

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería



MODELO DE PROGRAMACION PARA OPTIMAR LA  
RECOLECCION DE BASURA EN UNA  
DELEGACION POLITICA DEL D. F.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICO

P R E S E N T A N

FLORENTINO AGUSTIN LOVERA HIDALGO

GUILLERMO ARTURO MURCIO FLORES

FIDEL ROMERO LUNA

ANASTASIO SOLIS MEXICANO

Director de Tesis: Ing. Gerardo Ferrando Bravo

México, D. F.

1985



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

Pág.

### CAPITULO I

#### ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

1

- 1.1 *Introducción* 3
- 1.2 *Generalidades* 5
- 1.3 *Características del Sistema de Recolección Domiciliaria* 10
  - 1.3.1 *Método de Recolección* 10
  - 1.3.2 *Unidades de Recolección* 22
  - 1.3.3 *Rutas de Recolección* 31
  - 1.3.4 *Orígenes de las Unidades de Recolección* 59
  - 1.3.5 *Destinos de las Unidades de Recolección* 63

### CAPITULO II

#### IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

77

- 2.1 *Método de Recolección* 79
- 2.2 *Unidades de Recolección* 90
- 2.3 *Rutas de Recolección* 95
- 2.4 *Orígenes de las Unidades de Recolección* 119
- 2.5 *Destino de las Unidades de Recolección* 123
- 2.6 *Hipótesis* 127

### CAPITULO III

#### MARCO TEORICO

131

- 3.1 *Análisis Estadístico de datos* 133
- 3.2 *Programación Lineal* 136

	Pág.
3.2.1 Método Simplex	145
3.2.1.1 Programación Entera	148
3.2.1.2 Análisis de Sensibilidad	151
3.2.2 Problema de Asignación	153
3.2.2.1 Algoritmo de transporte	158
3.2.2.2 Algoritmo de Little	163
3.2.2.3 Algoritmo del Agente Viajero	171
3.3 Teoría de Colas	179
CAPITULO IV	
DESARROLLO DE LOS PROGRAMAS DE COMPUTO E INSTRUMENTACIÓN	187
4.1 Descripción General de las Unidades de Recolección Exis- tentes, por medio del Paquete Estadístico SPSS.	192
4.2 Asignación Óptima de las Unidades de Recolección, por -- medio del programa del Método Simplex	221
4.3 Distribución Óptima de las Unidades de Recolección a -- los Centros de Demanda por Medio del Programa del Trans- porte	231
4.4 Diseño de Microrutas de Recolección por Medio del Pro-- grama del Método de "Little"	273
4.5 Diseño de Horarios de Servicio de Unidades de Recolec-- ción a Destinos Intermedios y Finales por medio de Pro- grama de Teoría de Colas	278
CAPITULO V	
COMPARACION DE LA SITUACION REAL CONTRA LA SITUACION PROPUES- TA	285
5.1 Método de Recolección	287
5.1.1 Recolección de Contenedores y Recolección por -- Campaneo	287
5.2 Unidades de Recolección.	292

	Pág.
5.2.1 Asignación de Unidades por tipo de Actividad, Ge- neración de basura y Frecuencia de Recolección	292
5.3 Rutas	296
5.3.1 Macrorutas	296
5.3.2 Microrutas	299
5.4 Operación de la Unidad de Transferencia	301

## CAPITULO VI

### RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

6.1 Introducción	305
6.2 Método de Recolección	306
6.3 Unidades de Recolección	308
6.4 Rutas	311
6.4.1 Macrorutas	312
6.4.2 Microrutas	313
6.5 Propuestas	314

### APENDICES

A. Artículos de la Ley Federal de Protección al Medio Am- biente	331
B. Técnicas de Reciclaje para Aprovechamiento de la Basura	333
C. Listado del Programa del Método Simplex	337
D. Listado del Programa del Algoritmo del Transporte	349
E. Listado del Programa de Teoría de Colas	369
F. Listado del Programa del Algoritmo de Little	389
G. Cementerio Industrial	411

### BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I  
ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

## INTRODUCCION

En las principales ciudades del mundo es evidente la contaminación causada por el hombre por las actividades productivas y cotidianas, lo cual en -- nuestros días ha alcanzado índices alarmantes que atentan contra el equilibrio ecológico.

En nuestro país, en la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey, son las entidades que más se ha acentuado las consecuencias de la contaminación.

La Ciudad de México con 13 millones de habitantes concentra más del cincuenta por ciento de las actividades productivas del país, esto ha causado que los problemas que presenta sean grandes y complejos, a los cuales hau que dar soluciones presentes y futuras que permitan mejorar la imagen de -- la Ciudad.

El Distrito Federal está dividido en 16 delegaciones políticas que funcionan como entidades independientes, una de ellas, la Delegación Política Venustiano Carranza, se seleccionó para estudiar uno de los problemas más -- graves que se derivan de la contaminación y que es la generación y recolección de basura.

Por su gran extensión, la alta densidad de población y la presencia de basura en destinos intermedios de su jurisdicción requiere del auxilio de -- técnicas modernas para la prestación del servicio de recolección de basura,

producida en cantidades que alcanzan varios cientos de toneladas, además de desechos de otros tipos.

Para llevar a cabo la recolección de basura se requiere de recursos humanos y materiales con un costo económico altísimo, por lo que del presupuesto asignado a la Oficina de Limpia, el 90% se destina a la recolección, esto permite un beneficio social invaluable, ya que la recolección oportuna y adecuada controla de una manera sustancial la contaminación de aire, - - agua y suelo, reduciendo considerablemente los siguientes problemas:

- Tiraderos a cielo abierto.
- Obstrucción de drenajes y alcantarillas.
- Acumulación de basura en casas habitación y lugares públicos.
- Focos de infección públicos por descomposición de materia orgánica.
- Fauna nociva, como insectos y roedores que usan la basura como alimento y alojamiento, y que son transmisores de enfermedades al hombre y sus animales domésticos.
- Malos olores y elementos tóxicos.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos que realiza la delegación por erradicar los problemas mencionados, no se ha logrado totalmente, ya que ello requiere de una responsabilidad compartida de ciudadanos y autoridades, además de la necesidad de la aplicación de técnicas modernas para optimizar la recolección de los desechos.

El presente trabajo pretende que se alcancen los objetivos anteriores a través de métodos ingenieriles que permitan optimizar el sistema de reco-



lección domiciliaria de basura en la Delegación Venustiano Carranza de la Ciudad de México.

El sistema de programación para optimizar la recolección de basura que se propone, no es exclusivo para la Delegación a la que hicimos el estudio, - sino que puede ser aplicado en cualquier delegación o municipio del País. -

## 1.2 GENERALIDADES

Las funciones de la Oficina de Limpia son las siguientes:

- Mantener limpias las calles en las colonias por medio del barrido manual.
- Recolección domiciliaria por medio del método conocido como toque de campana, de los desechos producidos en las casas habitación.
- Mantener limpias las avenidas y vías rápidas haciendo uso del equipo de barrido mecánico.
- Proporcionar servicio de recolección industrial a empresas y comercios establecidos y que se encuentran dentro del perímetro de la delegación.
- Recolección de basura de escuelas y edificios públicos.
- Recolección de basura que se genera en los mercados.
- Brindar apoyo a la Central de Abasto en cuanto a la recolección de basura que se produce.

- Traslado de los desechos recolectados al relleno sanitario.
- Disposición final de los desechos y reciclaje.

La Oficina de Limpia para el cumplimiento de sus funciones divide en cinco los diferentes tipos de recolección que realiza, los cuales se muestran en orden de importancia por los montos recolectados:

1. Recolección domiciliaria	65.27%
2. Recolección en mercados	24.58%
3. Apoyo a Central de Abasto	6.35%
4. Recolección mecánica	2.09%
5. Recolección industrial	1.68%

Para determinar el monto de la recolección de basura en 1983 se efectuó un análisis del programa anual de recolección y de los informes mensuales de la Oficina de Limpia. Comparando las metas propuestas con los logros alcanzados y fijando porcentajes de diferencia entre lo planeado y lo realizado. Cabe señalar que dichas cifras fueron calculadas tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Que el sistema estuvo operando al 100% de su capacidad, lo que significa que:

Todos los camiones trabajaron al máximo de su capacidad.

