN PEDRO DE LOS RÍOS.
3. SERVICIO DE AGUAS CALIENTES Y FRÍAS DE BARRIO DE SAN PEDRO DE LOS RÍOS.
4. SERVICIO DE AGUAS CALIENTES Y FRÍAS DE BARRIO DE SAN PEDRO DE LOS RÍOS.
5. SERVICIO DE AGUAS CALIENTES Y FRÍAS DE BARRIO DE SAN PEDRO DE LOS RÍOS.

NOTAS:

1. SERVICIO DE AGUAS CALIENTES Y FRÍAS DE BARRIO DE SAN PEDRO DE LOS RÍOS.
2. SERVICIO DE AGUAS CALIENTES Y FRÍAS DE BARRIO DE SAN PEDRO DE LOS RÍOS.
3. SERVICIO DE AGUAS CALIENTES Y FRÍAS DE BARRIO DE SAN PEDRO DE LOS RÍOS.
4. SERVICIO DE AGUAS CALIENTES Y FRÍAS DE BARRIO DE SAN PEDRO DE LOS RÍOS.
5. SERVICIO DE AGUAS CALIENTES Y FRÍAS DE BARRIO DE SAN PEDRO DE LOS RÍOS.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA	PLANTA DE CONCRETO
EXTENSION	SECCION DE TRANSMISIONES
SECCION 3	DATA DE DISEÑO
	CALIFICACION DEL DISEÑO
	VESES PROFESIONALES

CAPITULO V, EQUIPO Y OPERACION.

5.1 EQUIPO E INSTALACIONES AUXILIARES.

Para el funcionamiento regular de la estación de transferencia es muy importante que se desponga de diversos equipos e instalaciones. El tipo y cantidad de estos equipos e instalaciones auxiliares. El tipo y cantidad de estos equipos dependerá del tamaño de la estación y de sus características.

5.1.1 EQUIPOS DE COMPACTACION Y DE ALIMENTACION.

Las dimensiones de los equipos de compactación como de los de alimentación (silo con placa de empuje, puente grúa, bandas transportadoras), se definen básicamente en función de la capacidad por hora requerida, o sea, por la cantidad de residuos que deben cargarse en los vehículos de transferencia por unidad de tiempo. En estas determinaciones se observan también las características, dimensiones y patrones de los equipos existentes.

5.1.2 MANTENIMIENTO.

Las instalaciones de mantenimiento se refieren al mantenimiento de los equipos de transferencia y de los vehículos. En este sentido, un taller electromecánico, tan equipado como complejos sean los equipos de transferencia, es fundamental para el funcionamiento ininterrumpido de la instalación.

En cuanto al mantenimiento de los vehículos de transferencia, es indispensable tener equipos y herramientas para reparación de neumáticos y otras pequeñas reparaciones, además de instalaciones para engrase y lavado.

5.1.3 EQUIPOS DE COMUNICACION.

Cuanto mayor sea la instalación, mas importante e indispensable es el sistema de comunicación. Básicamente el sistema se divide en: intercomunicadores, radio y semaforos.

5.1.3.1 INTERCOMUNICADORES.

Los intercomunicadores se utilizan para comunicaciones entre las diversas áreas de la estación, especialmente entre el patio de descarga de los camiones recolectores y el patio donde se estacionan los vehículos de transferencia.

5.1.3.2 SEMAFOROS.

Los semáforos se instalan en los sitios de descarga para indicarle a los camiones recolectores su turno y posición de descarga.

5.1.3.3 RADIOCOMUNICACION.

La radiocomunicación entre la estación y los vehículos de transferencia es muy útil, siempre que los caminos hacia el relleno estén desprovistos de teléfonos para la comunicación entre los choferes y la estación, sobre condiciones irregulares o accidentales tales como problemas en la ruta, fallas en los vehículos, etc.

5.1.4 CONTROL DE CONTAMINACIÓN.

Los controles de contaminación tienen gran importancia, sobre todo cuando la instalación esta ubicada cerca de zonas residenciales. Estos controles se refieren principalmente a malos olores, polvaredas y ruidos.

En cuanto a los olores, la principal regla para mantener la instalación en buenas condiciones es lavar todos los días los sitios en donde se pueda acumular la basura. Para esto es importante contar con tomas de agua adecuadamente ubicadas y drenaje en todos los patios.

