UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

TESIS DE MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

METODOLOGIA PARA EL DISEÑO DE UNA ESTACION DE TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ÁREAS URBANAS.

Elaborado por:

JOFFRE M. TAPIA PAEZ

Como requisito para la obtención del título de

Magíster en Gestión Ambiental en la Industria

Quito, Septiembre del 2008

AGRADECIMIENTOS

Un homenaje, a mi esposa e hijos, a mis padres y hermana, que me han apoyado siempre en todo proyecto de mi vida y también a los profesores que compartieron sus conocimientos en estos años de estudio dando las bases y cimientos para obtener lo mejores resultados.

RESUMEN

Una estación de transferencia de residuos sólidos, se define como el conjunto de equipos e instalaciones donde se lleva a cabo el trasbordo de dichos residuos, de los vehículos recolectores a vehículos de carga de gran tonelaje, para transportarlos hasta los sitios de destino final. El concepto ingenieril más puro de cualquier estación de transferencia, pretende privilegiar sistemáticamente, los aspectos de rentabilidad y eficiencia. Sin duda alguna, el objetivo fundamental de una estación de transferencia, es incrementar la eficiencia global de los servicios de manejo de los residuos sólidos municipales, a través de la economía que se logra con la disminución del costo general de manejo, así como por la reducción en los tiempos de transporte y la utilización intensiva de los equipos y del recurso humano.

Uno de los problemas de los gobiernos municipales en nuestro país, es el manejo de los residuos sólidos urbanos, y su tratamiento.

La gestión de los residuos se ha venido realizando aisladamente, aplicando soluciones emergentes sin planificar a largo plazo, generando erogación de recursos y disminución de la credibilidad de la gestión municipal por no brindar a la población soluciones sostenibles en el tiempo.

Las estaciones de transferencia pueden ser de descarga directa, de descarga indirecta y de tipo combinado.

El modelo de colas o líneas de espera no es muy aplicable a nuestro medio porque tiene componentes muy rígidos y determinantes. Para nuestro medio y sobre todo para el propósito de nuestra tesis que es el ayudar a municipios pequeños y medianos, aplicaremos una metodología basada en experiencias de profesionales en el campo de los residuos sólidos y sobre todo en estaciones de transferencia de los mismos desarrolladas en experiencias ecuatorianas.

La operación en las instalaciones de transferencia para residuos sólidos, se enfoca básicamente a la optimización de la recolección y transporte de los residuos, a través de la transferencia de residuos de vehículos recolectores a vehículos de mayor capacidad. Tal actividad es fuente de generación de polvos, microorganismos, ruido, olores y otros agentes físicos, químicos y biológicos, que pueden afectar directamente al ser humano, o bien dispersarse sobre los elementos del ambiente.

El objetivo general de esta tesis es la elaboración de una propuesta que permita mejorar la transportación de los residuos sólidos que son producidos. Se parte del supuesto de que la toma de decisiones y los procesos actuales para su gestión son deficientes en comparación con los llevados a cabo en los países altamente desarrollados, tanto ambiental, como económica y socialmente.

SUMMARY

A solid waste transferring station is defined as the equipment set and facilities, where the transshipment of solid waste is made from a compactor unit to commercial vehicles of large tonnage, to transport them to sites of final destination. The engineering concept of any transferring station aims to favor systematically the aspects of profitability and efficiency. The fundamental objective of a solid waste transferring station without a doubt is to increase the overall management services of the municipal solid waste across the economy that is achieved by the reduction of overall cost as well as the reduction in transport times, intensive use of equipment, and the human resources.

In our country, one of the biggest problems the municipal government faces is handling the urban solid waste and its treatment.

Waste management has been working in isolation, applying only emergent solutions without planning for the long term, generating misuse of resources and diminishing the credibility of the municipal administration for not providing sustainable solutions to the population over time.

There are waste transfer stations of direct and indirect download, and a combined type. The model of queues or waiting lines is not applicable to our system because it has very rigid components and determinants.

For our environment and especially to the purpose of our thesis, that is to help small and medium- sized municipalities, we will implement a methodology based on experiences of professionals in the field of the solid waste and more important in the experiences of transfer stations developed in Ecuador.

The transfer operation in facilities for solid waste focuses primarily on optimizing the collection and transportation of waste through the collector vehicles to a truck tractor with bigger capacity used to carry municipal or residual waste. This activity is a source that generates dust, microorganisms, noise, odors, and other physical, chemical, and biological agents than can affect directly the human beings, or that can also be disperse over other environmental elements.

The general purpose of the thesis is drawing up a proposal that can improve the transportation of the produced solid waste. It assumed that the decision-making processes and for its current management are weak compared with those implemented in highly developed countries, in terms of environment, social, and economic.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO **Págs.**

CAPÍTULO 1
ASPECTOS GENERALES

1.1 Introducción 1
1.2 Generalidades 4
1.2.1 Ciclo de los residuos sólidos 4
1.2.2 Sistemas de transferencia 7
1.3 Justificación económica de una estación de transferencia 8
1.4 Tipos de estaciones de transferencia 9
1.5 Infraestructura de un sistema de transferencia 9

CAPÍTULO 2
DIAGNOSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1 Localización geográfica 11
2.2 Características socio económicas 12
2.3 Indicadores de generación de residuos sólidos 13
2.3.1Clasificación de fuentes generadoras 14
2.3.2 Lineamientos metodológicos para los estudios de generación 16
2.3.3 Cuantificación de los residuos sólidos municipales 18
2.4 Estructura vial 19
2.4.1 Red vial primaria 20
2.4.1.1 Avenidas principales 21
2.4.2 Red vial secundaria 22
2.4.2.1 Calle local 22
2.5 Integración de información 23

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA PARA EL EMPLAZAMIENTO DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

3.1. Criterios para definir la región factible donde ubicar una estación de transferencia geográfica. 24

3.2 Criterios de evaluación para sitios probables 29

3.3 Ejemplo practico para el emplazamiento de una Estación de Transferencia 31

CAPÍTULO 4

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE UNA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA

4.1 Generalidades de cálculo 49

4.2 Planteamiento del modelo 51

4.3 Determinación de la capacidad e instalada 54

4.3.1 Capacidad real 54

4.3.2 Capacidad instalada 54

4.4 Ejemplo de aplicación modelo de colas o líneas de espera 55

4.4.1 Diagrama de operación 70

CAPÍTULO 5

PARAMETROS DE DISEÑO

5.1 Descripción general de componentes y procesos de una estación de transferencia 77

5.2 Vialidades exteriores 79

5.3 Vialidades interiores 81

5.4 Zona de descarga de residuos sólidos 84

5.5 Zona de carga 87

5.6 Obras complementarias 89

5.7 Controles ambientales 95

CAPÍTULO 6

PARTE A

SELECCIÓN Y REVICIÓN DEL EQUIPO DE TRANSFERENCIA Y TRANSPORTE.

6.1 Selección del equipo de transferencia y transporte 97

6.2 Análisis de descarga del equipo 102

6.3 Equipo de Hidrolavado 103

PARTE B

IMPACTO AMBIENTAL

6.4 Evaluación del impacto ambiental de la estación de transferencia 104

6.4.1 Definición de las áreas de influencia del proyecto 104

6.5 Características del medio físico 104

6.5.1 Clima 105

6.5.2 Suelo 105

6.5.3 Aire 105

6.5.4 Viento 105

6.5.5 Agua 106

6.5.6 Ruido 106

6.5.7 Paisaje 106

6.5.8 Accesibilidad y trafico 106

6.6 Características del medio biótico 107

6.6.1 Flora 107

6.6.2 Fauna 107

6.7 Características del medio socio económico 107

6.7.1 Factores demográficos 107

6.7.2 Factores socio económicos 108

6.7.3 Factores culturales 108

6.7.4 Factores de salud pública 108

6.8 Identificación valoración y evaluación de impactos 108

6.8.1 Identificación 108

6.8.2 Valoración y evaluación de los impactos 109
6.8.3 Método cualitativo 110
6.8.4 Método cuantitativo 111
6.9 Descripción de los impactos ambientales 113
6.10 Descripción del escenario ambiental modificado 114
6.11 Plan de manejo ambiental 115
6.12 Medidas de mitigación 116

CAPÍTULO 7
MONITORE AMBIENTAL

7.1 Definiciones del monitoreo ambiental 119
7.2 Criterios de monitoreo 120
7.2.1 Parámetros de monitorio aplicables a instalaciones para el manejo de residuos sólidos 120
7.3 Técnicas y normatividad empleada 121
7.3.1 Partículas suspendidas totales 121
7.3.2 Partículas viables 121
7.3.3 Determinación de niveles de ruido 121
7.3.4 Determinación del nivel de radio actividad 122
7.3.5 Determinación de humedad relativa 122
7.3.6 Determinación de temperatura ambiente 122
7.3.7 Determinación de % de explosividad de biogás 122
7.3.8 Muestreo y análisis de biogás 122
7.3.9 Muestreo y análisis de lixiviados 123
7.4 Programa de monitoreo 123
7.5 Metodología 127
7.6 Conclusiones y recomendaciones 128
7.6.1 Conclusiones 128
7.6.2 Recomendaciones 131
Bibliografía 135
Resumen Ejecutivo 137

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1	Agrupación de municipios por tamaño de población en el área urbana	13
Cuadro 2.2	Información de generación per. Capita	17
Cuadro 2.3	Proyección de la población servida con relación de residuos sólidos a 20 años	18
Cuadro 3.1	Calculo del centro de gravedad para la variable de población	34
Cuadro 3.2	Calculo del centro de gravedad para la variable de generación	38
Cuadro 3.3	Factor de importancia vehicula	41
Cuadro 3.4	Calculo del centro de gravedad para la variable de variables	42
Cuadro 3.5	Calculo del centro de gravedad para la variable de pendientes	44
Cuadro 4.1	Número de llegada de vehículos recolectores	55
Cuadro 4.2	Número de llegada de vehículos recolectores ordenada	57
Cuadro 4.3	Criterio para rechazo de observaciones distantes	58
Cuadro 4.4	Criterio para rechazo de observaciones distantes ordenada	60
Cuadro 4.5	Determinación de media, aritmética varianza, desviación estándar	61
Cuadro 4.6	Cuadro de frecuencias	64
Cuadro 4.7	Diagrama de frecuencias de llegada de los vehículos recolectores	72
Cuadro 5.1	Superficie mínima para el patio de servicio	86
Cuadro 5.2	Medidas de los vehículos	93
Cuadro 6.1	Calificación de magnitud de los efectos	112
Cuadro 6.2	Calificación de efectos	112
Cuadro 6.3	Influencia de los efectos	112
Cuadro 6.4	Calificación de impactos por su duración	113
Cuadro 7.1	Niveles máximos de ruido permisibles según el uso de suelo	121
Cuadro 7.2	Impactos y sus respectivos parámetros	127

ABREVIATURAS

EMASEO	Empresa de Aseo (Quito)
OPS	Organización Panamericana de la Salud
RS	Residuos Sólidos
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
PMA	Programa de Mitigación Ambiental
Ppc	Producción per cápita
IA	Impacto Ambiental
SUMA	Sistema Único de Manejo Ambiental
MIDUVI	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda
EMAC	Empresa Municipal de Aseo (Cuenca)
GTZ	Agencia Alemana de Cooperación Técnica
DQO	Demanda Química de Oxígeno
EEA	Evaluación de Estudios Ambientales
pH	Potencial Hidrógeno
PMA	Plan de Manejo Ambiental
ppm	partes por millón
dB	decibeles
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 INTRODUCCIÓN

"Una estación de transferencia de residuos sólidos, se define como el conjunto de equipos e instalaciones donde se lleva a cabo el trasbordo de dichos residuos, de los vehículos recolectores a vehículos de carga de gran tonelaje, para transportarlos hasta los sitios de destino final."[1] El concepto ingeniería más puro de cualquier estación de transferencia, pretende privilegiar sistemáticamente, los aspectos de rentabilidad y eficiencia. Sin duda alguna, el objetivo fundamental de una estación de transferencia, es incrementar la eficiencia global de los servicios de manejo de los residuos sólidos municipales, a través de la economía que se logra con la disminución del costo general de manejo, así como por la reducción en los tiempos de transporte y la utilización intensiva de los equipos y del recurso humano.

"Se tiene noticia que las primeras estaciones de transferencia, diseñadas técnicamente y construidas ingenierilmente, fueron de tipo marítimo y aparecieron en las ciudades de Nueva York y Lisboa; así mismo, fueron pioneras las estaciones ferroviarias de Paris y Sao Paulo. En el inicio de este siglo se encontraban estaciones de transferencia marítimas en Río de Janeiro, donde también se empleaba el tranvía como trasporte suplementario." [2]

Los crecientes problemas ambientales que se presentan a nivel local, nacional y global exigen una mayor participación del sector público y privado para eliminarlos, o al menos mitigarlos. Los recursos disponibles para esta tarea son limitados, lo cual demanda una utilización eficiente de los mismos. El proceso de diseño, implementación, monitoreo y evaluación de proyectos ambientales está orientado a maximizar el impacto del uso de los recursos existentes con la finalidad de alcanzar mejores niveles de calidad ambiental para la sociedad. Por esta razón, cada vez es más importante preparar proyectos ambientales que consideren sólidamente técnicas de diseño y evaluación financieros y económicos que garanticen el éxito de los mismos.

Uno de los problemas de los gobiernos municipales en nuestro país, es el manejo de los residuos sólidos urbanos, y su tratamiento. La gestión de los residuos se ha venido realizando

[1-2] (Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)

aisladamente, aplicando soluciones emergentes sin planificar a largo plazo, generando erogación de recursos y disminución de la credibilidad de la gestión municipal por no brindar a la población soluciones sostenibles en el tiempo.

Ahora bien, es difícil establecer a manera de receta, cuándo es necesario contar con una estación de transferencia; sin embargo, casi es posible afirmar sin temor a equivocarse, que todas las ciudades con más de 1 millón de habitantes requieren de este tipo de instalaciones, auque justo es decir que se registran casos de centros habitacionales con mucho menos población, que también las demandan. Es por esta razón y debido a que en la actualidad, por lo menos en América Latina, el fenómeno de conversión de la población rural en urbana, es manifiesto, haciendo cada vez más grandes y más poblados los centros urbanos y alejado cada vez más los sitios de disposición final de los centros donde se generan los residuos, que la necesidad de contar con estaciones de transferencia bien planeadas, adecuadamente ubicadas, técnicamente diseñadas, construidas y eficientemente operadas, requiere cada vez de mayor atención.

En los últimos tiempos, la propia ciudadanía ha exigido a las autoridades que se preocupen de dar solución al problema de los residuos sólidos, el mismo que se transforma en un problema social y ambiental, sobre todo, en aquellos sectores donde, de alguna manera, se ven afectados por las actividades del servicio de aseo.

"En general, las estaciones de transferencia no se han difundido en el Ecuador a pesar que muchas ciudades del país deben transportar sus residuos sólidos por tramos mayores a 10 km, cifra límite recomendada para construir una estación de transferencia. Sólo se tienen referencias de estaciones de transferencia en la ciudad de Quito.

La estación de transferencia de La Forestal está ubicada en el km. 9+300 de la Avenida Simón Bolívar, junto al barrio del mismo nombre, al sur oriente de la ciudad de Quito. Está conformada por dos tolvas de descarga a gravedad, la primera en el patio de maniobras y la segunda en el área de acumulación, cada una con capacidad para recepción de tres recolectores compactadores de 12 m^3, simultáneamente. Su área de acumulación dispone de 390 m^2 de superficie, que le proporcionan capacidad de almacenamiento de 266 toneladas diarias de residuos sólidos de origen doméstico. Los vehículos recolectores que descargan en la estación de transferencia de La Forestal son los que prestan servicio a todos los sectores de la zona sur de la ciudad de Quito y 22 sectores de la zona centro (donde se generan aproximadamente 436 toneladas diarias de residuos sólidos).

Los vehículos que transportan los residuos sólidos desde la estación de transferencia de La Forestal hasta el botadero controlado de Zámbiza (en el nororiente de Quito), tienen una

capacidad de 28 toneladas (70 m³), con carrocería abierta en la parte superior. Una vez en el sitio de disposición final, la descarga se efectúa mediante un sistema hidráulico de "piso móvil".

De acuerdo con la clasificación del Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, los vehículos de transferencia que se utilizan, corresponden al tipo T3S2, esto es, tractocamiones de tres ejes, con dos ejes traseros en tándem de doble llanta cada uno, acoplado a un semi remolque con doble eje trasero en tándem, también de doble llanta."[3]

"El Distrito Metropolitano de Quito cuenta actualmente con un sitio de transferencia de residuos, que no reúne las condiciones técnicas ni ambientales para su adecuado funcionamiento, y una estación de transferencia cerrada debido a problemas de afectación a la comunidad. Sin embargo la ciudad requiere de este servicio, por lo que la Administración Municipal ha decidido construir una Estación de Transferencia técnicamente diseñada y operada, que por condiciones estratégicas de ubicación, se localizará en el antiguo botadero de Zámbiza, actualmente usado como sitio de transferencia de residuos.

La transferencia de residuos sólidos urbanos, en lo que se refiere a transporte, se realiza actualmente mediante vehículos de 30 a 45 toneladas de capacidad. El transporte de residuos de Zámbiza hasta el relleno sanitario de El Inga tiene dificultades, por cuanto la ruta incluye zonas correspondientes a la Municipalidad de Rumiñahui, quien se queja por la generación de malos olores o derrame de lixiviados en la vía, problema que debe ser enfrentado y solucionado de manera definitiva por el DMQ.

La definición del requerimiento de estaciones de transferencia de la ciudad debe evaluarse, considerando el tipo de operación de transferencia que se va a utilizar, requisitos en capacidad de almacenamiento y rendimiento, requisitos de equipamiento y accesorios y requisitos ambientales" [4].

Con este antecedente, y por la importancia del tema, este trabajo de tesis pretende aportar a la gestión de Municipios medianos y aún grandes del país, que podrían verse en algún momento avocados a mejorar su gestión de residuos mediante la incorporación de estaciones de transferencia, los cuales no cuentan con una guía que permita poner en práctica esta posibilidad de tener dicha estación de transferencia, la cual incrementa la eficiencia global

[3] ANÁLISIS SECTORIAL DE RESIDUOS SÓLIDOS ECUADOR Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. División de Salud y Ambiente Mayo 2002.

[4] MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO
Dirección metropolitana de medio ambiente. Plan de gestión integral de residuos sólidos urbanos en el distrito metropolitano de Quito, diciembre del 2005

de los servicios de manejo de los residuos sólidos municipales, y mejora la calidad ambiental del área geográfica de influencia.

1.2 GENERALIDADES

1.2.1 CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

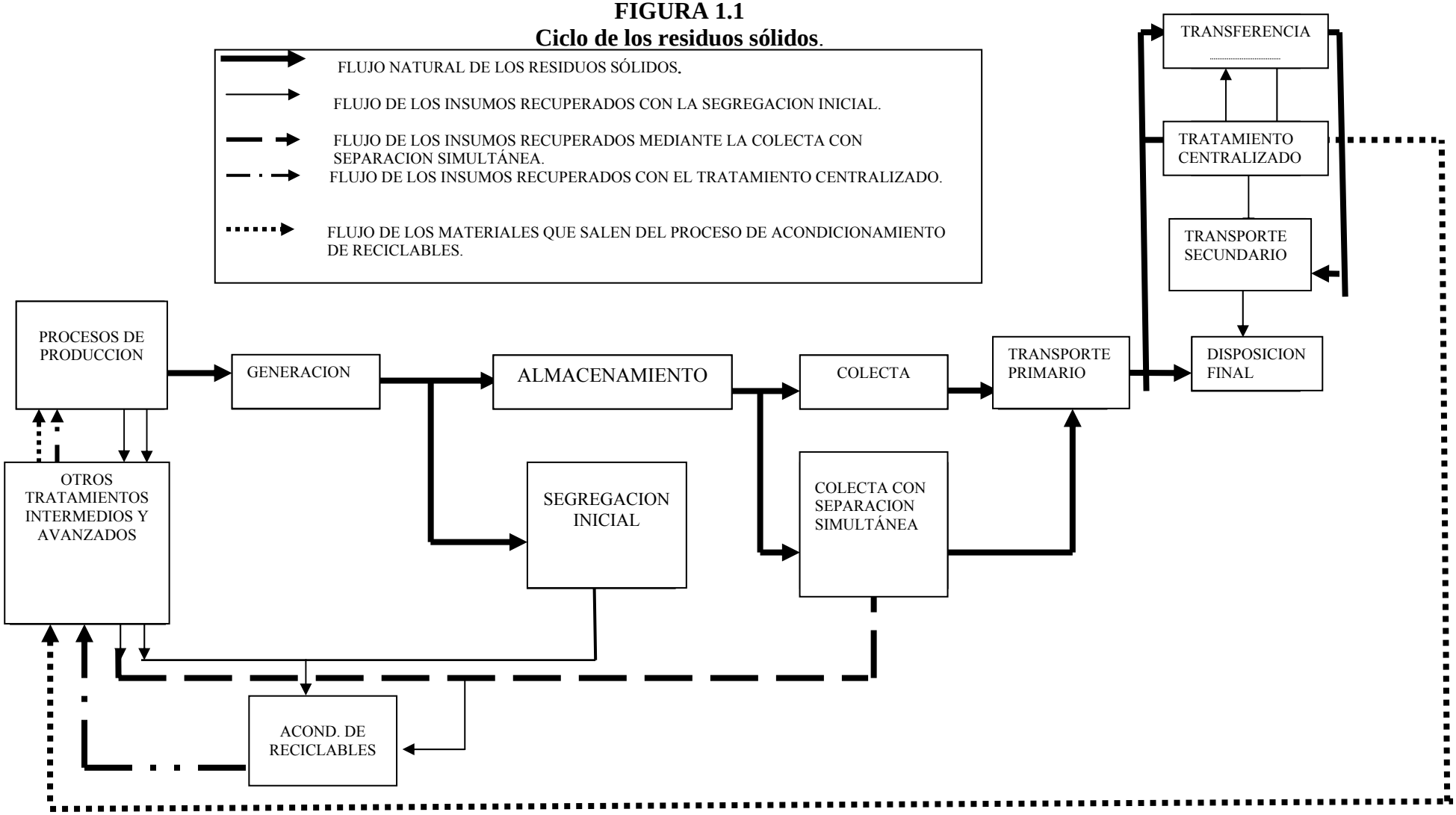
La población y las autoridades municipales interactúan de manera estrecha dentro del ámbito de los residuos sólidos, la primera participa en las etapas de comercialización de productos de consumo, y la consiguiente generación y almacenamiento de los residuos sólidos, las cuales establecen una demanda de los servicios de aseo urbano, limitando su participación al almacenamiento temporal en las diversas fuentes generadoras, para, posteriormente entregar sus residuos sólidos a los vehículos recolectores. La participación ciudadana no ha encontrado los caminos para iniciar una nueva etapa en el manejo de los residuos sólidos, ésto debido a la falta de programas concretos de participación que complementen la operación conjuntamente con las autoridades.

Las autoridades participantes presentan los servicios que la población demanda proporcionando ya sea a través de empresas municipales o mediante la contratación de terceros, la recolección, barrido manual, barrido mecánico, estaciones de transferencia, transporte, sitios de disposición final, así como también fortalecer la implementación de sistemas de tratamiento de residuos sólidos, en los que una alternativa atractiva sería la concesión de este tipo de infraestructura debido a los altos costos de operación que requieren.

La creciente demanda del servicio ha originado un constante incremento en la infraestructura, con la que se está en posibilidades de prestar el servicio a la población. Otra variable que ha afectado considerablemente a este tipo de servicio es que con el tiempo, la ubicación de la infraestructura requerida tiende a alejarse de los núcleos urbanos, por lo que es conveniente se realice una planeación regional integral con perspectivas a largo plazo que posibilite el fortalecimiento, en todas sus etapas, de la infraestructura para el manejo de los residuos sólidos.

Los residuos sólidos conforman un ciclo (figura 1.1), el cual considera todas las etapas dentro del manejo de los mismos y define el ámbito de competencia de la población y las autoridades.

FIGURA 1.1
Ciclo de los residuos sólidos.



Fuente:(Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)

Todas las etapas antes mencionadas se encuentran estrechamente vinculadas, lo cual hace imprescindibles realizar una planeación involucrando cada una de ellas. La descripción general que los identifica y caracteriza se presenta a continuación:

a) Generación

Se refiere a la acción de producir una cierta cantidad de materiales orgánicos e inorgánicos, en un cierto intervalo de tiempo.

b) Almacenamiento

Es la acción de retener temporalmente los residuos sólidos, en tanto se recolectan para su posterior transporte a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.

c) Segregación inicial

Es el proceso de separación que sufren los residuos sólidos en la misma fuente generadora, antes de ser almacenados.

d) Recolección

Es la acción de tomar los residuos sólidos de sus sitios de almacenamiento, para depositarlos dentro de los equipos destinados a conducirlos a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.

e) Recolección con separación simultánea

Es el proceso mediante el cual se lleva a cabo la recolección segregada en el mismo vehículo de los residuos sólidos.

También se identifica con la actividad de recolectar los residuos sólidos de manera integrada, pero separándolos en ruta.

f) Transporte primario

Se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos recolectados en las fuentes de generación hacia los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.

g) Transferencia

Es la acción de transferir los residuos sólidos de las unidades de recolección, a los vehículos de transferencia, con el propósito de transportar una mayor cantidad de los mismos a un menor costo, con lo cual se logra una eficiencia global del sistema.

h) Tratamiento centralizado

Es el proceso que sufren los residuos sólidos para hacerlos reutilizables, se busca darles algún aprovechamiento y/o eliminar su peligrosidad, antes de llegar a su destino final.

La transformación puede implicar una simple separación de subproductos reciclables, o bien, un cambio en las propiedades físicas y/o químicas de los residuos.

i) Transporte secundario

Se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos hasta los sitios de disposición final, una vez que han pasado por las etapas de transferencia y/o tratamiento.

j) Disposición final

Es el confinamiento permanente de los residuos sólidos en sitios y condiciones adecuadas, para evitar daños a los ecosistemas y propiciar su adecuada estabilización.

k) Acondicionamiento de reciclables

Es el proceso que sufren exclusivamente los materiales reciclables, para darles un valor agregado que incremente el precio de su venta, o bien que los acondicione para un aprovechamiento posterior.

l) Otros tratamientos intermedios y avanzados

Son procesos que permiten dar un aprovechamiento a los residuos sólidos, principalmente para producir diferentes tipos de energéticos e insumos comerciales.

1.2.2 SISTEMAS DE TRANSFERENCIA

El propósito de los sistemas de transferencia es recibir los residuos sólidos de vehículos recolectores para transferirlos a un vehículo de mayor capacidad y así ser transportados la planta de tratamiento o al sitio de disposición final, estos grandes vehículos suelen ser camiones, vagones de ferrocarril o barcos.

En la actualidad el sistema de transferencia para residuos sólidos municipales se está volviendo una instalación necesaria en las grandes ciudades, debido al continuo alejamiento de los sitios de tratamiento y de disposición final.

Los trailers de transferencia generalmente transportan una carga útil aproximada de 20-25 toneladas de residuos, y reciben un promedio de cinco a seis vehículos recolectores.

Las principales ventajas que presenta un sistema de transferencia se describen a continuación:

- Disminución de los costos globales de transporte y de horas improductivas de mano de obra empleada en la recolección.
- Reducción del tiempo improductivo de los vehículos de recolección en su recorrido al sitio de disposición final.
- Aumento de la vida útil y disminución en los costos de mantenimiento de los vehículos recolectores.

- Incremento en la eficiencia del servicio de recolección, por medio de una cobertura más homogénea y balanceada en las rutas de recolección.
- Mayor regularidad en el servicio de recolección, debido a la disminución de desperfectos de ejes, muelles, suspensiones y llantas que sufrían al transitar hasta el sitio de disposición final.
- Reducción en la contaminación ambiental.
- Se reducen las afectaciones a la salud pública.

1.3 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA DE UNA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA

"Para la evaluación técnico-económica de una estación de transferencia, es necesario determinar los siguientes costos"[5]*:*

- Costo de operación del equipo de recolección que incluye los cargos fijos de consumo y de personal.
- Costo de operación del equipo de recolección
- Costo de operación del equipo de transporte y transferencia, que considere los cargos fijos, de consumo y de personal.
- Costo de operación del equipo de transferencia
- Costos fijos de la estación de transferencia, que sólo tomen en cuenta los costos de inversión de la instalación.
- Costo de inversión de la estación de transferencia
- Costos variables de la estación de transferencia, que incluyen exclusivamente al personal que la opera.
- Costo de operación de la estación de transferencia
- El tiempo no-productivo de los vehículos de recolección se reduce, ya que estos vehículos no transitan de ida y vuelta al sitio de disposición final.
- Cualquier reducción en el kilometraje recorrido por los vehículos de recolección, origina un ahorro en los costos de operación.
- El costo de mantenimiento que se aplique a los vehículos de recolección, puede reducirse cuando estos vehículos no transiten más al sitio de disposición final, ya

[5] (Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)

que muchos de los daños a suspensiones, ejes y llantas ocurren en los sitios de disposición final.

- El periodo de vida útil de los vehículos se incrementa, puesto que la flotilla de recolección estará transitando por calles y caminos, generalmente en buenas condiciones, realizando un trabajo más ligero al no transitar con carga hasta el sitio de disposición final.

1.4 TIPOS DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA[6]

Las estaciones de transferencia han ido surgiendo a nivel mundial debido a la problemática de la recolección de basura y a partir del análisis costo-beneficio ya que se observó que los costos de recolección se elevaban y los tiempos que se hacían hacia el sitio de disposición final era muy grandes y no se cubrían las necesidades de recolección a la población. Entonces, se pensó en las Estaciones de Transferencia para que los vehículos recolectores se concentraran y depositaran los residuos en otros vehículos de mayor capacidad y estos son los que irían al sitio de disposición final.

Han surgido diferentes maneras de vertir los residuos a las transferencias, las cuales también han ido mejorando por las necesidades y experiencias obtenidas en los diferentes países del mundo.

A continuación se enuncian tres tipos de los más prácticos y comunes.

- Estaciones de descarga directa
- Estaciones de descarga indirecta
- Estaciones combinadas (carga directa y carga indirecta)

De estas tres opciones escogemos la estación de transferencia combinada debido a que es la más apropiada para nuestro medio.

1.5 INFRAESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE TRANSFERENCIA

Uno de los principales problemas que enfrentan cotidianamente las grandes ciudades es la prestación de los servicios públicos. Ante esta situación y debido a la necesidad de fortalecer y hacer eficientes los servicios para el control de los residuos sólidos, es imprescindible contar con la infraestructura idónea que posibilite en el corto plazo, el

[6] (Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)

mejoramiento y la uniformidad de tales servicios en todas las grandes ciudades. Parte fundamental de dicha infraestructura, son las estaciones de transferencia. Las cuales deben ser diseñadas y construidas tomando en cuenta criterios ecológicos para el control de ruido, polvos, y partículas suspendidas, entre otros.

Por ello las nuevas estaciones a crearse y las ya existentes deben ser cerradas, con paredes acústicas y sistemas hidroneumáticos para el lavado y riego, así como equipos de control de calidad ambiental interior.

Este nuevo concepto involucra elementos constructivos tales como carril de desaceleración, carril de encolamiento, muros acústicos, sistema de aspersores, extractores de aire con filtros especiales, talleres, oficinas, con estos componentes es posible garantizar una eficiente operación de estas estaciones.

CAPITULO II

DIAGNÓSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Por cuanto el objetivo principal de este proyecto es el disminuir los costos de transporte de los desechos, la atención se debe centrar en ubicar la estación de transferencia en el lugar geográfico preciso para evitar también que los tractocamiones se vean en la necesidad de atravesar la ciudad.

"Con el fin de llevar a cabo un análisis geográfico preciso, es conveniente contar con toda la información general del Municipio, o Localidad, en la cual se prevea la necesidad de ubicar la estación de transferencia, para esto debe tomar en cuenta las condiciones físicas y naturales del sitio para poder calcular el área del mismo.

Es necesario también conocer el plan de ordenamiento territorial y Consolidación del complejo Urbano, en el que se establece las directrices para el uso responsable de territorio y de esta manera prever zonas para la futura ubicación de infraestructura relacionada con les residuos sólidos." [7]

Es conveniente contar con información de criterios de ubicación de posibles lugares como:

- Distancia prudencial a viviendas
- La densidad de la población
- La generación de residuos sólidos
- Las pendientes del terreno
- Las condiciones ambientales
- Vías de acceso
- Área suficiente para futuras ampliaciones
- Disponibilidad de servicios básicos

Como información complementaria se contará con los principales datos climáticos:

- Climas predominantes
- Temperatura promedio

[7] (Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)

- Temperatura máxima absoluta
- Temperatura mínima absoluta
- Precipitación pluvial
- Humedad relativa

2.2 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

Se deberán determinar las condiciones sociales y económicas del municipio:

- Actividades económicas principales del municipio.
- Industrias, comercio y actividades agrícolas que puedan aprovechar los residuos sólidos generados.
- Identificación de áreas degradadas como canteras, etc. Susceptibles para ser acondicionadas con abonos orgánicos obtenidos de la transformación de residuos sólidos orgánicos.
- Ingreso per cápita de la población.
- Estratificación Socioeconómica del municipio.
- Capacidad y disponibilidad de pago de los usuarios.
- Identificación de las organizaciones de gestores de residuos sólidos, descripción de sus actividades y número de recicladores.
- Identificación de comités de desarrollo y control social.
- Número de recicladores con empleo formal.

"Para lograr lo anterior, es necesario realizar proyecciones de población, las cuales son herramientas imprescindibles en la planificación de cualquier obra. El disponer de estimaciones futuras del volumen y distribución espacial de la población, permite orientar esfuerzos y recursos hacia lugares bien localizados para satisfacer las necesidades de los servicios y prever que durante su vida útil cuenten con la funcionalidad necesaria. Estas son las causas de una confiable y amplia información demográfica de la zona en estudio." [8]

[8] (Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)

2.3 INDICADORES DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

La gran generación de residuos sólidos y la complejidad de los materiales que componen estos residuos, demandan una mayor cobertura del sistema, así como nuevas alternativas de tratamiento, nuevos equipos y tecnología, con la finalidad de establecer sistemas de manejo, control y aprovechamiento que resguarden el nivel de vida de la población. Para lograr esto, es necesario conocer las características cualitativas y cuantitativas intrínsecas de los residuos sólidos.

En vista de la imperiosa necesidad sanitaria de las municipalidades quienes asumen la prestación de los servicios de limpieza urbana, estableciendo dentro de su estructura orgánica, unidades responsables de la provisión de este servicio, en el manejo adecuado de los residuos sólidos y su disposición final, se ha considerado indispensable la búsqueda de obras de ingeniería alternativas para manejar adecuadamente estos residuos sólidos.

Para ello proponemos esta **METODOLOGIA PARA EL DISEÑO DE UNA ESTACION DE TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ÁREAS URBANAS, c**ondicionada al tamaño poblacional de las municipalidades y prioritariamente a la distribución entre el área urbana y rural.

La metodología utilizada se basa en trabajo realizado por el "Instituto nacional de Ecología de México."[9] De las estaciones de transferencia de residuos sólidos de áreas urbanas. Introduciendo las variables y modificaciones que se ajusten a la realidad de Ecuador. (Cuadro2.1).

CUADRO Nº 2.1

AGRUPACIÓN DE MUNICIPIOS POR TAMAÑO DE LA POBLACIÓN EN EL ÁREA URBANA EN EL ECUADOR

CATEGORÍAS	MUNICIPIOS	%	POBLACIÓN	%
Menos de 10.000 habitantes	141	63,72	512.956	6.69
Entre 10.000 y menos de 30.000	45	20,93	777.238	10,13
Entre 30.000 y menos de 80.000	18	8,37	719.603	9,38
Entre 80.000 y menos de 300.000	13	6,05	2.109.473	27,50
Más de 1.000.000 de habitantes	2	0,93	3.552.727	46,31
TOTALES	**219**	**100**	**7.671.896**	**100**

Fuente: Proyecciones INEC, 1978.