Se trabajaron los 365 días del año.

Que cuando uno de los camiones recolectores se encontraba fuera de servicio, fue reemplazado oportunamente por un camión alquilado de similar capacidad.

Que durante todo el año se contó con personal preparado y suficiente para operar el sistema.

Asimismo es importante mencionar las características de la Delegación, para encuadrar las cifras y consideraciones anteriores. La Delegación Venustiano Carranza en la Ciudad de México, tiene un área urbana total de 26 -- Km<sup>2</sup>.

La población se asienta en 26 colonias compuestas de 2 563 manzanas. 38 - mercados, 140 escuelas, 50 jardines de niños y 10 unidades deportivas.

PROYECTO DE RECOLECCION DE BASURA PARA 1983, EN LA DELEGACION  
VENUSTIANO CARRANZA

	META 1983 (TON)	PROM. DIA REC.
1. RECOLECCION DOMICILIARIA	200,750	550 TON/DIA
2. RECOLECCION MECANICA	10,950	30 TON/DIA
3. RECOLECCION MERCADO JAMAICA	25,550	70 TON/DIA
4. RECOLECCION MERC. MERCED	32,850	90 TON/DIA
5. RECOLECCION INDUSTRIAL	10,950	30 TON/DIA
6. RECOLECCION MERC. SONORA	14,600	40 TON/DIA
7. APOYO A CENTRAL DE ABASTOS	54,750	150 TON/DIA
<b>T O T A L E S</b> =====	<b>350,400 TON/ANO</b> =====	<b>960 TON/DIA</b> =====

RECOLECCION PROYECTADA vs. RECOLECCION REAL EN 1983

TIPOS DE RECOLECCION	RECOLECCION PROYECTADA	RECOLECCION REAL	RELACION ENTRE PROYEC./REAL.
DOMICILIARIA	200,750 Ton	224,840 Ton	112%
MERCADOS	73,000 Ton	84,680 Ton	116%
BARRIDO MECANICO	10,950 Ton	7,227 Ton	66%
INDUSTRIAL	10,950 Ton	5,840 Ton	53%
APOYO C. ABASTO	54,750 Ton	21,900 Ton	40%
TOTALES ANUALES	354,400 Ton	344,451 Ton	98.3%

### 1.3 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE RECOLECCION DOMICILIARIA

#### 1.3.1. Método de Recolección

En la recolección domiciliaria de basura se emplean los siguientes métodos de recolección:

*Por contenedores y por medio de los camiones recolectores.*

Los contenedores son empleados normalmente en las unidades habitacionales y vienen a constituir un depósito comunitario, semifijo de basura.

Este elemento de recolección resuelve la necesidad de tener un lugar permanente para depositar los desechos sólidos, el contenedor se reemplaza por uno vacío cada vez que se llena y la basura se transporta por un camión -- del tipo de carga frontal al tiradero o relleno sanitario.

#### CAMIONES DE RECOLECCION DOMICILIARIA

Los camiones de recolección domiciliaria son en la Delegación Venustiano - Carranza, el método más empleado.

El camión recolector sigue una ruta determinada haciendo paradas en un número de esquinas también determinado por la densidad de casas habitación de la colonia, el camión durante su recorrido hace sonar una campana con el fin de que los usuarios se enteren de su presencia (los diagramas de -- los métodos de recolección se muestran en las figuras (1.1) y (1.2).

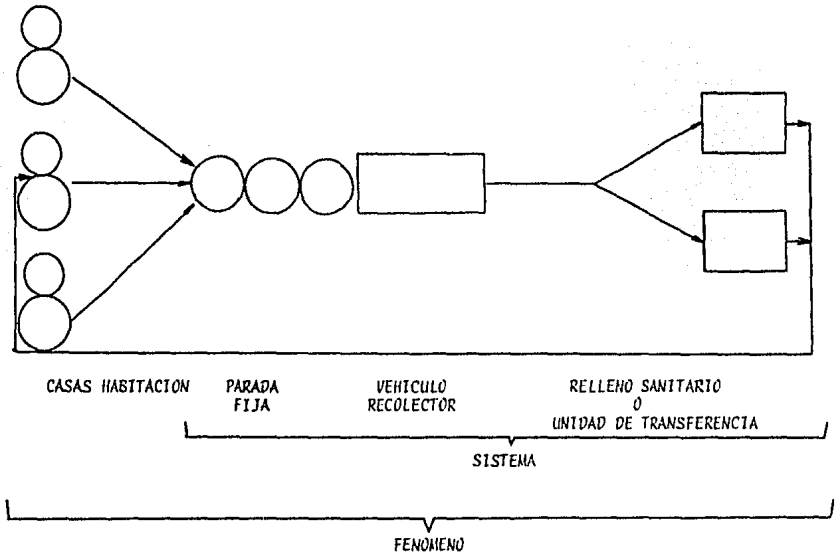


DIAGRAMA DEL METODO DE RECOLECCION POR TOQUE DE CAMPANA.

FIG. (1.1)

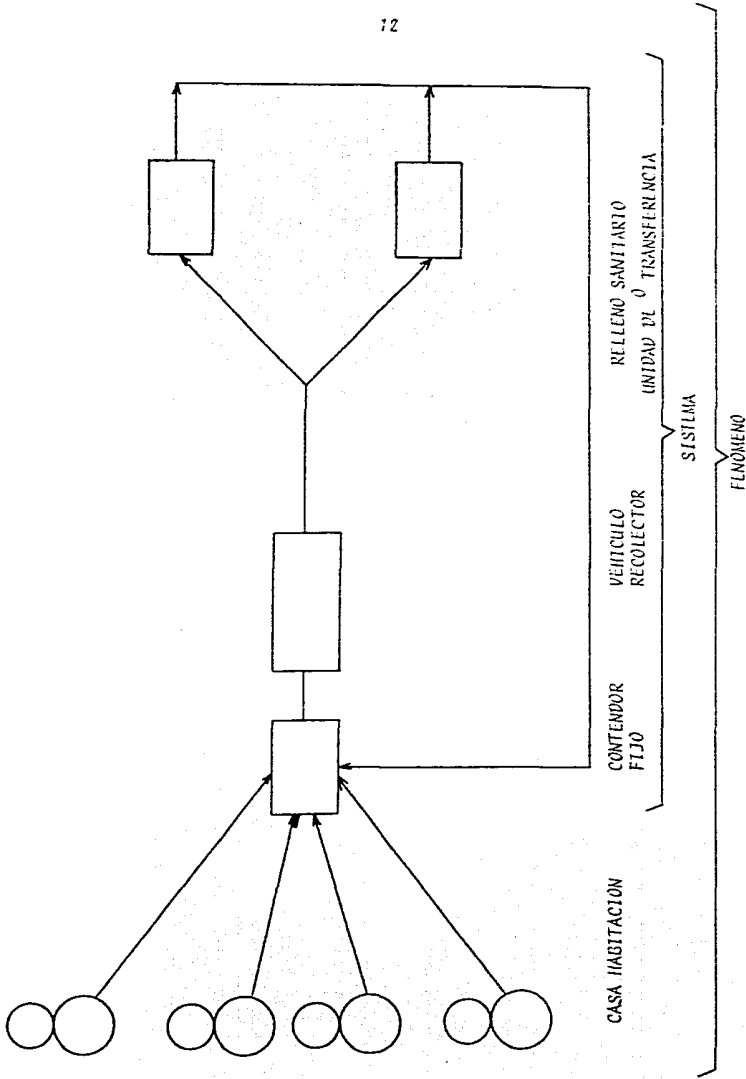


DIAGRAMA DEL METODO DE RECOLECCION POR CONTENEDORES

FIG. (1.2)



Los tipos de camiones empleados para la recolección se dividen atendiendo a la forma en que éstos son cargados, en:

1. Camión de carga trasera.
2. Camión de carga frontal.
3. Camión de carga lateral (tubular y rectangular).
4. Camión de volteo.