El control de polvaredas se hace a través de extractores de aire junto a la zona de descarga de los desechos y de filtros, o simplemente con la dispersión de agua sobre los sitios en donde se esta originando el polvo.

5.1.5 OTRAS INSTALACIONES Y EQUIPOS ESPECIALES.

Siempre que la estación necesite de energía eléctrica para el funcionamiento de sus equipos, sobre todo cuando no se cuenta con áreas de acumulación, es indispensable la instalación de generadores eléctricos. - Estos deben ser capaces de suplir, por lo menos, las necesidades de la mi tad de los equipos de la estación.

Tampoco nos debemos olvidar de las instalaciones contra fuego (in-
cendio) y contra rayos (descargas atmosféricas).

5.1.6 OFICINAS E INSTALACIONES PARA LOS EMPLEADOS.

Las instalaciones de baño, comedor y vestuario deben ser previstas en dimensiones adecuadas al número de empleados de la estación. Así mis-
mo, se requiere determinar la necesidad de talleres mecánicos, caseta de balanza, oficinas administrativas, oficina del jefe de la estación, etc.

5.2 OPERACION Y CONTROL DE LAS ESTACIONES DE TRANSFERENCIA.

La operación bien planeada y controlada es fundamental para el éxito de una estación de transferencia. Sin buenos controles y normas operacionales adecuadas, una estación aun bien construida y planeada, puede re sultar un foco de problemas como pro ejemplo: malos olores, suciedad y r proliferación de insectos, además de accidentes vehiculares y mal aprovechamiento de la capacidad de las instalación de la estación. Más adelante se presentan normas operacionales, rutinas y controles, además de co mentarios sobre la rutina básica diaria de la operación de estaciones de transferencia.

5.2.1 PERSONAL.

Con las debidas adecuaciones, ya que cada instalación es diferente, el personal de una estación de transferencia, según el siguiente cuadro, está constituida básicamente por:

PROFESIONACTIVIDADTAREAS BASICASAUXILIARES

Limpeza, tráfico y
auxilio en general

- Ayudar en las maniobras de los vehículos en los patios de carga o descarga.
- Limpiar permanentemente los patios de carga y descarga.
- Retirar los desechos prendidos en la carrocería de los camiones después de cargar.
- Abrir y cerrar las puertas de descarga de los vehículos de recolección o de los trailers de transferencia.
- Limpiar, al final del turno de trabajo, las oficinas, baños y otros locales de la instalación.

VIGILANTE

GUARDIA

- Control de acceso de peatones a la estación.
- Guardia nocturna del edificio, de los equipos y de los vehículos.

MECANICO DE
MANTENIMEINTO

MANTENIMIENTO DE LOS
EQUIPOS ELECTROMECANICOS
E HIDRAULICOS

- Realización de pequeños servicios de reparación y mantenimiento correctivo en los equipos de la estación.
- Ejecución de servicios preventivos como en grase, lubricación e inspección.
- Llenar los formularios de control de mantenimiento.

OPERADOR DE -
EQUIPOS

OPERACION DE PUSH -
PIT, PRENSA, PUENTE
GRUA, BALANZA, ETC.

- Operar los equipos de la estación, especialmente los relativos a la carga de los vehículos de transferencia.
- Coordinar la operación de descarga de los vehículos recolectores y la carga de los vehículos de transferencia.
- Operar los sistemas de señalización (semáforos) y control de polvaredas.
- Registrar la carga trasladada a cada vehículo de transferencia.

AUXILIAR
ADMINISTRATIVO

ADMINISTRACION

- Pesar los vehículos de recolección.
- Elaboración de los resúmenes diarios de operación e informes mensuales.
- Control de asistencia de los empleados.
- Mecanografiado de documentos, informes, etc.
- Control de correspondencia recibida y remitida.
- Llenar los formularios de control de costos.

JEFE DE LA
ESTACION

SUPERVISION

- Control y fiscalización de todas las actividades operacionales de la estación y la operación de los vehículos de transferencia.
- Análisis de desempeño de la estación de transferencia.
- Aprovechar los informes mensuales de operación.
- Aprovar los informes del sistema de control de costo.
- Decidir sobre problemas administrativos y disciplinarios.

El número de empleados varía de acuerdo al tipo y tamaño de la estación. Como referencia, para una instalación para capacidad de 800 Ton/DÍA turno de ocho horas y dotada de dos conjuntos de prensa y push pit:

JEFE DE LA ESTACION:

Uno efectivo y uno auxiliar para sustituirlo en sus tareas.