[9] (Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)

De acuerdo a los datos del cuadro anterior el 84,65% de los municipios del país tienen poblaciones menores a 30.000 habitantes. Para este grupo de municipios va dirigido esta guía, que permita poner en práctica esta posibilidad de tener dicha estación de transferencia, la cual incrementa la eficiencia global de los servicios de manejo de los residuos sólidos municipales, y mejora la calidad ambiental del área geográfica de influencia.

"La actividad económica de cada región encuentra su equivalente en la forma de usar el espacio urbano y su posterior apropiación, en la mejor significado del término. Es decir, existe una clara relación entre la economía de la ciudad y la forma y función que ésta adquiere. Los polos económicos, las zonas de residencia, los flujos y desplazamientos, los sistemas de comunicación, etc., están estrechamente vinculados entre sí, para reproducir un modelo de desarrollo que pone a prueba la eficiencia de la ciudad".[10]

2.3.1 CLASIFICACIÓN DE FUENTES GENERADORAS

"Las fuentes generadoras se clasifican en función de las actividades particulares que en ellas se desarrollan, las cuales dan origen a residuos sólidos que presentan cierta semejanza en cuanto a sus características intrínsecas, lo cual permite contar con indicadores que orienten a las diversas alternativas para su manejo, control y aprovechamiento".[11]

Los desechos sólidos se pueden clasificar en función de varios criterios:

DE ACUERDO CON LA FUENTE PRODUCTORA:

- RESIDENCIALES O DOMÉSTICOS.- son los generados en las actividades de la vivienda, normalmente tienen alto contenido de materia orgánica.
- COMERCIALES.- son los generados en establecimientos comerciales tales como almacenes y depósitos, generalmente presentan altos contenidos de papel y cartón.
- PLAZAS Y MERCADOS.- son los generados en plazas y mercados, por su alto volumen concentrado en pocos lugares y su alto contenido de materia orgánica, normalmente de tipo vegetal.

[10] (Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)
[11] (Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)

- INSTITUCIONAL.- son los generados en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, terminales aéreos, terrestres, fluviales o marítimos, normalmente tienen altos contenidos de materia orgánica papel y cartón.
- INDUSTRIAL.-son los generados por la construcción, fabricación ligera y pesada, refinerías, plantas químicas, centrales térmicas, demolición, etc.
- ESPECIALES.- son los producidos en espectáculos o lugares especiales como ferias, presentaciones deportivas, generalmente tiene alto contenido de papel y cartón.
- BARRIDO DE CALLES.- son el producto del aseo de las calles y avenidas, presentan alto contenido de material inerte y papel.
- LUGARES PUBLICOS.- Limpieza de calles, limpieza de cuencas, parques y playas, otras zonas de recreo.

DE ACUERDO A SU COMPOSICIÓN PUEDEN SER:

- PATÓGENOS.- son los que por sus características y composición pueden ser reservorio ó vehículo de infección; generalmente son producidas en los hospitales, clínicas, laboratorios entre otros.
- TÓXICOS.- son aquellos, que por sus características físicas o químicas, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición, pueden causar daño y aún muerte a los seres vivos y contaminación ambiental.
- COMBUSTIBLES.-Son aquellos que arden en presencia del oxigeno por acción de una chispa o de cualquier otra fuente de ignición.
- INFLAMABLES.- Son los que pueden arder espontáneamente en condiciones normales.
- EXPLOSIVOS.-Son los que generan grandes presiones en su descomposición instantánea.
- RADIOACTIVOS.- Son los que emiten radiaciones nucleares (electromagnéticas ó corpusculares) en niveles superiores a las radiaciones naturales de fondo.
- VOLATILIZABLES.- Son los que por su presión de vapor, a temperatura ambiente, se evaporan ó volatilizan.
- AGRICOLA.- Los residuos y rechazos que se obtienen de diversas actividades agrícolas tales como plantar y cosechar cultivos en hilera, de campo, de árbol y de

vid; la producción de leche; la crianza de animales para matadero; y la operación de ganadería intensiva.

DE ACUERDO AL TIPO DE MANEJO:

- RESIDUOS PELIGROS.- Son residuos o combinaciones de residuos que plantean un peligro sustancial, actual o potencial a los seres humanos u otros organismos vivos porque: tales residuos son no degradables o persistentes en la naturaleza, pueden acumularse biológicamente, pueden ser letales o pueden de otra forma causar o tender a causar efectos perjudiciales acumulativos.
- RESIDUO INERTE.- Residuo estable en el tiempo, el cual no producirá efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente.
- RESIDUO NO PELIGROSO.- Ninguno de los anteriores

La cantidad producida en cada una de estas clasificaciones variará de acuerdo con el tipo de población, por lo general, la mayor cantidad de residuos es de tipo residencial.

2.3.2 LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS PARA LOS ESTUDIOS DE GENERACIÓN

El primer problema que se presenta en cuanto a residuos sólidos, es conocer la cantidad y el tipo que se produce en una ciudad; el conocimiento de esta información permite establecer cuáles deben ser los equipos de recolección, el personal, las rutas, la frecuencia de recolección, el establecimiento de tarifas y la disposición final.

Además, es necesario conocer en detalle las características de la producción para estudiar la posibilidad de manejarla, básicamente disminuyendo su cantidad y controlando su calidad. Si la cantidad de residuos sólidos producida se minimiza, todo el proceso se simplifica, de tal manera, que un kilogramo menos producido es un kilogramo menos almacenado.

En los residuos sólidos de tipo residencial, debido a su gran magnitud es preciso definir la cantidad, para efectos del manejo y administración de los residuos sólidos. Por lo tanto, es importante relacionar la cantidad de residuos producida, de aquí surge el concepto de producción por habitante, o por vivienda, o por manzana.

Estudios del INEC demuestran que es más aconsejable tomar como unidad de muestreo kilogramos/habitante/día. Esta afirmación puede comprobarse consultando los informes

demográficos suministrados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) del año 1999.

Como se puede apreciar en el siguiente cuadro (Producción per cápita de residuos sólidos en algunas ciudades del país año 1999) la Producción per cápita determinada es de 0,43 kg/hab/día.

CUADRO Nº 2.2

INFORMACIÓN DE GENERACIÓN PER CÁPITA (Producción per cápita) DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS DEL ECUADOR (AÑO 1999) DE ACUERDO AL SIGUIENTE CUADRO.

CIUDAD	POBLACIÓN (HABITANTES)AÑO 1999	GENERACIÓN (KG/HAB/DÍA)
Guayaquil	2´600.000	0,75
Quito	1´600.000	0,75
Cuenca	400.000	0,75
Sto. Domingo de los	340.000	0,65
Col.	236.900	0,55
Durán	220.000	0,63
Machala	175.000	0,65
Portoviejo	170.000	0,65
Manta	160.000	0,60
Ambato	128.901	0,40
Esmeraldas	124.000	0,64
Riobamba	118.000	0,60
Loja	128.000	0,63
Milagro	145.000	0,52
Quevedo	98.000	0,60
Ibarra	68.000	0,65
La Libertad	62.900	0,65
Babahoyo	54.000	0,50
Chone	50.000	0,50
Sucre	49.150	0,55
Latacunga	45.400	0,55
Tulcán	44.589	0,63
Pasaje	44.000	0,55
Sangolquí	43.000	0,55
Calderón	40.900	0,60
Santa Rosa	35.409	0,40
El Empalme	34.900	0,60
Huaquillas	33.000	0,60
Daule	32.000	0,70
Nueva Loja		

Fuentes: Censo Nacional año 1999. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

Una vez terminadas las actividades de campo, los resultados recabados son procesados estadísticamente, obteniéndose los indicadores cuantitativos y cualitativos.

Para propósitos de diseño, interesa conocer la producción de residuos sólidos en tiempos definidos a 20 años; esto se puede lograr mediante la utilización de la Producción per cápita (0,43 kg/hab/día) y el índice o proyección de población suministrado por el INEC (3.5% anual).

Al calcular la producción futura no debe olvidarse que la Producción per cápita tiende a crecer con el tiempo a medida que crece la población, como se demuestra en el siguiente cuadro:

CUADRO Nº 2.3

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN SERVIDA CON RELACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS A 20 AÑOS

Nº	AÑO	POBLACIÓN TOTAL(HAB)	ÍNDICE DE CRECIMIENTO 3.5% ANUAL	PROYECCIÓN POBLACIONAL (HAB)
	2007	15.000	3.5	525,00
1	2008	15.525	3.5	543,38
2	2009	16.068,38	3.5	562,39
3	2010	16.630,77	3.5	582,08
4	2011	17.212,85	3.5	602,45
5	2012	17.815,30	3.5	623,54
6	2013	18.438,84	3.5	645,36
7	2014	19.084,20	3.5	669,94
8	2015	19.752,15	3.5	691,33
9	2016	20.443,48	3.5	715,52
10	2017	21.121,51	3.5	740,57
11	2018	21.862,08	3.5	765,17
12	2019	22.627,25	3.5	791,95
13	2020	23.419,20	3.5	819,67
14	2021	24.238,87	3.5	848,36
15	2022	25.087,23	3.5	878,05
16	2023	25.965,28	3.5	908,78
17	2024	26.874,06	3.5	940,59
18	2025	27.814,65	3.5	973,51
19	2026	28.788,16	3.5	1007,59
20	2027	29.796		

Fuente: Proyecciones INEC 1999.

2.3.3 CUANTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Esta investigación provee de los siguientes datos:

- Volúmenes de generación de residuos sólidos en la localidad.
- Peso volumétrico promedio de los residuos sólidos generados.

Estos son los puntos de partida para analizar las cifras y parámetros indicativos tanto de la cantidad de residuos generados, como de las características de los mismos, así como de las principales actividades en la localidad.

A partir de los indicadores unitarios obtenidos se realiza la estimación de la generación global de la zona de estudio, la cual considera las diversas fuentes generadoras que se ubiquen en esta área, así como la producida por los habitantes con lo que se obtendrá la generación global que tendrá que obtenerse por barrios, definidos de acuerdo a cuadrantes.

Ahora bien, si no es posible realizar estudios de generación, se pueden realizar estimaciones pesando los vehículos recolectores durante un periodo aproximado de una semana.

De acuerdo con las expectativas de crecimiento poblacional, puede estimarse la generación que se tendrá para los años subsecuentes.

Las cifras manejadas respecto a la generación diaria, representa cantidades promedio que ocurren prácticamente todo el año, pero además existen períodos en los que dichas cifras observan ciertas variaciones, siendo estos principalmente fiestas nacionales y de fin de año regularmente.

La determinación de indicadores volumétricos, es de suma importancia para la definición y diseño de contenedores y áreas de almacenamiento para las diversas fuentes generadoras y para coadyuvar en el correcto manejo de los residuos sólidos, ya que contar con un adecuado almacenamiento evita los malos olores y la proliferación de fauna nociva, que pueden ocasionar daños al ambiente y a la salud.

"Estos datos finales llegan a variar en rangos de aproximadamente ±15%, dependiendo de la época del año, ya que influye directamente en ellos las condiciones climatológicas, especialmente la humedad ambiente".[12]

[12] (Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)

2.4 ESTRUCTURA VIAL

"Los cada vez más frecuentes problemas de circulación que se presentan en las ciudades, obligan a realizar un análisis detallado sobre la infraestructura vial con la que se cuente en la zona de estudio, el considerar este factor es de suma importancia debido a que por estas vialidades circularán los vehículos recolectores y de transferencia.

Existen una serie de restricciones para la circulación de acuerdo al tipo de vialidad, estas pueden ser por el tipo de vehículo o en horarios determinados.

Las vías públicas se clasifican en red vial primaria y en red vial secundaria, a continuación se presenta su sub-clasificación:" [13]

Para el transporte de los residuos sólidos es necesaria la determinación de las rutas y las cuadrillas de recolección, la optimización de estos componentes ayuda a economizar los recursos. Esto también depende de la estructura vial de la ciudad para poder realizar los de la mejor manera el trabajo de recolección.

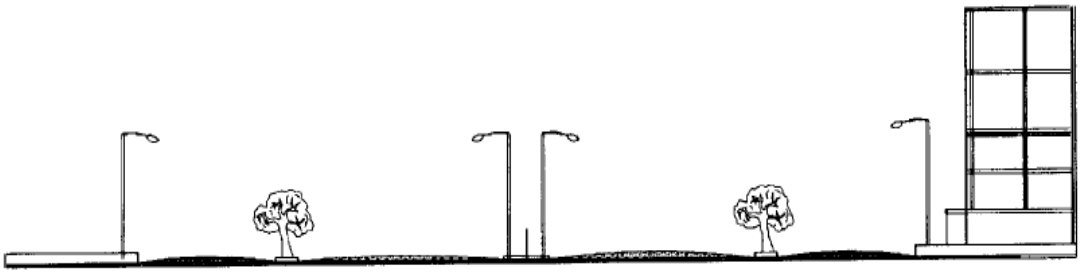
2.4.1 RED VIAL PRIMARIA

Estas vías son las consideradas rápidas de acceso controlado las cuales debido al alto flujo vehicular tienen restricciones de horario sobre todo para el transporte pesado en especial el tipo de vehículos para las estaciones de transferencia que son tracto camiones de 15 m^3. Para lo cual la reglamentación de transito permite la utilización de estas vías en horarios nocturnos, tomando en cuenta que las características técnicas de la vía admitan el tamaño y peso de estos vehículos. (Figura 2.1).

[13] (Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)

FIGURA 2.1

Sección transversal de vía de acceso controlado



2.4.1.1 AVENIDAS PRINCIPALES.

La ocupación de estas vías con los tracto camiones de la estación de transferencia de residuos sólidos es imposible por las dimensiones de los mismos y el peso, ya que el tráfico en las mismas es alto y se tiene señalización y semaforización en las intersecciones por el tránsito ortogonal de las mismas y por la existencia de un parterre en la mitad de la vía en algunas ocasiones, estas vías son utilizadas por los camiones de recolección pero de igual manera en horarios determinados por la reglamentación de tránsito. (Figura 2.2 y 2.3)

FIGURA 2.2

Sección transversal de vía de avenida principal

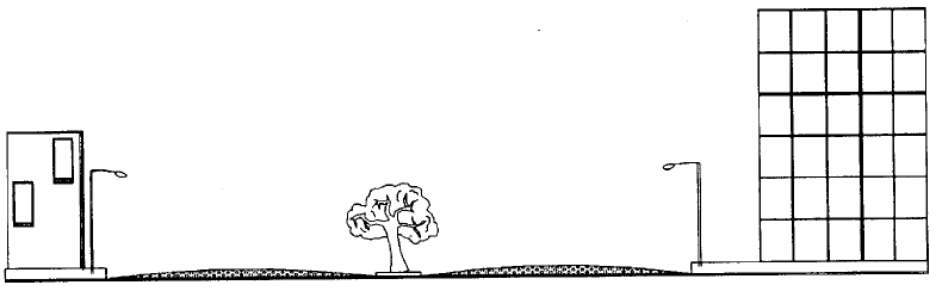
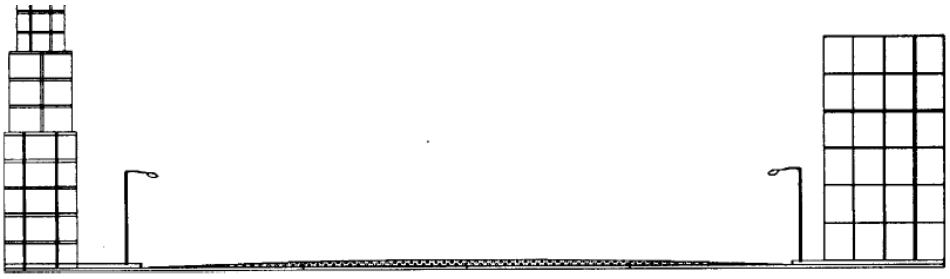


FIGURA 2.3

Sección transversal de eje vial

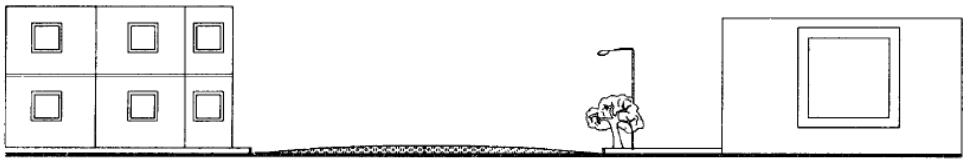


2.4.2 RED VIAL SECUNDARIA

Estas son las calles principales que desembocan en las avenidas rápidas de la red vial primaria, en estas vías pueden circular los camiones recolectores en horarios mas flexibles que en la red vial primaria debido a el bajo tráfico de las mismas. (Figura 2.4)

FIGURA 2.4

Sección transversal de calle principal

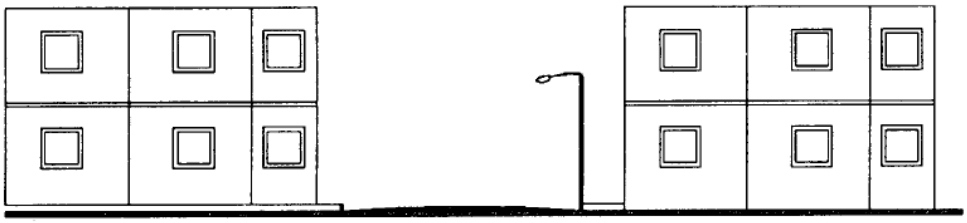


2.4.2.1 CALLE LOCAL

En estas vías se debe analizar la geometría de las mismas para poder determinar las rutas y horarios de las mismas, ya que son vías de alta densidad de habitantes y de comercio por lo cual se pude restringir el acceso de vehículos pesados en ciertos horarios. (Figura 2.5).

FIGURA 2.5

Sección transversal de calle local



2.5 INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN

Con toda la información obtenida de los parámetros anteriores se determina el análisis de los indicadores de la generación de residuos sólidos tanto en volumen como en tipo de desecho que en mayor cantidad se produce, los diferentes patrones de conducta que tiene la población en estudio y con la cual se puede determinar la necesidad de contar con una o varias estaciones de transferencia.

CAPITULO III

METODOLOGÍA PARA EL EMPLAZAMIENTO DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

3.1 CRITERIOS PARA DEFINIR LA REGIÓN FACTIBLE DONDE UBICAR UNA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA GEOGRÁFICA

El objetivo de la estación de transferencia de residuos sólidos es el recibir los desechos de una cuidad, transportarlos por recolectores de diferente tipo con capacidades variables relativamente pequeñas (hasta el orden de 6 u 8 toneladas) y transferirlos a trailers, llamados comúnmente "bañeras" que son transportes de alta capacidad 20 a 25 toneladas, los cuales conducen los desechos al relleno sanitario o disposición final.

Las estaciones de transferencia son instalaciones necesarias en las grandes ciudades, debido al continuo incremento de la generación de residuos y al alejamiento de los sitios de tratamiento y de disposición final.

Las operaciones de transferencia y transporte llegan a ser necesarias cuando las distancias de transporte hasta la disposición final se incrementan tanto que el transporte directo ya no es económicamente factible.

También llegan a ser necesarias cuando las zonas de evacuación están situadas en lugares alejados, donde no se puede llegar directamente por carretera.

Para comprender la función de una estación de transferencia de residuos sólidos se puede interpretar la (figura 3.1), donde se observa la recolección de las diferentes zonas de recolección hacia las estaciones de transferencia de residuos sólidos, para luego ser llevados al sitio de disposición final.

El criterio antes mencionado se aplica también para el propósito de la tesis el cual pretende aportar a la gestión de Municipios medianos y aún grandes del país, que podrían verse en algún momento avocados a mejorar su gestión de residuos mediante la incorporación de estaciones de transferencia respecto a cuyo emplazamiento se deben desarrollar criterios básicos.

El método para el emplazamiento de una estación de transferencia de residuos sólidos que se va a discutir en esta tesis es el de "**Estaciones de transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas",** del autor "Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996" que

ubica el centro de gravedad de la estación de transferencia primero con un criterio geográfico y con factores de ajuste del centro de este centro de gravedad como son las variable poblacional, variable de generación de residuos, variable por vialidad, variable por pendiente de territorio. Estas variables incluyen la determinación de del sector más favorable para el emplazamiento de la estación de transferencia de residuos sólidos.

Este método sería aplicable a la gestión de Municipios medianos y aún grandes del país para poder determinar mediante las variables antes explicadas los sitios mas adecuados para el emplazamiento de las estaciones de transferencia de los residuos sólidos, modificándolo de acuerdo a los requerimientos de nuestros municipios y nuestra realidad como son:

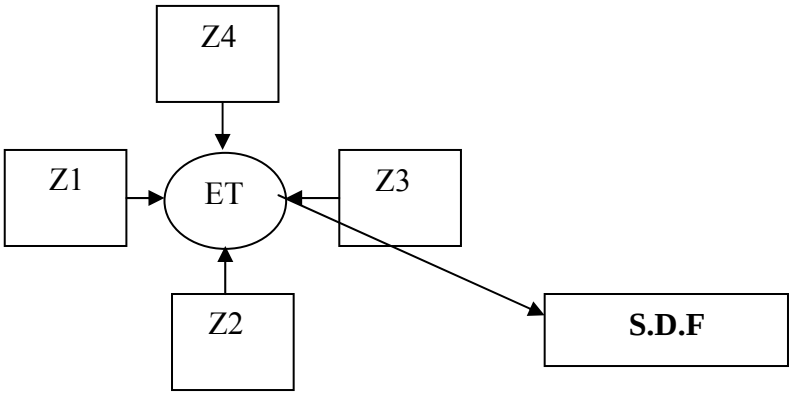
- En el caso de las ciudades del Ecuador, la estación de transferencia depende de la ubicación del relleno sanitario. La construcción de la estación de transferencia de residuos sólidos no es un problema de densidad poblacional sino más bien es un problema de costos de transporte. Por ejemplo en la ciudad de Quito se usan vehículos de baja capacidad (generalmente menos de 20 m^3) con compactadoras de basura, los cuales con el uso bajan la capacidad de carga a 17 m^3 en promedio, esto sin duda aumenta el gasto en transporte de los residuos sólidos.
- El vertido ilegal debido a distancias excesivas de transporte.
- La estación de transferencia debe estar tan cerca como sea posible del centro de gravedad de las zonas individuales de producción de residuos sólidos. En el caso de la ciudad de Quito este aspecto es funcional, debido que la geografía de la misma es tan irregular y alargada que es necesario dividir por zonas individuales de producción a la ciudad para poder realizar emplazamientos de estaciones de transferencia de residuos sólidos.
- Fácil acceso a carreteras arteriales importantes, en el caso de ciudades medianas y grandes así como cerca de medios de transportes secundarios o suplementarios en el caso de ciudades pequeñas.
- Áreas con una mínima objeción ambiental a las operaciones de transferencia de residuos sólidos, esto es básico no solo en una estación de transferencia de residuos sólidos sino en todo tipo de proyecto de construcción, especialmente los proyectos que tiene que ver con residuos sólidos, ya que la Constitución Política que es superior a toda otra manifestación de la autoridad, debe ser obedecida por todos los poderes del Estado, esto implica que toda norma jurídica deberá tener su base en la

Constitución para ser creada y no contravenida: cualquier norma legal que la contravenga es inaplicable.

- Donde la construcción y almacenamiento sean lo mas económicos posible. Esto es imprescindible para todo proyecto cuya construcción sea factible, pero sobre todo en nuestro país donde los recursos económicos son tan escasos para las obras de salud Pública y protección del ambiental.

FIGURA 3.1

Descripción de la función de una estación de transferencia.



Z: ZONA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
ET: ESTACION DE TRANSFERENCIA
SDF: SITIO DE DISPOCIÓN FINAL

En las ciudades la basura lleva siendo un problema casi desde los orígenes, debido a la alta densidad de población y al hecho de lanzar la basura a las calles. Esto ha producido la proliferación de insectos, roedores y microorganismos patógenos, trayendo como consecuencia enfermedades catastróficas para el hombre. Un mal sistema de gestión de las basuras producirá un deterioro y depreciación del entorno debido a la contaminación del aire, agua y suelo.

En condiciones ideales, las estaciones de transferencia de residuos sólidos deberían localizarse de forma que minimicen los costos de transporte. Sin embargo considerando las alteraciones que el centro de gravedad geográfico pueda sufrir, por restricciones obligadas del sistema, como lo es la ubicación de los sitios de encierro de los equipos de recolección; o bien, las desviaciones o desplazamientos que pudiera sufrir al agregar a las variables geográficas, otro tipo de variables, como la densidad de población, la generación de los residuos sólidos, las pendientes promedio del terreno, el diseño

urbana de la localidad, la cercanía con áreas forestales, o cualquier otra que pueda ser de consideración según sean las características de la localidad que se trate.

El centro de gravedad geográfico, queda definido por las siguientes expresiones:

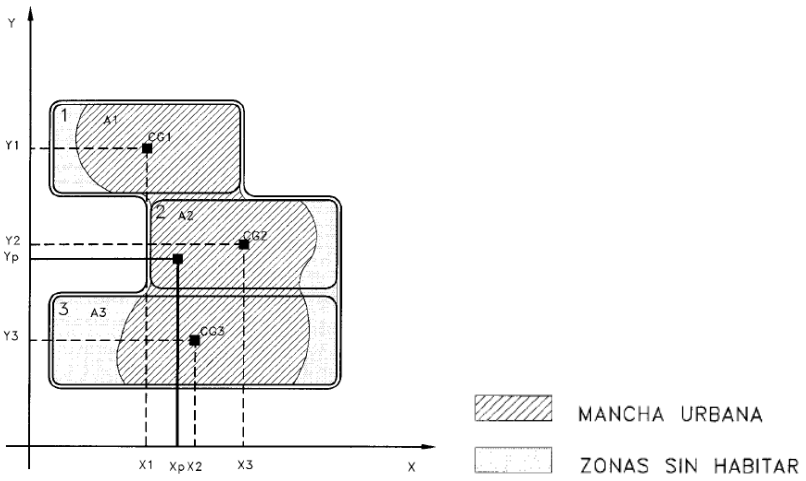
$$Xp = \Sigma_{i=1}^{n} (Ai\ xi) / \Sigma_{i=1}^{n} (Ai) \quad \text{.....(1)}$$

$$Yp = \Sigma_{i=1}^{n} (Ai\ yi) / \Sigma_{i=1}^{n} (Ai) \quad \text{.....(2)}$$

Con estas expresiones se puede determinar el centroide de cada zona de producción de basura de la ciudad en estudio y con esto calcular el momento de transporte de cada zona de producción de basura. Esto es la distancia desde el centro de gravedad hasta el eje cartesiano por la superficie que ocupa la mancha urbana en cada una de dichas zonas. Todos los momentos obtenidos de cada sector dividido para el área total de la mancha urbana da como resultado el centro de gravedad de toda la región considerada. Esto se puede observar el la (figura 3.2).

FIGURA 3.2

Definición del centro de gravedad geográfico.



Fuente:(Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)

De la figura 3.2 se obtienen los siguientes resultados:

Xp, Yp: Coordenadas del centro de gravedad geográfico de la zona de producción.

n: No. de polígonos que componen la región por atender.

Ai: Superficie que ocupa la mancha urbana en el polígono "i".

Xi: Distancia del centro de gravedad del polígono "i", al eje cartesiano "Y".

Yi: Distancia del centro de gravedad del polígono "i", al eje cartesiano "X".

Existen otros factores de ajuste del centro de gravedad geográfico que se incluye en la determinación de del sector más favorable para el emplazamiento de la estación de transferencia de residuos sólidos, estos son:

Variable poblacional.- En esta variable el factor esta definido por F= d, donde **d** es la densidad poblacional expresada en hab/ha

Variable de generación de residuos.- En esta variable el factor esta definido por F = d*g, donde **g** es la generación pèrcapital de residuos sólidos expresada en kg/hab/día

Variable por vialidad.- En esta variable el factor esta definido por F = d*g*n donde **n** es la calificación por vialidad, ya sea por su importancia, por el número de carriles y por transito en horas pico.

Variable por pendiente del territorio.- En esta variable el factor esta definido por F = d*g*p donde **p** es la pendiente del territorio en % dividida entre 10.

Para la determinación del centro de gravedad, con los factores o variables fuera de las geométricas explicadas anteriormente se tienen las siguientes expresiones.

$$Xp = \sum_{i=1}^{n} (Ai\ fj\ xi) \Big/ \sum_{i=1}^{n} (Ai\ fj) \quad \text{..... (3)}$$

$$Yp = \sum_{i=1}^{n} (Ai\ fj\ yi) \Big/ \sum_{i=1}^{n} (Ai\ fj) \quad \text{..... (4)}$$

Donde:

j = 1, 2,....., m-1, m

fj: Factor de ajuste.

m: No. de variables consideradas en el análisis.

Al incluir este tipo de variables a la ubicación del centro de gravedad de la estación de transferencia de residuos sólidos se logra con mayor exactitud al momento de determinar el mismo, debido que se forma un polígono con cada centroide de cada variable.

Y al determinar el centroide de este último polígono obtenemos el centro de gravedad definitivo.

3.2 CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA SITIOS PROBABLES

Por cuanto el objetivo principal de este proyecto es el disminuir los costos de transporte de los desechos sólidos, nuestra atención se centra en ubicar lugares donde se evite que los tractocamiones se vean en la necesidad de atravesar las ciudades, tomando en cuenta los análisis de tipo económico para el transporte de los residuos sólidos hasta los lugares factibles para la estación de transferencia desde los puntos de generación de los residuos sólidos.

Esto se establece mediante la siguiente expresión:

$$\text{MIN: } Zl = \sum_{k=1}^{m} P(k)\, D(k, l)\, C(k) \quad \text{..... (5)}$$

Donde:

Zl: Costo de transportación de los residuos sólidos desde los sectores de generación "k", asta el sitio "l", propuesto para ubicar la "Estación de transferencia de residuos sólidos".

Ck: Costo unitario de la tonelada de residuos sólidos recolectada en el sector "k".

P (k): Tonelaje de basura generada en el sector "k".

D (k,l): Distancia promedio entre el centro de gravedad del sector

Este análisis permite encontrar el sitio adecuado para el emplazamiento de la estación de transferencia en cuestión de productividad, pero también se debe tomar en cuenta mas criterios como son aspectos de tipo social, político, ambiental, salud pública, discernimiento ciudadano, que son importantes de considerar.

Esta metodología busca tener las menores implicaciones ambientales del sitio elegido para la instalación de la estación de transferencia, así como sus alrededores, y también

que el funcionamiento y operación de la misma no tenga implicaciones ambiéntales negativas.

En esta metodología se usan como variables LOS ELEMENTOS DEL ENTORNO URBANO, fundamentalmente los siguientes:

Aspectos ambientales.

- AMBIENTE: Todo los que nos rodea es decir el entorno vital tal como el aire, agua, suelo, zonas arboladas, protegidas, etc.
- SALUD: Principalmente de los sectores menos atendidos y más vulnerables que son donde se asientan las estaciones de transferencia así como los botaderos.
- BIENESTAR: De los bienes y el vivir de las poblaciones.
- INFRAESTRUCTURA URBANA: Estructura vial, áreas de recreación, lugares de servicio.

De cada uno de estos aspectos tenemos además los riesgos que se generan por la operación de una estación de transferencia de residuos sólidos y a estos los denomina impactantes potenciales de la instalación.

AMBIENTE.- Los componentes mas afectados del medio ambiente por la emisión de agentes contaminantes físicos, químicos y biológicos son el aire y el suelo.

SALUD.- Debido a la alta concentración por encima de los niveles permitidos en la generación de polvos, microorganismos y otros agentes físicos, químicos y biológicos, que se esparcen en el medio ambiente y por ende van directamente al ser humano y a sus animales domésticos.

BIENESTAR.- Este aspecto se ve afectado principalmente por el ruido, los malos olores y el polvo generado por el aumento del tránsito vehicular, y la dispersión de residuos sólidos en el ambiente.

Además de lo antes mencionado, también se ve afectada la estética del lugar donde se realiza el emplazamiento de la estación de transferencia de residuos sólidos

INFRAESTRUCTURA.- más afectada en la instalación de una estación de transferencia de residuos sólidos es la estructura vial, lo cual genera un incremento de accidentes.

Para evitar las acciones negativas de los riesgos mencionados anteriormente, se deben seguir las siguientes observaciones antes de determinar el sito de ubicación de la estación de transferencia de residuos sólidos:

- Tener en cuenta la distancia de amortiguamiento a zonas habitadas
- La dirección e incidencia de vientos hacia las zonas habitadas.

- Determinar la pendiente de acceso al sitio de ubicación de la estación de transferencia de residuos sólidos.
- Los diferentes accesos viales al sitio.
- La superficie disponible para el emplazamiento.

3.3 EJEMPLO PRÁCTICO PARA EL EMPLAZAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA

Definición de la región factible

El centro de gravedad de las zonas de recolección de los residuos sólidos es el referente geográfico y punto de partida para la ubicación de una estación de transferencia esto lo realizamos utilizando las ecuaciones (1) y (2).

Para la determinación del centro de gravedad de la estación de transferencia de residuos sólidos tomamos el ejemplo del emplazamiento del centro de gravedad del autor "Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996" Esto se realiza mediante el método de momentos en el cual interviene las siguientes variables.

- Población * Vialidades * Generación * Pendientes

Para la determinación de los centros de gravedad de estas variables utilizamos los ecuaciones (3) y (4), para cada una de ellas.

El método de momentos consiste en definir la zona de estudio, dividiéndola en figuras geométricas localizando el centro de gravedad de cada una de ellas.

Recordemos que los momentos sirven para caracterizar una distribución de probabilidad, y si dos variables aleatorias tienen los mismos momentos, entonces dichas variables tienen o siguen la misma función de densidad. Por lo tanto, los podemos emplear para estimar sus respectivos parámetros.

El método consiste en igualar los primeros momentos de una población a los momentos correspondientes de una muestra.

Este método una alternativa razonable para obtener estimadores cuando no se pueden emplear estimadores máximo creíbles.

El método de los momentos consiste en igualar los momentos poblacionales con los correspondientes momentos muestrales, planteando tantas ecuaciones como parámetros desconocidos se tengan, resolviendo luego el sistema de ecuaciones para los parámetros

desconocidos. Finalmente, se proponen como estimadores de los parámetros a aquellos que son soluciones del sistema de ecuaciones.

Con lo anterior se determinan los momentos de transporte sobre un eje cartesiano cualquiera.

Ecuaciones de momentos.

A,B,C - Valores de las variables por aplicar

a,b,c - Distancia al eje y - y'

a',b',c' - Distancia al eje x - x'

$$X = \frac{Aa + Bb + Cc}{A+B+C} \quad (6) \qquad Y = \frac{Aa' + Bb' + Cc'}{A+B+C} \quad (7)$$

Obteniéndose para cada variable el punto óptimo de ubicación (X, Y).

La aplicación del Método de Momentos, se efectúa a partir de un sistema reticular con cuadros de 1 km² de superficie, sobrepuesto sobre la zona analizada; para después proceder a obtener los centros de gravedad de cada una de las cuadrículas y de las figuras irregulares en las zonas periféricas que no alcanzaban a ocupar toda el área de los cuadros de las cuadrículas. Estos centros de gravedad se refirieron a un sistema cartesiano. El inicio del eje se tomó para referenciar las distancias a los centros de gravedad de cada cuadrícula.

Este eje se puede ubicar de acuerdo a la cuadrícula que presenta los planos locales de cada ciudad.

Los cálculos se pueden efectuar mediante procedimientos computacionales, en las tablas de cada variable, mostrándose el cálculo y los resultados obtenidos para la determinación del centro de gravedad de cada una de las variables.

Este método se decidió aplicar porque además de encontrar la solución de la ubicación del centro de gravedad en términos de productividad de residuos sólidos, incluye las variables sociales, geográficas y de apreciación ciudadana, que son importantes de considerar para el verdadero centro de gravedad de la Estación Transferencia.

A continuación, se describe el procedimiento para determinar mediante este método de momentos los centros de gravedad para cada variable.