Las características de carga durante la recolección para cada tipo de camión se mencionan a continuación, basándose en los diagramas de proceso de flujo que para cada tipo de camión se anexa.








#### 1. Características de Carga en un camión tipo Carga Trasera.

Este tipo de camión realiza la recolección de basura, recorriendo una ruta previamente fijada y haciendo notar su presencia en las esquinas por medio del clásico toque de campana, esta unidad cuenta con una tolva de carga, ubicada en la parte trasera de ésta y a una altura de un metro aproximadamente del nivel del piso, de tal forma que es el usuario quien se encarga de vaciar el recipiente en la tolva de carga, la cual una vez llena es descargada dentro de la caja del camión por medio del mecanismo hidráulico de compactación, accionado por el chofer de la unidad.

Cabe destacar que para operar y dar el servicio en este tipo de unidad, es suficiente con el chofer del camión.

## DIAGRAMA DE PROCESO DE FLUJO

DIAGRAMA No. 3Concepto Diagramado CARGA DE BASURA EN CAMINO RECOLECTORDiagrama de Método ACTUALEl Diagrama comienza RECIPIENTE DEL USUARIOEl Diagrama termina TOLVA DEL CAMION RECOLECTORTipo de camión CARGA TRASERAHoja 1 de 1

DIST. MTS	TIEMPO SEG	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL PROCESO
-	-		Almacenaje en recipiente de - - usuario.
-	150		Esperar por servicio en fila de espera.
-	10		Vaciar en tolva por usuario.
-	-		Almacenaje en tolva sin compac- tar.
-	5		Inspección de tolva (llenas).
-	30		Cargar en caja y compactar.
-	-		Almacenaje en caja compactada.

## R E S U M E N

EVENTO	NUMERO	TIEMPO	DISTANCIA
Operaciones	1	10	-
Inspecciones	1	5	-
Activ. Comb.	1	10	-
Transporte	-	-	-
Almacenamientos	3	-	-
Retrasos	1	150	-

## 2. Características de Carga en un camión, tipo Carga Frontal.

El camión de carga frontal o delantera es la unidad más moderna con la que cuenta la oficina de Limpia y fue diseñada para realizar la recolección de municipal de una manera diferente a la tradicional (campaneo), este tipo de unidad no realiza la recolección de esquina a esquina ya que cuenta con un sistema hidráulico para poder levantar y vaciar dentro de su caja contenedores fabricados expresamente para este tipo de camión, dichos contenedores se encuentran ubicados en lugares estratégicos (esquinas, lotes baldíos) a los cuales el usuario acude a vaciar su basura en el contenedor, sin necesidad de la presencia de la unidad de recolección o de algún operador ya que posteriormente y dependiendo de la cobertura de servicio y del volumen de basura que se origina en la zona el camión acudirá al lugar donde se encuentra el contenedor el cual lleno es levantado y vaciado en el interior de la caja del camión volviendo a dejar en su lugar al contenedor.

Esta forma de recolección, como se mencionó anteriormente resuelve la necesidad de tener un lugar permanente para depositar la basura, sin necesidad de que el usuario se ajuste a un horario fijo de recolección.

En la Delegación Venustiano Carranza, así como en todo el D. F., el sistema de recolección por medio de contenedores, no opera de la manera antes descrita por las siguientes causas:

- Los contenedores, desaparecen del lugar en el que fueron ubicados.
- Se carece del número de contenedores necesario para cubrir un sector -- cualquiera.

- Del total de las unidades de recolección con las que cuenta la oficina de Limpia sólo el 8.5% son carga frontal.








Por lo anterior, es que estas unidades realizan la recolección de manera similar a la de las unidades de carga trasera.

## DIAGRAMA DE PROCESO DE FLUJO

DIAGRAMA No. 2

Concepto Diagramado CARGA DE BASURA EN CAMION RECOLECTORDiagrama de Método ACTUALEl Diagrama comienza RECIPIENTE DEL USUARIOEl Diagrama termina TOLVA DEL CAMION RECOLECTORTipo de camión CARGA FRONTAL

Hoja 1 de 1

DIST. MTS	TIEMPO SEG	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL PROCESO
-	-		Almacenaje en recipiente de -- usuario.
0.5	10		Vaciar en el contenedor.
-	-		Almacenaje en el contenedor.
2	45		Levantamiento del contenedor.
0.5	20		Operación de descarga.
-	25		Compactación.
-	-		Almacenaje en la tolva.

## RESUMEN

EVENTO	NUMERO	TIEMPO	DISTANCIA
Operaciones	4	100	3
Inspecciones	-	-	-
Activ. Comb.	-	-	-
Transporte	-	-	-
Almacenamientos	3	-	-
Retrasos	-	-	-

### 3. Características de Carga en un camión, tipo Carga Lateral.

Este tipo de camiones lo comprenden las unidades, con carrocería de carga-tubular y rectangular, y de igual manera que el camión de carga trasera, realiza un recorrido por una ruta previamente planeada, haciendo notar su presencia por el clásico toque de campana y parando en las esquinas que les marca su ruta.










A diferencia del camión tipo carga trasera y frontal, en los cuales el usuario, es quien vacía su depósito dentro de la tolva del camión, realizando un esfuerzo mínimo ya que ésta se encuentra a sólo un metro del piso, en este tipo de unidades, el usuario tiene que levantar su depósito por encima de sus hombros y entregarlo al peón, quien se encarga de vaciarlo dentro de la caja del camión y retornarlo al usuario.

Lo anterior a simple vista, muestra las siguientes desventajas:

- Por parte del usuario un esfuerzo mayor, para tirar su basura.
- Para dar servicio con este tipo de unidad se requiere por lo menos de una persona más (peón), para prestar el servicio, aparte del chofer.
- Para realizar la compactación de la basura es necesario que los peones bajen de la caja del camión ya que éstos normalmente viajan dentro de ella.

## DIAGRAMA DE PROCESO DE FLUJO

DIAGRAMA No. 1Concepto Diagramado CARGA DE BASURA EN CAMION RECOLECTORDiagrama de Método ACTUALEl Diagrama comienza RECIDENTE DEL USUARIOEl Diagrama termina TOLVA DEL CAMION RECOLECTORTipo de camión CARGA LATERAL (TUBULAR Y RECTANCULAR) Hoja 1 de 1

DIST. MTS	TIEMPO SEG	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL PROCESO
-	-		Almacenaje en recipiente usua rio.
-	150		Demora por servicio en fila - de espera.
-	10		Recepción de recipiente por - operador.
-	-		Vaciar en caja por operador.
-	3		Entrega de recipiente al usua rio.
-	-		Almacenaje en caja sin compac tar.
-	5		Inspección de caja (llena).
-	30		Compactación de la basura.
-	-		Almacenaje en la tolva.

## R E S U M E N

EVENTO	NUMERO	TIEMPO	DISTANCIA
Operaciones	4	58	-
Inspecciones	1	5	-
Activ. Comb.	-	-	-
Transporte	-	-	-
Almacenamientos	3	150	-
Retrasos	-	-	-







#### 4. Sistema de Recolección por medio del Camión Tipo Volteo.

El último tipo de camión empleado es el tipo volteo, el cual sigue el sistema tradicional toque de campana mencionado con anterioridad. Con esta unidad se hace necesario que aparte del chofer del camión se empleen a 3 peones, debido a que el nivel de la tolva se encuentra a 2 metros del piso y el usuario necesita ayuda para vaciarla. Este tipo de unidad no cuenta con un sistema de compactación de basura, además de que la caja es abierta y su capacidad con respecto a los otros camiones recolectores es la menor.



## DIAGRAMA DE PROCESO DE FLUJO

DIAGRAMA No. 4Concepto Diagramado CARGA DE BASURA EN CAMION RECOLECTORDiagrama de Método ACTUALEl Diagrama comienza RECIPIENTE DEL USUARIOEl Diagrama termina TOLVA DEL CAMION RECOLECTORTipo de camión VOLTEO Hoja 1 de 1

DIST. MTS	TIEMPO SEG	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL PROCESO
-	-		Almacenaje en recipiente del - usuario.
-	150		Esperar por servicio en fila - de espera.
-	10		Recepción de recipiente por -- operador.
-	5		Vaciar en caja por operador.
-	3		Entrega de recipiente.
-	-		Elmacenaje en la tolva sin com- pactar.