OPERADOR DE EQUIPO:

Cuatro en total, siendo dos para la operación de las prensas y dos de las balanzas.

MECANICO DE MANTENIMEINTO:

Un mecánico y un auxiliar de mecánico para ayudarlo y reemplazarlo.

AUXILIAR ADMINISTRATIVO:

Don en total, siendo solo uno el responsable de los controles operacionales.

AUXILIARES:

Diez en total, destacándose tres al patio superior (descarga de vehículos), tres al inferior (carga de los trallers) y el restante a la limpieza en general.

VIGILANTE:

Dos en turnos alternados de doce horas de trabajo por 36_ horas de descanso cada uno.

5.2.2 NORMAS DE OPERACION.

Las normas de operación de una estación de transferencia se reflejan a la descripción de todos los procedimientos utilizados en la operación normal y las instrucciones para situaciones de emergencia.

Estas normas deben reunirse en un manual de operación que puede ser cambiado a medida que se introduzcan nuevos equipos o que se perfeccionen, por la práctica diaria, los métodos y procedimientos operacionales.

El contenido del manual de operación depende del tipo de estación, de los equipos y vehículos empleados. Por lo tanto, es necesario elaborar un manual para cada estación. Entretanto, todos los manuales deben incluir al menos los siguientes puntos:

- Descripción de la instalación, con dibujos y planos.
- Descripción de los equipos electromecánicos, con sus especificaciones y características técnicas.
- Descripción de los vehículos de transferencia, con sus especificaciones y características técnicas.
- Rutinas para la operación normal, con los procedimientos relativos a los vehículos de recolección, los conductores de los vehículos de transferencia, los operadores de la balanza, los operadores de los equipos de carga y los auxiliares encargados de ayudar en las maniobras de los camiones, así como - - abrir y cerrar las puertas de carga de los vehículos de recolección y de transferencia.
- Descripción de los desplazamientos de los vehículos en el interior de la instalación y de los procedimientos para descargar y cargar los desechos sólidos en los camiones de recolección y transferencia.

- Resumen de los controles de operación normal de la estación.
- Resumen de los controles de mantenimiento de los equipos electromecánicos.
- Descripción del personal con sus funciones, horarios de trabajo, encargos, etc.
- Rutinas de mantenimiento de los equipos electromecánicos.
- Rutinas para limpieza general y control de contaminación ambiental.
- Instrucciones para la operación en situaciones de emergencia, tales como; falta de energía eléctrica o falla en los equipos.
- Instrucciones para combatir incendios.

Para la elaboración del manual de operación es importante consultar los manuales de los equipos y vehículos, las instrucciones para su instalación, y a los fabricantes de los sistemas de carga y/o procesamiento de los residuos sólidos.

5.2.3 CONTROLES.

Los controles más importantes son los relativos a la operación de la estación, al mantenimiento de los equipos y a la contaminación ambiental, además de los relativos a la administración de personal, costos, etc.

En cuanto a la operación, los controles más utilizados son los que registran la cantidad de " basura " que llega a la estación en los vehículos de recolección y la que sale en los vehículos de transferencia, así como los correspondientes a los horarios y tiempos de transporte.

Los controles de peso son utilizados, principalmente, para determinar la carga óptima de trailers de transferencia, que no deben recibir carga por encima de lo permitido por sus especificaciones o por los reglamentos de tránsito en carreteras, ni por debajo de su capacidad, lo que resultaría en pérdidas de eficiencia en el transporte.

Estos controles también son muy útiles a los responsables de los servicios de recolección de desechos sólidos.

Con los pesos recolectados por cada camión en cada recorrido es posible evaluar la eficiencia de la recolección, equilibrar los recorridos con respecto a las cargas transportadas y determinar las necesidades futuras de equipos y mano de obra.

Los controles de tiempo de transporte y horarios se aplican a los vehículos de transferencia y tienen como objetivo básico verificar los tiempos reales de recorrido al destino final (Ida y vuelta), con los tiempos previstos en el dimensionamiento de la instalación. Además, estos controles se aplican al análisis de eventuales cambios en las condiciones de tránsito que acarrear modificaciones en el dimensionamiento de la flota de vehículos de transferencia.