Este método es aplicable al caso de la presente tesis porque se necesita contar con todas la variables sobre todo las que tienen que ver con la participación de la población para determinar el centro de gravedad mas adecuado para la Estación de Transferencia, que

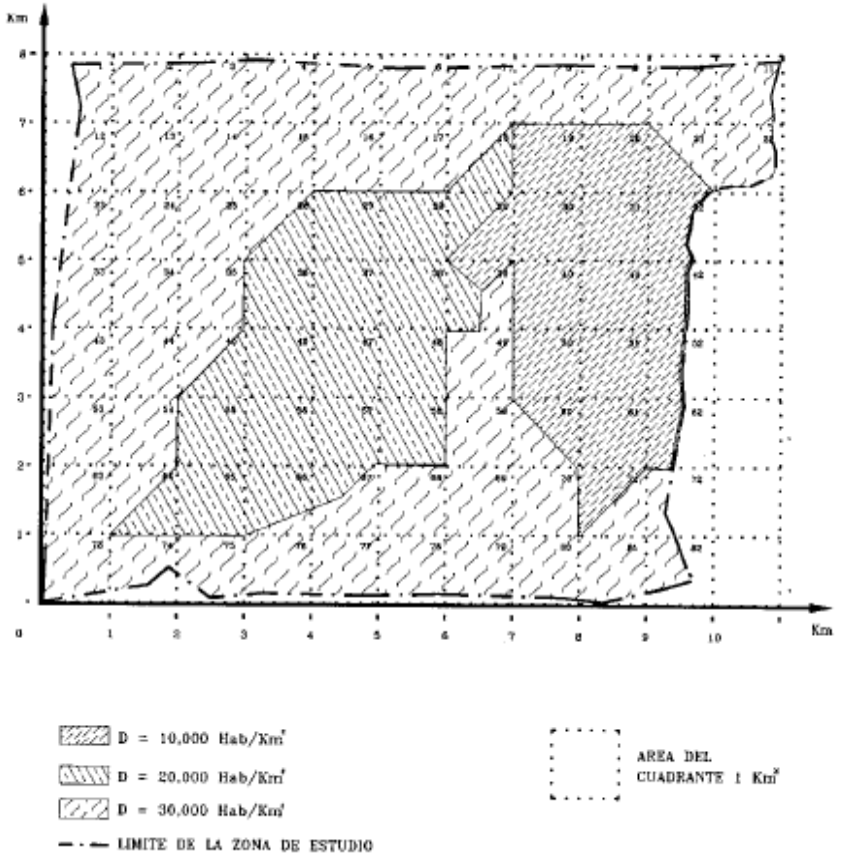
es el principal problema al momento de la construcción de un proyecto que tenga que ver con residuos sólidos.

La aplicación de este método para la determinación del centro de gravedad de la estación de transferencia de residuos sólidos es transcrita del autor "Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996", esto es debido a que no contamos con datos propios de población y generación de residuos sólidos sectorizada para poder calcular los diferentes centroides de cada variable, y el ejemplo del autor mencionado nos explica de forma didáctica la aplicación de este método.

a) Población.

En la aplicación del Método de Momentos para esta variable, se determina la población existente en cada una de las cuadrículas de la retícula, considerando las densidades de población establecidas. (Figura 3.4)

FIGURA 3.4 DENSIDAD DE POBLACIÓN.



Estas poblaciones con sus correspondientes distancias a los ejes cartesianos, se sustituyen en las ecuaciones de momentos para determinar el centro de gravedad para la variable de población, el cual corresponde, en el ejemplo al punto definido por las coordenadas X= 4.57; y Y= 4.08. (Cuadro 3.1).

CÁLCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD PARA LA VARIABLE DE POBLACIÓN

CUADRO 3.1

Sector	Densidad Hab/km2	Porciento De llenado	Población hab	Distancia X	Distancia Y
1	30,000	40.00	12,000	0.75	7.40
2	30,000	90.00	27,000	1.50	7.45
3	30,000	90.00	27,000	2.50	7.45
4	30,000	95.00	28,500	3.50	7.45
5	30,000	85.00	25,500	4.50	7.45
6	30,000	80.00	24,000	5.50	7.45
7	30,000	80.00	24,000	6.50	7.45
8	30,000	80.00	24,000	7.50	7.45
9	30,000	80.00	24,000	8.50	7.45
10	30,000	75.00	22,500	9.50	7.45
11	30,000	90.00	27,000	10.50	7.45
12	30,000	60.00	18,000	0.75	6.40
13	30,000	100.00	30,000	1.50	6.50
14	30,000	100.00	30,000	2.50	6.50
15	30,000	100.00	30,000	3.50	6.50
16	30,000	100.00	30,000	4.50	6.50
17	30,000	100.00	30,000	5.50	6.50
18	20,000	100.00	20,000	6.50	6.50
19	10,000	100.00	10,000	7.50	6.50
20	10,000	100.00	10,000	8.50	6.50
21	10,000	100.00	10,000	9.50	6.50
22	30,000	70.00	21,000	10.40	6.60
23	30,000	70.00	21,000	0.62	5.35
24	30,000	100.00	30,000	1.50	5.50
25	30,000	100.00	30,000	2.50	5.50
26	20,000	100.00	20,000	3.50	5.50
27	20,000	100.00	20,000	4.50	5.50
28	20,000	100.00	20,000	5.50	5.50
29	10,000	100.00	10,000	6.50	5.50
30	10,000	100.00	10,000	7.50	5.50
31	10,000	100.00	10,000	8.50	5.50
32	10,000	65.00	6,500	9.25	5.55
33	30,000	80.00	24,000	0.58	4.40
34	30,000	100.00	30,000	1.50	4.50
35	30,000	100.00	30,000	2.50	4.50
36	20,000	100.00	20,000	3.50	4.50
37	20,000	100.00	20,000	4.50	4.50
38	20,000	100.00	20,000	5.50	4.50
39	30,000	100.00	30,000	6.50	4.50
40	10,000	100.00	10,000	7.50	4.50

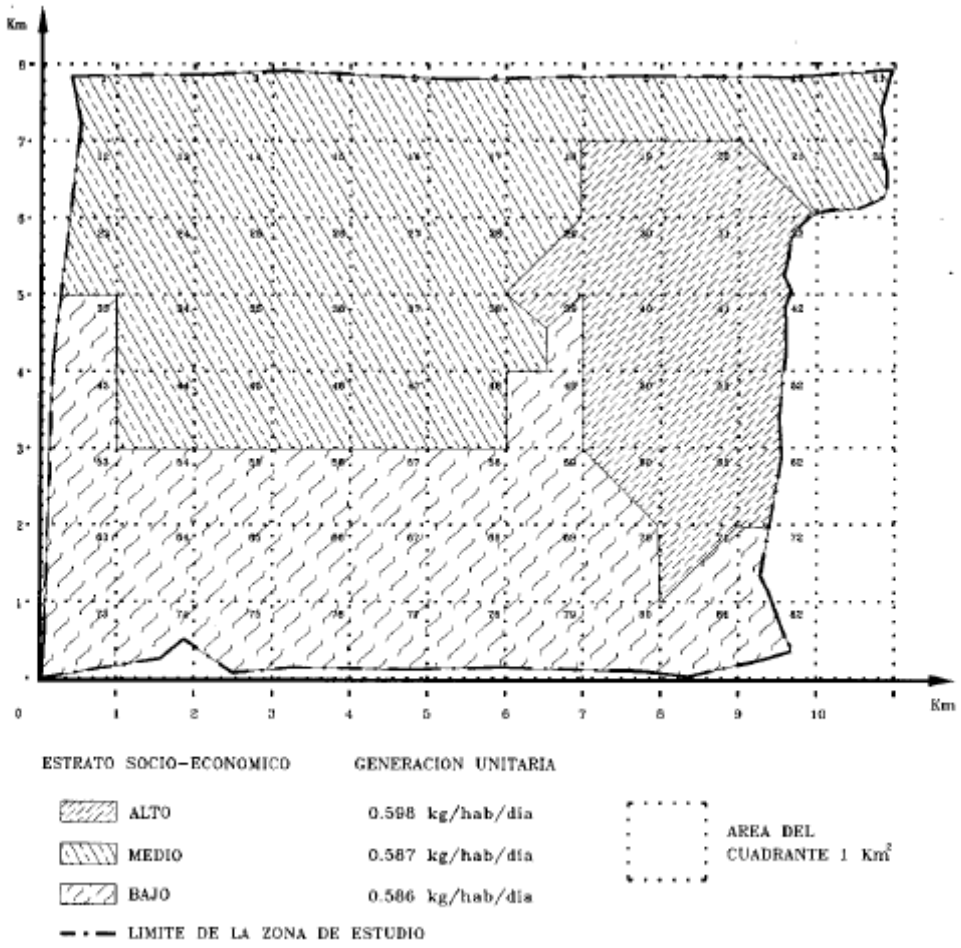
41	10,000	100.00	10,000	8.50	4.50
42	10,000	60.00	6,000	9.25	4.50
43	30,000	90.00	27,000	0.55	3.50
44	30,000	100.00	30,000	1.50	3.50
45	20,000	100.00	20,000	2.50	3.50
46	20,000	100.00	20,000	3.50	3.50
47	20,000	100.00	20,000	4.50	3.50
48	20,000	100.00	20,000	5.50	3.50
49	30,000	100.00	30,000	6.50	3.50
50	10,000	100.00	10,000	7.50	3.50
51	10,000	100.00	10,000	8.50	3.50
52	10,000	100.00	10,000	9.25	3.50
53	30,000	100.00	30,000	0.54	2.50
54	30,000	100.00	30,000	1.50	2.50
55	20,000	100.00	20,000	2.50	2.50
56	20,000	100.00	20,000	3.50	2.50
57	20,000	100.00	20,000	4.50	2.50
58	20,000	100.00	20,000	5.50	2.50
59	30,000	100.00	30,000	6.50	2.50
60	10,000	100.00	10,000	7.50	2.50
61	10,000	100.00	10,000	8.50	2.50
62	10,000	50.00	5,000	9.20	2.65
63	30,000	95.00	28,500	0.52	1.50
64	20,000	100.00	20,000	1.50	1.50
65	20,000	100.00	20,000	2.50	1.50
66	20,000	100.00	20,000	3.50	1.50
67	20,000	100.00	20,000	4.50	1.50
68	30,000	100.00	30,000	5.50	1.50
69	30,000	100.00	30,000	6.50	1.50
70	30,000	100.00	30,000	7.50	1.50
71	10,000	100.00	10,000	8.50	1.50
72	30,000	30.00	9,000	9.10	1.40
73	30,000	80.00	24,000	0.51	0.60
74	30,000	70.00	21,000	1.40	0.70
75	30,000	90.00	27,000	2.60	0.65
76	30,000	85.00	25,500	3.50	0.65
77	30,000	85.00	25,500	4.50	0.65
78	30,000	85.00	25,500	5.50	0.65
79	30,000	85.00	25,500	6.50	0.65
80	30,000	80.00	24,000	7.60	0.60
81	30,000	90.00	27,000	8.40	0.55
82	30,000	40.00	12,000	9.30	0.58
SUMATORIA			1,728,500.0		

CENTROIDE POBLACIONAL **X=4.57** **Y=4.08**

b) Generación

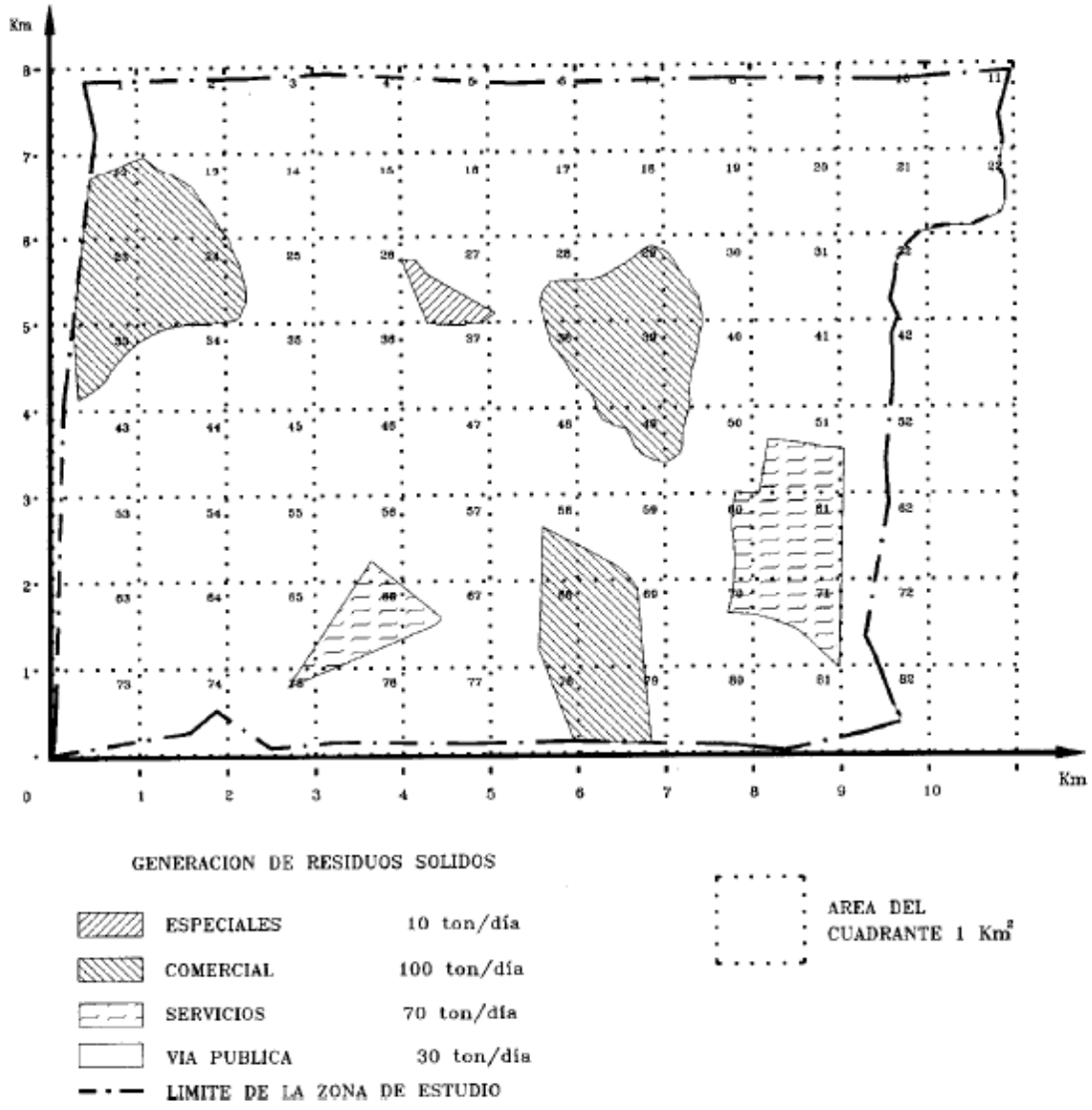
Se zonifica la zona de acuerdo a la estratificación socio-económica establecida en la figura 3.5, de tal manera que conociendo la generación per-cápita por estrato y la población calculada, se está en posibilidades de estimar una generación domiciliaria de residuos sólidos, por cada cuadrícula de la retícula.

FIGURA 3.5 GENERACIÓN DOMICILIARIA



Adicionalmente, se considera la generación de residuos sólidos de tipo especial, servicios comercios, vía pública y otros (figura 3.6) existente en cada cuadrícula que componen la retícula, para determinar la generación total en kilogramos de cada una de ellas.

FIGURA 3.6 GENERACIÓN POR FUENTE



Esta generación, con sus correspondientes distancias a los ejes cartesianos, se sustituye en las ecuaciones de momentos para determinar el centro de gravedad de la variable de generación, el cual corresponde, en el ejemplo, al punto definido por las coordenadas X= 4.71; Y= 3.97. (Cuadro3.2)

CÁLCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD PARA LA VARIABLE DE GENERACIÓN

CUADRO 3.2

Sector	Generación Kg/día	Por ciento De llenado	Distancia X	Distancia Y
1	7.21	40.00	0.75	7.40
2	16.21	90.00	1.50	7.45
3	16.21	90.00	2.50	7.45
4	17.11	95.00	3.50	7.45
5	15.31	85.00	4.50	7.45
6	14.41	80.00	5.50	7.45
7	14.41	80.00	6.50	7.45
8	14.41	80.00	7.50	7.45
9	14.41	80.00	8.50	7.45
10	13.51	75.00	9.50	7.45
11	16.21	90.00	10.50	7.45
12	17.81	60.00	0.75	6.40
13	24.02	100.00	1.50	6.50
14	18.02	100.00	2.50	6.50
15	18.02	100.00	3.50	6.50
16	18.02	100.00	4.50	6.50
17	18.02	100.00	5.50	6.50
18	15.08	100.00	6.50	6.50
19	6.39	100.00	7.50	6.50
20	6.39	100.00	8.50	6.50
21	12.26	100.00	9.50	6.50
22	12.61	70.00	10.40	6.60
23	20.61	70.00	0.62	5.35
24	30.02	100.00	1.50	5.50
25	18.02	100.00	2.50	5.50
26	15.08	100.00	3.50	5.50
27	22.15	100.00	4.50	5.50
28	14.15	100.00	5.50	5.50
29	17.29	100.00	6.50	5.50
30	9.39	100.00	7.50	5.50
31	6.39	100.00	8.50	5.50
32	4.15	65.00	9.25	5.55
33	19.39	80.00	0.58	4.40
34	18.02	100.00	1.50	4.50
35	18.02	100.00	2.50	4.50
36	12.15	100.00	3.50	4.50
37	12.15	100.00	4.50	4.50
38	13.15	100.00	5.50	4.50
39	24.36	100.00	6.50	4.50
40	10.39	100.00	7.50	4.50
41	6.39	100.00	8.50	4.50
42	3.83	60.00	9.25	4.50
43	6.19	90.00	0.55	3.50

44	18.02	100.00	1.50	3.50
45	15.08	100.00	2.50	3.50
46	12.15	100.00	3.50	3.50
47	12.15	100.00	4.50	3.50
48	12.15	100.00	5.50	3.50
49	20.99	100.00	6.50	3.50
50	8.39	100.00	7.50	3.50
51	16.19	100.00	8.50	3.50
52	3.51	100.00	9.25	3.50
53	17.99	100.00	0.54	2.50
54	17.99	100.00	1.50	2.50
55	12.13	100.00	2.50	2.50
56	13.53	100.00	3.50	2.50
57	12.13	100.00	4.50	2.50
58	15.13	100.00	5.50	2.50
59	19.99	100.00	6.50	2.50
60	15.75	100.00	7.50	2.50
61	25.29	100.00	8.50	2.50
62	3.19	50.00	9.20	2.65
63	17.09	95.00	0.52	1.50
64	15.06	100.00	1.50	1.50
65	12.83	100.00	2.50	1.50
66	27.30	100.00	3.50	1.50
67	16.23	100.00	4.50	1.50
68	22.99	100.00	5.50	1.50
69	25.99	100.00	6.50	1.50
70	20.09	100.00	7.50	1.50
71	24.85	100.00	8.50	1.50
72	5.40	30.00	9.10	1.40
73	16.39	80.00	0.51	0.60
74	12.59	70.00	1.40	0.70
75	23.19	90.00	2.60	0.65
76	15.29	85.00	3.50	0.65
77	15.29	85.00	4.50	0.65
78	15.29	85.00	5.50	0.65
79	23.29	85.00	6.50	0.65
80	14.39	80.00	7.60	0.60
81	16.19	90.00	8.40	0.55
82	7.19	40.00	9.30	0.58

SUMA 1.256,02

CENTROIDE DE GENERACIÓN **X= 4.71** **Y= 3.97**

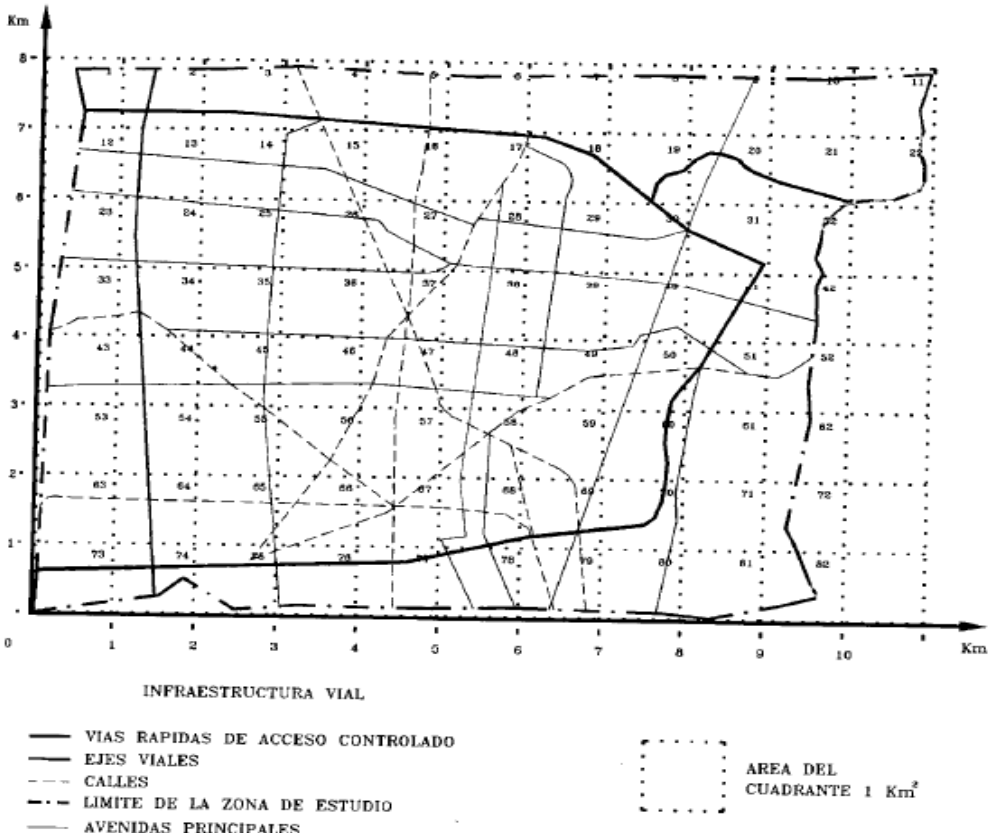
El criterio para considerar esta variable, partió de proporcionar mayor prioridad a las áreas de la zona que cuenten con una mejor infraestructura vial para facilitar el acceso y salida de vehículos de recolección y transferencia a la estación.

Los valores de la variable de vialidades, con sus correspondientes distancias a los ejes cartesianos, se sustituyeron en las ecuaciones de momentos, para determinar el centro de gravedad para la variable de vialidades, el cual correspondió al punto definido por las coordenadas.

c) Vialidades

La metodología consiste en localizar y ubicar (figura 3.7).

FIGURA 3.7 LOCALIZACIÓN DE LA RED VIAL



La red vial primaria clasificándola en vías rápidas de acceso controlado y avenidas principales, como parte complementaria se localizará la red vial secundaria ubicando las calles colectivas y locales asignándolas a cada una, un factor de importancia con base en su nivel de flujo vehicular y capacidad de tránsito, como se muestra en la (Cuadro 3.3).

CUADRO 3.3

FACTOR DE IMPORTANCIA VEHICULAR

Tipo de vialidad	Factor de importancia
Vías rápidas	1
Ejes viales	.75
Avenidas principales	.50
Calles principales	.25

Posteriormente, se suman los factores de importancia correspondientes al tipo y número de vialidades que atraviesan cada cuadrícula, para encontrar una cantidad que multiplicada por la población existente en cada una de ellas, nos determine el valor de la variable de vialidades para cada una de estas cuadrículas de la retícula.

CALCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD PARA LA VARIABLE DE VARIABLES

CUADRO 3.4

Sector	Vialidad	Porciento de llenado	Distancia X	Distancia Y
1	1.00	40.00	0.75	7.40
2	1.75	90.00	1.50	7.45
3	1.00	90.00	2.50	7.45
4	1.75	95.00	3.50	7.45
5	1.25	85.00	4.50	7.45
6	1.00	80.00	5.50	7.45
7	0.00	80.00	6.50	7.45
8	0.00	80.00	7.50	7.45
9	0.50	80.00	8.50	7.45
10	0.00	75.00	9.50	7.45
11	0.00	90.00	10.50	7.45
12	1.00	60.00	0.75	6.40
13	1.75	100.00	1.50	6.50
14	1.00	100.00	2.50	6.50
15	1.25	100.00	3.50	6.50
16	0.75	100.00	4.50	6.50
17	1.75	100.00	5.50	6.50
18	1.50	100.00	6.50	6.50
19	2.00	100.00	7.50	6.50
20	1.50	100.00	8.50	6.50
21	1.00	100.00	9.50	6.50
22	0.00	70.00	10.40	6.60
23	0.50	70.00	0.62	5.35
24	1.25	100.00	1.50	5.50
25	1.50	100.00	2.50	5.50
26	1.25	100.00	3.50	5.50
27	2.00	100.00	4.50	5.50
28	1.75	100.00	5.50	5.50
29	1.50	100.00	6.50	5.50
30	2.00	100.00	7.50	5.50
31	1.50	100.00	8.50	5.50
32	0.00	65.00	9.25	5.55
33	0.25	80.00	0.58	4.40
34	1.50	100.00	1.50	4.50
35	1.00	100.00	2.50	4.50
36	1.00	100.00	3.50	4.50
37	1.25	100.00	4.50	4.50
38	0.50	100.00	5.50	4.50
39	1.00	100.00	6.50	4.50
40	1.50	100.00	7.50	4.50
41	2.00	100.00	8.50	4.50
42	0.50	60.00	9.25	4.50
43	0.50	90.00	0.55	3.50
44	1.50	100.00	1.50	3.50
45	1.25	100.00	2.50	3.50
46	0.50	100.00	3.50	3.50

47	1.75	100.00	4.50	3.50
48	1.50	100.00	5.50	3.50
49	1.75	100.00	6.50	3.50
50	2.25	100.00	7.50	3.50
51	2.25	100.00	8.50	3.50
52	0.50	100.00	9.25	3.50
53	0.00	100.00	0.54	2.50
54	0.75	100.00	1.50	2.50
55	0.50	100.00	2.50	2.50
56	0.50	100.00	3.50	2.50
57	0.25	100.00	4.50	2.50
58	1.75	100.00	5.50	2.50
59	0.75	00.00	6.50	2.50
60	1.50	100.00	7.50	2.50
61	0.50	100.00	8.50	2.50
62	0.00	50.00	9.20	2.65
63	0.25	95.00	0.52	1.50
64	1.00	100.00	1.50	1.50
65	1.00	100.00	2.50	1.50
66	0.75	100.00	3.50	1.50
67	0.75	100.00	4.50	1.50
68	2.25	100.00	5.50	1.50
69	2.25	100.00	6.50	1.50
70	1.50	100.00	7.50	1.50
71	0.00	100.00	8.50	1.50
72	0.00	30.00	9.10	1.40
73	1.00	80.00	0.51	0.60
74	1.75	70.00	1.40	0.70
75	1.50	90.00	2.60	0.65
76	1.50	85.00	3.50	0.65
77	1.25	85.00	4.50	0.65
78	2.00	85.00	5.50	0.65
79	1.00	85.00	6.50	0.65
80	0.50	80.00	7.60	0.60
81	0.00	90.00	8.40	0.55
82	0.00	40.00	9.30	0.58

CENTROIDE DE VARIABLES **X= 4.87** **Y= 4.13**

Los valores de la variable: pendientes, con sus correspondientes distancias a los ejes cartesianos, se sustituyen en las ecuaciones de momentos, para determinar el centro de gravedad de la variable de pendientes, el cual correspondió al punto definido por las coordenadas X= 5.18; Y= 4.10. (Cuadro 3.5)

CÁLCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD PARA LA VARIABLE DE PENDIENTES

CUADRO 3.5

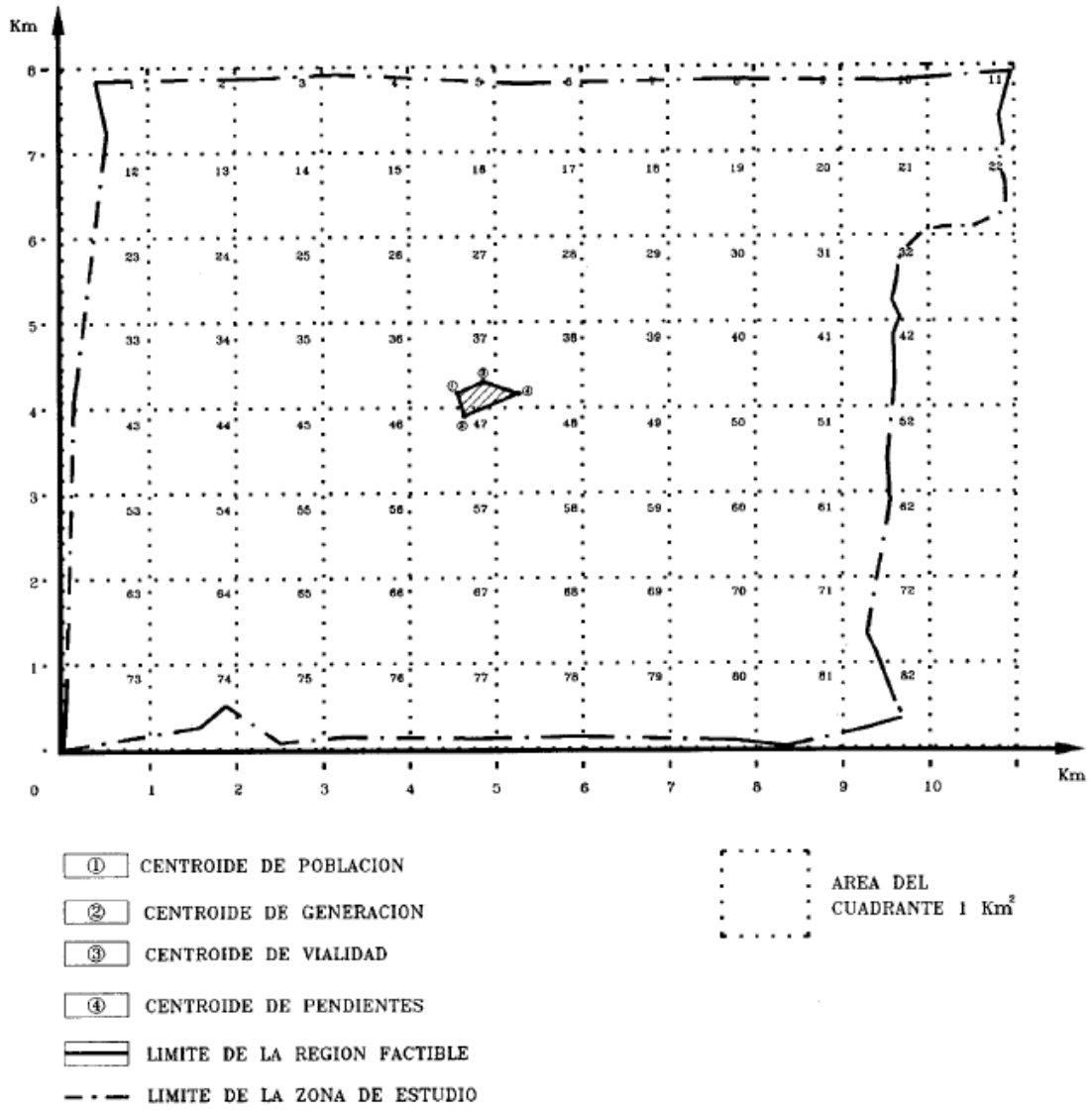
Sector	Vialidad	Porciento de llenado	Distancia X	Distancia Y
1	1.00	40.00	0.75	7.40
2	1.00	90.00	1.50	7.45
3	0.93	90.00	2.50	7.45
4	0.93	95.00	3.50	7.45
5	1.00	85.00	4.50	7.45
6	1.00	80.00	5.50	7.45
7	1.00	80.00	6.50	7.45
8	1.00	80.00	7.50	7.45
9	1.00	80.00	8.50	7.45
10	1.00	75.00	9.50	7.45
11	1.00	90.00	10.50	7.45
12	1.00	60.00	0.75	6.40
13	1.00	100.00	1.50	6.50
14	0.93	100.00	2.50	6.50
15	0.93	100.00	3.50	6.50
16	1.00	100.00	4.50	6.50
17	1.00	100.00	5.50	6.50
18	1.00	100.00	6.50	6.50
19	1.00	100.00	7.50	6.50
20	1.00	100.00	8.50	6.50
21	1.00	100.00	9.50	6.50
22	1.00	70.00	10.40	6.60
23	1.00	70.00	0.62	5.35
24	1.00	100.00	1.50	5.50
25	0.93	100.00	2.50	5.50
26	0.93	100.00	3.50	5.50
27	1.00	100.00	4.50	5.50
28	1.00	100.00	5.50	5.50
29	1.00	100.00	6.50	5.50
30	1.00	100.00	7.50	5.50
31	1.00	100.00	8.50	5.50
32	1.00	65.00	9.25	5.55
33	1.00	80.00	0.58	4.40
34	0.93	100.00	1.50	4.50
35	0.93	100.00	2.50	4.50
36	0.93	100.00	3.50	4.50
37	0.93	100.00	4.50	4.50
38	1.00	100.00	5.50	4.50
39	1.00	100.00	6.50	4.50
40	1.00	100.00	7.50	4.50
41	1.00	100.00	8.50	4.50
42	1.00	60.00	9.25	4.50
43	1.00	90.00	0.55	3.50
44	0.93	100.00	1.50	3.50

45	0.93	100.00	2.50	3.50
46	0.93	100.00	3.50	3.50
47	0.93	100.00	4.50	3.50
48	1.00	100.00	5.50	3.50
49	1.00	100.00	6.50	3.50
50	1.00	100.00	7.50	3.50
51	1.00	100.00	8.50	3.50
52	1.00	100.00	9.25	3.50
53	1.00	100.00	0.54	2.50
54	0.93	100.00	1.50	2.50
55	0.93	100.00	2.50	2.50
56	0.93	100.00	3.50	2.50
57	0.93	100.00	4.50	2.50
58	0.93	100.00	5.50	2.50
59	1.00	100.00	6.50	2.50
60	1.00	100.00	7.50	2.50
61	1.00	100.00	8.50	2.50
62	1.00	50.00	9.20	2.65
63	0.93	95.00	0.52	1.50
64	0.93	100.00	1.50	1.50
65	0.93	100.00	2.50	1.50
66	0.93	100.00	3.50	1.50
67	0.93	100.00	4.50	1.50
68	1.00	100.00	5.50	1.50
69	1.00	100.00	6.50	1.50
70	1.00	100.00	7.50	1.50
71	1.00	100.00	8.50	1.50
72	1.00	30.00	9.10	1.40
73	0.93	80.00	0.51	0.60
74	0.93	70.00	1.40	0.70
75	0.93	90.00	2.60	0.65
76	0.93	85.00	3.50	0.65
77	1.00	85.00	4.50	0.65
78	1.00	85.00	5.50	0.65
79	1.00	85.00	6.50	0.65
80	1.00	80.00	7.60	0.60
81	1.00	90.00	8.40	0.55
82	1.00	40.00	9.30	0.58

CENTROIDE DE GENERACIÓN **X= 5.18** **Y= 4.10**

Una vez definidos los centroides de cada una de las variables, se procede a la unión de los mismos, formando una figura geométrica, a la que se le calcula el centro de gravedad, el cual viene siendo el centroide general de cálculo. (Figura 3.8).