## R E S U M E N

EVENO	NUMERO	TIEMPO	DISTANCIA
Operaciones	3	18	-
Inspecciones	-	-	-
Activ. Comb.	-	-	-
Transporte	-	-	-
Almacenamientos	1	-	-
Retrasos	1	150	-

### 1.3.2. Unidades de Recolección

Número y Tipo de Unidades.

De las 180 unidades con las que cuenta el sistema de Limpia se tienen asignadas 118 para la recolección domiciliaria:

TUBULARES	41	5 ton. prom. de cap. x unidad
RECTANGULARES	33	6 " " " " " "
CARGA TRASERA	17	7 " " " " " "
CARGA FRONTAL	10	8 " " " " " "
VOLTEOS	17	4 " " " " " "
	<u>118</u>	<u>670</u> " " " " DEL SISTEMA POR VIAJE

Dependiendo de la distancia que existe entre la ruta del camión y el relle no sanitario o la unidad de transferencia, se tiene un promedio de dos - - vueltas por unidad, lo que da una capacidad de recolección de 1340 Ton. -- diarias.

El resto del equipo de la Oficina de Limpia que no se usa para la recolección domiciliaria, directamente sino como equipo de apoyo y para realizar las actividades de recolección mecánica, industrial y de mercados, es el siguiente:

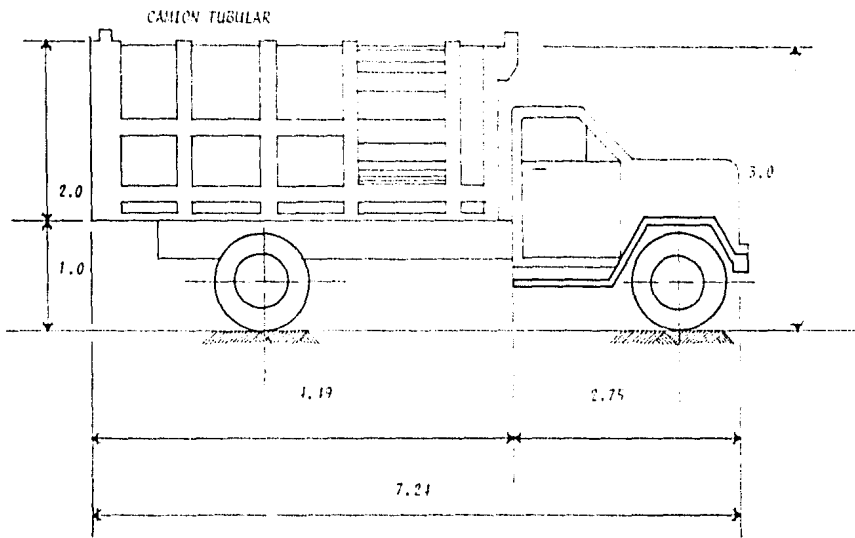
PICK-UP	9
GRUAS	1
BARREDORAS	22
TRAXCAVO	2

TRACTOCAMIONES	16
CAJAS COMPACTADORAS	9
REMOLQUES	3

Las unidades anteriores más las asignadas a la recolección domiciliaria -- dan un total de 180.

Mediante el plan emergente de basura, se han estado enviando a los talleres asignados por el D.D.F. las unidades que requieren de una reparación general o mayor, aparentemente con el equipo que se cuenta es más que suficiente para cubrir el servicio, ya que sólo contamos con 76 rutas por lo que se cuenta con 42 unidades de relevo o en mantenimiento pero la Delegación alquila diariamente un promedio de 30 camiones tipo volteo para cubrir la recolección, lo que quiere decir que se tienen un promedio de 72 unidades fuera de servicio y 46 en operación.

Además de las unidades de recolección, se cuenta con trailers con cajas compactadoras que transportan la basura de la Unidad de transferencia al Relleno Sanitario. Los tipos de camiones y de las cajas compactadoras se muestran a continuación en las figuras (1.3), (1.4), (1.5), (1.6), (1.7), y (1.8).

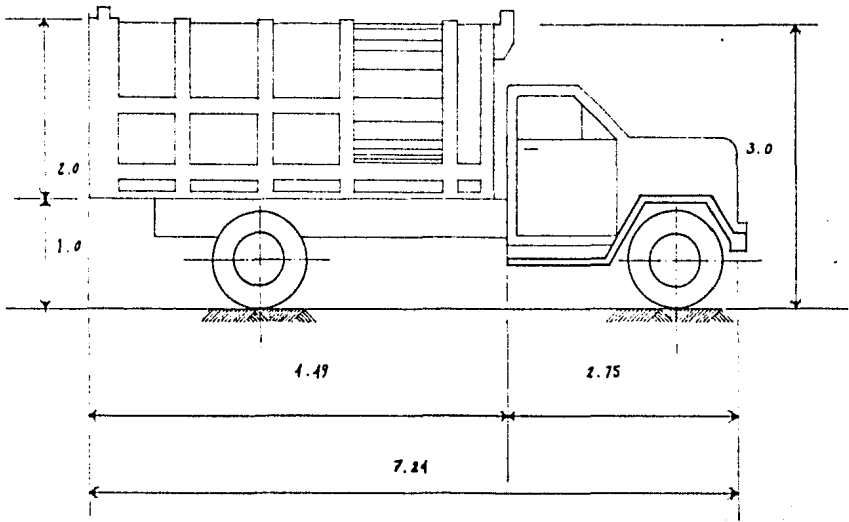


CAPACIDAD	9,94m <sup>3</sup>
PESO TOTAL	16,000 kgs
PESO DEL VEHICULO	11,000 kgs
PESO DE LA BASURA	5,000 kgs
DENSIDAD DE LA BASURA	503 kgs/m <sup>3</sup>

Fcg. [1.3]

CAMION TIPO RECTANGULAR

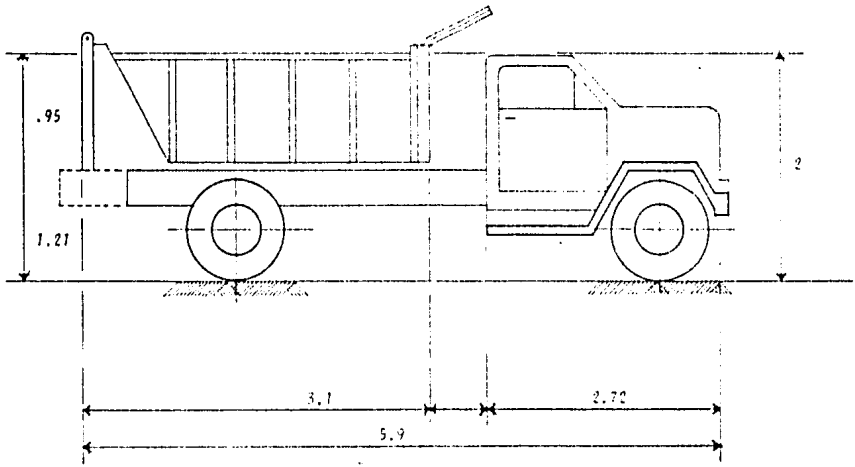
25



CAPACIDAD	12.23 m <sup>3</sup>
PESO TOTAL	11,900 kgs
PESO DEL VEHICULO	12,000 kgs
PESO DE LA BASURA	5,900 kgs
DENSIDAD DE LA BASURA	482 kgs/m <sup>3</sup>

Fig. (1.4)