Los controles de mantenimiento de equipo son generalmente elaborados en base a las instrucciones de sus fabricantes, así como los procedimientos relativos al engrase y cambio de aceite son hechos por técnicos especializados, generalmente suministrados por empresas petroleras.

En estos controles se detallan los tipos de aceite y grasa utilizados, los períodos de cambio de aceite, de engrase de máquinas de limpieza y de cambios de filtros y otros elementos de desgaste. Además, los controles determinan las fechas previstas para los cambios y las personas responsables.

CAPITULO, VI, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1

En la concierto de las naciones, existe una clara tendencia a adoptar modelos económicos fundados en el predominio del capital como elemento primordial de la producción. México, inmerso en dicha dinámica internacional, se ha dado a la tarea de modernizar la planta productiva por medio de un cambio estructural en las naciones se vuelven cada vez más complejos, es imperioso reconocer aquella etapa del ciclo económico que siempre ha permanecido en el anonimato: La generación de desechos. Su volumen y composición están íntimamente ligados con el grado de desarrollo de un país o de una región. La problemática ambiental, requiere por tanto, este marco de referencia para su análisis.

6.2

Las estaciones de transferencia representan la tecnología idónea -- para enfrentar con éxito el problema de optimizar los sistemas de recolección de desechos sólidos de las grandes urbes, como la ciudad de México, -- en las que los sitios de disposición final potenciales quedan cada vez -- más distantes de los centros de generación de residuos sólidos. Lo anterior cobra una altísima importancia si consideramos que en la medida en -- que un asentamiento humano se incrementa, es necesario implementar sistemas de recolección más complejos y diversificados.

6.3

La Delegación Gustavo A. Madero, que posee una población fija similar a la ciudad de Guadalajara, genera residuos sólidos del tipo urbano, -- es decir:

<u>COMPOSICION</u>	<u>PORCENTAJE</u>
Materia Orgánica	54.32
Papel	10.40
Vidrio Blanco	4.42
Vidrio de Color	2.11
Metales y otros	18.75

Así, existe un 45.68% de desechos sólidos que bien podrían alimentar procesos integrales de reciclaje de tales residuos y un 54.32% para implementar un sistema, serio y eficiente, de composteo y revitalización de suelos agotados, a nivel nacional. En otros términos, es necesario --

cambiar nuestra mentalidad respecto a los desechos sólidos. Estos deben ser vistos como un recurso capaz de generar empleos y bienestar económico. Todo esto sin necesidad de estar al margen de la Ley.

6.4

El sistema de recolección de residuos sólidos en la Delegación Gustavo A. Madero, está constituido, entre otros elementos, por vehículos recolectores de una gran diversidad de marcas y tipos. Se tienen, por ende, altos costos de un mantenimiento que, en lugar de ser preventivo, es correctivo. Aunado a lo anterior se encuentran los problemas de distancia, tráfico y otros de tipo laboral y así, se tenga un promedio de dos o menos viajes al sitio de disposición final. La combinación de los factores anteriores hace que la administración y operación de dicho sistema sea muy compleja. En la medida con que se cuente con unidades recolectoras de mismas características, los problemas derivados de la situación contrasta tenderán a desaparecer o bien serán mas fáciles de resolver.

6.5

Una de las importantes tecnologías, en parte por su gran versatilidad y poca agresión al medio ambiente, que se utilizan para la disposición final, es el relleno sanitario. Debido a su volumen y composición, la mayor parte de los desechos sólidos generados en la ciudad de México son despuestos de la manera antes mencionada. Este centralismo tecnológico, que en estos momentos medianamente nos resuelve el problema, puede ubicarnos en una situación de rezago tecnológico con el consecuente altísimo costo estratégico.

6.6

Ya se ha mencionado el por qué y cual debe ser el marco de análisis para enfrentar el problema ambiental. Sin embargo, es igual de importante la promoción que se realice en tal sentido. Las campañas de concientización aunadas a posturas rígidas por parte de las autoridades son factores importantísimos para lograr una aceptación bilateral, entre gobernantes y gobernados, hacia las decisiones que sobre política sanitaria deban de tomarse para así preservar nuestro marco vital. El planeta Tierra.