FIGURA 3.8 LOCALIZACIÓN DE CURVAS DE NIVEL

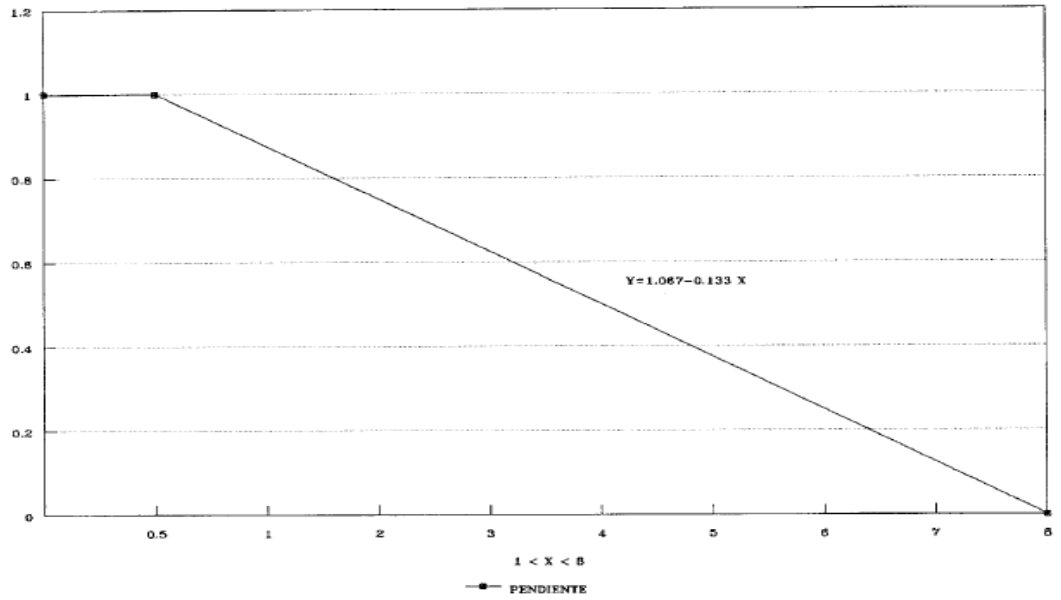


El centroide se ubica físicamente en el plano, a partir de este punto se radian círculos concéntricos con el objeto de localizar predios que reúnan las características para la construcción de la estación de transferencia, los radios considerados son de 500, 1,000, 1,500 y 2,000 m como se puede observar en la figura 3.9.

d) Pendientes

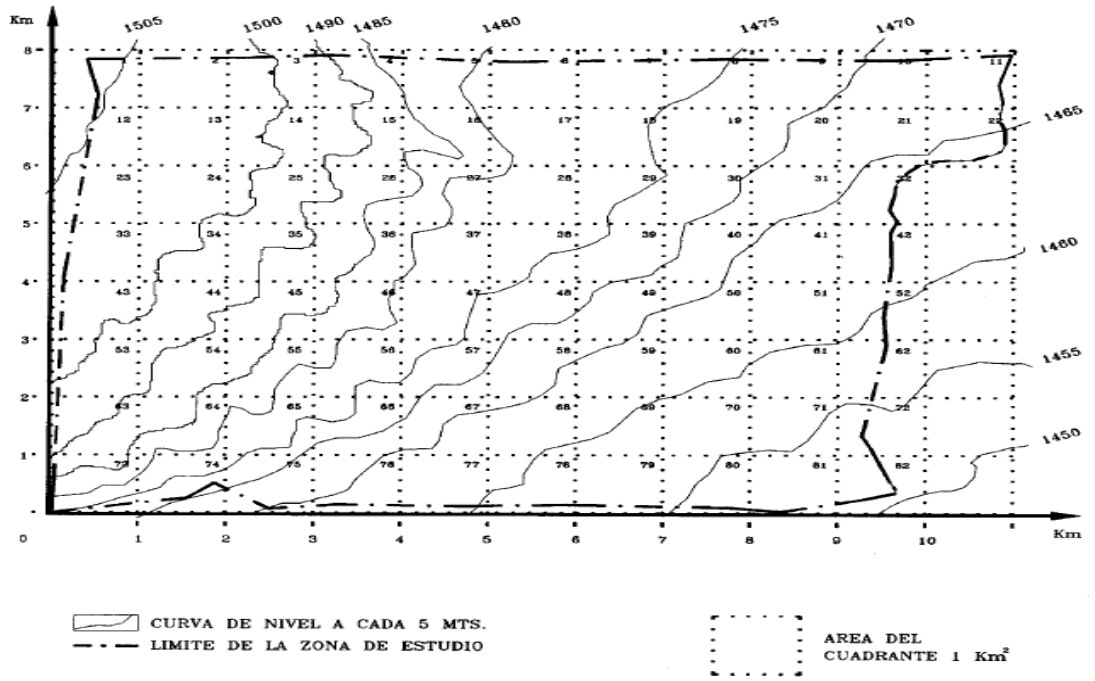
Se empleó el criterio de considerar como pendiente óptima el rango comprendido entre 0 y 5%, y como pendiente crítica del 5 al 8%. Bajo estas premisas se obtuvo una función (Y= 1.067 - 0.133X), que relaciona un factor de importancia (Y), con el valor de la pendiente (X) en por ciento, de cada cuadrícula de la retícula. (Figura 3.9).

FIGURA 3.9 FACTOR DE IMPORTANCIA DE PENDIENTE



Para obtener las pendientes, se consideran primeramente las curvas de nivel de la zona, para posteriormente estimar las pendientes particulares de cada cuadrícula, a partir de la curva de nivel más baja, las cuales se sustituyen en la ecuación antes descrita, para encontrar una cantidad que nos determine el valor de la variable de pendientes para cada una de estas cuadrículas de la retícula. (Figura 3.10).

FIGURA 3.10 LOCALIZACIÓN DE CURVAS DE NIVEL



Las operaciones de transferencia y transporte llegan a ser necearías cuando las distancias de transporte hasta la disposición final se incrementan tanto que el transporte directo ya no es económicamente factible.

Las ventajas que presenta el emplazamiento de una estación de transferencias son:

- Disminución de los costos globales de transporte y de horas improductivas de mano de obra empleada en la recolección.
- Reducción del tiempo improductivo de los vehículos de recolección en su recorrido al sitio de disposición final.
- Aumento de la vida útil y disminución en los costos de mantenimiento de los vehículos recolectores.
- Incremento en la eficiencia del servicio de recolección, por medio de una cobertura más homogénea y balanceada en las rutas de recolección.
- Mayor regularidad en el servicio de recolección, debido a la disminución de desperfectos de ejes, muelles, suspensiones y llantas que sufrían al transitar hasta el sitio de disposición final.
- Reducción en la contaminación ambiental.
- Se reduce las afectaciones a la salud pública.

Al considerar la alternativas de no construcción de la estación de transferencia de residuos sólidos se vuelve crucial por cuanto, esto ocasionaría que se continúe con un mal manejo de los desechos sólidos y por consiguiente una afectación negativa a los componentes sociales, económicos ambientales del sector en el que se ubicaría y por consiguiente de toda la ciudad.

CAPITULO IV

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE UNA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA

4.1 GENERALIDADES DE CÁLCULO

Se analizará el cálculo de una estación de transferencia con el método de **Modelo de colas o líneas de espera**, detallado en el documento "*Estaciones de transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas."Coordinación general de esta obra: Ing. Jorge Sánchez Gómez Ing. Ricardo Estrada Núñez Primera edición: julio de 1996 © Instituto Nacional de México, D.F.*

Mediante este modelo de líneas de espera o colas se puede determinar las medidas de desempeño de las estaciones de transferencia de residuos sólidos para evaluar los sistemas, de igual manera se determina el número de vehículos de transferencia requeridos, el tiempo de espera en cola para los vehículos recolectores, la eficiencia de la estación de transferencia, etc.

La definición del modelo de líneas es el paso básico en el cual intervienen los clientes (vehículos recolectores), que requieren el servicio que se generan en un tiempo determinado y se registra por medio de una fuente de entrada. Estos clientes entran en el sistema de líneas y se unen a una cola. Los clientes forman uno a uno para poder obtener el servicio luego de lo cual sale del sistema.

Para poder entender con mayor claridad el modelo de líneas hay que entender algunos términos:

- **Fuente de entradas**

La fuente de entrada tiene como característica principal el tamaño, el cual es el número total de vehículos recolectores que podría requerir el servicio. Este número de vehículos recolectores puede ser ilimitado o limitado.

Se entiende por población ilimitada si hay más de 30 vehículos recolectores potenciales o cuando la población de vehículos recolectores potenciales es lo suficientemente grande como para que no afecte la llegada de un vehículo recolector y no afecte apreciablemente la posibilidad de otra llegada. Por lo que para esta situación la población potencial de los vehículos recolectores será tomada como infinita.

- **Distribución de llegadas**

Los vehículos recolectores que requieren el servicio se generan bajo una fuente de entrada, estos clientes entran al sistema de espera y se unen a una cola, estas llegadas se generan a través del tiempo bajo una distribución de probabilidad de Poisson.

- **Tasa de llegada**

Número de vehículos recolectores por periodo de tiempo que llegan al sistema para ser atendidos. El valor promedio de la tasa de llegadas es L número esperado de vehículos recolectores por hora.

- **Cola**

Es el número máximo admisible de vehículos recolectores que puede contener el sistema. Para este caso se define a la cola como ilimitada, ya que a ningún cliente se le niega el servicio y éste debe formarse en la cola.

- **Disciplina de servicio.**

La disciplina de la cola se refiere al orden en el que se seleccionan los miembros de la cola para que reciban el servicio, para este caso el primero en formarse en la cola es el primero en ser atendido.

- **Diseño de la instalación de servicio.**

Los servidores de la estación de transferencia son los que prestan el servicio a vehículos recolectores, como todos los servidores ofrecen el mismo servicio a los vehículos recolectores, entonces tenemos una instalación que tiene servicios paralelos, con lo cual se puede atender a varios clientes en forma simultánea como número de servidores exista.

- **Tiempo de servicio.**

Es el tiempo que transcurre para un vehículo recolector desde que se inicia el servicio hasta su conclusión en uno de los servidores.

En este modelo de líneas de espera se debe especificar la distribución de probabilidad de los tiempos de servicio o tiempo entre salidas para cada vehículo recolector, se supone la misma para todos los vehículos recolectores. Esta distribución tanto como la

de llegada es igualmente importante en la determinación del modelo matemático. Se demuestra que si la distribución de probabilidad del tiempo de servicio o entre llegadas (salidas) es exponencial, el número de llegadas (salidas) sigue una distribución de probabilidad de Poisson y viceversa.

- **Tasa de servicio.**

Es el número de vehículos recolectores por periodo de tiempo a los cuales un canal de servicio puede suministrar el servicio requerido.

Esta es la tasa que podría alcanzarse si el canal de servicio siempre estuviera ocupado, es decir sin tiempo ocioso. El valor medio de la tasa de servicio esta dado por M, que es el número esperado de vehículos recolectores a los cuales se completa el servicio por hora y servidor.

La notación considerada para este modelo es la siguiente:

S = número de servidores

L = tasa media de llegadas

M = tasa media de servicio por servidor

N = número de clientes en el sistema de colas

Mprom = tasa promedio de servicio en todo el sistema

Pn = posibilidad (de estado estable) de que hayan clientes en el sistema

Po = probabilidad de que esté ocioso el sistema

Ls = número de clientes que se espera haya en el sistema

Lq = número de clientes que se espera haya en cola

Ws = tiempo de espera estimado en el sistema (en línea de espera más en servicio)

Wq = tiempo de espera estimado en la cola

@ = factor de utilización para el medio de servicio, es decir la fracción esperada de tiempo en que el servidor está ocupado, donde @/S representa la fracción de la capacidad de servicio del sistema que está siendo utilizada, en promedio, por los clientes que llegan (eficiencia del sistema).

4.2 PLANTEAMIENTO DEL MODELO

Las características físicas mínimas requeridas para el planteamiento de este modelo son:

- Número de lugares de descarga de los vehículos recolectores 4 tolvas.
- Tiempo de servicio de los vehículos recolectores 11.22 min

- Capacidad de carga del vehículo recolector de 4.5 ton y el vehículo de transferencia 20 ton
- Eficiencia real de la ET 85%,
- Horario de funcionamiento 8 h al día.

Para este estudio las llegadas ocurren a la tasa L y se puede atender un máximo de 4 vehículos en forma simultánea. El tiempo de servicio promedio por cliente es 1/M. Las llegadas y salidas ocurren según distribuciones de Poisson. Por lo tanto, si el número de clientes en el sistema N, es cuando menos S, la tasa combinada de servicio (salida) del establecimiento es S x M. Por otra parte si N es menor que S la tasa combinada de servicio es N x M.

En condiciones de estado estable se determinarán las siguientes medidas básicas de desempeño. -

Siendo @ = L/M se obtiene:

Lq = número de clientes que se espera haya en cola

$$L_q = \left[\frac{@^{S+1}}{(S-1)!(S-@)^2} \right] P_O \qquad (8)$$

Ls = Lq + @ Ls = número de clientes que se espera haya en sistema (9)

$$Wq = \frac{Lq}{L}$$ Wq = tiempo de espera estimado en cola (10)

$$Ws = \frac{Wq+1}{M}$$ Ws = tiempo de espera estimado en el sistema (11)

Número de servidores

S = número de servidores donde un vehículo recolector puede descargar los residuos sólidos. Lo más conveniente es contar con ranuras de 4 tolvas esto agiliza la operación de descarga de los recolectores y llenado de los vehículos de transferencia, por lo que el número de servidores queda definido de la siguiente forma:

Línea de servicio, ranura con 4 tolvas = 4 servidores

Tiempos de servicio

Para este modelo tendremos un tiempo de servicio estimado en instalaciones en funcionamiento que es igual a 11.22 min, en esta cantidad de tiempo se considera las maniobras de acomodo los vehículos recolectores en la tolva, la descarga de los mismos y maniobras de salida, de igual manera involucra los tiempos empleados por vehículo de transferencia durante las maniobras para ubicarse en la tolva, así como los tiempos de salida. En la estación de transferencia 1 (ET1), al sur de la ciudad se considera un tiempo de 25 min. Desde que la basura ingrese, hasta que se compacte

T = 0.187 h = 11.22 min

Las cantidades de carga del vehículo recolector de 4.5 ton y el vehículo de transferencia 20 ton, por lo que se necesitan 5 vehículos recolectores para llenar un vehículo de transferencia.

El vehículo recolector generalmente no realiza correctamente la compactación o no viene totalmente lleno. Dado esto se tiene que el número de vehículos recolectores servidos por hora será:

Para una línea de servicio con 4 tolvas.

$$SM4 = \frac{(1)\ 4}{0.187} = 21.39 \text{ vehículos/h} \qquad (12)$$

$$Mprom = \frac{\text{Total de vehículos servidos/hr}}{\text{Número de servidores}} \qquad (13)$$

Eficiencia

Se considera una eficiencia real esperada para las estaciones de transferencia de 85%, la cual está dada por:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{factor de utilización @}}{\text{Número de servidores (S)}} \qquad (14)$$

Donde:

$$\text{Factor de utilización @} = \frac{\text{tasa promedio de llegadas (L)}}{\text{Tasa promedio de servicio en todo el sistema (Mprom)}} \qquad (15)$$

Determinación del número de unidades de transferencia

Con los resultados obtenidos del modelo anterior, se calcula el número de vehículos de transferencia para cada estación, para esto debemos tomar en cuenta el tiempo de llenado de cada caja, las características de cada servidor, así como el tiempo requerido para llegar a los diferentes sitios de disposición final y regresar a la estación.

Se considera que el trailer proporciona el servicio a una sola línea de servicio y que se llena con 5 vehículos recolectores.

$$\text{Número de vehículos de transferencia por línea de servicio} = \frac{\text{tiempo de recorrido}}{\text{Tiempo de llenado}} \qquad (16)$$

Número total de unidades requeridas = Suma de vehículos para cada línea de servicio

Tiempo de llenado

Línea de servicio con 4 servidores

Tiempo de llenado = 2 tiempos de servicio

Tiempos de recorrido

La distancia a la que se encuentra el sito de disposición final es la que determina el tiempo de recorrido.

Se considera que todos los vehículos tienen una velocidad constante aproximada de 20 Km/h, incluyendo ida y vuelta a la estación de transferencia más el tiempo de descarga del vehículo.

4.3 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD REAL E INSTALADA

4.3.1 Capacidad real

Se define como capacidad real al número de vehículos recolectores a los cuales se puede brindar el servicio en un día cada estación.

Tomando como base los modelos de líneas de espera y una eficiencia del 85 %, la capacidad real de la estación será igual al número de vehículos recolectores que en una hora acepta la estación por el número de turnos (8 h) operados en un día. Estas capacidades también están dadas en toneladas por turno.

4.3.2 Capacidad instalada

Se define como el número de unidades que podría dar servicio a una estación si trabajará al máximo rendimiento de sus instalaciones.

Para esta capacidad se considera que la estación trabaja las 24 h del día, con una eficiencia del 100%, por lo que la capacidad instalada será igual al número de vehículos que acepta la estación en una hora, (en base al modelo de colas) por 24 h. También estas capacidades están dadas en toneladas por día que acepta la estación.

4.4. EJEMPLO DE APLICACIÓN MODELO DE COLAS O LÍNEAS DE ESPERA

Este modelo es aplicable para este ejemplo porque esta basado en la producción de residuos sólidos de la población que se ve reflejada en la frecuencia con la que llegan los vehículos recolectores a la estación de transferencia.

Con la finalidad de presentar un ejemplo práctico de la metodología descrita en los incisos anteriores, se asume observaciones en un período de 8 h, las cuales se muestran en el cuadro 4.1, con estas se realizó un histograma de llegadas de vehículos recolectores.

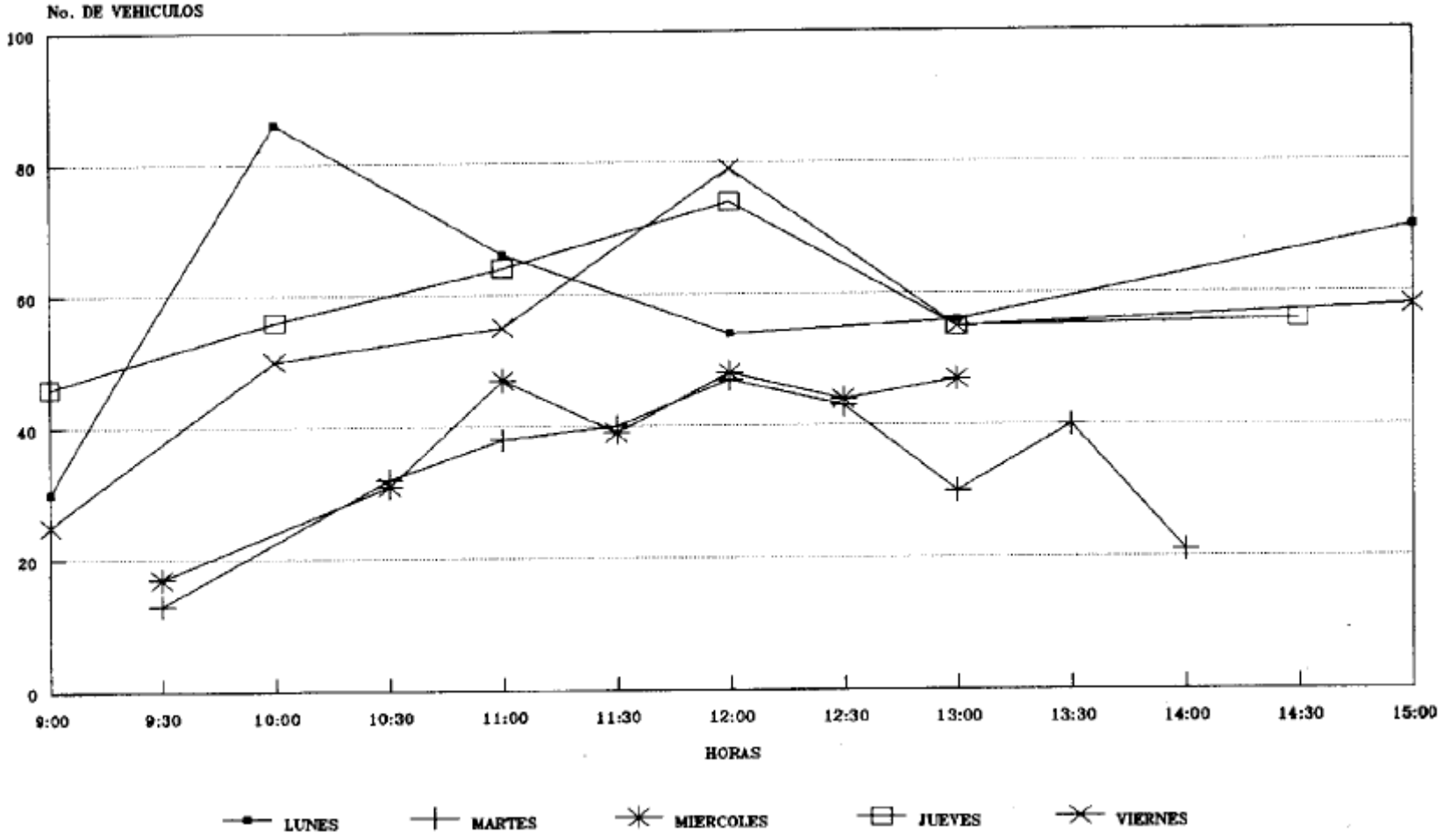
NÚMERO DE LLEGADAS DE VEHÍCULOS RECOLECTORES

CUADRO N º 4.1

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00	31			46	25
9:30		13	17		
10:00	86			56	50
10:30		32	31		
11:00	66	38	47	64	55
11:30		40	39		
12:00	54	47	48	74	79
12:30		43	44		
13:00	56	30	47	55	55
13:30		40			
14:00		21			
14:30				56	
15:00	70	27			58

HISTOGRAMA DE LLEGADAS DE VEHICULOS RECOLECTORES

FIGURA 4.2



Ordenamiento de datos.

CUADRO Nº 4.2 ORDENADA.

Elemento	No. de viajes	Elemento	No. de viajes
1	13	19	47
2	17	20	48
3	21	21	50
4	25	22	54
5	27	23	55
6	30	24	55
7	31	25	55
8	31	26	56
9	32	27	56
10	38	28	56
11	39	29	58
12	40	30	64
13	40	31	66
14	43	32	70
15	44	33	74
16	46	34	79
17	47	35	86
18	47		

La determinación de la tasa real de llegadas de los viajes realizados por los vehículos recolectores asignados a la zona de estudio se realizó mediante una representación gráfica de una distribución de frecuencias mediante un histograma o con un polígono de frecuencias.

Para esto se debe tener "n" valores observados y luego ordenarlos:

$X1 \leq X2 \leq X3 \leq \ ... \leq Xi \leq ... \leq Xn\text{-}1 \leq Xn$

Donde:

Xi = Es el valor promedio de los datos obtenidos durante el periodo de observación.

El análisis estadístico que se aplicará en el ejemplo es calcular la prueba de rechazo, la media, la desviación estándar, y la distribución de frecuencias.

En el análisis de rechazo de observaciones sospechosas, se aplicará el criterio de Dixon, para el cual se puede considerar la metodología desarrollada por la "secretaría de comercio y fomento industrial mexicana."[14]

[14] "secretaria de comercio y fomento industrial norma mexicana nmx-aa-61-1985"

Calcular el valor estadístico (r), para las siguientes situaciones.

Cuando se desconfía del elemento mínimo de las observaciones.

$$r = \frac{X_j - X_1}{X_i - X_1} \qquad (17)$$

Cuando se desconfía del elemento máximo de las observaciones.

$$r = \frac{X_n - X_i}{X_n - X_j} \qquad (18)$$

Donde:

n = Número de observaciones o elemento mayor

1 = El elemento menor

i = n -(j-1)

j = Elemento del muestreo que define el límite inferior del intervalo de desconfianza en la cola superior de los datos ya ordenados.

Calcular el valor permisible (r1 - μ/2) correspondiente al percentil definido por el nivel de confianza establecido y el número de observaciones sospechosas correspondiente al caso que se trate. Para lograr lo anterior, se utiliza el cuadro 4.3

CRITERIOS PARA RECHAZO DE OBSERVACIONES DISTANTES

CUADRO Nº 4.3

Estadístico	**No. de observaciones**	**Percentiles máximos**						
		.70	.80	.90	.95	.98	.99	.995
r_{10}	3	.584	.781	.886	.941	.976	.988	.994
	4	.471	.560	.679	.765	.846	.889	.926
	5	.373	.451	.557	.642	.729	.780	.821
	6	.318	.386	.492	.550	.644	.698	.740
	7	.261	.344	.434	.507	.586	.637	.680
r_{11}	8	.318	.385	.479	.554	.631	.683	.725
	9	.288	.352	.441	.512	.587	.635	.677
	10	.265	.325	.409	.477	.651	.597	.639
r_{21}	11	.391	.442	.517	.576	.638	.679	.713
	12	.370	.419	.490	.546	.605	.642	.675
	13	.351	.399	.457	.521	.578	.615	.649
	14	.370	.421	.492	.546	.602	.641	.674
	15	.353	.402	.472	.525	.579	.616	.647

r_{22}	16 17 18 19 20 21 22	.333 .325 .314 .304 .295 .287 .280	.386 .373 .361 .350 .340 .331 .325	.454 .438 .424 .412 .401 .391 .382	.507 .490 .475 .462 .450 .440 .430	.559 .542 .527 .514 .502 .491 .481	.595 .577 .561 .547 .535 .524 .514	.624 .605 .589 575 .562 .551 .541
	23 24 25	.274 .268 .262	.316 .310 .304	.374 .367 .360	.421 .413 .406	.472 .454 .457	.505 .497 .489	.532 .524 .516

FUENTE**:** "secretaria de comercio y fomento industrial norma mexicana nmx-aa-61-1985"

Comparar el valor estadístico (r) con el estadístico permisible (r1 - μ/2) con el fin de rechazar a aceptar la observación sospecha de acuerdo con el siguiente criterio:

Si $r > r1 - \mu/2$ Se desconfía la observación sospechosa.

Si $r < r1 - \mu/2$ Se desconfía la observación sospechosa.

Así tenemos en el ejemplo que:

Los números de elementos para establecer la desconfianza igual a 10; y un nivel de confianza del 95 %. Con los datos anteriores se entra a la tabla 4.1 y se obtiene el percentil máximo de Dixon, que es 0.477. Aplicando la fórmula (17 Y 18), tenemos:

$j = 10$; $X_j = 38$

$i = 35 - (10 - 1) = 26$; $X_i = 56$

Si $r > r1 - \mu/2$ Se rechaza la observación sospechosa.

$$r_1 = \frac{X_j - X_1}{X_i - X_1} = \frac{38 - 13}{56 - 13} = \frac{25}{43} = 0.58 > 0.477$$ se rechaza

$$r_1 = \frac{38 - 17}{56 - 17} = \frac{21}{39} = 0.538 > 0.477$$ se rechaza

$$r_1 = \frac{38 - 21}{56 - 21} = \frac{17}{35} = 0.485 > 0.477$$ se rechaza

$$r_1 = \frac{38 - 25}{56 - 25} = \frac{13}{31} = 0.419 < 0.477$$ se acepta

Si r < r1 - μ/2 Se acepta la observación sospechosa.

$$r_2 = \frac{X_n - X_i}{X_n - X_l} = \frac{86 - 56}{86 - 38} = \frac{30}{48} = 0.625 > 0.477$$ se rechaza

$$r_2 = \frac{79 - 56}{79 - 38} = \frac{23}{41} = 0.56 > 0.477$$ se rechaza

$$r_2 = \frac{74 - 56}{74 - 38} = \frac{18}{36} = 0.50 > 0.477$$ se rechaza

$$r_2 = \frac{70 - 56}{70 - 38} = \frac{14}{32} = 0.437 < 0.477$$ se acepta

De los resultados anteriores, se eliminaron los datos rechazados del cuadro 4.2 y se obtiene el cuadro 4.4.

CUADRO Nº 4.4 ORDENADA.

Elemento	No. de viajes	Elemento	No. de viajes
4	25	19	47
5	27	20	48
6	30	21	50
7	31	22	54
8	31	23	55
9	32	24	55
10	38	25	55
11	39	26	56
12	40	27	56
13	40	28	56
14	43	29	58
15	44	30	64
16	46	31	66
17	47	32	70
18	47		

Elementos rechazados en la cola inferior para una confiabilidad de 95 %

ELEMENTO	VALOR
1	13
2	17
3	21

Elementos rechazados en la cola superior para una confiabilidad de 95 %

ELEMENTO	VALOR
33	74
34	79
35	86

Para la determinación de la media aritmética, varianza, desviación estándar tenemos el cuadro 4.5

CUADRO Nº 4.5

Elemento	X_i	$(X_I - \ )$	$(X_I - \ )^2$
1	25	-21.55	464.4
2	27	-19.55	382.2
3	30	-16.55	273.9
4	31	-15.55	241.8
5	31	-15.55	241.8
6	32	-14.55	211.7
7	38	-8.55	73.1
8	39	-7.55	57.0
9	40	-6.55	42.9
10	40	-6.55	42.9
11	43	-3.55	12.6
12	44	-2.55	6.5
13	46	-0.55	0.3
14	47	0.45	0.2
15	47	0.45	0.2
16	47	0.45	0.2
17	48	1.45	2.1
18	50	3.45	11.9
19	54	7.45	55.5
20	55	8.45	71.4
21	55	8.45	71.4
22	55	8.45	71.4
23	56	9.45	89.3
24	56	9.45	89.3
25	56	9.45	89.3
26	58	11.45	131.1
27	64	17.45	304.5
28	66	19.45	378.3
29	70	23.45	549.9
	S 1,350		S 3,967.1

Determinación de la Media aritmética:

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} = \frac{1,350}{29} = 46.55 \qquad (19)$$

Donde

$\overline{X}$ = Media aritmética

Xi = observación iésima

n = Total de las observaciones

Se le llama desviación respecto a la media, a la diferencia entre cada valor de la variable y la media. La suma de los cuadrados de las desviaciones se divide entre el número de términos y se obtiene la varianza (S2). Si al valor de la varianza le extraemos raíz cuadrada, obtenemos la desviación estándar (S).

Calculo de S2= Varianza

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \overline{X})^2}{n} = \frac{3,967.1}{29} = 136.8 \qquad (20)$$

Calculo de S= Desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \overline{X})^2}{n}} = \sqrt{\frac{3,967.1}{29}} = \sqrt{136.8} = 11.7 \qquad (21)$$

Donde:

Xi = Observación iésima

X = Media aritmética

n = Total de las observaciones

S_2 = Varianza

S = Desviación estándar

Determinación de clases (m).

El tamaño del intervalo de clase depende de la amplitud que abarquen los valores de la variable y de la cantidad de observaciones.

Para la determinación de clase se debe tomar en cuenta:

a) Las clases deben de formarse de tal modo, que todos los datos se puedan incluir.

b) Debe asegurarse de que cada valor observado pueda ubicarse en una única clase, hay que evitar confusiones entre límites superiores e inferiores, pues entre clases sucesivas pueden existir valores que provoquen indecisión al clasificarlos.

c) Es aconsejable que siempre que sea posible, los intervalos de clase se tomen de igual amplitud.

Para la determinación del número de clases en el ejemplo seguiremos la "Regla de Sturges"[15], como guía para la determinación del número aproximado de clases.

Regla de Sturges: $m = 1 + 3.3 \text{ Log } n$

En donde: m = número aproximado de clases

n = número total de observaciones

$$m = 1 + 3.3 \text{ Log } n = 1 + 3.3 \text{ Log } (29) = 5.83 \text{ » } 6 \qquad (22)$$

Determinación del rango de amplitud (I).

La determinación del rango es la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo observado en los datos originales dividido para (m) el número de clases. Posteriormente, al dividirse la amplitud entre el número de clases se obtiene el valor del intervalo de clase (I):

$$I = \frac{xmax - xmin}{m} \qquad (23)$$

[15] "Notas breves sobre estadística descriptiva René Iral Palomino Escuela de estadística"

$$I = \frac{Xmax - Xmin}{m} = \frac{70 - 25}{6} = \frac{45}{6} = 7.5 \qquad (24)$$

Con los datos obtenidos se registran el número de clases y las frecuencias obtenidas en el cuadro 4.6.

Donde:

Frecuencias (fi) de cada clase

Frecuencias acumuladas (Fi).

Frecuencias relativas (hi)

Frecuencias relativas acumuladas (Hi)

CUADRO DE FRECUENCIAS

CUADRO Nº 4.6

CLASE	RANGO	f1	F1	hi	Hi	MARCA DE CLASE
1	25.0-32.5	6	6	0.207	0.207	28.75
2	32.6-40.1	4	10	0.138	0.345	36.35
3	40.2-47.7	6	16	0.207	0.552	43.95
4	47.8-55.3	6	22	0.207	0.759	51.55
5	55.4-62.9	4	26	0.138	0.897	59.15
6	63.0-70.5	3	29	0.103	1.000	66.75

De los 3 rangos con la misma frecuencia de ocurrencia, en este caso se elige el rango número 4, ya que esta sería la situación más desfavorable que se tendría con la estación de transferencia, además de cubrir el 75% del número de viajes que llegan al sitio.

Tasa real de llegadas = 51.55 » 52 vehículos/h

Ahora se realiza la revisión de la infraestructura propuesta para verificar que ésta pueda brindar el servicio a la tasa real de llegadas de vehículos recolectores a la estación de transferencia.

Ya con el número de vehículos/h, deben verificarse los datos antes obtenidos si la estación de transferencia tiene capacidad para este número de vehículos/h.

DATOS:

Tiempo de servicio T = 0.187 h

El número de ranuras de 4 tolvas X4 = 3

Por lo tanto esta estación cuenta con los siguientes servidores S = 12.08

Aplicando la fórmula (12), se tiene el número de vehículos recolectores por h por ranuras de 4 tolvas

$$SM4 = \left(\frac{1}{0.187}\right) 4 = 21.39 \text{ vehículos/hr} \quad (25)$$

$$SM4 = \frac{1}{0.187} * 4 * 3 = 64.17 \text{ vehículos/hr} \quad (26)$$

Entonces el número de vehículos servidores es:

SM total = 64 vehículos/hr

El promedio de vehículos servidores:

$$Mprom = \frac{\text{Total de vehículos servidos/hr}}{\text{Número de servidores}} \quad (27)$$

$$Mprom = \frac{64 \text{ vehículos/hr}}{12.8} = 5.35 \text{ vehículos}$$

La fracción de la capacidad de servicio Considerando una eficiencia de la estación de 85 % se tiene:

$$\frac{@}{S} = 0.85 \qquad @ = 0.85\,(12) = 10.20 \tag{28}$$

Se calcula la tasa promedio de llegadas de recolectores, que es igual a:

$$L = \frac{SMtot}{@} = \frac{64}{0.85} = 54.55 \text{ vehículos/hr} \tag{29}$$

Lq = número de clientes que se espera haya en cola

$$L_q = \left[\frac{@^{S+1}}{(S-1)!(S-@)^2}\right] P_O \tag{30}$$

$$L_q = \left[\frac{(10.20)^{13}}{(12-1)!(12-10.20)^2}\right] 2.79X\,10^{-5}$$

$$L_q = \left[\frac{1.294X\,10^{13}}{129{,}330{,}432}\right] 2.79X\,10^{-5}$$

$$Lq = 2.80$$

Número de clientes esperados en el sistema

$$Ls = Lq + @ \tag{31}$$

$$Ls = 2.8 + 10.2$$

$$Ls = 13.00$$

Tiempo estimado en la cola

$$Wq = \frac{Lq}{L} \tag{32}$$

$$Wq = \frac{2.8}{54.55} \qquad Wq = 0.05 \text{ hr} = 3.08 \text{ min}$$

Tiempo estimado en el sistema

$$Ws = Wq + \frac{1}{M} \qquad (33)$$

$$Ws = 0.05 + \frac{1}{5.35} \qquad Ws = 0.24 \text{ hr} = 14.30 \text{ min}$$

Considerando un tiempo de recorrido al sitio de Disposición Final ida y regreso de 60.00 min (1.00 hr), y un tiempo de llenado por trailer por ranura de 4 tolvas.

TL = 0.37

Las unidades de transferencia requeridas por ranura de 4 tolvas

$$U = \frac{\text{Tiempo de recorrido}}{\text{Tiempo de llenado}} \text{ (número de ranuras)} \qquad (34)$$

$$U = \frac{1}{0.37} (3) \qquad U = 8.1 \gg 9$$

Capacidad real de la estación de transferencia

CR = 54.55 vehículos/h x 8 h/turno (35)

CR = 436.36 vehículos/turno

Si se considera la capacidad promedio de vehículos de 4.5 ton/vehículo se tiene que:

CR = 436.36 vehículos/turno x 4.5 ton/vehículo (36)

CR = 1,963.62 ton/turno

Capacidad instalada de la estación de transferencia.