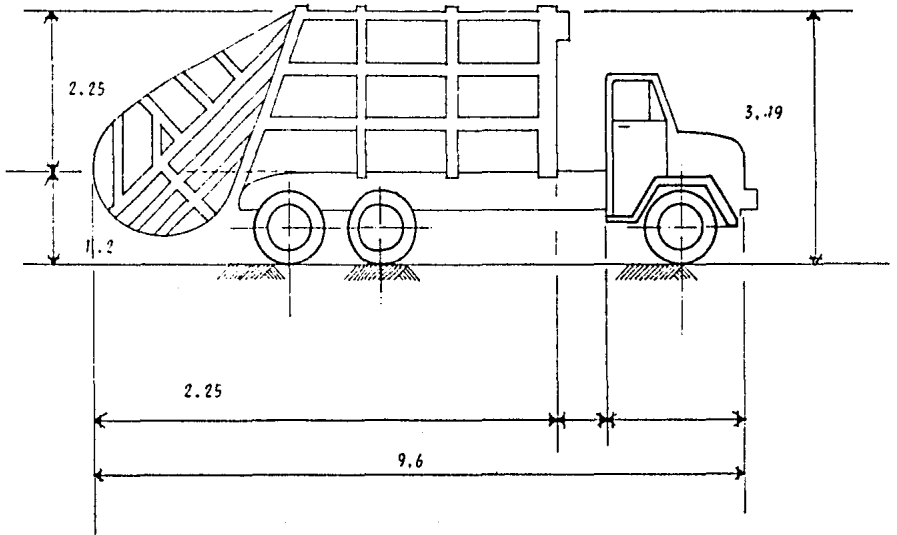
## CAMIÓN TIPO VOLTEC



CAPACIDAD	9.17 m <sup>3</sup>
PESO TOTAL	12,150 Kgs
PESO DEL VEHICULO	5,000 Kgs
PESO DE LA BASURA	4,150 Kgs
DENSIDAD DE LA BASURA	150 Kgs/m <sup>3</sup>

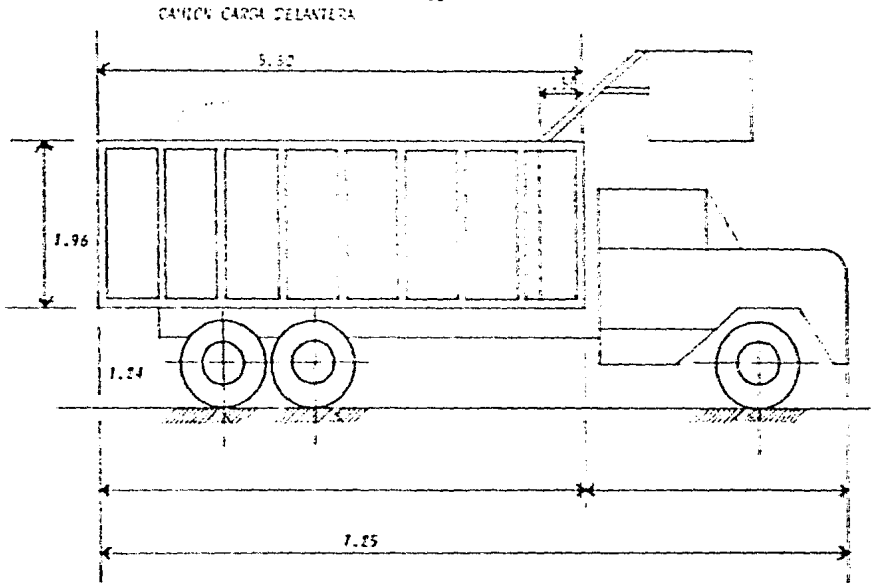
Fig. (1.5)

## CANTÓN CARGA TRASERA



CAPACIDAD	15.29 m <sup>3</sup>
PESO TOTAL	19,317 Kgs
PESO DEL VEHICULO	11,224 Kgs
PESO DE LA BASURA	8,093 Kgs
DENSIDAD DE LA BASURA	529 Kgs/m <sup>3</sup>

Fig. (1.6)

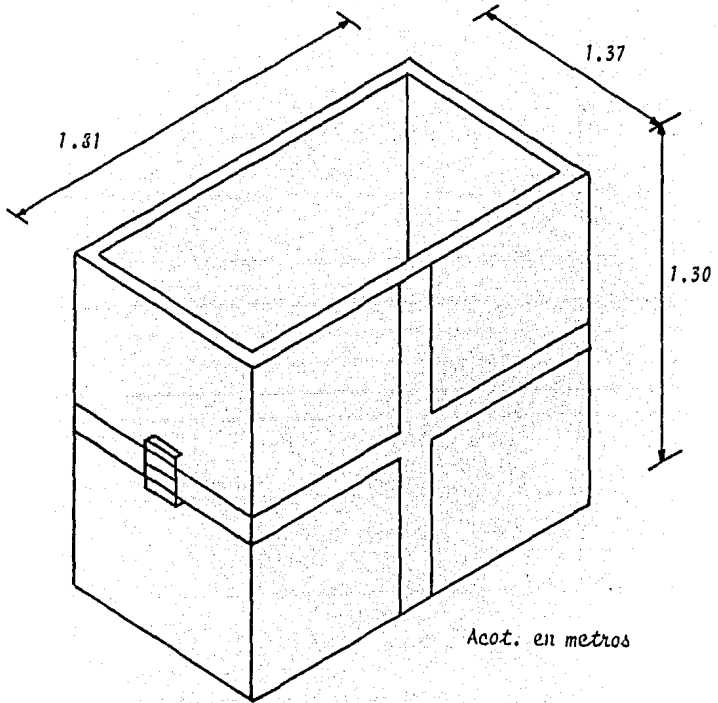


CAPACIDAD	$18.34 \text{ m}^3$
PESO TOTAL	21,300 Kgs
PESO DEL VEHICULO	13,300 Kgs
PESO DE LA BASURA	8,000 Kgs
DENSIDAD DE LA BASURA	$156 \text{ Kgs/m}^3$

Fig. 11.7)



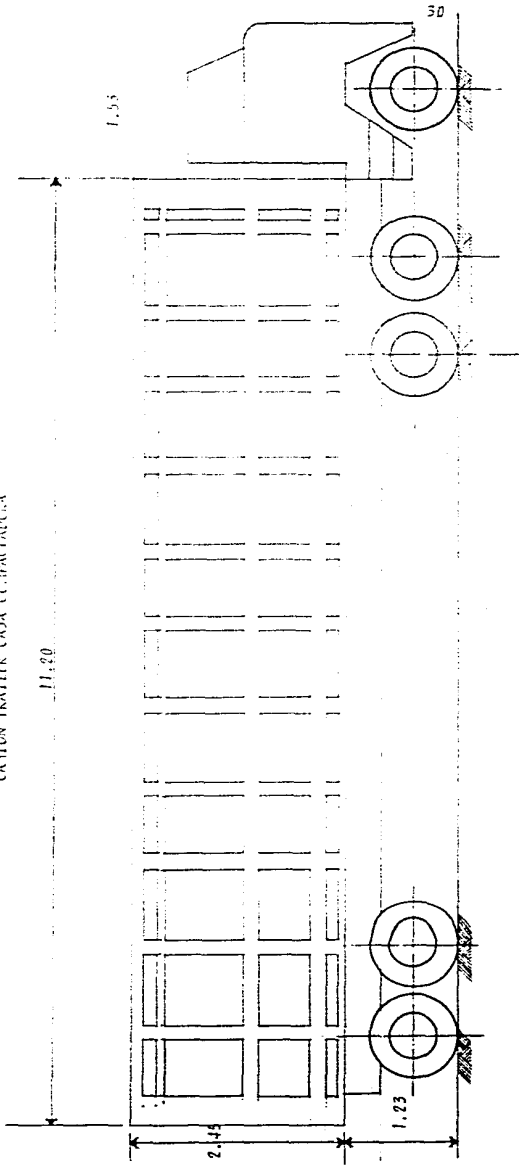
## CONTENEDOR DE BASURA (PARA CAMION CARGA FRONTAL)



Capacidad del Contenedor  $3.22 \text{ m}^3$

Fíg. (1.8)

CAMIÓN TRAHER CAJA COMPACTADORA



PESO DE LA BASURA 30,000 Kgs  
DENSIDAD DE LA BASURA 523 Kgs/m<sup>3</sup>

Fig. (1.9)

### 1.3.3. Rutas de Recolección

El sistema de recolección domiciliaria de basura se realiza por medio de - las unidades de recolección, las cuales para realizar su recorrido siguen una ruta predefinida por la Oficina de Limpia la cual está formada por un número de puntos que se deberá tocar y son:

- Inicio de Ruta
- Un promedio de 26 paradas en esquinas en cada recorrido
- Un promedio de 3 montones tradicionales en cada jornada
- Un promedio de 10 paradas de barrenderos en cada jornada
- Fin de ruta
- Unidad de Transferencia o Relleno Sanitario
- Un promedio de 3 Escuelas o Edificios Públicos en cada jornada.