6.7

El presente estudio es una propuesta para solucionar el problema de optimizar un sistema de recolección de desechos sólidos, implementando una estación de transferencia diseñada bajo un estricto enfoque científico. Es justo aclarar, sobre todo para aquellos lectores que no posean estudios medios de probabilidad y estadística, que en el presente estudio existen dos suposiciones que tienen una gran importancia. El que las llegadas de los recolectores a la estación de transferencia siguen una distribución de probabilidad del tipo Poisson y que los tiempos de descarga, considerados como de servicio, siguen una distribución exponencial. Lo anterior no debe de tomarse como norma para realizar futuros diseños de unidades de transferencia. Si bien se realizó lo anterior debido a la falta de registros confiables, puede mencionarse bajo una óptica de auto-crítica constructiva, y a pesar de que el diseño realizado concuerda con el que las autoridades correspondientes han desarrollado, la necesidad de obtener registros estadísticos que deriven histogramas, que a su vez, nos permitan trabajar con polígonos de frecuencias relativas acumuladas.

6.8

Para lograr una alta eficiencia en un sistema de recolección-transferencia de desechos sólidos, no basta con realizar un buen diseño de la propia estación. Es necesario un buen funcionamiento de la unidad de transferencia y por tanto es imprescindible contar con los equipos e instalaciones auxiliares necesarios, así como las normas y controles de operación.

6.9

Independientemente de la suficiencia de una estación para la transferencia de los desechos sólidos correspondientes a su zona tributaria, su horario de funcionamiento tiene que se acorde con los horarios fijados para las tareas de recolección.

6.10

Finalmente es importante remarcar que el criterio básico para el empleo de estaciones de transferencia es que la economía que se logre por la disminución de distancias y tiempos de recorrido de la flota de recolección debe ser mayor que los costos de inversión y operación del sistema de transferencia.

B I B L I O G R A F I A

AUTOR (ES), No. EDICION.

TITULO, EDITORIAL.

LUGAR Y FECHA.

- 1.- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
SECRETARIA DE OBRAS Y SERVICIOS
DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS
" ANALISIS PORCENTUAL DE SUBPRODUCTOS "
PROCESA. NOVIEMBRE DE 1983

- 2.- DIRECCION DE DESECHOS SOLIDOS
SUBDIRECCION TECNICA
" ANALISIS ESTADISTICO PARA LA OBTENCION DE LA GENERACION - -
PER-CAPITA DE RESIDUOS SOLIDOS EN LA ZONA DE ESTUDIO No. 1 "
NOVIEMBRE DE 1983

- 3.- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
SECRETARIA DE OBRAS Y SERVICIOS
DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS
" PLAN PILOTO DE CONTENEDORES EN LA DELEGACION GUSTAVO A. MA-
DERO "
PROCESA DICIEMBRE DE 1983

- 4.- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
SECRETARIA DE OBRAS Y SERVICIOS
DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS
" PESAJES Y TARAS DE LOS VEHICULOS DE RECOLECCION DE LOS DESE-
CHOS SOLIDOS EN LA DELEGACION GUSTAVO A. MADERO "
JULIO DE 1984

- 5.- SUBDIRECCION TECNICA DE MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS DEL D.D.F.
" ANALISIS DE LOS COSTOS DE OPERACION DE TODO EL SISTEMA DE -
MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS "
OCTUBRE DE 1989

- 6.- DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS DEL D.D.F.
DIRECCION DE DESECHOS SOLIDOS
" PROGRAMA INTEGRAL DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA "
DICIEMBRE DE 1983
- 7.- I.N.A.P.
" DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS "
CENTRO DE ESTUDIOS DE ADMINISTRACION MUNICIPAL
- 8.- ANDREW BARNETT
" DESECHOS SOLIDOS BIODEGRADABLES "
I.D.R.C.
- 9.- LOPEZ GARRIDO JAIME
" DESECHOS SOLIDOS "
BARCELONA: EDITORES TECNICOS ASOCIADOS 1975
- 10.- PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA
" PROYECTO NACIONAL DE DESECHOS SOLIDOS "
- 11.- SEDUE
" CURSO SOBRE MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS "
SEDUE, MEXICO 1984
- 12.- SAKURAI KUNITOSHI
" METODO SENCILLO DEL ANALISIS DE RESIDUOS SOLIDOS "
LIMA, CEPIS 1983
- 13.- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
DIRECCION DE DESECHOS SOLIDOS
" DISPOSICION DE DESECHOS SOLIDOS "
MEXICO 1980
- 14.- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
DIRECCION DE DESECHOS SOLIDOS
" RELLENO SANITARIO EN PRADOS DE LA MONTAÑA, SANTA FE "
MEXICO 1987