CI = 54.55 vehículos/hr x 24 hr/día (37)

CI = 1,309.2 vehículos/día

CI = 1,309.2 vehículos/día x 4.5 ton/vehículo

CI = 5,891.4 ton/día

El modelo de colas o líneas de espera no es muy aplicable a nuestro medio porque tiene componentes muy rígidos y determinantes.

Para nuestro medio y sobre todo para el propósito de nuestra tesis que es el ayudar a municipios pequeños y medianos, aplicaremos una metodología basada en experiencias de profesionales en el campo de los residuos sólidos y sobre todo en estaciones de transferencia de los mismos como es el caso de Ing. Borosilov Castro.

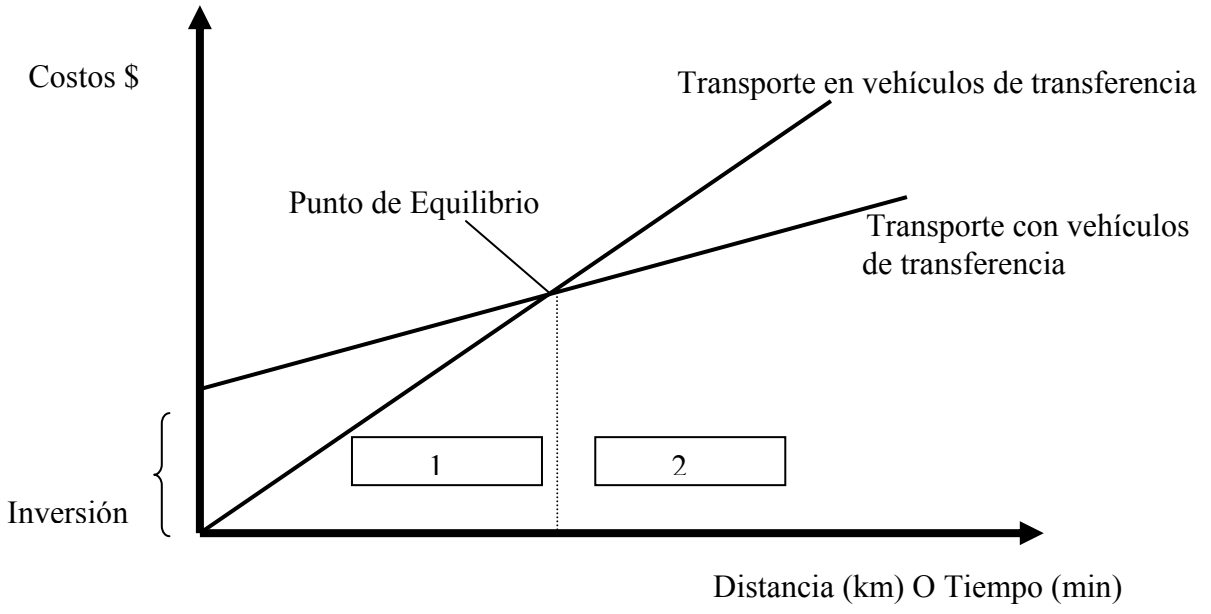
Esta información fue obtenida mediante comunicación directa con el Ing. Borosilov Castro y mediante conferencia de clases en la Universidad Central del Ecuador Figempa.

Esta metodología se basa en el principio de que las estaciones de transferencia de residuos sólidos no siempre forman parte de un sistema de manejo de residuos sólidos.

Toda vez que su necesidad se establece en función de un análisis de costos de transferencia de residuos sólidos, la cual se presenta en la siguiente figura 4.1.

DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD CONTAR CON UNA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA.

FIGURA 4.1



1	Es más ventajoso económicamente llevar los residuos sólidos en los vehículos recolectores
2	Es más ventajoso económicamente llevar los residuos sólidos en los vehículos de transferencia.

Si ya se realiza el transporte de los residuos sólidos desde el fin de la macro ruta de recolección hasta el sitio de disposición final la inversión es cero (0) en este caso.
Pero cuando se termina la recolección de residuos sólidos de la macro ruta y se lleva a la estación de transferencia de residuos sólidos se los procede a compactar para luego llevarlos al sitio de disposición final, para esto es importante mencionar ya se realizó una inversión inicial que es la estación de transferencia un sitio de descarga.

Uno de los parámetros fundamentales para que una estación de transferencia de residuos sólidos opere eficazmente en una ciudad es que los vehículos recolectores recorran distancias mayores a 35 km, esto no es determinante sino es un parámetro que requiere su respectivo análisis.
Un dato importante es saber que los vehículos recolectores tienen una capacidad de 5 ton de carga y los vehículos de transferencia es decir los tracto camiones tiene una capacidad de carga de 30 ton.
La ventaja de una estación de transferencia consiste en llevar más cantidad de residuos sólidos en menos tiempo y la misma cantidad de combustible. El motor tanto del vehículo recolector como de tractocamión son similares, la primera ventaja sería que con un solo conductor puedo llevar más cantidad de residuos sólidos.

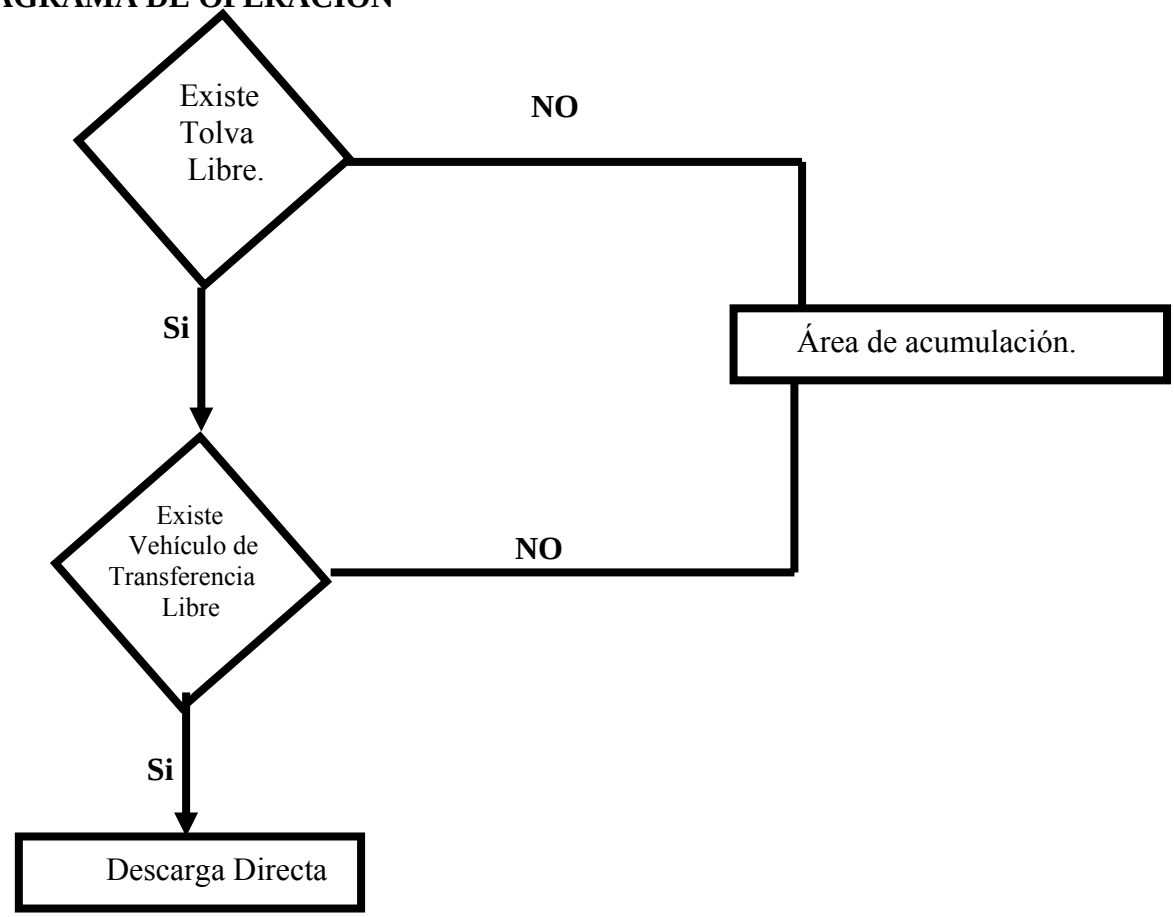
Los vehículos recolectores de residuos sólidos, como su nombre lo indica solo sirven para recolectar, no están diseñados para recorrer grandes distancias a altas velocidades, siendo la velocidad de recolección de estos vehículos de 5 km/hora.

El tracto camión tiene mayor torque, por esta razón puede recorrer grandes distancias a mayor velocidad que los vehículos recolectores convencionales.

Esto depende si un sistema de manejo de residuos sólidos necesita de una estación de transferencia.
La necesidad de poner una estación de transferencia no esta basada en la población ni consolidación de una ciudad, así tenemos como ejemplo la ciudad de Guayaquil que no tiene estación de transferencia porque el sitio de disposición final no esta distante de centroide de producción de residuos sólidos.

El cálculo de la capacidad de una estación de transferencia para desechos sólidos, se lo realizará mediante un diagrama de operación de la misma, para lo cual debemos conocer el registro de llegada de los vehículos recolectores en el transcurso del día.

4. 4.1 DIAGRAMA DE OPERACIÓN



Según esto la llegada de los desechos pueden plantearse cada 15 minutos.
En el caso de no tener la estación de transferencia podemos asumir la frecuencia de llegada de los vehículos recolectores al sitio de disposición final.

Ejemplo práctico de la metodología de un diagrama de frecuencia de llegada de los vehículos recolectores (Cuadro 4.7).

VALORES A CONSIDERAR:

- El vehículo de transferencia de residuos sólidos es de 30 ton/ viaje.
- El tiempo desde la estación de transferencia hasta el sitio de disposición fina el de 45 minutos promedio, este tiempo incluye.

Tiempo de ida + tiempo de registro de llegada + tiempo de descarga + tiempo de registro de salida + tiempo de regreso.

- Para consideración del ejemplo se debe considerar el tiempo de carga del camión de transferencia es de 15 minutos aproximadamente.
- Horario de trabajo de la estación de transferencia es de 8:30 a.m. a 12:45 p.m.

DIAGRAMA DE FRECUENCIAS DE LLEGADA DE LOS VEHÍCULOS RECOLECTORES.

CUADRO 4.7

	8:00	8:15	8:30	8:45	9:00	9:15	9:30	9:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15
TQLL	5	15	20	60	120	60	20	5	15	60	100	30	40	50	40	10	5	
TAST	5	20	40	100	220	280	300	305	320	380	480	510	550	600	640	650	655	
T T	0	0	30	90	150	150	180	270	300	300	330	420	450	450	480	570	600	
TACT	5	20	10	10	70	130	120	35	20	80	150	90	100	150	160	80	55	

TQLL: Toneladas que llegan a la estación de transferencia

TAST: Toneladas acumuladas sin transferir.

TT: toneladas transferidas.

TACT: Toneladas acumuladas con transferencia.

- En el diagrama de frecuencias de llegada de los vehículos recolectores, en este caso se impone el número de vehículos para poder transporta la carga acumulada de los residuos sólidos.
- El número de vehículos que se requiere son 5 para poder llevar la carga de la estación de transferencia al sitio de disposición final.
- La cantidad sobrante de residuos sólidos es de 40 ton en este ejemplo. Este valor de residuos es motivo de un análisis de costos ya que se puede llevar esos residuos al día siguiente o contratar horas extras del personal para poder llevar.
- La basura se puede almacenar por un máximo de dos días en lugares donde no se tenga restricción de olores, es decir si no esta la ET cerca de un sitio poblado.
- Los días críticos de recolección de residuos sólidos son los días lunes y martes, debido que el fin de semana y sobre todo el día domingo no existe recolección de residuos sólidos en algunos sectores y también porque los fines de semana se genera mas residuos sólidos por parte de la población, a partir de esos días la generación de residuos va en disminución con lo cual al acumular la cantidad de 40 ton, como en el ejemplo anterior, no es problema ya que se puede ir eliminando al transcurrir la semana.
- Se deben tomar en cuenta las restricciones de horario tanto de la estación de transferencia como también del sitio de disposición final, para poder diseñar la estación de transferencia con el aumento de vehículos de transferencia como también el número de tolvas a utilizarse.
- De acuerdo al diagrama de frecuencias de llegada de los vehículos recolectores se puede ver que lo mas critico es cuando llegan 3 vehículos al mismo tiempo a la ET, esto da el mínimo de tolvas que necesita la estación de transferencia para cubrir la demanda de los vehículos recolectores.
- El objetivo final de este ejemplo es poder ejecutar el proyecto con el menor costo posible, y las condiciones mas optimas.
- Una vez establecido el número de toneladas acumuladas transferidas, se determina el mayor número acumulado de toneladas, en este ejemplo es de 160 ton. Y con este valor será dimensionada el área de acumulación.

AREA DE ACUMULACION → f (TONELADAS ACUMULADAS CON TRANSFERNCIA)

- La densidad de los residuos sólidos en la estación de transferencia es muy cercana a la densidad de los residuos sólidos en los vehículos recolectores este valor es de 0.4 tn/m³, considerando la descarga y manipulación de la basura en los vehículos recolectores. Este dato fue obtenido de la comunicación directa con el Ing. Borosilov Castro.

$$D = P/V \qquad (38)$$

Donde:

P = Número de toneladas acumuladas con transferencia.

D= 0.4 tn/m³.

V= Volumen de acumulación de la estación de transferencia de residuos sólidos.

$$V = P/D \qquad (39)$$

$$V=160 \text{ ton} \quad / \quad 0.4 \text{ ton/m}^3$$

$$V= 400 \text{ m}^3$$

- El siguiente paso es imponer la altura de acumulación de residuos sólidos. Para lo cual se asume un valor de 3 m.
- Mientras mas alta es la acumulación de residuos sólidos, el muro de contención debe ser más reforzado con lo cual se encarece el proyecto, por lo cual se asume la altura de 3 m.
- Con esta altura asumida podemos determinar el área de acumulación de la estación de transferencia.

$$A= V/H \qquad (40)$$

Donde:

A = Área de acumulación de la estación de transferencia.

H= Altura asumida para la acumulación de residuos sólidos.

V= Volumen de acumulación de la estación de transferencia de residuos sólidos.

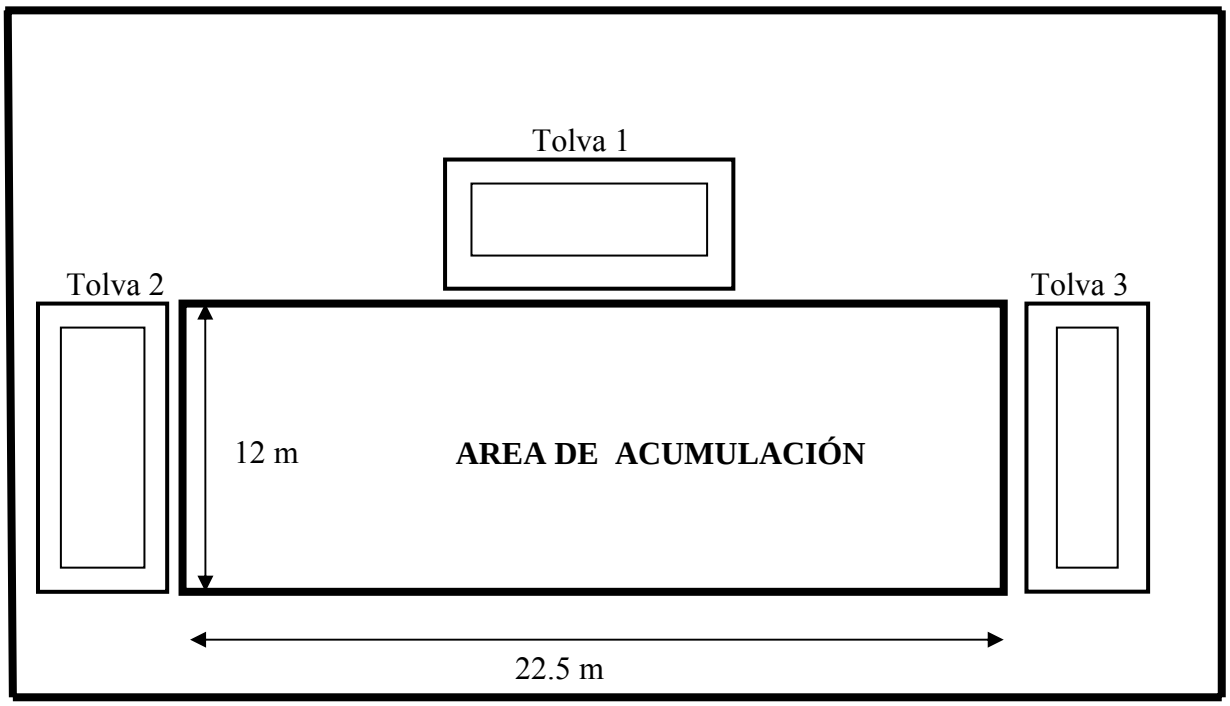
$$A= 400 \text{ m}^3 / 3 \text{ m}$$

$$A= 133 \text{ m}^2$$

Por criterio de emergencia se debe diseñar el área de acumulación de la estación de transferencia, para una acumulación de 2 días entonces tenemos un área de acumulación de 266 m².

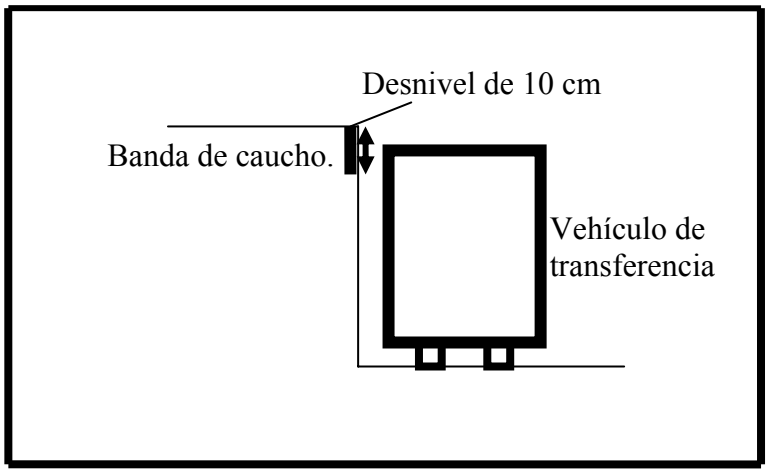
- La longitud de los cajones de carga de los vehículos de transferencia es de 12 m, por lo cual la geometría del área de acumulación debe ajustarse a esta medida.

FIGURA 4.2



- El desnivel del área de acumulación y las diferentes tolvas debe ser de 10 cm, esto es para evitar el desparrame de los residuos sólidos.
- En la pared del área de acumulación ponemos una banda de caucho para evitar el desgaste de las paredes.

FIGURA 4.3


Desnivel de 10 cm
Banda de caucho.
Vehículo de
transferencia

CAPITULO V

PARÁMETROS DE DISEÑO

5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE COMPONENTES Y PROCESOS DE UNA ESTACION DE TRANSFERENCIA

La Estación de Transferencia de carga directa mas un área de acumulación, permite la carga directa de los residuos sólidos a los camiones de transferencia, así como la acumulación de residuos sólidos ante la imposibilidad de que sean descargados en un camión de transferencia.

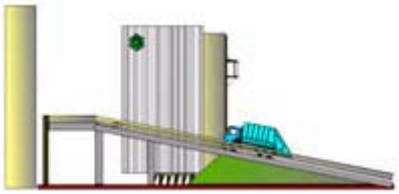
Para el diseño de este tipo de estación de transferencia de residuos sólidos se requiere de lineamientos técnicos los mismos que se encuentran en el. **(Grafico 5.1)**

El sistema de funcionamiento de los camiones recolectores de desechos sólidos

Grafico 5.1

1

Los equipos recolectores son identificados y pesados al ingresar a la planta



2

Luego de pesado el vehículo recolector sube la rampa hasta la playa de descarga superior...

3

...simultáneamente, el equipo de transporte (trailer) atraca en la tolva de descarga inferior

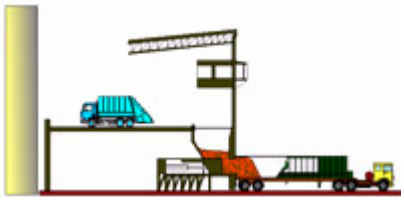
4

Los vehículos recolectores operan desde la zona de descarga superior.

5

6

El pistón del transferencia retrocede...



7

... y luego avanza comenzando a cargar el equipo de transporte por la parte trasera

8

La operación continua hasta completar la carga del trailer

9

Una vez completada la carga el trailer se retira.

FUENTE: Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado www.cirs.net:

En este grafico se observa el funcionamiento de una Estación de Transferencia de una manera sistemática desde el ingreso del vehículo recolector hasta la salida del camión de transferencia hacia el sitio de disposición final.

Las variables a considerar en la construcción de la infraestructura de la Estación de Transferencia son la composición física en lo referente a los residuos alimentarios, así como el contenido de humedad que en este caso es superior al 50%.

El peso específico de los residuos sólidos es de primordial importancia, ya que define las relaciones entre el peso y el volumen de los residuos sólidos que se han de manejar, por lo tanto se utiliza para definir los volúmenes de recipientes para almacenamiento

domiciliario, comercial e industrial, volúmenes de recipientes para recolección y transporte, y necesidades de equipos en sitios de disposición final.

El clima es otra variable que afecta directamente a la descomposición de los residuos sólidos.

La descarga a piso presenta una serie de inconvenientes para este tipo de residuos, debido principalmente a los olores y al alto contenido de humedad, lo cual propicia una deficiente operación, para esto el piso debe ser completamente pavimentado o fundido con hormigón.

5.2 VIALIDADES EXTERIORES

La facilidad de circulación de los vehículos tanto recolectores como de transferencia dependen del diseño geométrico de la misma, así como los estudios y mediciones vehiculares.

Grafico 5.2

Vialidades exteriores

FUENTE: Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado www.cirs.net.

Para evitar problemas en la fluidez vehicular en una Estación de Transferencia, se debe tener vías exteriores como la infraestructura que observamos en la foto, con la finalidad que los camiones recolectores y de transferencia circulen sin ningún problema.

La preparación el terreno

La preparación del terreno tiene como objetivo principal permitir la construcción de la infraestructura básica de Estación de Transferencia para recibirlos en una forma ordenada y con el menor impacto posible, así como facilitar las obras complementarias.

Levantamientos topográficos

Mediante el levantamiento topográfico se puede determinar la conformación del terreno y de los diferentes accidentes geográficos, como también la composición de sus alrededores en los cuales pueden constar postes, señales, árboles, etc.

El relleno sanitario manual debe estar cerca de una vía pública principal y de uso permanente la cual debe estar enlazada en el levantamiento de la Estación de Transferencia.

Capacidad vehicular

La capacidad vehicular en las proximidades de la Estación de Transferencia de residuos sólidos debe ser considerada para determinar el impacto vehicular que se tendrá en la zona. También dependerá de las restricciones que pueda tener la zona donde se realice el emplazamiento de la Estación de Transferencia porque ésta podría generar picos de tráfico por la llegada y salida de vehículos tanto de recolección como de transporte de residuos.

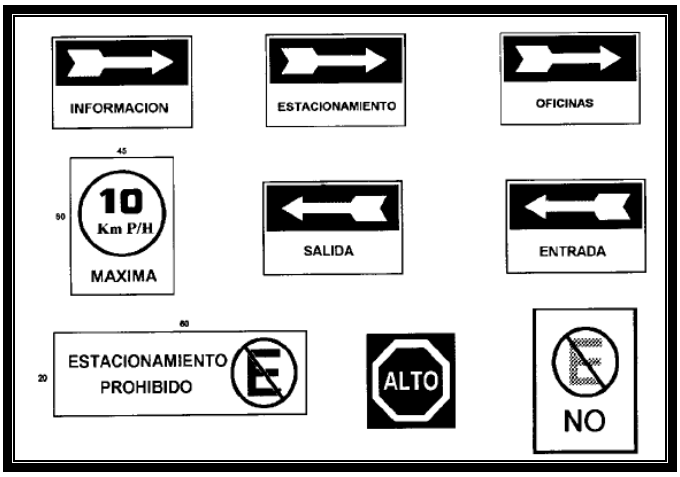
Señalización y semaforización

Se debe realizar un levantamiento que contendrá la información referente al número, ubicación y tipo de señalamiento tanto horizontal como vertical, así mismo se obtendrá el tiempo de la programación de los semáforos.

La señalización vertical referida, consiste en algunos de los siguientes ejemplos: señales de vuelta continua, no paso de frente, paso peatonal, restricción de velocidad, incorporación a vialidad próxima, parada de vehículos del servicio colectivo; algunos ejemplos de este tipo de señalamiento se ilustran en la (grafico 5.3)

Grafico 5.3

Señalización y semaforización



La señalización horizontal comprende algunos de los siguientes ejemplos: líneas conductoras de pasos peatonales, flechas de sentido de circulación, líneas dobles para vehículos de transporte colectivo, líneas separadoras de carril, cajones para vehículos de transporte público ubicando la parada, leyendas tales como "Precaución zona escolar" [16]

5.3 VIALIDADES INTERIORES

Carril de encolamiento

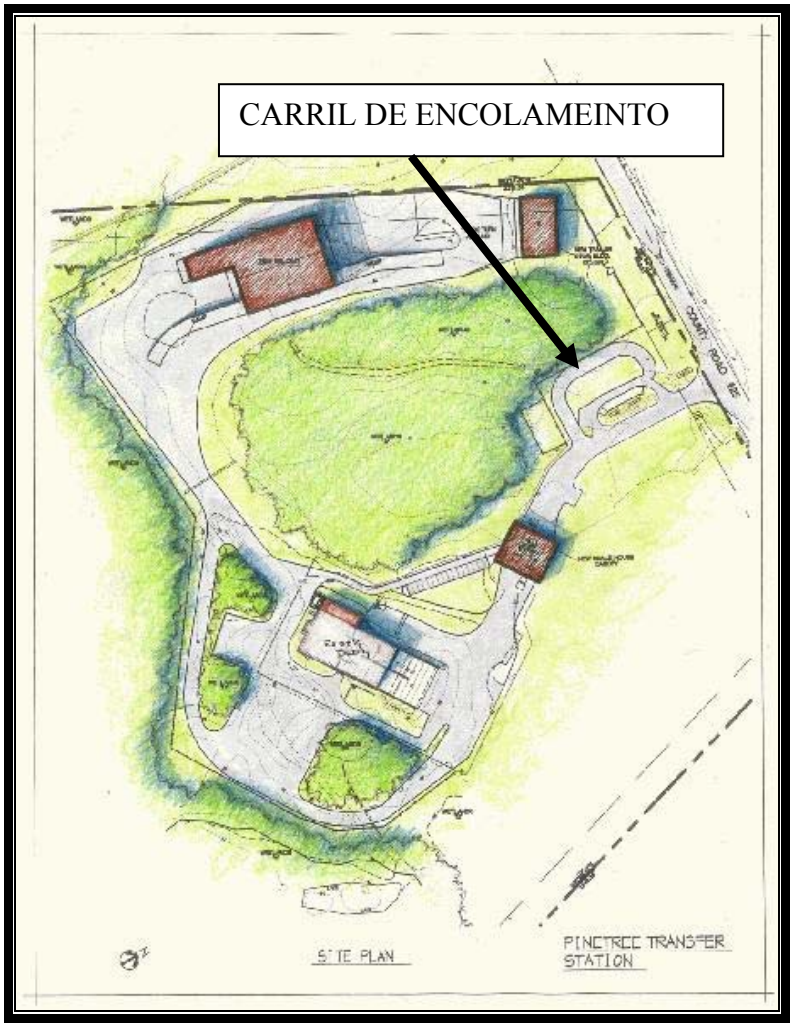
El carril de encolamiento de una Estación de Transferencia, permite evitar problemas de vialidad en su exterior, sobre todo en las horas pico en las que los vehículos recolectores llegan en gran cantidad para depositar los residuos y ésto afecte tanto a la salida de los vehículos de transferencia como también a la circulación de vehículos particulares y ajenos a la estación de transferencia que circulen por la zona.

Este sitio es únicamente para que se estacionen temporalmente los vehículos de recolección y de transferencia, esperando el turno de descarga en el área de acumulación o directamente en los vehículos de transferencia. (Grafico 5.4).

[16] (Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)

Grafico 5.4

Carril de encolamiento



FUENTE: www.breckstone.com

El carril de encolamiento debe estar antes de las rampas de acceso al área de descarga o a las tolvas que llevan los desechos a los vehículos de transferencia.

Rampas

"Las pendientes de las rampas de acceso y salida de la Estación de Transferencia, tanto para vehículos recolectores como de transferencia, deberán ser inferiores al 8% el cual es considerado como un valor máximo para la pendiente de una rampa. La pendiente ideal sería que por cada 10 m que se avance, la superficie de rodamiento se elevará o profundizará un metro (Grafico 5.5).

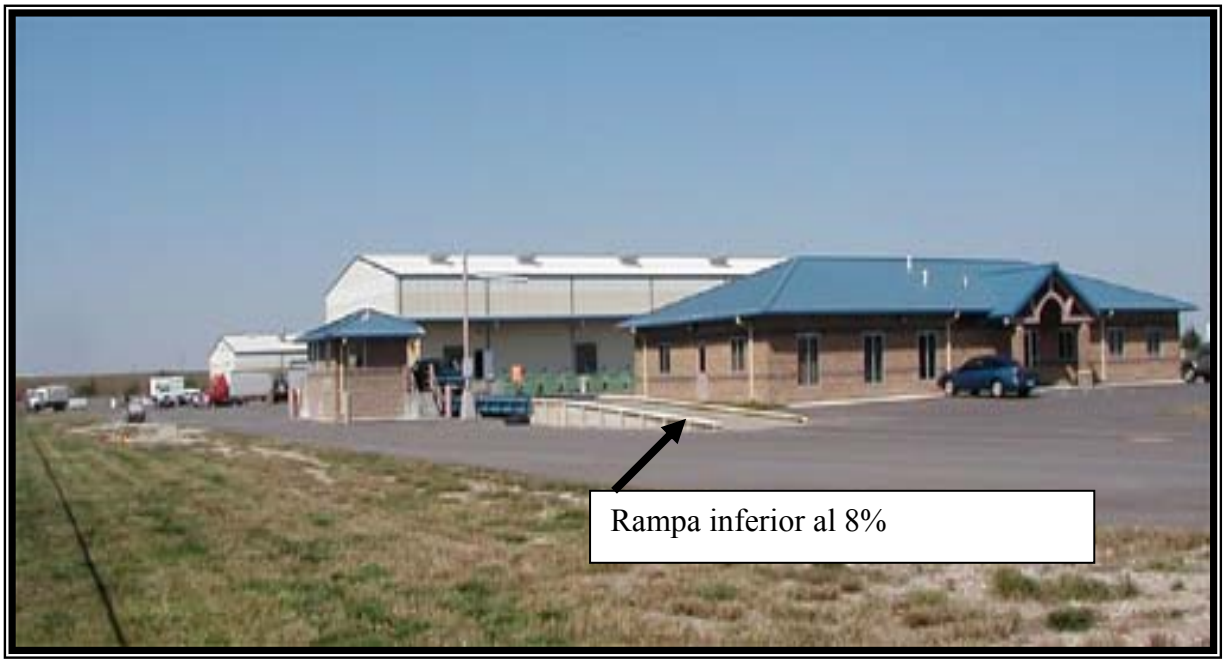
No es conveniente emplear pendientes mayores, debido a que habrá mayor desgaste en los vehículos recolectores, los cuales van llenos a un 90% de su capacidad en su tránsito

ascendente a lo largo de la rampa, generando con ello una mayor emisión de gases no combustionados dentro de la estación, producto del esfuerzo que realizan los vehículos recolectores al transitar sobre pendientes muy inclinadas.

El ancho de las rampas de acceso y salida para vehículos recolectores será de 3.5 m mientras que para vehículos de transferencia será de 4.0 m es conveniente que las rampas cuenten con 2 carriles con el fin de evitar detenciones en la operación de la estación por la descomposición de algún vehículo." [17]

Grafico 5.5

Rampas.



FUENTE: McPearson Arizona USA.

En esta fotografía se observa la pendiente de una rampa para llevar los vehículos recolectores hacia las tolvas de descarga de los residuos sólidos la cual debe ser menos al 8%.

Señalización

La señalización en la Estación de Transferencia debe ser colocada en lugares visibles, con alturas apropiadas para la visibilidad rápida de los mimos por parte de todo el

[17] (Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)

personal que trabaje dentro de la estación como también de personas visitantes. (Grafica 5.6)

Algunos carteles de señalización son:

- Límite de velocidad dentro de la estación de transferencia.
- Zona de pesaje
- Zona de carga y descarga
- Zona administrativa
- Zona de servicios
- Zona de mecánica y mantenimiento.
- Sentidos de circulación de los vehículos
- Divisiones de carril.
- Zona de seguridad para pasos peatonales

Grafico 5.6

Señalización

FUENTE: ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE CUENCA EMPRESA MUNICIPAL DE ASEO DE CUENCA.

En esta imagen se aprecia la señalización horizontal que nos indica las zonas de una Estación de Transferencia.

5.4 ZONA DE DESCARGA DE RESIDUOS SÓLIDOS

Área de Acumulación

Esta es el área donde los vehículos recolectores realizan maniobras de descarga de los residuos sólidos acumulando los mismos cerca del muro de contención de residuos, para ser depositados mediante una pala mecánica en las tolvas y luego en los vehículos transportadores.

En el diseño del área de acumulación se debe tener en cuenta que la posición de las tolvas para los vehículos recolectores y para los vehículos de transferencia no represente dificultad para su ingreso y salida. (Grafico 5.7)

Grafico 5.7

Área de acumulación

FUENTE: Phoenix USA www.wastesolutionsgroup.com/eurekastation.htm

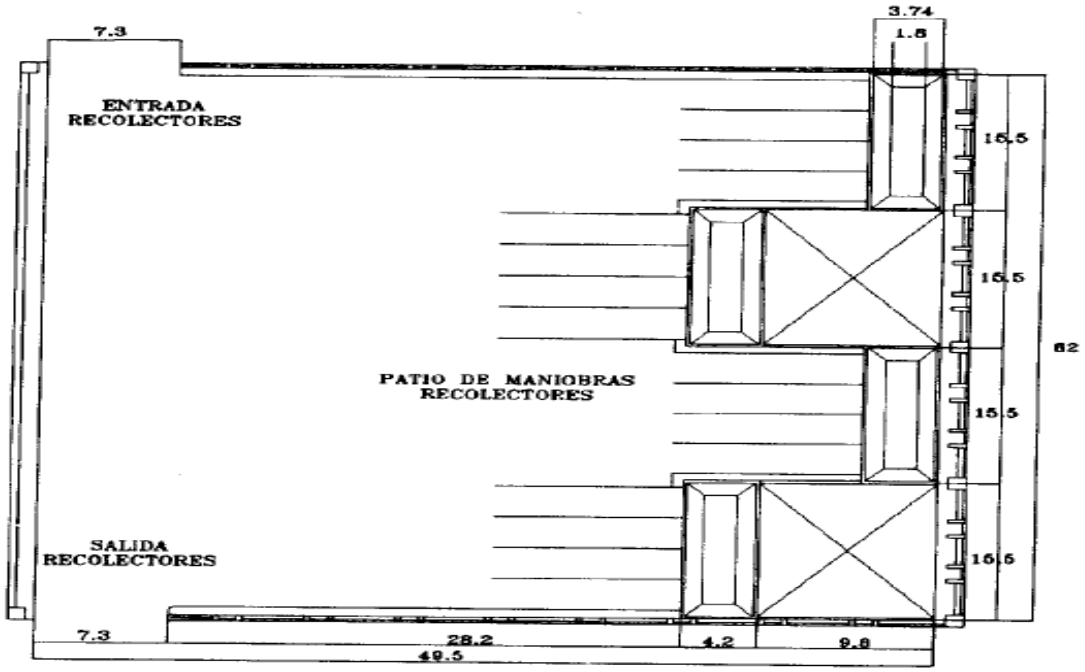
Las líneas de servicio que ocupa cada vehículo recolector determinan el número de tolvas que van a servir en el área de acumulación. En el cuadro 5.1 se propone una superficie mínima para el patio de servicio**.**

CUADRO Nº 5.1 SUPERFICIE MÍNIMA PARA EL PATIO DE SERVICIO

LÍNEA SERVICIO NO. DE SERVIDORES	PATIO SERVICIO (SUPERFICIE MÍNIMA PROPUESTA) (m^2)
1	85
2	170
3	255
4	350

Grafico 5.8

Líneas de servicio



Tolvas

Es el elemento por el cual se depositan los residuos sólidos en lo vehículos de transferencia.