Para este fin la superficie de la Delegación se ha dividido en cuatro sectores con un promedio de 19 Rutas por Sector es decir, 76 en total.

Es importante señalar que la aplicación del módulo de programación sólo se hace para rutas del SECTOR DOS de la Delegación.

A continuación se muestran las Rutas de los cuatro sectores, un mapa del sector dos, con sus puntos de interés, la trayectoria que siguen las unidades de recolección actualmente y la forma en que se cubren las rutas.

## RUTAS DEL SECTOR No. 1

- 01 TEPITO
- 02 TEPITO
- 03 TEPITO
- 04 POPULAR RASTRO
- 05 VALLE GOMEZ
- 06 PROL. 20 DE NOVIEMBRE
- 07 FELIPE ANGELES
- 08 AZTECA
- 09 AMP. 20 DE NOVIEMBRE
- 10 COL. 20 DE NOVIEMBRE
- 11 COL. 10 DE MAYO
- 12 MICHOACANA
- 13 MORELOS
- 14 JANITZIO
- 15 MORELOS CENTRO
- 16 AERONAUTICA MILITAR
- 17 PALACIO LEGISLATIVO
- 18 MERCADOS
- 19 DEPENDENCIAS GUBERNAMENTALES

## RUTAS DEL SECTOR No. 2

- 01 REVOLUCION
- 02 DAMIAN CARMONA
- 03 ROMERO RUBIO
- 04 1o. DE MAYO
- 05 AMP. SIMON BOLIVAR
- 06 SIMON BOLIVAR
- 07 AQUILES SERDAN
- 08 AQUILES SERDAN
- 09 PENSADOR MEXICANO
- 10 PENSADOR MEXICANO
- 11 PENON DE LOS BANOS
- 12 PENON DE LOS BANOS
- 13 MOCTEZUMA 2a. SECCION
- 14 " " "
- 15 " " "
- 16 " " "
- 17 " " "
- 18 " " "
- 19 " " "
- 20 " " "
- 21 MOCTEZUMA 1a. SECCION
- 22 " " "
- 23 MERCADOS

## RUTAS DEL SECTOR No. 3

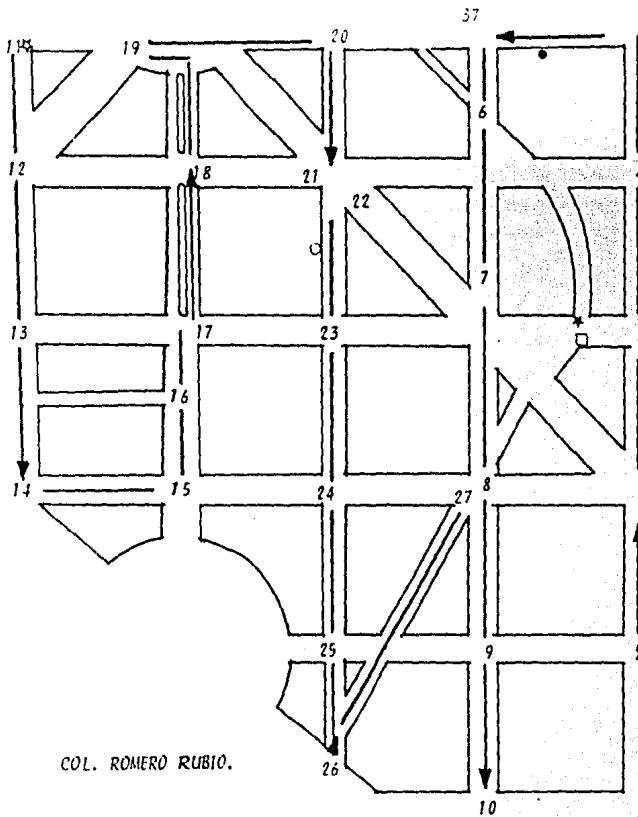
- 01 ARTES GRÁFICAS, AARON SAENZ Y SEVILLA
- 02 LORENZO BOTURINI
- 03 MERCED BALBUENA
- 04 AERONÁUTICA MILITAR Y 24 DE ABRIL
- 05 ALVARO OBREGON
- 06 EL PARQUE
- 07 MAGDALENA MIXHUCA
- 08 PUEBLO M. MIXHUCA
- 09 JARDIN BALBUENA
- 10 JARDIN BALBUENA
- 11 " "
- 12 " "
- 13 " "
- 14 " "
- 15 JAMAICA
- 16 MERCADO JAMAICA
- 17 RECORRIDOS Y DEPENDENCIAS GUBERNAMENTALES
- 18 RECORRIDOS Y SERVICIOS ESPECIALES

## RUTAS DEL SECTOR No. 4

- 01 ZARAGOZA NORTE
- 02 ZARAGOZA CENTRO
- 03 ZARAGOZA SUR
- 04 GOMEZ FARIAS
- 05 IGNACIO ZARAGOZA LADO SUR
- 06 PUEBLA
- 07 FEDERAL LADO NORTE
- 08 FEDERAL Y CUATRO ARBOLES
- 09 AVIACION CIVIL
- 10 A. LOPEZ MATEOS
- 11 1a. SECC. CARACOL
- 12 2a. SECC. CARACOL
- 13 1a. SECC. CUCHILLA PANTITLAN
- 14 2a. SECC. ARENAL
- 15 3a. SECC. ARENAL
- 16 4a. SECC. ARENAL

**RUTAS QUE COMPRENDE EL SECTOR 2**





COL. ROMERO RUBIO.

- ESTA RUTA CUENTA CON UN MONTÓN TRADICIONAL QUE SE RECOGE DIARIAMENTE.
- TOCA LA CAMPANA EN 10 PARADAS.
- EN EL PRIMER VIAJE RECOGE LOS BOTES DE BARRIDO MANUAL.
- INICIA SEGUNDO VIAJE, TOCA LA CAMPANA EN 17 PARADAS.
- RECOGE LA BASURA DE DOS ESCUELAS -- PRIMARIAS Y UNA ESTANCIA INFANTIL.
- RECOGE LOS BOTES DE BARRIDO MANUAL.
- ESTA RUTA CUENTA CON 13 TRAMOS DE BARRIDO MANUAL.
- ALGUNOS TRAMOS DE BARRIDO MANUAL TERMINAN EN OTRA RUTA.

SIMBOLOGIA:

★ Montón tradicional

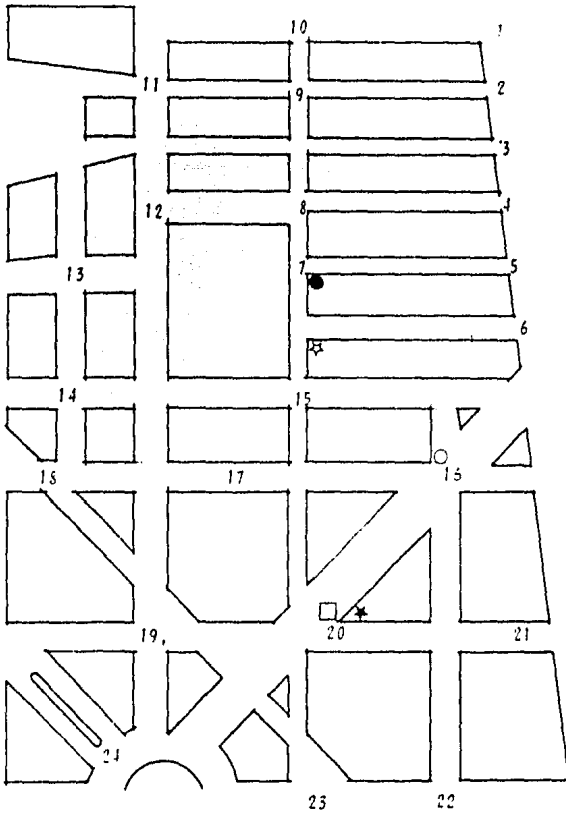
Toca la campana en el primero 10 veces y en el segundo de 11 a 27 veces.