- 15.- BARBARA WARD
" LA MORADA DEL HOMBRE "
FONDO DE CULTURA ECONOMICA
- 16.- S.S.A.
" ECOLOGIA Y SALUD "
EDITORIAL TLALOC, S.A.
- 17.- GRUPO DE ESTUDIOS AMBIENTALES A.C.
" HACIA UNA SOCIEDAD SIN BASURA "
MANUAL DE RECICLAMIENTO URBANO
- 18.- SEDUE
" DIME QUE TIRAS Y TE DIRE QUIEN ERES "
COCOPES, D.D.F.
- 19.- SEDUE
" ESTADO ACTUAL DE MANEJO Y DISPOSICION FISCAL DE LOS RESIDUOS
SOLIDOS "
DIRECCION GENERAL DE PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION
AMBIENTAL
JULIO DE 1985
- 20.- COSTA LEITE, LUIS EDMUNDO
PROGRAMA REGIONAL OPS/EHP/CEPIS
DE MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ASEO URBANO
" ASPECTOS TECNICOS DEL SERVICIO DE ASEO "
JUNIO 1982
- 21.- PROGRAMA REGIONAL OSP/EHP/CEPIS
DE MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ASEO URBANO
ANEXO 6 CICLO: ASPECTOS TECNICOS DEL SERVICIO DE ASEO
" EJEMPLO DE ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONOMICA DE UNA ESTACION -
DE TRANSFERENCIA "
JUNIO 1982

- 22.- CAROLUS PERFORACIONES S.A. DE C.V.
" CRITERIOS PARA LA DETERMINACION DEL FACTOR DE NIVELACION PA
RA LOS ESTUDIOS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS "
ANEXO A
- 23.- A.E. SHAW
GENERAL ELECTRIC COMPANY
" ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONOMETRO "
CAPITULO 3
- 24.- DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
SUBDELEGACION DE DESARROLLO URBANO Y OBRAS
DEPARTAMENTO DE LIMPIA Y TRANSPORTES
" DIVISION DE SECTORES Y ZONAS PARA EL SERVICIO DE RECOLEC- -
CION DE DESECHOS SOLIDOS "
- 25.- U.N.A.M.
FACULTAD DE INGENIERIA
" APUNTES DE PROBABILIDAD Y ESTADISTICA "
C. U. 1985
- 26.- MORUSICH FERNANDEZ PABLO
TESIS PROFESIONAL
" AMPLIACIONES DE LA TEORIA DE SISTEMAS A PROBLEMAS DE INGE--
NERIA CIVIL "
MEXICO, D.F. A 1970
- 27.- ING. HUMBERTO VIDALES A.
" ANALISIS COMPARATIVO DEL SERVICIOS DE TRANSFERENCIA "
SUBDIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS DEL D.D.F.
MEXICO, D.F., JUNIO 1986

- 28.- U.N.A.M.
FACULTAD DE INGENIERIA
" APUNTES DE FACTORES DE CONSISTENCIA DE COSTOS Y PRECIOS UNI
TARIOS "
- 29.- ROBERT J. THIERAUF
RICHARD A. GROSSE
" TOMA DE DECISIONES POR MEDIO DE INVESTIGACION DE OPERACIONES"
DECIMOPRIMERA REIMPRESION
EDITORIAL LIMUSA, MEXICO 1986
- 30.- DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
SUBDELEGACION DE DESARROLLO URBANO Y OBRAS
DEPARTAMENTO DE LIMPIA Y TRANSPORTES
" EVALUACION DEL SERVICIO DE LIMPIA "
- 31.- ING. JORGE AGUILAR UGARTE
" INVESTIGACION DE OPERACIONES "
APUNTES PARA EL CURSO: INTRODUCCION A LA INVESTIGACION OPERA
TIVA , UNIVERSIDAD DEL VALLE DE MEXICO
- 32.- APUNTES DE LA MATERIA DE CONSTRUCCION I
- 33.- APUNTES DE LA MATERIA DE PROBABILIDAD Y ESTADISTICA
- 34.- APUNTES DE LA MATERIA DE SISTEMAS I
- 35.- APUNTES DE LA MATERIA DE INGENIERIA ECOLOGICA