La geometría de la tolva se ajusta a la geometría de la caja del vehículo de transferencia con lo cual se evita derrame de residuos sólidos. (Grafico 5.9)

Grafico 5.9

FUENTE: www.aborgase-edifesa.com/VILLARRASA.htm Huelva España

Las tolvas en su parte inferior deberán contar con un sistema que evita la dispersión de los residuos, para lo cual se le colocará una cortina de neopreno en el perímetro de la ranura.

5.5 ZONA DE CARGA

Patio de carga

Es el sector de posición de los vehículos de transferencia para la carga de los residuos sólidos, la ubicación de los vehículos es bajo la tolva, cuya altura estará en función del tipo de caja de transferencia a emplear.

Este patio de carga debe ser amplio y capaz de soportar fuertes cargas dinámicas ya que sobre él actuarán vehículos de transferencia de gran peso.

El ingreso al patio de carga debe ser directo sin la necesidad de maniobras innecesarias. (Grafica 5.10)

Grafico 5.10

Patio de carga.

FUENTE: ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE CUENCA EMPRESA MUNICIPAL DE ASEO DE CUENCA.

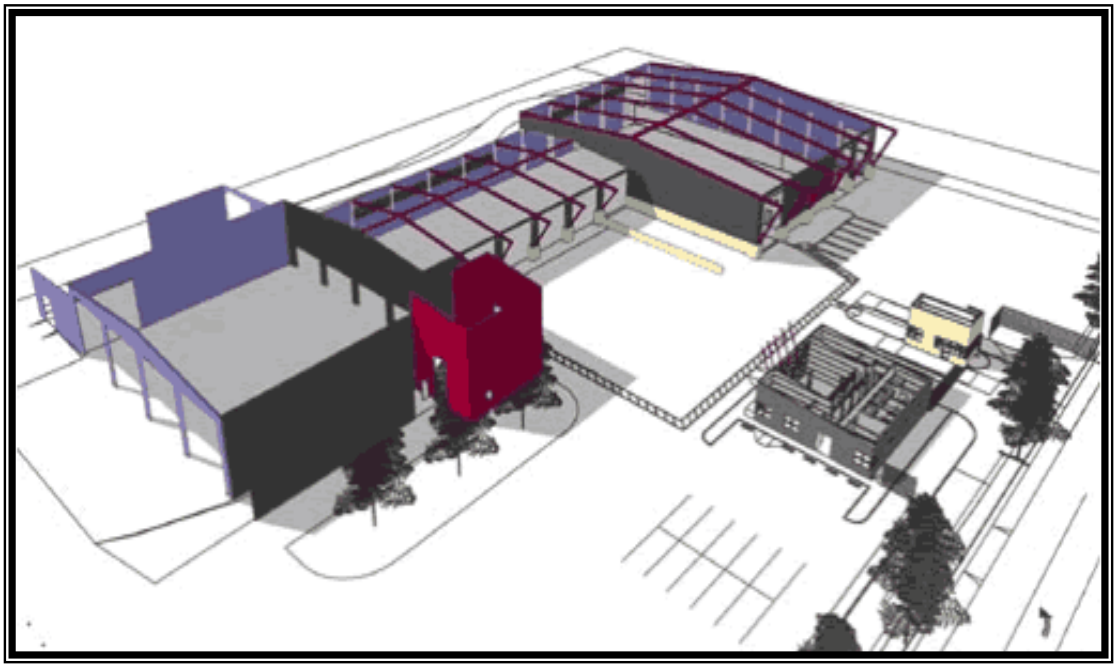
Estos son los componentes principales de una estación de transferencia donde se realizan labores de estructura y gestión de la misma. (Grafico 5.11)

- Oficinas
- Jardines
- Nave industrial cubierta
- Tolvas de descarga
- Aspersores de agua (control de polvo)
- Sistemas de ventilación
- Caseta de control
- Báscula
- Acceso de camiones recolectores
- Patio de maniobras de vehículos recolectores
- Salida de recolectores
- Acceso de vehículos de transferencia

- Patio de maniobras de vehículos de transferencia
- Área de despunte de vehículos de transferencia
- Salida de vehículos de transferencia

Grafico 5.11

Esquema de una estación de transferencia.[18]



FUENTE: ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE CUENCA EMPRESA MUNICIPAL DE ASEO DE CUENCA.

5.6 OBRAS COMPLEMENTARIAS

Entre las obras complementarias de la Estación de Transferencia, se debe tener en cuenta las siguientes:

Talleres

El tamaño y la equipamiento de un taller depende de la cantidad de vehículos tanto recolectores como de transferencia, y del análisis económico entre el tener un taller de planta contra el alquiler de un taller para la reparación y mantenimiento de los vehículos. (Grafico 5.12)

[18] ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE CUENCA EMPRESA MUNICIPAL DE ASEO DE CUENCA. Perfil de proyecto: Estación de transferencia para residuos sólidos. Cuenca, 04 de Abril de 2006

La zona de talleres incluye las siguientes áreas:

- Área de reparaciones menores
- Vulcanizado
- Cambio de aceite
- Reparaciones eléctricas
- Lavado y engrasado
- Fosa y rampa
- Reparaciones menores en caja y maquinaría
- Mantenimiento y conservación

Grafico 5.12

Talleres

FUENTE: Alcaraz España www.imabeiberica.com/compa.htm

Estacionamientos

Es importante destinar áreas exclusivas para cada tipo de vehículos con la finalidad de no utilizar los patios de maniobras o vialidades, lo que entorpecería el buen funcionamiento de la estación. Entre estos vehículos están los vehículos de recolección de transferencia y del personal que trabaja en la estación de transferencia. (Grafico 5.13)

Grafico 5.13

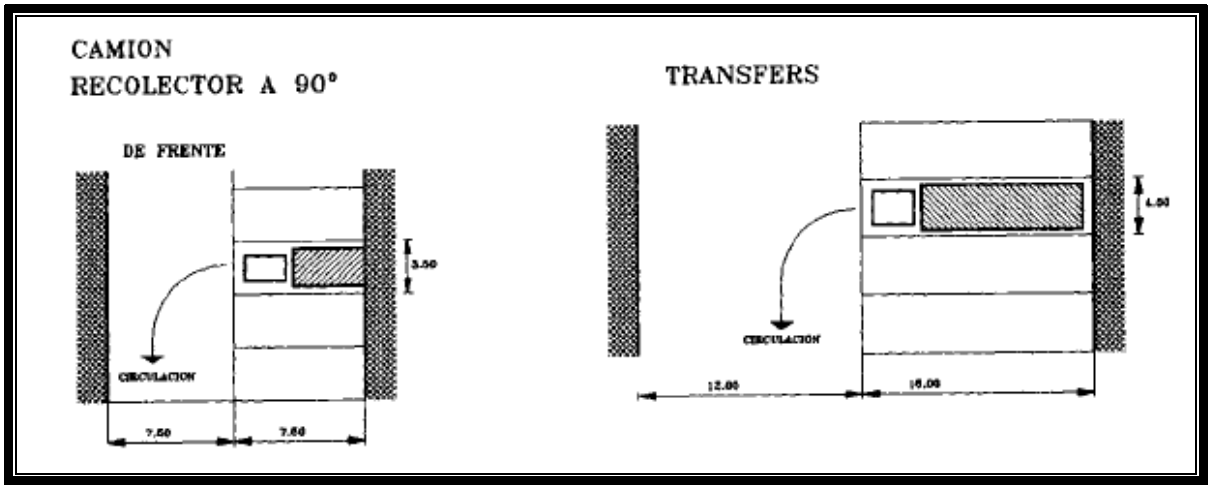
Estacionamientos

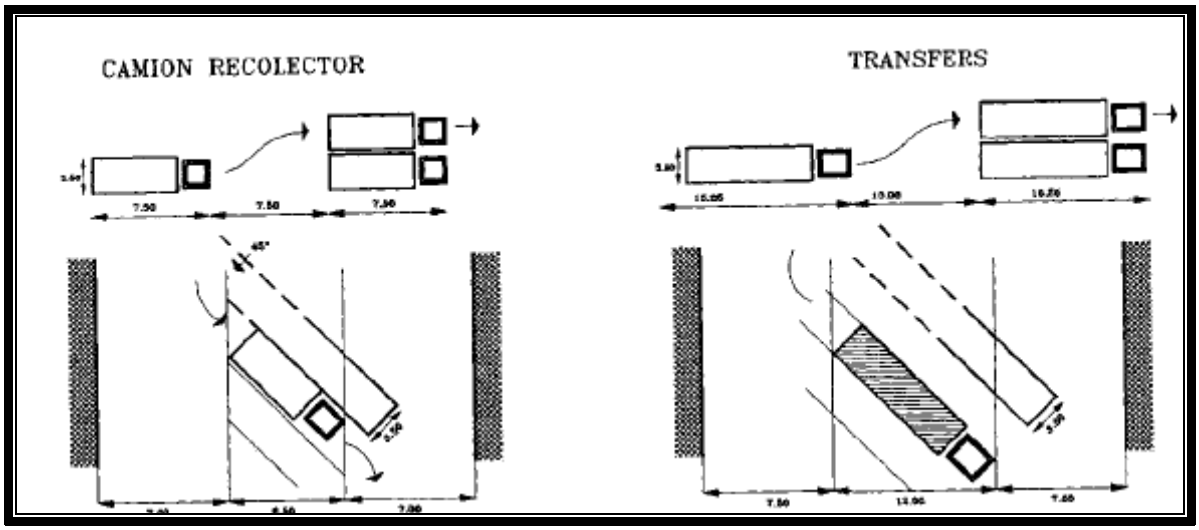
FUENTE: ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE CUENCA EMPRESA MUNICIPAL DE ASEO DE CUENCA

En el caso de los vehículos recolectores y de transferencia se pueden estacionar orientados a 90º ó 45º (Grafico 5.14).

Grafico 5.14

Orientación de estacionamientos. [19]





Para la orientación de los cajones deberá de considerase el radio de giro de cada uno de los vehículos. Así tenemos la longitud de los diferentes tipos de vehículos que ocupen la Estación de Transferencia. (Cuadro 5.2)

[19] (Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)

CUADRO 5.2 MEDIDAS DE LOS VEHÍCULOS

Vehículo tipo	Largo (m)	Ancho (m)
Particular	4.0	2.5
Recolector	8.0	3.5
Transferencia	16.0	4.0

Cubierta

La cubierta en el área de acumulación no ayuda a evitar la dispersión de los residuos sólidos como de polvo o partículas más pequeñas. También sirve como un aislante termo acústico evitando tanto el ruido excesivo, como en el caso de lluvias que generan lixiviados, y esto ocasionaría también el aumento de peso en el transporte de los residuos sólidos al sitio de disposición final. También evita que por intervención del agua la descomposición de los residuos sólidos sea más rápida (Grafico 5.15).

Grafico 5.15

Cubierta.

FUENTE: Virginia Oceanea USA www.spsa.com/facilities/fac-transfer-oceana.asp

Caseta de control

La función de esta caseta es la de llevar un registro y pesaje de los vehículos que ingresan y salen de la estación de transferencia, así como el de vigilancia evitando la entrada de personal y vehículos no autorizados.

La ubicación de esta caseta se localiza en el acceso principal ocupando un área promedio de 20 m², es conveniente que en esta caseta se instale un servicio sanitario para el personal que allí labore.

Báscula

Es necesario la instalar de una báscula para registrar la entrada y salida de los vehículos tanto recolectores como transportadores y llevar un registro en la estación.

El peso de los vehículos se da por la plataforma de la báscula que tiene dispositivos electrónicos que registran el peso en un computador para el registro de los residuos. (Grafico 5.16).

Grafico 5.16

Báscula

FUENTE: California USA *www.wastesolutionsgroup.com/eurekastation.htm Humbolt*

La implantación de la báscula debe realizarse en suelo sin desnivel, su instalación no requiere muchos dispositivos sino de un área de 70 m², capacidad de la báscula es de 50 ton

5.7 CONTROLES AMBIENTALES

Aspersores y extractores

"Son equipos que mitigan la propagación de polvos, partículas, y humos dentro de las áreas del patio de maniobras, tolvas, patio de carga, etc., que afectan el sistema respiratorio de los trabajadores que laboran en la estación.

Los aspersores se utilizan para controlar la suspensión y emisión de polvos, mediante un sistema de atomización con agua adicionada con un reactivo desinfectante.

Esta atomización se puede efectuar con un sistema de boquillas alimentadoras con agua presurizada mediante un compresor, o por medio de llaves de paso rápido individual colocando 4 por tolva con una altura de 2 metros a partir del patio de maniobras.

Los equipos de extracción son utilizados para limpiar el aire en las áreas antes mencionadas y son colocados en la parte superior del capuchón de la tolva, así como en la parte final de la misma. El procedimiento es colocar rejillas en los sitios antes mencionados y por medio de una campana extractora trasladar los polvos, humos y partículas fuera de la línea de servicio"[20]. (Grafico 5.17).

Grafico 5.17

Aspersores y extractores

FUENTE: Estación de transferencia en Quilicura (basura) ***www.latercera.cl/index.html***

[20] (Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)

Es indispensable para toda instalación contar con el equipo anticontaminante que más convenga a las características de su proceso; por ello no se puede prescindir del equipo especializado que garantice la generación de impactos hacia su entorno, por lo que la tendencia de todas las instalaciones debe ser la implementación de equipo y su manteniendo se encuentre en optimas condiciones.

CAPITULO VI
PARTE A
SELECCIÓN Y REVISION DEL EQUIPO DE TRANSFERENCIA Y TRANSPORTE

6.1 SELECCIÓN DEL EQUIPO DE TRANSFERENCIA Y TRANSPORTE

Las condiciones que presenta el Ecuador, es frecuente la utilización de tractocamiones que se utilizan en las estaciones de transferencia como la de "Zambiza" que recibe los desechos sólidos producto de la recolección del sector norte de Quito y de las parroquias noroccidentales del Distrito Metropolitano de Quito, para luego ser trasladados por EMASEO al Relleno Sanitario de "El Inga Bajo". La transferencia de los desechos producidos en la zona sur de Quito, se realiza a través de vehículos tractocamiones de 25 ton (70 m^3) de capacidad por viaje, los cuales se encuentran por terminar su vida útil, por falta de mantenimiento adecuado. "El Comercio 23 de julio del 2008"

En lo que respecta a los desechos que se transfieren desde la zona norte de Quito, esto realiza mediante bañeras y volquetes de 12 m de longitud, los cuales no son ideal para este servicio debido a las condiciones de las vías y a la topografía de la ciudad ya que vehículos mas grandes dificultarían en mayor proporción el tránsito de la ciudad. Además, la estación de transferencia de Zámbiza se encuentra parcialmente construida, lo que dificulta su operación ya que no existe un galpón cubierto y pavimentado para el depósito de la basura, por lo que esta actividad se la realiza directamente en el suelo, provocando que los lixiviados del día se infiltren contaminándolo.

Tomando en cuenta que la selección del equipo de recolección y transporte es uno de los puntos más importantes en el diseño del sistema, se debe hacer mención que la problemática no sólo radica en seleccionar indiscriminadamente el chasis y carrocería adecuados al método de recolección por instrumentar, ya que el problema tiene un trasfondo tecnológico y social que muchas veces no es considerado en su justa dimensión; dicho trasfondo se debe al hecho de que la mayoría de los vehículos convencionales diseñados para la recolección y transporte de la basura, han sido fabricados para condiciones tecnológicas y sociales prevalecientes en países desarrollados. En estos países

con mayor grado de desarrollo, se tiene abundancia de capital con intereses más bajos, lo contrario de lo que sucede en países en desarrollo como es el caso del Ecuador; de lo anterior puede desprenderse que los países desarrollados deben tender a contar con métodos y sistemas con altas inversiones y poco uso de mano de obra, mientras que los países menos desarrollados deberían tender a usar equipos y métodos no convencionales que con menos inversión, hagan un uso extensivo de la mano de obra.

Características y funcionalidad del equipo

Los remolques de los tractocamiones pueden ser de dos formas:

a) Carrocería abierta

Son carrocerías que no tienen cubierta la parte superior, en las cuales pueden depositar mas de un vehículo recolector los residuos sólidos directamente, con lo cual se desminuye el tiempo de llenado con relación a una carrocería cerrada. **(Grafico 6.1)**

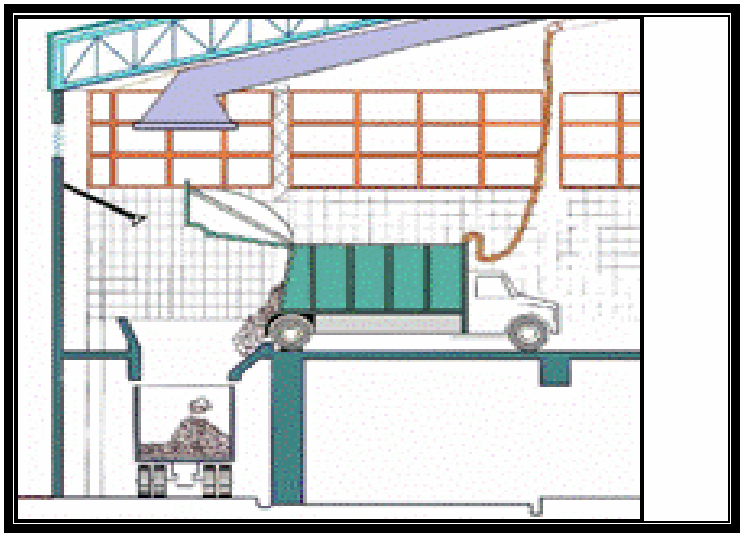
La desventaja de este tipo de carrocerías es que no cuentan con un sistema de compactación de residuos lo cual hace que el peso que transporta el tracto camión sea bajo en relación a las carrocerías cerradas con sistema de compactación.

Los sistemas de descarga de las carrocerías abiertas desde el punto de vista mecánico, puede ser de tres tipos.

A). Sistema de descargada de volteo. B). Sistema de piso móvil. C). Sistema de piso caminante o piso vivo.

Los sistemas piso móvil y de piso caminante o vivo son colocados a todo lo largo del piso de la carrocería.

Grafico 6.1



FUENTE: **www.consorciosantamarta.cl/.../ruta_basura.htm**

En el gráfico 6.1 se aprecia la descarga directa del vehículo de recolección en el tractocamión.

b) Carrocería cerrada

Las carrocerías cerradas cuentan con un sistema de compactación, el cual se acciona cada vez que termina de descargar un vehículo de recolección por lo cual es tiempo de llenado es mayor que el tiempo de una carrocería abierta ya que solo puede descargar un vehículo a la vez.

La ventaja de la carrocería cerrada es que el tracto camión lleva mayor peso que las carrocerías abiertas. El sistema de descarga que tienen estas carrocerías se caracterizan porque mediante la misma placa compactadora se pueden expulsar lo residuos sólidos.

El llevar los residuos sólidos compactados en estas carrocerías genera malos olores así como el escurrimiento de líquidos, los cuales no son captados por estas carrocerías y van a dar al drenaje. **(Grafico 6.2)**[21]. En la Estación de Transferencia 1 situada al sur de la ciudad de Quito cooperan 30 trailers que transportan los desechos hasta el relleno sanitario, son herméticos y miden 12 metros de largo cada uno, en esta estación no se utilizarán bañeras por razones ambientales y de seguridad, debido a que la basura no puede estar en contacto con el aire, sino protegida completamente.

Estos camiones cuentan con carrocería de gran capacidad (30 a 75 m^3).

Grafico 6.2

FUENTE: HUZMANN TRACTOCAMIONES **www.husmann-umwelt-technik.de**

[21] ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE CUENCA EMPRESA MUNICIPAL DE ASEO DE CUENCA.

En el cuadro siguiente se señalan algunas ventajas y desventajas de los vehículos antes descritos:

TIPO DE VEHICULO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Camiones de carrocería abierta.	* simplicidad de su construcción y manutención. * Mayor relación carga-hora. * Menor costo de inversión para la misma capacidad de carga.	* Posibilidad de esparcimiento de basura en la calle si el equipo cobertor no tiene un buen mantenimiento. * Operación de descarga lenta.
Camiones de carrocería cerrada.	* Mejor garantía en el transporte de la basura. * Dercarga rápida.	* Costos de inversión y mantenimiento altos.

FUENTE: Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales

"Las especificaciones técnicas de un tracto camión" [22]son las siguientes: (Grafico 6.3)

- Distancia en ejes 5.08 m
- Largo total 1.17 m
- Altura total 3.89 m
- Ancho total 2.5 m
- Potencia de motor 410 hp
- Cilindrada 14.000 cm^3
- Capacidad del eje delantero 5.44 ton
- Capacidad del eje trasero 20.87 ton
- Capacidad suspensión delantera 5.44 ton
- Capacidad suspensión trasero 20.87 ton
- Número de tanque de combustible 2 unidades
- Capacidad de los tanques de combustible 530 l c/u

Un sistema adecuado se caracteriza por su contribución a economías y además a la protección del ambiente. Obtener tales efectos es sólo posible por una reducción del volumen del material a eliminar.

Sobre el número de vehículos que debe tener cada instalación, éste debe planearse de acuerdo a las necesidades de ese equipo; la cobertura que se haya planeado cubrir, los estudios de generación.

[22] (Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)

A mayor número de vehículos, mayor cobertura y menor proliferación de tiraderos clandestinos, por lo tanto menos contaminantes.

Especificaciones técnicas de la caja de transferencia

Las cajas de transferencia cerrada utilizada tienen las siguientes características**.**

(Grafico 6.3)

- Largo 12.19 m
- Ancho 2.39 m
- Altura total 4.09 m
- Capacidad volumétrica 70 m³
- Dos ejes de 9.97 ton
- Suspensión 19.95 ton
- Peso de carrocería 13 ton

Grafico 6.3

FUENTE: PLANTA DE RECICLAJE-COMPOSTAJE DE RSU. DE VILLARRASA

6.2 ANÁLISIS DE DESCARGA DEL EQUIPO

Los métodos utilizados para descargar los tractocamiones con carrocería abierta pueden clasificarse como.

1- De auto descarga.
2- Los que precisan la ayuda de equipo auxiliar.

Estos vehículos de auto descarga tienen mecanismos tales como rampas de descarga hidráulica, placas internas mecánicas, y suelos móviles que forman parte del vehículo.

El uso de placas internas mecánicas utilizando un pistón hidráulico o cables móviles es el método más común de descargar camiones.

Los suelos móviles son adaptaciones del equipo utilizado en la industria de la construcción, que tienen la ventaja de descarga de entre 6 a 10 minutos, sin necesidad de equipo auxiliar.

Los sistemas de descarga que requieren equipamiento auxiliar usualmente son del tipo tirante, en lo que los residuos sólidos son arrojados fuera del camión con una aplaca de contención móvil o cables de alambre puestos delante de la carga.

La desventaja de necesitar equipamiento y mano de obra auxiliar para ayudar a la operación de descarga en el lugar de descarga es relativamente menor, puesto que el método es muy sencillo y fiable. Sin embargo una desventaja añadida inevitablemente es el tiempo de espera en el que el vehículo permanece sin utilizarse en el lugar de descarga, hasta que el equipamiento auxiliar pueda colocarse en posición adecuada.

Otro sistema auxiliar de descarga que se ha probado como eficaz según la "Gestión integral de residuos sólidos" [23][23] implica el uso de rampas de descarga móviles operadas hidráulicamente. Operacionalmente, cuando se utiliza una combinación de tractocamión con remolque, el tractocamión se pone marcha atrás hasta que el remolque llega a una segunda rampa de descarga, se abren las compuertas de la carrocería y se vuelcan las unidades hasta que los residuos sólidos caen por la fuerza de gravedad al área de descarga. Después de vaciarse, el camión y el remolque vuelven a sus posiciones originales. El camión se lleva fuera de la rampa y en marcha atrás sube la rampa utilizada por la carrocería. El tiempo normal requerido para la totalidad de la operación de descarga es de unos 6 min/viaje. (**Grafico 6.4)**

[23] Gestión integral de residuos sólidos. Volumen I .Derechos reservados 1194 Mcgraw – Hill / Interamericana de España, S.A

(**Grafico 6.4)**

FUENTE: PLANTA DE RECICLAJE-COMPOSTAJE DE RSU. DE VILLARRASA

En las algunas estaciones de transferencia, frecuentemente se utilizan carrocerías de gran capacidad conjuntamente con compactadotas estacionarias. En algunos casos, el mecanismo de compactación es una parte integral de la carrocería. Cuando las carrocerías van equipadas con un mecanismo propio, la placa de contención móvil utilizada para comprimir los residuos sólidos también se utiliza para descargar los residuos compactados.

El método utilizado para descargar los tractocamiones con carrocería cerrada es:

6.3 EQUIPO DE HIDROLAVADO

En las ET se necesita de la hidrolavadora para poder limpiar tanto las instalaciones de la misma como los vehículos de recolección y de transferencia, mediante la alta presión de agua que genera este equipo.

La hidrolavadora es el equipo de limpieza que se ocupa en las estaciones de transferencia para mantener limpias las instalaciones y los vehículos. Estos limpiadores de alta presión vienen equipados con boquilla cambiable de chorro triple o pistola.

PARTE B
IMPACTO AMBIENTAL

6.4 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA ESTACIÓN DE TRANFERENCIA

El objetivo general de la evaluación es identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir y comunicar el efecto y las consecuencias que la puesta en marcha del proyecto de Estación de Transferencia puedan ocasionar sobre el sitio seleccionado para su ubicación, su entorno y ambiente en las fases de construcción, operación y cierre.

En el área de estudio es importante determinar el impacto ambiental, para lo cual se deben considerar los elementos naturales y sociales, susceptibles de ser modificados por las acciones asociadas a la operación de la Estación de Transferencia.

6.4.1 Definición de las áreas de influencia del proyecto

Se definirán y delimitarán las áreas de influencia del proyecto, directa e indirecta, lo cual permitirá establecer el alcance geográfico del Plan de Manejo Ambiental, el plan de relaciones comunitarias por parte de los municipios.

Para el efecto, se establecerán los criterios para definir las áreas de influencia directa e indirecta y sus límites de división que incluyan:

- Las vías de acceso a la estación de transferencia y al sitio de disposición final;
- Los aspectos auxiliares del proyecto: corredores de transmisión de energía, carreteras de acceso, cambios no planificados por el proyecto (cambios de uso del suelo) en las cercanías a los caminos de acceso;
- Áreas externas al emplazamiento necesitadas como indemnizaciones;
- Análisis de las instituciones y comunidades directa e indirectamente afectadas, de acuerdo a las definiciones utilizadas en el reglamento sobre participación ciudadana y consulta previa publicado en el Registro Oficial No. 380 del 19 de octubre del 2006.
- Dirección predominante de los vientos.

6.5CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO FÍSICO

Es necesario tener la descripción de la línea base ambiental que se e refiere a la evaluación del medio receptor en donde se describirán las condiciones ambientales del área donde se desarrollará el proyecto de la Estación de Transferencia para definir el estado pre-

operacional de referencia o línea base, a fin de poder determinar las alteraciones potenciales que se producirían por la puesta en marcha del proyecto.

Los aspectos a considerar son:

6.5.1 Clima

Se debe estudiar sobre el área de influencia del proyecto diferentes parámetros del clima como el viento, temperatura, humedad relativa, nubosidad, pluviometría.

En la temperatura se analizará: la temperatura media mensual, temperaturas máximas y mínimas absolutas.

El análisis de precipitación contendrá los parámetros de: precipitación media mensual, precipitación media anual y precipitación máxima en 24 horas.

Con respecto al viento se debe identificar: viento dominante, frecuencia, dirección y velocidad, recorrido medio y velocidades máximas.

6.5.2 Suelo

Se debe identificar y describir los tipos de suelos que se encuentran en el área del proyecto.

Se presentará una caracterización geotécnica de los suelos y formaciones superficiales, en función de la susceptibilidad a los procesos erosivos, características de estabilidad, capacidad portante y permeabilidad.

Se deberá describir el uso actual del suelo y los usos potenciales en función a la normativa municipal que rige el sector.

6.5.3 Aire

Se debe elaborar una caracterización general de la calidad del aire. El Consultor determinará la situación de la calidad actual del aire mediante muestreos en una serie de puntos localizados en el entorno del predio donde se ubicará la Estación de Transferencia.

Esta evaluación de la calidad del aire se deberá realizar para un periodo no menor a 10 días continuos midiendo como parámetro principal las partículas sedimentables. Y se demostrará la necesidad de realizar una modelación para determinar el grado de afectación en el entorno en el caso de una emisión considerable en el sitio.

6.5.4 Viento

Es necesario tener la información requerida para el viento, tales como dirección, velocidad predominante, períodos de afectación. El levantamiento de esta información se complementará con el análisis de la rosa de los vientos del sector u otro método debidamente probado.

6.5.5 Agua

Se debe realizar un estudio hidrológico local, ligado al área de influencia directa del proyecto, se presentará un mapa hidrológico, ubicando los cuerpos de agua superficial y subterránea que puedan ser potencialmente afectados por el proyecto.

Se determinará la calidad de las aguas que potencialmente se vean afectadas por la construcción y operación de la Estación de Transferencia. Se evaluarán los siguientes parámetros: DBO5, DQO y sólidos totales en suspensión.

6.5.6 Ruido

Se localizarán los diferentes puntos claves en donde se medirá el ruido, realizando una descripción de ellos en función de las características de su entorno. En cada punto de muestreo se estudiarán las características del entorno relacionadas con la emisión y propagación del ruido a zonas urbanas (urbanizaciones cercanas).

Se tendrán en cuenta las variables ambientales que influyen en la propagación, y se elaborará un mapa de nivel de ruido en las zonas aledañas a la estación de transferencia. Para el efecto se deberán considerar la incidencia del tráfico actual y futuro.

6.5.7 Paisaje

El diagnóstico paisajístico del sitio y su influencia en el sector, en base de la magnitud de las modificaciones que va a sufrir el territorio y de la calidad o fragilidad de éste por medio de un análisis de fragilidad visual. Se deberá considerar el grado de visibilidad del terreno donde se van a implantar las infraestructuras.

Deberá inventariar y valorar los recursos paisajistas en el área de impacto directo del proyecto y simular gráficamente y/o a través de fotomontaje las nuevas condiciones paisajistas que tendrán los sitios de mayor interés escénico en el área del proyecto, luego de su construcción.

6.5.8 Accesibilidad y tráfico:

Se deberán considerar la situación de accesibilidad al sitio del proyecto y su interconexión con vías rápidas y de desfogue. Se analizará la información necesaria que permita conocer la situación actual respecto al tráfico en las vías de acceso, su relación de horas pico, rutas de transporte público, conexión con otras parroquias, etc. para lo cual deberá recopilar y validar las informaciones de tráfico promedio diario –TPDA- en instituciones como el Ministerio de Obras Públicas, Municipio y Consejos Provinciales.

6.6CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO BIÓTICO

La flora y fauna que se presente dependerá de la ubicación de la estación de transferencia de residuos sólidos ya sea por encontrarse en una zona urbana o fuera de ella. En general, se tomará en consideración:

6.6.1 Flora

Se deberá hacer una descripción de la vegetación existente teniendo en cuenta las unidades vegetales en el área de influencia, indicando su importancia ecológica, económica y cultural. Se deberá indicar gráficamente el área de cobertura vegetal utilizando la tipología estandarizada que se usa en el Municipio y otros estudios regionales.

Indicar el estado general de las asociaciones vegetales, adjuntando un inventario forestal.

6.6.2 Fauna

Se identificarán las especies presentes en la zona de influencia y se identificarán las diferentes características de las comunidades y poblaciones presentes en los ecosistemas de la zona de estudio como son: distribución en el espacio, abundancia, diversidad genética y riqueza.

Se deberán caracterizar los ecosistemas existentes en el área de estudio, especialmente aquellos que pudieran ser afectados por la construcción y operación de la Estación de Transferencia.

6.7 CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO

Los factores a tomarse en cuenta en servicios que deben tener las comunidades aledañas al proyecto de la estación de transferencia de residuos sólidos son:

6.7.1 Factores demográficos

Se deberán indicar datos sobre el tamaño de la población, género y estructura entre otros, de la población del sector de emplazamiento del proyecto.

Se deberá indicar la tasa actual de empleo, nivel de educación y actividades económicas, con el fin de poder establecer si las demandas de mano de obra del proyecto pueden ser satisfechas y el alcance de posibles efectos sobre la población.

6.7.2 Factores socio-económicos

Se deberá presentar la información sobre el acceso de la población ubicada en el área de influencia del proyecto a los servicios públicos domiciliarios, servicios de salud, educación y recreación.

Se deberá indicar la existencia y disponibilidad de servicios de emergencia como: estación de bomberos, Cruz Roja, Policía, hospitales, clínicas y otros.

Se identificará y describirá la infraestructura comunal existente como caminos, puentes, centros de salud, centros educativos, vivienda o sitios históricos, que se encuentren en el área de influencia del proyecto.

Analizar cuál es la percepción, actitudes y preocupaciones de los habitantes de la zona sobre la ejecución del proyecto y las transformaciones que esto pueda generar. Señalar los posibles conflictos que puedan derivarse de la ejecución; así como la metodología a utilizar para presentar y discutir el proyecto y sus alcances con las comunidades cercanas.

6.7.3 Factores culturales

Se realizará una descripción de los valores recreativos, estéticos y artísticos de la zona que pudieran verse afectados por el proyecto.

Se analizará la existencia de sitios de interés cultural, histórico, arqueológico, antropológico o monumentos en la zona de influencia del proyecto.

6.7.4 Factores de salud pública

Se analizarán indicadores de salud en la población ubicada en el área de influencia del proyecto y el estado actual de los servicios de agua potable, alcantarillado y aseo para determinar la calidad sanitaria de la población.

6.8 IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

6.8.1 Identificación

Identificación de acciones que pueden causar impactos

Para poder describir mejor las acciones susceptibles de desencadenar impactos ambientales, es importante desvincular las distintas etapas o fases del proyecto en

elementos y acciones cada vez de mayor nivel de detalle. Así se deberá analizar el proyecto o actividad productiva en las etapas principales: construcción, operación y cierre y clausura.

Para determinar las acciones susceptibles de causar impactos, se deberán considerar los siguientes criterios: ser relevantes, ser independientes y ser en lo posible medibles/cuantificables.

Las acciones se deberán analizar de acuerdo con los siguientes criterios: por la variación de la calidad ambiental, por la intensidad; por la extensión; por el momento en que se manifiesta; por su persistencia; por su interrelación de acciones y/o efectos; por su periodicidad, y por la necesidad de medidas correctoras.

Identificación de factores ambientales susceptibles de recibir impactos

El necesario analizar y estudiar los efectos que sobre los principales elementos del ambiente (aire, suelo, subsuelo, aguas superficiales, aguas subterráneas, flora y fauna, paisaje y medio socioeconómico) causan las acciones identificadas, de acuerdo a lo establecido en el literal anterior. En esta fase se llevará a cabo la identificación de aquellos aspectos del ambiente cuyos cambios motivados por las distintas acciones del proyecto en sus respectivas fases supongan modificaciones de la calidad ambiental del mismo.