□ Recoge los botes de barrido manual.

○ Recoge la basura de la Escuela Primaria Américas Unidas los días martes y viernes.

● Recoge la basura de la Escuela Primaria Roberto Lara y López los días martes y viernes.

✱ Tramos que terminan en otra ruta.

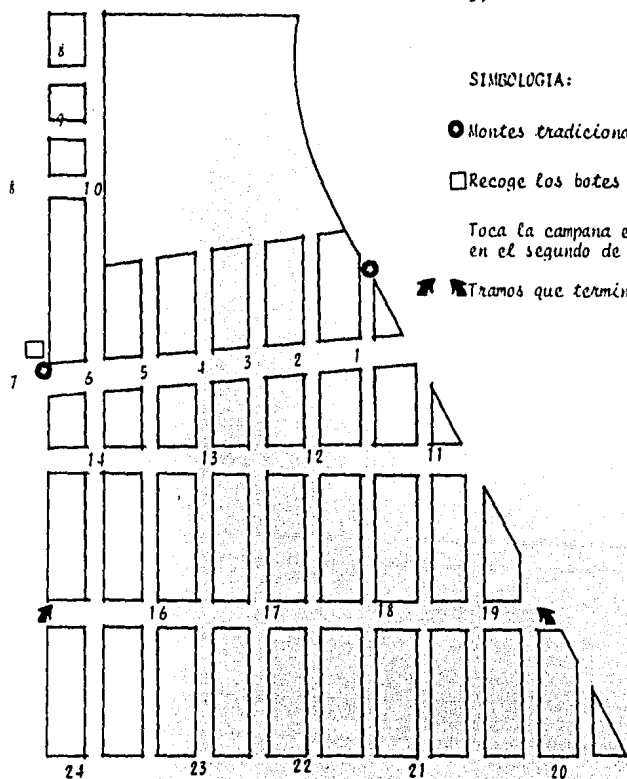


COL. PRIMERO DE MAYO

SIMBOLOGIA:

- Montón tradicional.
- Boteado de los botes del barrido manual.
- Toca la campana en el 1o. 10 veces u en 2o. de 11 a 27 veces.
- ★ Escuela Primaria Estado de México se recoge la basura los días martes y viernes.
- ✱ Escuela Primaria Alfonso Reyes, se recoge la basura los días martes y viernes.
- Escuela Secundaria No. 70 se recoge la basura los días martes y viernes.

- ESTA RUTA CUENTA CON UN MONTÓN TRADICIONAL QUE SE RECOGE DIARIO.
  - RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL.
  - TOCA LA CAMPANA EN 10 PARADAS ESTO LO REALIZA EN EL PRIMER VIAJE.
  - INICIA SEGUNDO VIAJE, TOCA LA CAMPANA EN 14 PARADAS.
  - SACA LA BASURA EN DOS ESCUELAS PRIMARIAS Y UNA SECUNDARIA.
  - RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL.
- ESTA RUTA CUENTA CON 17 TRANOS DE BARRIDO MANUAL.



## SIMBOLOGIA:

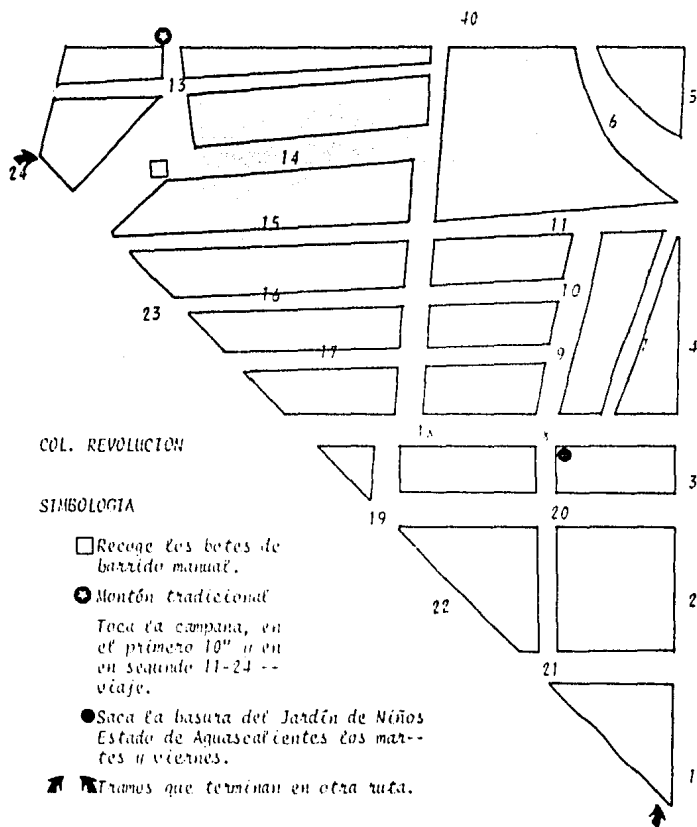
● Montes tradicionales

□ Recoge los botes del barrido manual.

Toca la campana en el primero 10 veces !!  
en el segundo de 11 a 24 veces.

➤ Tramos que terminan en otra ruta.

- ESTA RUTA CUENTA CON DOS MONTONES TRADICIONALES QUE SE RECOGEN DIARIAMENTE.
- ESTA RUTA CUENTA CON 15 TRAMOS DE BARRIDO MANUAL.  
RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL.
- TOCA LA CAMPANA EN 10 PARADAS, ESTO LO REALIZA EN EL PRIMER VIAJE.
- INICIA SEGUNDO VIAJE, TOCANDO LA CAMPANA EN 14 PARADAS.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL.
- ALGUNOS TRAMOS DEL BARRIDO TERMINAN EN OTRA RUTA.

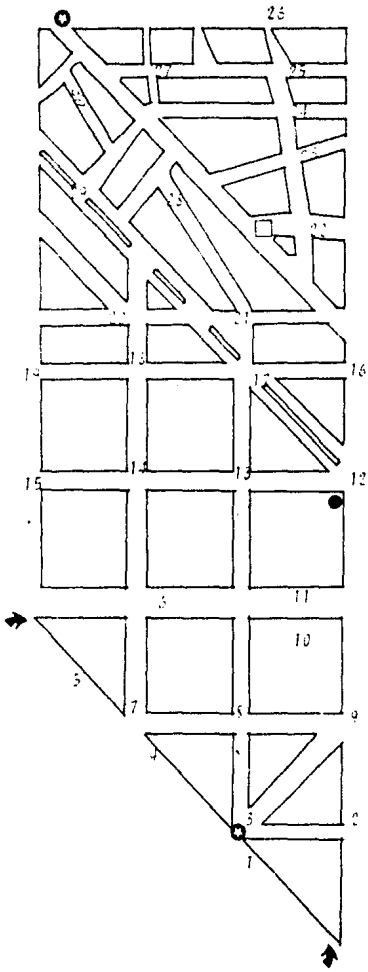


COL. REVOLUCION

SIMBOLOGIA

- Recoge los botes de barrido manual.
- Montón tradicional  
Toca la campana, en el primero 10" u en en segundo 11-24 -- viaje.
- Saca la basura del Jardón de Niños Estado de Aguascalientes los martes u viernes.
- ▲ Triangos que terminan en otra ruta.