Al igual que en el literal anterior, se deberán aplicar criterios para identificar los factores ambientales susceptibles de ser impactados negativamente: Ser relevantes, Ser excluyentes; ser cuantificables y ser fácilmente identificables.

6.8.2 Valoración y evaluación de los impactos

Consiste en asignar puntuación a los impactos identificados de acuerdo con alguna escala previamente determinada y debidamente probada en otra evaluación de impactos ambientales. El estudio de Impactos Ambientales deberá obligatoriamente valorarse y evaluarse a través, cuando mínimo, de las siguientes matrices:

Matriz de Interacciones

Matriz de Causa –Efecto (Leopold) (Sin Proyecto; Proyecto sin Plan de Manejo, Proyecto con Plan de Manejo)

Matriz de importancia

Se deberá tener en cuenta que una vez identificados los posibles impactos, es necesario y fundamental justificar y explicar el por qué se ha otorgado una determinada valoración a cada uno de los impactos, para esto tenemos el método cualitativo y el método cuantitativo

6.8.3 Método cualitativo

La matriz de Leopold es la empleada para el desarrollo de esta metodología.

1.- Matriz de identificación de impactos:

Esta matriz tiene dos partes la primera es las actividades de las diferentes etapas del proyecto la cual va en la parte horizontal de la matriz y en la parte vertical tenemos las principales características ambientales del sitio y área de influencia que pueden ser afectadas.

2.-Matriz de Evaluación:

En esta matriz asignamos criterios significancia de magnitud, tiempo forma y dirección del impacto, los cuales se van dando con las actividades del proyecto y el medio ambiente de la zona donde se emplaza la Estación de Transferencia.

Los impactos de acuerdo a la significancia los calificamos en función de su magnitud, así tenemos impactos poco significativos e impactos significativos, los cuales pueden ser representar también efectos adverso o, beneficioso, a corto, mediano y largo plazo.

"De esta manera, los impactos se podrán expresar como sigue:

a o b = Poco significativo cuando sea de pequeña magnitud, reversible a corto plazo, adverso (a) o benéfico (b) y directo o indirecto.

A o B = Significativo cuando sea de magnitud considerable, reversible a largo plazo o irreversible, adverso (A) o benéfico (B) y directo o indirecto.

Una vez identificados y evaluados los impactos, se seleccionan los clasificados como significativos, adversos y beneficiosos, agrupándolos en otra matriz conocida como matriz de cribado, en donde se enfaticen tanto las acciones generadoras, como los factores ambientales que serían impactados significativamente, para después describir los impactos."[24]

[24] (Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)

6.8.4 Método cuantitativo

La matriz de Lizárraga nos sirve para la evaluación cuantitativa de los impactos, tomando en cuenta la magnitud e importancia de los mismos, basados en el conocimiento de la zona de estudio y en el desarrollo de las actividades que se realicen en este tipo de obras.

En esta matriz tenemos los siguientes aspectos.

- Consecuencias en la preparación-construcción del sitio. En la construcción de este tipo de obras tenemos la preparación del terreno las cuales generan impactos como movimientos de tierra, deforestación, etc., además de esto tenemos los problemas sociales que genera la implantación de una Estación de Transferencia en una comunidad.
- Consecuencias en la operación de la estación. Estos son los efectos que se generan por la operación de la Estación de Transferencia.
- Consecuencias en el mantenimiento y abandono de la obra. Aquí se analizarán los impactos que podría ocasionar el mantenimiento de la estación y en su caso los que generaría el abandono de la misma.
- Consecuencias directas. Es cuando un elemento ambiental se ve afectado sus propiedades por acción directa de alguna de las actividades de la estación.
- Consecuencias indirectas o inducidos. Son efectos que se producen en el ambiente por consecuencia de los impactos ambientales primarios por actividades de operación de la Estación de Transferencia o bien cuando los impactos se manifiestan tardíamente o alejadamente del sitio donde se generan.

Para la calificación de los impactos antes mencionados tenemos una escala de -5 a +5, de acuerdo con la consecuencia del impacto. El signo (-) significa un efecto adverso y el signo (+) efecto beneficioso.

- Consecuencias acumulativas. Son los efectos que se suman sobre el ambiente y/o la salud como resultado del impacto de varias actividades del proyecto o cuando se asocia con otras acciones presentes.
- Reversibilidad. Los efectos sobre el ambiente y/o salud pueden ser mitigados de forma tal, que se restablezcan las condiciones anteriores a la realización del proyecto, o bien puede suceder que la naturaleza de la acción no permita que las condiciones originales se restablezcan.

Para la calificación de la magnitud de los efectos debemos asignar los siguientes valores. (Cuadro 6.1)

CUADRO Nº 6.1

CALIFICACION DE MAGNITUD DE LOS EFECTOS

POSITIVO (+)	NEGATIVO (-)	CALIFICACIÓN
Totalmente reversible	Totalmente reversible	1
Parcialmente reversible	Parcialmente reversible	2
Difícilmente reversible	Difícilmente reversible	3
Irreversible, no permanente	Irreversible, pero mitigable	4
Irreversible, permanente	Irreversible, pero no mitigable	5

Para la Controlar los efectos adversos del proyecto pueden presentar características que permitan su control mediante medidas adecuadas, o bien pueden evitarse totalmente. (Cuadro 6.2)

CUADRO Nº 6.2

CALIFICACIÓN DE EFECTOS

MAGNITUD	CALIFICACIÓN
totalmente controlable	± 1
parcialmente controlable	± 2
incontrolable (dependiendo de la importancia del impacto)	± 3, 4 ó 5

En el marco geográfico los efectos pueden presentarse dentro del área del proyecto, o en el área de influencia o trascender fuera de ella. (Cuadro 6.3)

CUADRO Nº 6.3

INFLUENCIA DE LOS EFECTOS

RADIO DE ACCIÓN	CALIFICACIÓN
Área del proyecto	± 1
Área de influencia	± 2
Localidad	± 3
Regional	± 4
Nacional	± 5

De acuerdo a la duración de los impactos podemos calificarlos y definirlos en el (Cuadro 6.4)

CUADRO Nº 6.4 CALIFICACION DE IMPACTOS POR SU DURACIÓN

DURACIÓN	CALIFICACIÓN
Intermitente (aparece por momentos espaciados)	± 1
Temporal (solo en el momento de la actividad realizada)	± 2
Semi-permanente (durante la vida útil de la estación)	± 3
Semi-permanente (mayor a la vida útil de la estación)	± 4
Permanente	± 5

"Las características que se califican para la matriz son diez, siendo los valores máximos para ambos efectos de +50 ó -50 cuando se efectúa la suma algebraica en un determinado renglón.

De esta manera la penúltima columna de la matriz de evaluación, está destinada para la asignación de un factor de peso, éste se obtiene asignándole un valor menor o igual a la unidad dependiendo de la importancia del impacto con respecto al beneficio social de la obra, se recomienda tomar en cuenta:

- La conservación del medio
- La salud poblacional
- El beneficio en la prestación del servicio
- El bienestar de la comunidad
- Ámbito de importancia
- Mejora la calidad de vida.

Posteriormente el factor de peso se multiplica por el indicador total para obtener el valor del impacto, el cual se presenta en la última columna de la matriz e indica el valor neto del impacto por cada atributo ambiental a evaluar."[25]

6.9 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Para la aplicación de medidas necesarias en la evaluación ambiental, es necesarios que un grupo interdisciplinario con diferentes opiniones identifique y evalúe los impactos con lo cual mejora la evaluación ambiental.

[25](Sánchez Gómez, J; Estrada Núñez, 1996)

Las normas y comparación con índices como el de calida del aire, agua y recursos es necesario para tener un punto de vista mas absoluto con el dimensionamiento del impacto.

Además, la descripción que se presente deberá ser lo más detallada posible, sobre los impactos detectados con mayor significancia, destacando su origen, evolución, incidencia y repercusión sobre los elementos ambientales que serán afectados, resaltando la posible interrelación entre impactos que en algún momento pudieran ocasionar efectos de mayor magnitud. Los Factores a ser considerados en la elaboración del estudio de impacto ambiental para la Estación de Transferencia de Residuos Sólidos son los que intervienen en la infraestructura requerida para el funcionamiento de la Estación de Transferencia. Se describirán las características de las obras necesarias para la construcción de la Estación de Transferencia, detallando los aspectos de volúmenes de obras, áreas intervenidas, horarios de trabajo, épocas, etc. que permitan dar un criterio cuantificador de la magnitud de la actividad y sus obras.

Para todo esto necesitamos la aceptabilidad social del proyecto la cual debe utilizar uno o varios de los mecanismos de la participación ciudadana establecidos en la Ley de Gestión Ambiental y su Reglamento sobre Participación Ciudadana y Consulta Previa.

Es necesario previa la aprobación de cada municipio, las gestiones para llevar a cabo este requisito de participación ciudadana que incluye las respectivas convocatorias. Los gastos de difusión e información pública a través de los medios masivos de comunicación (periódico y radio) serán pagados por cada municipio.

6.10 DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO

Debemos tener las características iniciales de la zona antes del la construcción de la Estación de Transferencia, para luego ver la conformación del medio como consecuencia de la modificación de sus condiciones naturales debido a los impactos ambientales

Se describirán los impactos detectados de mayor significancia, destacando su origen, evolución, incidencia y repercusión sobre el ambiente que será afectado, sobre todo en aquellos cambios que se puedan presentar a un mediano o largo plazo e impliquen efectos mayores.

La información a ser comparada antes y después del proyecto debe ser la siguiente: Características climáticas, Características del suelo, Características del agua, Vegetación, Fauna, Demografía, Servicios urbanos, Aspectos económicos, Aspectos históricos, sociales, Arqueológicos y étnicos, Cambios poblacionales que alteren el volumen generado de basura per-cápita, Cambios de las características de los residuos, de contener más material orgánico a inorgánico, Modificaciones estructurales de la estación, Cambios en la urbanización cercana a la estación, por lo tanto de zonas habitadas, comercios, y servicios o infraestructura de zonas aledañas, Modificación del uso del suelo, Alteración de la calidad del aire.

6.11 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Sobre la base de la identificación y valoración de los impactos que ocasionan alteraciones a los elementos del medio ambiente, es necesario que se defina las medidas necesarias para potenciar los impactos positivos y las consideradas como preventivas, protectoras, correctoras y/o compensatorias para los impactos negativos. Estas medidas deben garantizar que, una vez aplicadas, el proyecto sea compatible con la sustentabilidad ambiental del sitio y del área de influencia del proyecto, motivo del EIA. Entonces se debe presentar un Plan donde se expongan las acciones a implementar, necesarias para prevenir, controlar, corregir, mitigar o disminuir los impactos ambientales negativos y encontrar alternativas de acción a los eventuales daños o intervenciones generadas durante el desarrollo del proyecto.

El Plan que se formule debe ser consecuente con las actividades relacionadas con la transferencia de residuos sólidos por esto, se deben incluir como mínimo los siguientes temas dentro del Plan:

Manejo de tráfico vehicular en las vías de acceso, prevención y control de olores y polvo, prevención y control del ruido, control de aves, roedores y vectores en general, programa de higiene, seguridad industrial y salud ocupacional, mantenimiento de equipos.

Necesariamente se deberá establecer la medidas adoptadas, describirlas consignando la siguiente información: Nombre de la medida; tipo de medida; objetivo de la medida; impacto al que se dirige; actividades que producen los impactos; descripción, detalle y procedimiento de la medida; costo de la medida; definir claramente las variables ambientales o factores a darle seguimiento, control y monitoreo. En igual forma se

establecerá claramente el responsable de la ejecución de la medida y el cronograma previsto para su implementación.

Deberá presentar como síntesis un cuadro resumen del Plan que incluya: Variables ambientales afectadas, fuente generadora del impacto, impacto ambiental, referencia a la regulación relacionada con el tema, medidas ambientales establecidas, tiempo de ejecución de las medidas, costo de ejecución de las medidas, responsable de la aplicación de las medidas, indicador de desempeño establecido para controlar el cumplimiento.

Se describirá la organización que tendrá el proyecto, tanto en la fase de construcción, como en la operación y cierre de la Estación, señalando para cada fase, él o los responsables de la ejecución de las medidas de mitigación.

6.12 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación van dirigidas la reducción y compensación de lo impactos ambientales, debido a la construcción y operación de la Estación de Transferencia.
Estas medidas son maniobras correctivas que se emiten como resultado del análisis de la evaluación con el objeto de minimizar los efectos negativos, prevenirlos o mejorar aquellos efectos con potencial positivo.
Las medidas propuestas deberán orientarse entre otras cosas a:

- Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo con la implementación de programas de preservación y mantenimiento durante la vida útil de la estación de transferencia
- En ocasiones, la formulación de una medida no necesariamente se aplicará a un impacto, pues existen casos en que una sola medida puede emplearse para más de un impacto
- Alternativas para proteger a la población (control de fuentes, control de exposición y servicios de salud)
- Describir cada una de las medidas planteadas e indicar su factibilidad de aplicación dependiendo del costo y la eficiencia de mitigación o eliminación
- Replanteamiento de obras complementarias
- Proponer los procedimientos para preservar la vegetación; por ejemplo, realizar despalmes selectivos o la regeneración de áreas.

- Sugerir la contratación local del personal
- Recomendar el sistema de control de contaminantes
- Revisión de los criterios o condiciones que debe reunir el sitio, cuando se detecten fallas en la Ingeniería de diseño
- Capacitación del personal, tanto para la operación como para posibles emergencias
- Cambios en las condiciones de operación
- Durante la operación y/o mantenimiento cuidar el buen funcionamiento del equipo o maquinaria
- Indicar planteamientos específicos como preservar el suelo o evitar su contaminación
- Recomendación o modificación de especies para (re)forestar el área
- Evitar la contaminación del agua
- Sugerir programas de monitoreo o modificar los existentes.

CAPITULO VII

MONITOREO AMBIENTAL

Las estaciones de transferencia para residuos sólidos, son lugares físicos de instalaciones de gran magnitud, técnicamente necesarias que sirven para proporcionar un tratamiento especial a los desechos sólidos de descargar y almacenar los desechos para posteriormente transportarlos en condiciones competentemente aceptables a la disposición final.

Uno de los parámetros fundamentales para que una estación de transferencia para residuos sólidos opere bajo la reglamentación ambiental vigente es el monitoreo. EL monitoreo ambiental es un sistema de administración, este conlleva a mantener un control de la emisión impactos ambientales que se generan durante el manejo de los residuos sólidos.

Este control se lleva a cabo mediante el establecimiento de Programas de Monitoreo Ambiental, los cuales se estructuran tomando en cuenta las características de la estación de transferencia para residuos sólidos.

En cada etapa de este proceso, se manifiesta el uso del factor humano, así como también el uso de cierta infraestructura, por lo que es prioritario mantener en buen estado la salud del personal y de la población circundante, el TULAS es uno de sus apartados menciona: “El personal encargado de la recolección y transporte de desechos sólidos debe cumplir con sus jornadas de trabajo, utilizando la vestimenta y equipos adecuados para proteger su salud. Todo el personal que labore en el servicio de recolección y transporte debe tener uniforme completo para el ejercicio de su trabajo. El uniforme debe estar conformado por un overol o un pantalón y su respectiva camisa de color fosforescente o llamativo o con franjas de seguridad que permitan su identificación y visibilidad en horas de baja luminosidad. Para el personal que conforma la cuadrilla además del uniforme debe tener un equipo de protección personal, que ofrezca seguridad, de tal manera que no se produzcan heridas, el mismo que garantizará atenuación de golpes en la cabeza, canillas y puntas de pies, protección contra olores, ruido y lluvia si es necesario.

Deberá contemplarse el tipo, número de unidades y períodos de reemplazo; complementando en forma simultánea el cuidado de las instalaciones para que estas operen en óptimas condiciones, minimizando la emisión de impactantes e implementando medidas de seguridad higiene que se han realizado de acuerdo a los resultados que se generan de las actividades del monitoreo.

Los parámetros que se determinan y evalúan, en las Estaciones de Transferencia, son principalmente partículas aerotransportables y ruido."[26]

7.1 DEFINICIONES DE MONITOREO AMBIENTAL

"El Sistema continuo de observación de medidas y evaluaciones para propósitos definidos, el monitoreo es una herramienta importante en el proceso de evaluación de impactos ambientales y en cualquier programa de seguimiento y control" (Sors, 1987).

"El Monitoreo Ambiental, no es un fin por si mismo, sino un paso esencial en los procesos de administración del ambiente" (Rockefeller Foundation, 1977).

"El Monitoreo, es el proceso programado de colectar muestras, efectuar mediciones, y realizar el subsiguiente registro, de varias características del ambiente, a menudo con el fin de evaluar conformidad con objetivos específicos".[27]

El monitoreo ambiental es indispensable en una estación de transferencia para residuos sólidos, debido a que es una obra de gran envergadura, la misma que debe comprender tener un control estricto de normas, leyes, ordenanza, etc. que son aplicables para este tipo de infraestructura. Para lo cual la Ley de Gestión Ambiental en unos de sus capítulos menciona que: "Los Sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental, evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorias ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos". [28]

---

[26] TULAS, Libro VI, Anexo VI, Norma De Calidad Ambiental Para El Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos, 4.7.5.

[27] TULAS, Libro VI, De la Calidad Ambiental, Anexo IV, Norma de Calidad del Aire Ambiente 2.17.

[28] Ley de Gestión Ambiental, Titulo III, Instrumentos de Gestión Ambiental, Capitulo II, De La Evaluación de Impacto Ambiental y Del Control Ambiental

7.2 CRITERIOS DE MONITOREO

Existen varios criterios para determinar la logística de un programa de monitoreo, en especial, para las instalaciones relacionadas con el manejo de residuos sólidos, deben tomarse en cuenta los siguientes:

a) De acuerdo al tipo de instalación: estación de transferencia, planta de selección de subproductos y sitios de disposición final en operación o clausurados.

b) De acuerdo a la ubicación de la instalación: tipo de asentamientos colindantes, aspectos climatológicos, condiciones geológicas y topográficas y características de la zona de amortiguamiento.

c) De acuerdo a la cantidad y el tipo de residuos manejados: residuos municipales, especiales o industriales

d) De acuerdo a la eficiencia de la operación: procedimientos operativos, de supervisión y/o de mantenimiento y limpieza.

7.2.1 PARAMETROS DE MONITOREO APLICABLES A INSTALACIONES PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

El programa de monitoreo ambiental que se lleva a cabo en las diferentes instalaciones tiene como objetivo fundamental mantener la operación segura y correcta dentro de las mismas, eliminando riesgos de afectación al ambiente y la salud pública.

Estaciones de Transferencia

La operación en las instalaciones de transferencia para residuos sólidos, se enfoca básicamente a la optimización de la recolección y transporte de los residuos, a través de la transferencia de residuos de vehículos recolectores a vehículos de mayor capacidad. Tal actividad es fuente de generación de polvos, microorganismos, ruido, olores y otros agentes físicos, químicos y biológicos, que pueden afectar directamente al ser humano, o bien dispersarse sobre los elementos del ambiente. Por tal motivo, los impactantes y parámetros que se evalúan en dicha infraestructura son los siguientes:

- Partículas aerotransportables.- Partículas suspendidas totales y partículas viables
- Ruido
- Radioactividad
- Metereología.- Temperatura, humedad relativa así como velocidad y dirección del viento.

7.3 TÉCNICAS Y NORMATIVIDAD EMPLEADA

De la normatividad ambiental vigente se han empleado y adecuado técnicas para la realización del monitoreo ambiental enfocado a los residuos sólidos, clasificando las determinaciones de acuerdo a lo siguiente:

7.3.1 Partículas Suspendidas Totales

La técnica empleada para la determinación de este parámetro es la que se indica en el límite permitido por la Norma Ambiental cuyo valor es de "(355 mg/Nm³)"[29]

7.3.2 Partículas viables

La técnica se basa en hacer pasar una corriente de aire a través del Muestreador Andersen durante un tiempo de 5 a 10 min, en un medio selectivo. Determinando Coliformes fecales, Salmonella y Hongos.

7.3.3 Determinación de niveles de ruido la técnica a utilizar es la que se indica en la ley de gestión ambiental y del reglamento a la ley de gestión ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental, que determina los niveles de ruido ambiental, complementado este tipo de determinación con la medición de ruido en ambientes con niveles máximos de ruido permisibles según uso del suelo. (Cuadro 7.1)

CUADRO Nº 7.1

Niveles Máximos de Ruido Permisibles según Uso del Suelo

TIPO DE ZONA SEGÚN USO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
DE SUELO	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

Fuente: TULAS 2003, Libro VI, Anexo 5, limites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y Fuentes Móviles, y para vibraciones, 4.1.1.

[29] Tulas, Norma de Emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión, Libro VI, Anexo III, tabla 1. Límites máximos permisibles de emisiones al aire para fuentes fijas de combustión. Norma para fuentes en operación antes de Enero de 2003,4.1.2

7.3.4 Determinación del nivel de Radioactividad

La técnica que se emplea consiste en hacer pasar la sonda de un monitor Geiger por el área a muestrear a una distancia de 50 cm del piso, obteniendo lecturas directas, las cuales se comparan con niveles máximos permitidos para público en general, establecidos por la Comisión Internacional de Seguridad Radiológica.

7.3.5 Determinación de humedad relativa

Se realiza empleando un termo-higrómetro que da lecturas directas, solo es necesario dejar que se estabilice y exponer el sensor al ambiente en una corriente de aire de 0.5 m/s. En caso de que no exista corriente de aire se debe de mover la sonda y anotar la lectura del % de humedad relativa.

7.3.6 Determinación de temperatura ambiente

Se utiliza un termo-higrómetro, el cual se enciende y deja estabilizar. Después se expone al ambiente en una corriente de aire de 0.5 m/s, en caso de no existir corriente de aire se mueve la sonda circulante y se anota la lectura que se registre.

7.3.7 Determinación del % de explosividad de biogás

Se emplea un detector de niveles de explosividad el cual debe estar calibrado y ajustado previamente a cero tanto para niveles de explosividad, como para deficiencia de oxígeno y ácido sulfhídrico. Posteriormente se purga la sonda del equipo e introduce en el puerto de muestreo de los pozos de monitoreo, presionando la perilla cinco veces para succionar la muestra y registrando las lecturas de % de explosividad, % de oxígeno y % de ácido sulfhídrico. Por último se purga el equipo succionando aire de ambiente para volver a estabilizar los sensores.

7.3.8 Muestreo y análisis de biogás

El biogás es una mezcla de gases cuyos principales componentes son el metano y el dióxido de carbono el cual se produce como resultado de la descomposición de la materia orgánica en ausencia de aire.

La composición de biogás en un relleno sanitario depende de la fase de descomposición en que se encuentre la fracción orgánica de la basura. Además de otros factores como humedad, contenido de bacterias, pH, temperatura, tamaño de partícula y compactación.

Para determinar la composición de biogás se emplea el siguiente equipo: bomba de vacío, globos metalizados y cromatógrafo de gases. En lo que respecta al cromatógrafo de gases éste debe ser calibrado con estándares conocidos para evaluar la calidad del análisis.

El muestreo se inicia cuando los globos se marcan de acuerdo al número de pozo y nivel, se adapta a la manguera de muestreo un tapón hembra de PVC para formar un sello con el tubo de PVC de cada nivel de muestreo, se activa la bomba de vacío y captura la muestra en el globo. Este no debe llenarse totalmente, solo debe tomarse una muestra representativa para ser analizada por cromatografía de gases.

7.3.9 Muestreo y análisis de lixiviados

Inicia con la calibración de los equipos que se utilizan en campo, tal como potenciómetro y conductímetro con sus respectivas soluciones buffer y patrones estándar. Se etiquetan los envases y bolsas estériles de acuerdo a los sitios a muestrear y acondiciona el recipiente para la toma de muestras empleando un muestreador con extensión para sujetar.

7.4 PROGRAMA DE MONITOREO

El programa de monitoreo, control y seguimiento constituye un documento técnico de control de seguimiento de la calidad de los diferentes factores ambientales, que garantizará el cumplimiento de la normativa ambiental legal vigente, además de las metas proyectadas por la ley de gestión ambiental en relación a los compromisos adquiridos para la ejecución del plan de manejo ambiental, a fin de lograr la conservación y la protección del ambiente.

Adicionalmente se propondrá, de ser necesario, un monitoreo social a fin de prevenir posibles conflictos sociales; atención de inquietudes y transmitir información oportuna a las comunidades

Los períodos que deben considerarse para estos programas son:

- Período de construcción de la instalación.
- Período de operación de la instalación (monitoreo rutinario).

Período de construcción de la instalación.- La ubicación de los campamentos provisionales, las instalaciones y patios de maquinas, los que deberán ubicarse en zonas de mínimo riesgo de contaminación para las aguas superficiales y subterráneas, y para la vegetación. Estos emplazamientos suelen convertirse en focos constantes de vertido de materiales contaminantes.

El movimiento de tierras, que podría afectar la geomorfología y el paisaje del lugar, y por la generación de deslizamientos, pueden afectar a la vegetación, la fauna y al personal de obra.
El vertido incontrolado, en muchos casos, de materiales diversos sobrantes. Estos deberán depositarse en los lugares previamente seleccionados para ello.

El elemento de mayor riesgo de afectación será la cobertura vegetal, los suelos y las aguas, por ello el monitoreo se centre básicamente en el seguimiento de la calidad de estos recursos.
El seguimiento del monitoreo debe realizarse un mes antes del inicio de la obra y al terminar un mes después del fin de la misma. Se realizarán monitoreos de control cada tres meses.

Período de operación de la instalación (monitoreo rutinario).- Durante la etapa de funcionamiento el monitoreo estará orientado básicamente a evaluar el comportamiento de los componentes ambientales, comportamiento de la flora y fauna en el entorno de las obras, así como el desempeño de la obra realizada, además se deben tomar en cuenta otros aspectos como:
Seguimiento y control de las condiciones de estabilidad del medio morfológico como pendiente, taludes del terreno, para prever modificaciones que podrían poner en riesgo las estructuras de las obras y el medio ambiente.

Monitorear que los cables no pasen muy cercanos a la edificación de la estación de transferencia dentro del área de servidumbre, verificando que cumplan con las especificaciones técnicas de distancias de seguridad.

Monitorear que los propietarios de terrenos aledaños realicen sus actividades de siembra de cultivos anuales no utilice el fuego como práctica de la eliminación de la cobertura

vegetal y enriquecimiento del suelo, lo que produciría el origen de posibles accidentes e incendios y puedan poner en serio riesgo a las instalaciones de la estación de transferencia de residuos sólidos.

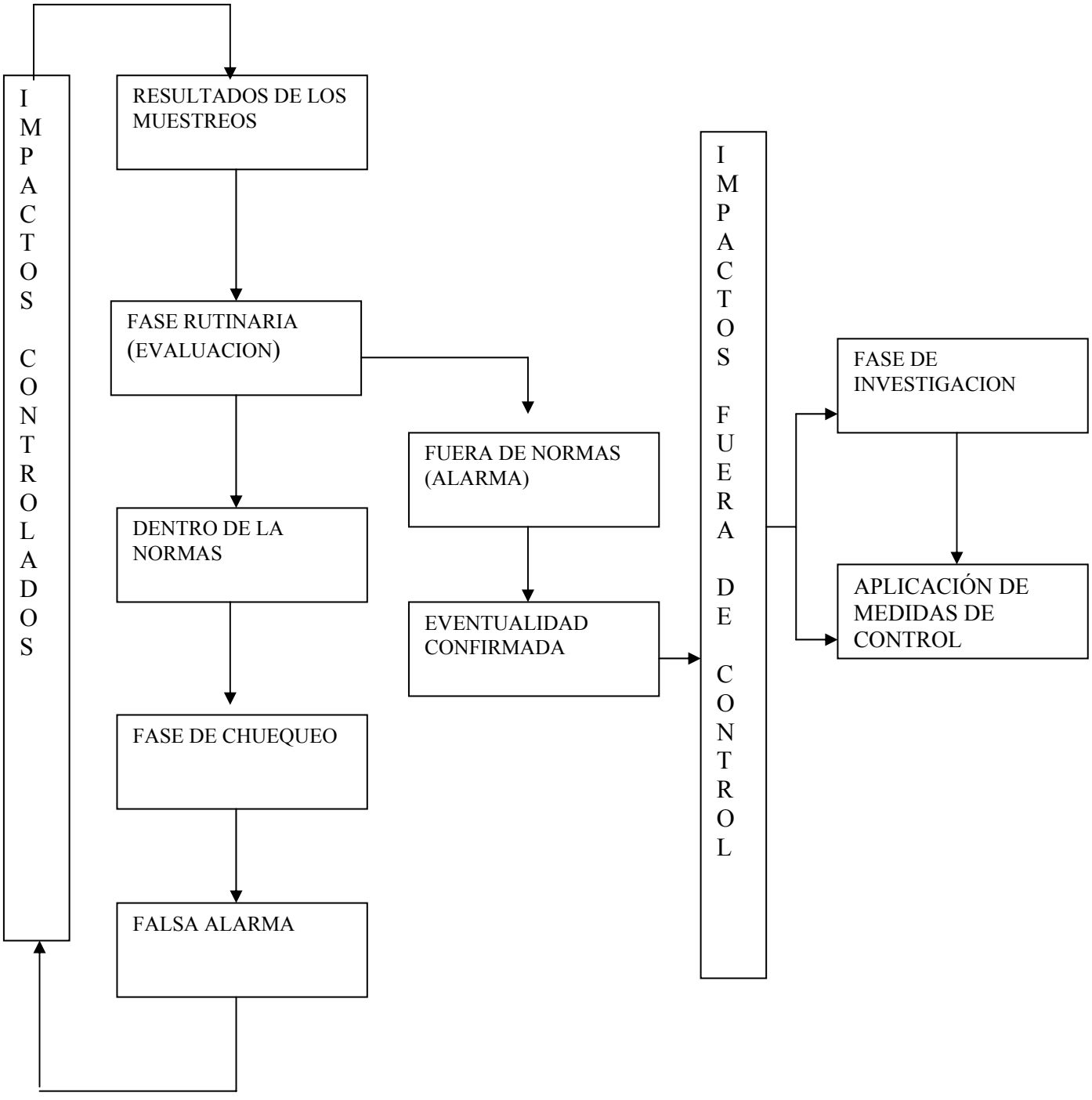
El monitoreo biológico se centrará en un control de los ecosistemas que podrían ser afectados con la ejecución del proyecto tomando en cuenta su ubicación si fuera el caso de encontrarse cerca a un Área Natural Protegida.
Es necesario monitorear los impactos en las tierras, las especies, la flora y fauna de especial importancia.

Durante la etapa de funcionamiento de la estación de transferencia, se realizará recorridos de supervisión de toda el área circundante a la infraestructura por lo menos una vez al año, este comprende desde el inicio de operaciones hasta la finalización del período de vida útil de las instalaciones. En cada recorrido se tomarán datos necesarios a fin de establecer si las medidas de mitigación propuestas han dado resultados satisfactorios. Se recomienda hacer un muestreo de agua cada 4 meses en los puntos críticos.

Con los resultados obtenidos durante los muestreos, se realiza una evaluación con respecto a las normas establecidas, si estas no son rebasadas se considera que los impactos generados se encuentra bajo control. En caso de que esto no sea así, se pasa a la fase de chequeo a través de la cual se confirmar si se están rebasando los límites que la normatividad indica como máximos permisibles.

ESQUEMATIZACION DE LAS DIFERENTES FASES QUE DEBE CONSIDERAR UN PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL

GRAFICO Nº 7.1



FUENTE: Estaciones de transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas.

7.5 METODOLOGÍA

Para una Estación de Transferencia, debemos tomar en cuenta los siguientes impactos y sus respectivos parámetros que vemos en el cuadro 7.2

CUADRO Nº 7.2

INSTALACION	IMPACTANTES	PARAMETROS
ESTACIONES DE TRANSFERENCIA	× PARTICULAS AEROTRANSPORTABLES × RUIDO × RADIOACTIVIDAD × GASES DE COMBUSTION × AIRE ATMOSFERICO CIRCUNDANTE × METEOROLOGIA	× PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES × PARTICULAS VIABLES

Los parámetros a considerarse en la EDT son:

a) Aire: Partículas suspendidas totales
Partículas viables

b) Otros: Ruido
Radioactividad
Condiciones meteorológicas

Los principales datos meteorológicos a utilizar son la velocidad media dominante y dirección del viento, humedad relativa, temperatura máxima, mínima, promedio y precipitación pluvial; estos datos deben de ser registrados diariamente.

Plan de monitoreo y vigilancia ambiental

Se deberá trabajar sobre la forma de asegurar el cumplimiento y efectividad de las medidas de protección socio ambiental convenidas en el EIA del proyecto y especialmente en su PMA y en la licencia ambiental.

El plan deberá dedicarse fundamentalmente a evaluar el comportamiento de los impactos ambientales significativos; es decir, las alteraciones de importancia que ocurran en los componentes y variables ambientales, así como también en los factores de impacto y los causales que están provocándolos.

7.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.6.1 CONCLUSIONES

1. El objetivo general de esta tesis es la elaboración de una propuesta que permita mejorar la transportación de los residuos domésticos que son producidos. Se parte del supuesto de que la toma de decisiones y los procesos actuales para su gestión son deficientes en comparación con los llevados a cabo en los países altamente desarrollados, tanto ambiental, como económica y socialmente.

2. Los principales beneficios de la implantación de una Estación de Transferencia, son la economía de transporte de los residuos sólidos, ahorro de tiempote trabajo, ahorro de combustible reducción de costos por desgaste y daños de equipos, reducción de riesgo y accidentes de tráfico.

3. Los residuos sólidos en los municipios del país se han convertido en algo indeseable. Mientras más lejos estén es mejor. Debido a los residuos sólidos la contaminación ambiental se ha incrementado en las ciudades del país. La Estación de Transferencia de residuos Sólidos, permitirá optimizar los costos de transporte a mediano y largo plazo lo que evidentemente influirá positivamente en la prestación de los servicios de aseo de los municipios.

4. Este equipamiento mejorará la eficiencia del sistema de recolección de residuos sólidos al disminuirse los tiempos muertos originados por el incremento de la distancia entre la ET y el sito de disposición final.

5. Si la ET es una instalación totalmente cubierta y operada con los estándares de eficiencia más rigurosos para este tipo de equipamientos se va a prevenir cualquier impacto ambiental o social en el área de influencia.

6. Obviamente, mientras más eficientes sean los vehículos y los operadores, habrá mayores beneficios en general.

7. Para la realización de este proyecto, los municipios pueden contar con la asesoría de la OMS/OPS/CEPIS, organismo que delega a un Ingeniero especializado, experto en Estaciones de Transferencia, para que revise y analice el estudio de factibilidad. Este tipo de asesoria la han recibido los municipios de la ciudad de Cuenca como también la de Quito para poder implantar sus nuevas estaciones de transferencia.

8. Las autoridades no consideran como tema trascendental vinculado con la salud y el ambiente (calidad de vida) la construcción de una ET. Esto ocurre porque no hay una verdadera conciencia, por parte de los municipios, que manejan de forma monopólica estos servicios por mandato legal, y porque en los gobiernos municipales de turno no les es atractivo invertir en algo poco rentable para la imagen de los mismos sino que invierten en obras más visibles a la población.
9. En la mayoría de los municipios no están como ejes estratégicos de planes municipales, los residuos sólidos, pero deberían ser parte fundamental de estos ejes estratégicos para dar a la población una mejor calidad de vida. El cambio debe nacer de los alcaldes, autoridades de turno, sus técnicos y la comunidad. No se requieren inmensos recursos para manejos adecuados y respetuosos de la salud y el ambiente, se requiere voluntad, decisión, convicción y respeto al ambiente.

10. Los vehículos empleados para la recolección de residuos sólidos en las pequeñas ciudades son de una gran variedad así existen desde triciclos, camiones y tractores agrícolas. Esto debería variar y tener una unidad de recolección apropiada con camiones compactadores en donde podamos transporta lo residuos sólidos de una manera técnica y segura debido a que la generación per cápita y composición de residuos sólidos domésticos que se generan en las ciudades ecuatorianas es muy heterogénea y sin una previa clasificación en los hogares.

11. El almacenamiento de residuos sólidos se realiza según el buen criterio del usuario des sistema de recolección, originando tiempos muertos en el proceso de recolección de residuos sólidos. En gran medida, la recolección de residuos sólidos se realiza de manera indiscriminada, mezclándose los distintos tipos de residuos en un solo vehículo de recolección.

12. En la práctica, ninguna ciudad del Ecuador ha elaborado un plan director de residuos sólidos con enfoques de desarrollo urbano, que incluyan el uso de tecnologías adecuadas para atender a sectores con características específicas. Al respecto, las microempresas de recolección de residuos sólidos, barrido, relleno sanitario de operación manual constituyen opciones válidas.

13. Las Estaciones de Transferencia de los diferentes Municipios del país, a través de las Direcciones de Planificación, Saneamiento Ambiental, Gestión Ambiental y Obras Públicas deben prever que los estudios sean completos y competentes, los mismos que van desde la ubicación correcta del terreno, con planificación de los ambientes internos y externos más adecuados y agradables, incorporando tecnología de punta no solo en cuanto a maquinaria sino también al manejo, Nave industrial cubierta, Tolvas de descarga, Bascula, Acceso de camiones recolectores, Patio de maniobras de vehículos recolectores, Salida de vehículos recolectores, Acceso de vehículos de transferencia, Patio de maniobras de vehículos de transferencia, Salida de vehículos de transferencia

14. Es importante ingresar el proyecto, al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, ya que éste orientará en la toma de decisiones en las etapas de construcción, operación y cierre del proyecto en cuestión, tomando en cuenta a los promotores del proyecto (alcaldes) y a la ciudadanía, sobre la base del cumplimiento de la política, legislación y normativa ambiental vigentes a nivel local y nacional, principalmente a lo exigido por el Sistema Único de Manejo Ambiental, publicado en el Texto Unificado de Legislación Secundaria en el Libro VI, Título I, y todo lo estipulado en el Plan de Manejo Ambiental.

15. Las medidas que se proponen en el Plan de Manejo Ambiental como consecuencia de la Evaluación Ambiental, van a facilitar, a los responsables directos de la Gestión Ambiental de la Estación de Transferencia, la ejecución de acciones ambientalmente viables, de manera que el proyecto no revierta ningún riesgo hacia el medio ambiente o a la salud de quienes vivan o desarrollen sus actividades en su área de influencia.

16. El buen manejo de los residuos sólidos mejorará la calidad de vida de las urbes.

17. La necesidad de alcanzar niveles de eficiencia y competitividad en la gestión de recolección de residuos sólidos ha llevado al establecimiento de parámetros para medir la efectividad y calidad de los servicios. La medición busca obtener una relación favorable de costo-beneficio y se centra en el nivel de cobertura, productividad y efectividad de las actividades que conforman el servicio.

18. La recolección y transporte de los residuos sólidos puede ser realizada por el sector privado o público, pero el sector público es el que mayores problemas tiene al ejecutar esta tarea, esto es debido a la interferencia política y la falta de capacitación técnica que imposibilita la visión integral del manejo de los residuos sólidos. Esto lleva al aumento de costos del servicio y a la disminución de la productividad y de la vida útil de los equipos.

7.6.2 RECOMENDACIONES

1. El incremento de población es directamente proporcional al aumento de los residuos sólidos, con lo cual debemos analizar la ampliación de la ET con mayor número de vehículos recolectores y de transferencia, así como de tolvas y personal que opere estas maquinarias. Esto eventualmente aumenta el ruido, las vibraciones, emisiones de los vehículos (partículas y gases).
2. Para evitar problemas de tráfico en las ET se debe modificar el diseño geométrico de acceso.
3. La expansión industrial, como parte del fenómeno globalizante, ha alterado profundamente los sistemas sociales, debido al consumismo, cambiando los patrones de consumo, introduciendo nuevas necesidades, alterando las estructuras económicas, sociales y políticas, y por todo lo anterior, afectando al medio ambiente.
4. Las Estaciones de Transferencia (ET) son una parte integral de los actuales sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos. El principal criterio determinante de la ubicación de una estación de transferencia ha sido la minimización de los costos de transporte, ya que es más barato transportar un gran volumen de residuos a larga distancia en grandes cantidades que hacerlo en pequeñas cantidades.

5. Es conveniente tener un programa de recolección de determinados residuos sólidos para evitar mezclas de materiales de alto contenido orgánico con materiales sintéticos, para evitar la alteración de la degradación de los residuos sólidos con lo cual podemos definir que a menor cantidad de materia orgánica destinada a los sitios de disposición final menor será la cantidad de lixiviados, y esto también será un ahorro al programa de recolección de residuos sólidos.

6. El Estado ecuatoriano debe declarar como prioridad nacional la gestión integral de los residuos sólidos como una responsabilidad compartida por toda la sociedad, que contribuya al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas nacionales, en el ámbito de la salud, el medio ambiente, en la adecuada disposición final de los residuos sólidos.
7. El uso de estaciones de transferencia es una alternativa viable desde el punto de vista ambiental para áreas urbanas donde se generan grandes cantidades de residuos y en las que las distancias a los sitios de disposición final son importantes. En una estación de transferencia, el residuo es transferido desde camiones recolectores a unidades de transporte de mayor capacidad. De forma simplificada, y desde una perspectiva ambiental.

8. La administración municipal debe dar prioridad a la limpieza pública, ya que se trata de un servicio básico relacionado directamente con la salud de la población.

9. Se recomienda la aplicación de indicadores, ya que estos permiten hacer el seguimiento y la evaluación sistematizada de los procesos involucrados en la prestación de los servicios.

10. La disposición actual en el manejo de residuos sólidos se orienta hacia la mayor participación del sector privado en el manejo de los mismos. Esta participación requiere reglas claras y una supervisión eficiente, objetiva y transparente que garantice la adecuada prestación de estos servicios.

11. Realizar actividades conjuntas entre las: Las Direcciones Municipales de Desarrollo Comunitario, Saneamiento Ambiental, Salud, Planificación y Gestión Ambiental,

deben realizar actividades conjuntas para diseñar las acciones de participación ciudadana, entre las que se encuentran las entidades educativas y parroquiales que estén ubicadas en el área de influencia de la ET, para apoyar las actividades más importantes que contribuyan al desarrollo y mejoramiento del sector, principalmente con lo relacionado a la infraestructura básica (agua potable, alcantarillado), vialidad, transporte público.

12. Para el manejo de los residuos sólidos, se debe: Valorar todos los materiales útiles y minimizar los daños y riesgos al ambiente mediante la ejecución de cuatro componentes:
    Disposición final adecuada de los residuos sólidos
    Aislamiento sanitario de los residuos peligrosos
    Valoración de los residuos reciclables y Valoración de los residuos biodegradables.

13. Crear normas y estándares técnicos para el manejo de los residuos sólidos, por las entidades responsables (municipios del país).

14. En la implantación de la Estación de Transferencia se deberá tomar en cuenta las singularidades paisajísticas naturales o artificiales del área, las mismas que deberán ser protegidas.

15. Se debe proveer al personal de un local para vestuario y duchas donde asearse y cambiarse de ropas, antes y después de la jornada de trabajo, a fin de no llevar a sus hogares cualquier contaminación.

16. Establecer un programa de exámenes médicos, para identificar los riesgos potenciales de contaminación, dotar a los trabajadores de guantes, botas, uniformes, contar con un botiquín para primeros auxilios.

17. La persona responsable de la operación y mantenimiento de la Estación de Transferencia, debe tener conocimientos adecuados y actualización periódica de manejo, salud ambiental, riesgos de trabajo. Etc.

18. Los residuos peligrosos (médicos, quirúrgicos, veterinarios), es decir los que provienen de hospitales, centros de salud, clínicas, consultorios médicos veterinarios, estos presentan riesgos directos para la salud, por lo tanto no pueden, ni deben manejarse o eliminarse conjuntamente con los desechos domésticos y requieren la adopción de medidas específicas para su almacenamiento, transporte y tratamiento final.
19. Los esfuerzos actuales intentan contrarrestar el efecto negativo causado al medio ambiente mediante la promoción del uso de tecnologías limpias y respetuosas en los procesos de producción, alentando a consumir productos ecológicos, estimulando el ahorro de energía y agua, y promoviendo el reciclado de residuos sólidos, entre otros. Entre los aspectos relacionados con el medio ambiente que demandan una rápida atención está el problema del manejo y disposición de los residuos sólidos. La importancia que se le concede crece paralelamente al enorme volumen de residuos que se producen en las zonas urbanas y a las dificultades para eliminarlos.
20. Tras el análisis de los países de la Unión Europea queda demostrado que la gestión de los residuos constituye uno de los mayores problemas y retos que se plantean todas las grandes ciudades del mundo, y Ecuador es también uno de ellos. No obstante, cada uno ha desarrollado distintas estrategias para su solución, dependiendo del grado de desarrollo económico, tecnológico, político y social.
21. Conocer el grado de educación y sensibilización de los ciudadanos, su comportamiento para la eliminación de los residuos sólidos y los factores que podrían motivar su participación en los programas de separación y reciclaje y transporte.

BIBLIOGRÁFIA.

- Asociación Mexicana para el Control de Rellenos Sólidos y Peligrosos.1198. IMPACTO AMBIENTAD DE RELLENOS SANITARIOS". Servicios de tecnología Ambiental,. MÉXICO

- Conesa Conesa Vicente. 2002. GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, 2da. Edición, Madrid, España.

- Consultora M.M- Ambiente.2001. ALTERNATIVAS METODOLÓGICAS EN EVALUACIONES AMBIENTALES. Quito Ecuador.

- De la Torre Francisco.2001. USO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE ORIGEN URBANO. Proyecto PATRA del Ministerio del Ambiente. Ecuador.

- Dirección metropolitana de medio ambiente.2006. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO. Quito Ecuador.

- Empresa Municipal de Aseo de Cuenca EMAC.2006.BORRADOR DE TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS DE CUENCA. Cuenca Ecuador.

- Estudio OPS Cepis Estación de Trans.2003. PROYECTO DE UNA PLANTA DE TRANSFERENCIA, Lima Perú.

- Guillermo Espinosa. 2002. GESTIÓN Y FUNDAMENTOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. documento elaborado como parte de la Cooperación Técnica Nº ATN/JF -6618 "Programa de Apoyo para el Mejoramiento de la Gestión Ambiental en los Países de América Latina y el Caribe". Banco Interamericano de Desarrollo – BID-Centro de Estudios para el Desarrollo. Santiago Chile.

- Hernández R.S. Fernández, C.1991. Baptista, P.L.. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. McGraw-hill.

- Ilustre municipalidad de Cuenca empresa municipal de aseo de Cuenca. Perfil de proyecto. 2006. ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA PARA RESIDUOS SÓLIDOS. Cuenca Ecuador.

- INEC.1991. DATOS DEL V CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA. Ecuador.

- Ley de Gestión Ambiental, Titulo III. 2003. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL, CAPITULO II, DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y DEL CONTROL AMBIENTAL. Ecuador.

- R.H: Villescas y Cia. 1993. RESIDUOS SÓLIDOS. Editada por FUNPIRS. Primera edición 1988. Segunda edición ampliada. Bogota Colombia.

- Sánchez Gómez Jorge, Estrada Núñez Ricardo.1996. ESTACIONES DE TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ÁREAS URBANAS. Primera edición. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F.

- Tulas, Norma de Emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión, Libro VI, Anexo III, tabla 1. 2003. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIONES AL AIRE PARA FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN. Norma para fuentes en operación antes de Enero de 2003. Ecuador.

RESUMEN EJECUTIVO

PRESENTACIÓN

Una estación de transferencia de residuos sólidos, se define como el conjunto de equipos e instalaciones donde se lleva a cabo el trasbordo de dichos residuos, de los vehículos recolectores a vehículos de carga de gran tonelaje, para transportarlos hasta los sitios de destino final. El concepto ingenieril más puro de cualquier estación de transferencia, pretende privilegiar sistemáticamente, los aspectos de rentabilidad y eficiencia. Sin duda alguna, el objetivo fundamental de una estación de transferencia, es incrementar la eficiencia global de los servicios de manejo de los residuos sólidos municipales, a través de la economía que se logra con la disminución del costo general de manejo, así como por la reducción en los tiempos de transporte y la utilización intensiva de los equipos y del recurso humano.

Los crecientes problemas ambientales que se presentan a nivel local, nacional y global exigen una mayor participación del sector público y privado para eliminarlos, o al menos mitigarlos. Los recursos disponibles para esta tarea son limitados, lo cual demanda una utilización eficiente de los mismos. El proceso de diseño, implementación, monitoreo y evaluación de proyectos ambientales está orientado a maximizar el impacto del uso de los recursos existentes con la finalidad de alcanzar mejores niveles de calidad ambiental para la sociedad. Por esta razón, cada vez es más importante preparar proyectos ambientales que consideren sólidamente técnicas de diseño y evaluación financieros y económicos que garanticen el éxito de los mismos.

Uno de los problemas de los gobiernos municipales en nuestro país, es el manejo de los residuos sólidos urbanos, y su tratamiento.

La gestión de los residuos se ha venido realizando aisladamente, aplicando soluciones emergentes sin planificar a largo plazo, generando erogación de recursos y disminución

de la credibilidad de la gestión municipal por no brindar a la población soluciones sostenibles en el tiempo.

GENERALIDADES

La población y las autoridades municipales interactúan de manera estrecha dentro del ámbito de los residuos sólidos, la primera participa en las etapas de comercialización de productos de consumo, generación y almacenamiento, las cuales establecen una demanda de los servicios de aseo urbano, limitando su participación al almacenamiento temporal en las diversas fuentes generadoras, para, posteriormente entregar sus residuos sólidos a los vehículos recolectores.

Las autoridades participantes presentan los servicios que la población demanda proporcionando ya sea a través de empresas municipales o mediante la contratación de terceros, la recolección, barrido manual, barrido mecánico, estaciones de transferencia, transporte, sitios de disposición final, así como también fortalecer la implementación de sistemas de tratamiento de residuos sólidos, en los que una alternativa atractiva sería la concesión de este tipo de infraestructura debido a los altos costos de operación que requieren.

La creciente demanda del servicio ha originado un constante incremento en la infraestructura, con la que se está en posibilidades de prestar el servicio a la población. Otra variable que ha afectado considerablemente a este tipo de servicio es que con el tiempo, la ubicación de la infraestructura requerida tiende a alejarse de los núcleos urbanos, por lo que es conveniente se realice una planeación regional integral con perspectivas a largo plazo que posibilite el fortalecimiento, en todas sus etapas, de la infraestructura para el manejo de los residuos sólidos.

Todas las etapas antes mencionadas se encuentran estrechamente vinculadas, lo cual hace imprescindibles realizar una planeación involucrando cada una de ellas. La descripción general que los identifica y caracteriza se describe a continuación:

a) Generación
b) Almacenamiento
c) Segregación inicial
d) Recolección
e) Recolección con separación simultánea

f) Transporte primario

g) Transferencia

h) Tratamiento centralizado

i) Transporte secundario

j) Disposición final

k) Acondicionamiento de reciclables

l) Otros tratamientos intermedios y avanzados

TIPOS DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

- Estaciones de descarga directa
- Estaciones de descarga indirecta
- Estaciones combinadas (carga directa y carga indirecta)

DIAGNÓSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

Por cuanto el objetivo principal de este proyecto es el disminuir los costos de transporte de los desechos, la atención se debe centrar en ubicar la estación de transferencia en el lugar geográfico preciso para evitar también que los tractocamiones se vean en la necesidad de atravesar la ciudad. Con el fin de llevar a cabo un análisis geográfico preciso, es conveniente contar con toda la información general del Municipio, o Localidad, en la cual se prevea la necesidad de ubicar la estación de transferencia, para esto debe tomar en cuenta las condiciones físicas y naturales del sitio para poder calcular el área del mismo.

Es necesario también conocer el plan de ordenamiento territorial y Consolidación del complejo Urbano, en el que se establece las directrices para el uso responsable de territorio y de esta manera prever zonas para la futura ubicación de infraestructura relacionada con les residuos sólidos.

CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

Se deberán determinar las condiciones sociales y económicas del municipio:

- Actividades económicas principales del municipio.
- Industrias, comercio y actividades agrícolas que puedan aprovechar los residuos sólidos generados.

- Identificación de áreas degradadas como canteras, etc. Susceptibles para ser acondicionadas con abonos orgánicos obtenidos de la transformación de residuos sólidos orgánicos.
- Ingreso per cápita de la población.
- Estratificación Socioeconómica del municipio.
- Capacidad y disponibilidad de pago de los usuarios.
- Identificación de las organizaciones de recicladores, descripción de sus actividades y número de recicladores.
- Identificación de comités de desarrollo y control social.
- Número de recicladores con empleo formal.

LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS PARA LOS ESTUDIOS DE GENERACIÓN

El primer problema que se presenta en cuanto a residuos sólidos, es conocer la cantidad y de qué tipo se produce en una ciudad, el conocimiento de esta información permite establecer, cuáles deben ser los equipos de recolección, el personal, las rutas, la frecuencia de recolección, el establecimiento de tarifas y la disposición final.

En los residuos sólidos de tipo residencial, debido a su gran magnitud es preciso definir la cantidad, para efectos del manejo y administración de los residuos sólidos. Por lo tanto, es importante relacionar la cantidad de residuos producida, de aquí surge el concepto de producción por habitante, o por vivienda, o por manzana.

CUANTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Esta investigación nos provee de los siguientes datos:

- Volúmenes de generación de residuos sólidos en la localidad.
- Peso volumétrico promedio de los residuos sólidos generados.

Estoes son los puntos de partida para analizar las cifras y parámetros indicativos tanto de la cantidad de residuos generados, como de las características de los mismos, así como de las principales actividades en la localidad.

ESTRUCTURA VIAL

Los cada vez más frecuentes problemas de circulación que se presentan en las ciudades, obligan a realizar un análisis detallado sobre la infraestructura vial con la que se cuente en la zona de estudio, el considerar este factor es de suma importancia debido a que por estas vialidades circularán los vehículos recolectores y de transferencia.
Existen una serie de restricciones para la circulación de acuerdo al tipo de vialidad, estas pueden ser por el tipo de vehículo o en horarios determinados.

Las vías públicas se clasifican en red vial primaria y en red vial secundaria, a continuación se presenta su sub-clasificación.
RED VIAL PRIMARIA: AVENIDAS PRINCIPALES.
RED VIAL SECUNDARIA: CALLE LOCAL.

CRITERIOS PARA DEFINIR LA REGIÓN FACTIBLE DONDE UBICAR UNA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA GEOGRÁFICA

El objetivo de la estación de transferencia de residuos sólidos es el recibir los desechos de una cuidad, transportarlos por recolectores de diferente tipo con capacidades variables relativamente pequeñas (hasta el orden de 6 u 8 toneladas) y transferirlos a trailers, llamados comúnmente “bañeras” que son transportes de alta capacidad 20 a 25 toneladas, los cuales conducen los desechos al relleno sanitario o disposición final.
Las estaciones de transferencia son instalaciones necesarias en las grandes ciudades, debido al continuo incremento de la generación de residuos y al alejamiento de los sitios de tratamiento y de disposición final.
Las operaciones de transferencia y transporte llegan a ser necesarias cuando las distancias de transporte hasta la disposición final se incrementan tanto que el transporte directo ya no es económicamente factible.

Una vez definidos los centroides de cada una de las variables, se procede a la unión de los mismos, formando una figura geométrica, a la que se le calcula el centro de gravedad, el cual viene siendo el centroide general de cálculo.

Las operaciones de transferencia y transporte llegan a ser necearías cuando las distancias de transporte hasta la disposición final se incrementan tanto que el transporte directo ya no es económicamente factible.

Al considerar la alternativas de no construcción de la estación de transferencia de residuos sólidos se vuelve crucial por cuanto, esto ocasionaría que se continúe con un mal manejo de los desechos sólidos y por consiguiente una afectación negativa a los componentes sociales, económicos ambientales del sector en el que se ubicaría y por consiguiente de toda la ciudad.

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE UNA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA

Primero, se analizará el cálculo de una estación de transferencia con el método de **Modelo de colas o líneas de espera**, detallado en el documento "*Estaciones de transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas."Coordinación general de esta obra: Ing. Jorge Sánchez Gómez Ing. Ricardo Estrada Núñez Primera edición: julio de 1996 © Instituto Nacional de Ecología Av. Revolución 1425, nivel 39 Col. Tlacopac, C.P. 01040 México, D.F.*

Mediante este modelo de líneas de espera o colas se puede determinar las medidas de desempeño de las estaciones de transferencia de residuos sólidos para evaluar los sistemas, de igual manera se determina el número de vehículos de transferencia requeridos, el tiempo de espera en cola para los vehículos recolectores, la eficiencia de la estación de transferencia, etc.

PLANTEAMIENTO DEL MODELO

Las características físicas mínimas requeridas para el planteamiento de este modelo son:

- Número de lugares de descarga de los vehículos recolectores 4 tolvas..
- Tiempo de servicio de los vehículos recolectores 11.22 min
- Capacidad de carga del vehículo recolector de 4.5 ton y el vehículo de transferencia 20 ton
- Eficiencia real de la ET 85%,
- Horario de funcionamiento 8 h al día.

El modelo de colas o líneas de espera no es muy aplicable a nuestro medio porque tiene componentes muy rígidos y determinantes.

Para nuestro medio y sobre todo para el propósito de nuestra tesis que es el ayudar a municipios pequeños y medianos, aplicaremos una metodología basada en experiencias de profesionales en el campo de los residuos sólidos y sobre todo en estaciones de transferencia de los mismos como es el caso de Ing. Borosilov Castro.

Esta información fue obtenida mediante comunicación directa con el Ing. Borosilov Castro y mediante conferencia de clases en la Universidad Central del Ecuador Figempa.

Esta metodología se basa en el principio de que las estaciones de transferencia de residuos sólidos no siempre forman parte de un sistema de manejo de residuos sólidos.

Toda vez que su necesidad se establece en función de un análisis de costos de transferencia de residuos sólidos.

El cálculo de la capacidad de una estación de transferencia para desechos sólidos, se lo realizará mediante un diagrama de operación de la misma, para lo cual debemos conocer el registro de llegada de los vehículos recolectores en el transcurso del día.

VALORES A CONSIDERAR:

- El vehículo de transferencia de residuos sólidos es de 30 TN/ viaje.
- El tiempo desde la estación de transferencia hasta el sitio de disposición fina el de 45 minutos promedio, este tiempo incluye.

  Tiempo de ida + tiempo de registro de llegada + tiempo de descarga + tiempo de registro de salida + tiempo de regreso.
- Para consideración del ejemplo se debe considerar el tiempo de carga del camión de transferencia es de 15 minutos aproximadamente.
- Horario de trabajo de la estación de transferencia es de 8:30 a.m. a 12:45 p.m.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE COMPONENTES Y PROCESOS DE UNA ESTACION DE TRANSFERENCIA

La Estación de Transferencia de carga directa mas un área de acumulación, permite la carga directa de los residuos sólidos a los camiones de transferencia, así como la acumulación de residuos sólidos ante la imposibilidad de que sean descargados en un camión de transferencia.

Las variables a considerar en la construcción de la infraestructura de la Estación de Transferencia son la composición física en lo referente a los residuos alimentarios, así como el contenido de humedad que en este caso es superior al 50%.

El peso específico de los residuos sólidos es de primordial importancia, ya que define las relaciones entre el peso y el volumen de los residuos sólidos que se han de manejar, por lo tanto se utiliza para definir los volúmenes de recipientes para almacenamiento domiciliario, comercial e industrial, volúmenes de recipientes para recolección y transporte, y necesidades de equipos en sitios de disposición final.

El clima es otra variable que afecta directamente a la descomposición de los residuos sólidos.

La descarga a piso presenta una serie de inconvenientes para este tipo de residuos, debido principalmente a los olores y al alto contenido de humedad, lo cual propicia una deficiente operación, para esto el piso debe ser completamente pavimentado o fundido con hormigón.

SERVICIOS GENERALES

- Estos son los componentes principales de una estación de transferencia donde se realizan labores de estructura y gestión de la misma.
- Jardines
- Nave industrial cubierta
- Tolvas de descarga
- Aspersores de agua (control de polvo)
- Sistemas de ventilación
- Caseta de control
- Báscula
- Acceso de camiones recolectores
- Patio de maniobras de vehículos recolectores
- Salida de recolectores
- Acceso de vehículos de transferencia
- Patio de maniobras de vehículos de transferencia
- Área de despunte de vehículos de transferencia
- Salida de vehículos de transferencia

OBRAS COMPLEMENTARIAS

Entre las obras complementarias de la Estación de Transferencia, se debe tener en cuenta:

- Talleres
- Estacionamientos
- Cubierta
- Caseta de control
- Báscula

SELECCIÓN DEL EQUIPO DE TRANSFERENCIA Y TRANSPORTE

Tomando en cuenta que la selección del equipo de recolección y transporte es uno de los puntos más importantes en el diseño del sistema, se debe hacer mención que la problemática no sólo radica en seleccionar indiscriminadamente el chasis y carrocería adecuados al método de recolección por instrumentar, ya que el problema tiene un trasfondo tecnológico y social que muchas veces no es considerado en su justa dimensión; dicho trasfondo se debe al hecho de que la mayoría de los vehículos convencionales diseñados para la recolección y transporte de la basura, han sido fabricados para condiciones tecnológicas y sociales prevalecientes en países desarrollados. En estos países con mayor grado de desarrollo, se tiene abundancia de capital con intereses más bajos, lo contrario de lo que sucede en países en desarrollo como es el caso del Ecuador; de lo anterior puede desprenderse que los países desarrollados deben tender a contar con métodos y sistemas con altas inversiones y poco uso de mano de obra, mientras que los países menos desarrollados deberían tender a usar equipos y métodos no convencionales que con menos inversión, hagan un uso extensivo de la mano de obra.

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA ESTACIÓN DE TRANFERENCIA

El objetivo general de la evaluación es identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir y comunicar el efecto y las consecuencias que la puesta en marcha del proyecto de Estación de Transferencia puedan ocasionar sobre el sitio seleccionado para su ubicación, su entorno y ambiente en las fases de construcción, operación y cierre.

En el área de estudio es importante determinar el impacto ambiental, para lo cual se deben considerar los elementos naturales y sociales, susceptibles de ser modificados por las acciones asociadas a la operación de la Estación de Transferencia.

Definición de las áreas de influencia del proyecto

Se definirán y delimitarán las áreas de influencia del proyecto, directa e indirecta, lo cual permitirá establecer el alcance geográfico del Plan de Manejo Ambiental, el plan de relaciones comunitarias por parte de los municipios.

Para el efecto, se establecerán los criterios para definir las áreas de influencia directa e indirecta y sus límites de división que incluyan:

- Las vías de acceso a la estación de transferencia y al sitio de disposición final;
- Los aspectos auxiliares del proyecto: corredores de transmisión de energía, carreteras de acceso, cambios no planificados por el proyecto (cambios de uso del suelo) en las cercanías a los caminos de acceso;
- Áreas externas al emplazamiento necesitadas como indemnizaciones;
- Análisis de las instituciones y comunidades directa e indirectamente afectadas, de acuerdo a las definiciones utilizadas en el reglamento sobre participación ciudadana y consulta previa publicado en el Registro Oficial No. 380 del 19 de octubre del 2006.
- Dirección predominante de los vientos.

CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO FÍSICO

Es necesario tener la descripción de la línea base ambiental que se e refiere a la evaluación del medio receptor en donde se describirán las condiciones ambientales del área donde se desarrollará el proyecto de la Estación de Transferencia para definir el estado pre-operacional de referencia o línea base, a fin de poder determinar las alteraciones potenciales que se producirían por la puesta en marcha del proyecto.

Los aspectos a considerar son:

- Clima
- Suelo
- Aire
- Viento
- Agua

- Ruido
- Paisaje
- Accesibilidad y tráfico

CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO BIÓTICO

La flora y fauna que se presente dependerá de la ubicación de la estación de transferencia de residuos sólidos ya sea por encontrarse en una zona urbana o fuera de ella. En general, se tomará en consideración:

- Flora
- Fauna

CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO

- Factores demográficos
- Factores socio-económicos
- Factores culturales
- Factores de salud pública

IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Identificación de acciones que pueden causar impactos

Para poder describir mejor las acciones susceptibles de desencadenar impactos ambientales, es importante desvincular las distintas etapas o fases del proyecto en elementos y acciones cada vez de mayor nivel de detalle. Así se deberá analizar el proyecto o actividad productiva en las etapas principales: construcción, operación y cierre y clausura.

Para determinar las acciones susceptibles de causar impactos, se deberán considerar los siguientes criterios: ser relevantes, ser independientes y ser en lo posible medibles/cuantificables.

DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Los Factores a ser considerados en la elaboración del estudio de impacto ambiental para la Estación de Transferencia de Residuos Sólidos son los que intervienen en la infraestructura requerida para el funcionamiento de la Estación de Transferencia. Se describirán las características de las obras necesarias para la construcción de la Estación

de Transferencia, detallando los aspectos de volúmenes de obras, áreas intervenidas, horarios de trabajo, épocas, etc. que permitan dar un criterio cuantificador de la magnitud de la actividad y sus obras.

Para todo esto necesitamos la aceptabilidad social del proyecto la cual debe utilizar uno o varios de los mecanismos de la participación ciudadana establecidos en la Ley de Gestión Ambiental y su Reglamento sobre Participación Ciudadana y Consulta Previa.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan que se formule debe ser consecuente con las actividades relacionadas con la transferencia de residuos sólidos por esto, se deben incluir como mínimo los siguientes temas dentro del Plan:

Manejo de tráfico vehicular en las vías de acceso, prevención y control de olores y polvo, prevención y control del ruido, control de aves, roedores y vectores en general, programa de higiene, seguridad industrial y salud ocupacional, mantenimiento de equipos.

Necesariamente se deberá establecer la medidas adoptadas, describirlas consignando la siguiente información: Nombre de la medida; tipo de medida; objetivo de la medida; impacto al que se dirige; actividades que producen los impactos; descripción, detalle y procedimiento de la medida; costo de la medida; definir claramente las variables ambientales o factores a darle seguimiento, control y monitoreo. En igual forma se establecerá claramente el responsable de la ejecución de la medida y el cronograma previsto para su implementación.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación van dirigidas la reducción y compensación de lo impactos ambientales, debido a la construcción y operación de la Estación de Transferencia.
Estas medidas son maniobras correctivas que se emiten como resultado del análisis de la evaluación con el objeto de minimizar los efectos negativos, prevenirlos o mejorar aquellos efectos con potencial positivo.

MONITOREO AMBIENTAL

Uno de los parámetros fundamentales para que una estación de transferencia para residuos sólidos opere bajo la reglamentación ambiental vigente es el monitoreo. EL monitoreo ambiental es un sistema de administración, este conlleva a mantener un control de la emisión impactos ambientales que se generan durante el manejo de los residuos sólidos.

Este control se lleva a cabo mediante el establecimiento de Programas de Monitoreo Ambiental, los cuales se estructuran tomando en cuenta las características de la estación de transferencia para residuos sólidos.

DEFINICIONES DE MONITOREO AMBIENTAL

El monitoreo ambiental es indispensable en una estación de transferencia para residuos sólidos, debido a que es una obra de gran envergadura, la misma que debe comprender tener un control estricto de normas, leyes, ordenanza, etc. que son aplicables para este tipo de infraestructura. Para lo cual la Ley de Gestión Ambiental en unos de sus capítulos menciona que: Los Sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental, evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorias ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos.

CRITERIOS DE MONITOREO

Existen varios criterios para determinar la logística de un programa de monitoreo, en especial, para las instalaciones relacionadas con el manejo de residuos sólidos, deben tomarse en cuenta los siguientes:

a) De acuerdo al tipo de instalación: estación de transferencia, planta de selección de subproductos y sitios de disposición final en operación o clausurados.

b) De acuerdo a la ubicación de la instalación: tipo de asentamientos colindantes, aspectos climatológicos, condiciones geológicas y topográficas y características de la zona de amortiguamiento

c) De acuerdo a la cantidad y el tipo de residuos manejados: residuos municipales, especiales o industriales

d) De acuerdo a la eficiencia de la operación: procedimientos operativos, de supervisión y/o de mantenimiento y limpieza.

PARAMETROS DE MONITOREO APLICABLES A INSTALACIONES PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

El programa de monitoreo ambiental que se lleva a cabo en las diferentes instalaciones tiene como objetivo fundamental mantener la operación segura y correcta dentro de las mismas, eliminando riesgos de afectación al ambiente y la salud pública.

Estaciones de Transferencia

La operación en las instalaciones de transferencia para residuos sólidos, se enfoca básicamente a la optimización de la recolección y transporte de los residuos, a través de la transferencia de residuos de vehículos recolectores a vehículos de mayor capacidad. Tal actividad es fuente de generación de polvos, microorganismos, ruido, olores y otros agentes físicos, químicos y biológicos, que pueden afectar directamente al ser humano, o bien dispersarse sobre los elementos del ambiente. Por tal motivo, los impactantes y parámetros que se evalúan en dicha infraestructura son los siguientes:

- Partículas aerotransportables.- Partículas suspendidas totales y partículas viables
- Ruido
- Radioactividad
- Metereología.- Temperatura, humedad relativa así como velocidad y dirección del viento.

PROGRAMA DE MONITOREO

El programa de monitoreo, control y seguimiento constituye un documento técnico de control de seguimiento de la calidad de los diferentes factores ambientales, que garantizará el cumplimiento de la normativa ambiental legal vigente, además de las metas proyectadas por la ley de gestión ambiental en relación a los compromisos adquiridos para la ejecución del plan de manejo ambiental, a fin de lograr la conservación y la protección del ambiente.

Adicionalmente se propondrá, de ser necesario, un monitoreo social a fin de prevenir posibles conflictos sociales; atención de inquietudes y transmitir información oportuna a las comunidades

Los períodos que deben considerarse para estos programas son:

- Período de construcción de la instalación.

- Período de operación de la instalación (monitoreo rutinario).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El objetivo general de esta tesis es la elaboración de una propuesta que permita mejorar la transportación de los residuos domésticos que son producidos. Se parte del supuesto de que la toma de decisiones y los procesos actuales para su gestión son deficientes en comparación con los llevados a cabo en los países altamente desarrollados, tanto ambiental, como económica y socialmente.

Los principales beneficios de la implantación de una ET, es la economía de transporte de los residuos sólidos, ahorro de tiempote trabajo, ahorro de combustible reducción de costos por desgaste y daños equipos, reducción de riesgo y accidentes de tráfico.

Los residuos sólidos en los municipios del país se han convertido en algo indeseable. Mientras más lejos esté es mejor. Debido a los residuos sólidos la contaminación ambiental se ha incrementado en las ciudades del país. La Estación de Transferencia de residuos Sólidos, permitirá optimizar los costos de transporte a mediano y largo plazo lo que evidentemente influirá positivamente en la prestación de los servicios de aseo de los municipios.

El incremento de población es directamente proporcional al aumento de los residuos sólidos, con lo cual debemos analizar la ampliación de la ET con mayor número de vehículos recolectores y de transferencia, así como de tolvas y personal que opere estas maquinarias. Esto eventualmente aumenta el ruido, las vibraciones, emisiones de los vehículos (partículas y gases).

Para evitar problemas de tráfico en las ET se debe modificar el diseño geométrico de acceso.

La expansión industrial, como parte del fenómeno globalizante, ha alterado profundamente los sistemas sociales, debido al consumismo, cambiando los patrones de consumo, introduciendo nuevas necesidades, alterando las estructuras económicas, sociales y políticas, y por todo lo anterior, afectando al medio ambiente.

Las Estaciones de Transferencia (ET) son una parte integral de los actuales sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos. El principal criterio determinante de la ubicación de una estación de transferencia ha sido la minimización de los costos de transporte, ya que es más barato transportar un gran volumen de residuos a larga distancia en grandes cantidades que hacerlo en pequeñas cantidades.