- ESTA RUTA CUENTA CON UN MONTON TRADICIONAL QUE SE RECOGE DIARIO.
- TOCA LA CAMPANA EN 10 PARADAS
- RECOGE LOS BOTES DE BARRIDO MANUAL, ESTO LO REALIZA EN EL PRIMER VIAJE.
- INICIA EL SEGUNDO VIAJE, TOCA LA CAMPANA EN 14 PARADAS.
- RECOGE LA BASURA DE UN JARDIN DE NIÑOS.
- ESTA RUTA CUENTA CON 8 TRIANGOS DE BARRIDO MANUAL.
- RECOGE LOS BOTES DE BARRIDO MANUAL.
- ALGUNOS TRIANGOS DE BARRIDO MANUAL TERMINAN EN OTRA PARTE.



COLONIA DAMIAN CARMONA

SIMBOLOGIA

● Montones tradicionales.

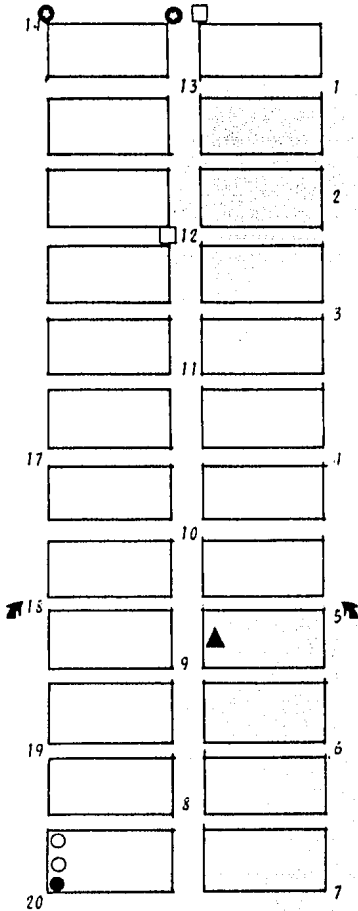
Toca la campana en el primero 10 veces y en el segundo viaje de 11 a 24 veces.

□ Recoge los botes del barrido manual.

● Saca la basura de la Escuela Primaria Sica los días martes y miércoles.

▲ ▽ Tramos que terminan en otra ruta.

- ESTA RUTA CUENTA CON DOS MONTONES TRADICIONALES QUE SE RECOGEN DIARIAMENTE.
- TOCA LA CAMPANA EN 15 PARADAS.
- EN EL PRIMER VIAJE RECOGE LOS BOTES DE BARRIDO MANUAL.
- INICIA SEGUNDO VIAJE, TOCA LA CAMPANA EN 15 PARADAS.
- SACA LA BASURA DE UNA ESCUELA PRIMARIA.
- ESTA RUTA CUENTA CON 12 TRAMOS DE BARRIDO MANUAL.
- ALGUNOS TRAMOS DE BARRIDO MANUAL TERMINAN EN OTRA RUTA.



COLONIA SIMÓN BOLÍVAR

## SIMBOLOGÍA

● Montones tradicionales.

Toca la campana en el primero 11 veces y en el segundo viaje de 12 a 20 veces.

□ Recoge los botes del barrido manual.

↗ Tramos de barrido que terminan en -- otra ruta.

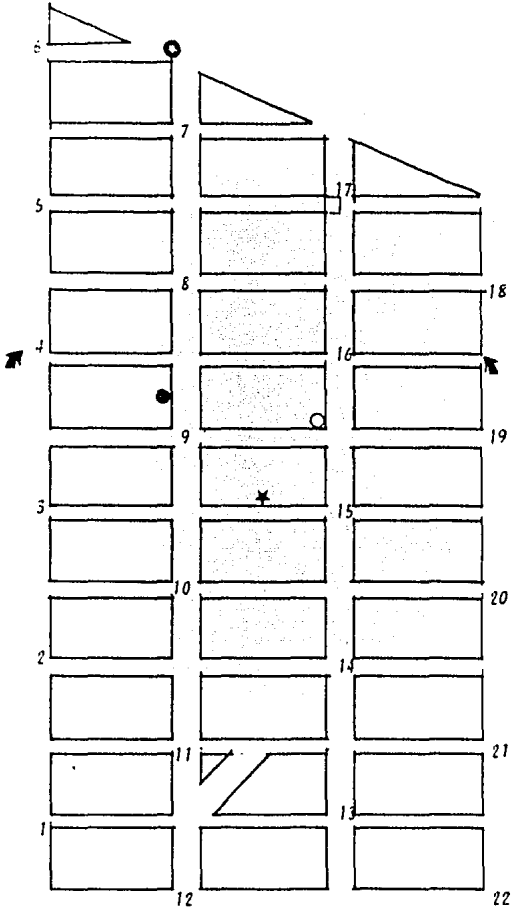
▲ Escuela Primaria Simón Bolívar recoge la basura los días martes y viernes.

● Escuela Primaria Plan de Amilla recoge la basura los días martes y viernes.

○ Escuela Primaria Ernesto Enriquez recoge la basura los días martes y viernes. Nota: se ubica en otra ruta pero esto lo hace.

○ Jardín de Niños recoge la basura los días martes y viernes.

- ESTA RUTA CUENTA CON DOS MONTONES TRADICIONALES QUE SE RECOGEN DIARIAMENTE. ESTA RUTA CUENTA CON 14 TRAMOS DE BARRIDO MANUAL.
- TOCA LA CAMPANA EN 11 PARADAS.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL, ESTO REALIZA EN EL PRIMER VIAJE.
- INICIA SEGUNDO VIAJE, TOCA LA CAMPANA EN 9 PARADAS.
- ALGUNOS TRAMOS DE BARRIDO TERMINAN EN OTRA RUTA.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL.
- RECOGE LA BASURA DE TRES ESCUELAS PRIMARIAS Y UN JARDIN DE NIÑOS.



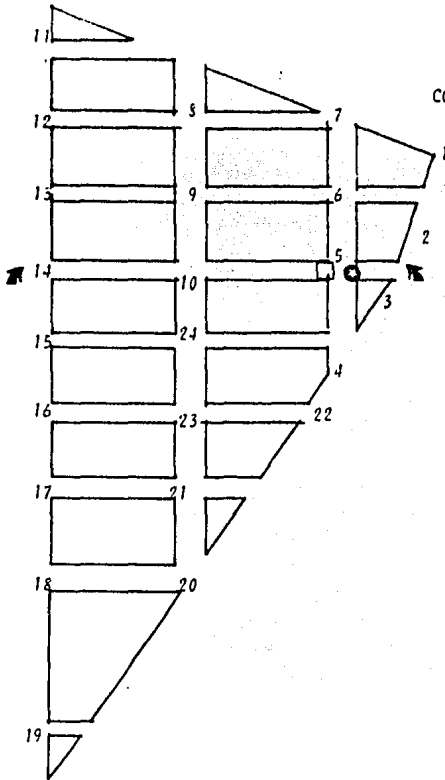
COLONIA AQUILES SERDAN

### SIMBOLOGIA

- Montón tradicional.
- \* Mercado Aquiles Serdán saca la basura diario.
- Recoge los botes del barrido manual.
- ☪ Toca la campana en el segundo viaje.
- Recoge la basura de la Escuela Primaria Fernando Casas Alemán los días martes y viernes.
- Recoge la basura de la Escuela Primaria Club de Leones los días martes y viernes.
- ☪ ▶ Tramos que terminan en otra ruta.

- ESTA RUTA CUENTA CON UN MONTÓN TRADICIONAL QUE SE RECOGE DIARIAMENTE.
- RECOGE LA BASURA DEL MERCADO AQUILES SERDAN DIARIAMENTE.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL, ESTO LO REALIZA EN EL PRIMER VIAJE.
- INICIA SEGUNDO VIAJE, TOCA LA CAMPANA 18 PARADAS.
- RECOGE LA BASURA EN DOS ESCUELAS PRIMARIAS.
- ESTA RUTA CUENTA CON 15 TRAMOS DE BARRIDO MANUAL.
- ALGUNOS TRAMOS DE BARRIDO MANUAL TERMINAN EN OTRA RUTA.

## COLONIA AQUILES SERDAN \*



## SIMBOLOGIA:

● Montón tradicional.

Toca la campana en el primero 10 veces y en el segundo viaje de 11 a 24 veces.

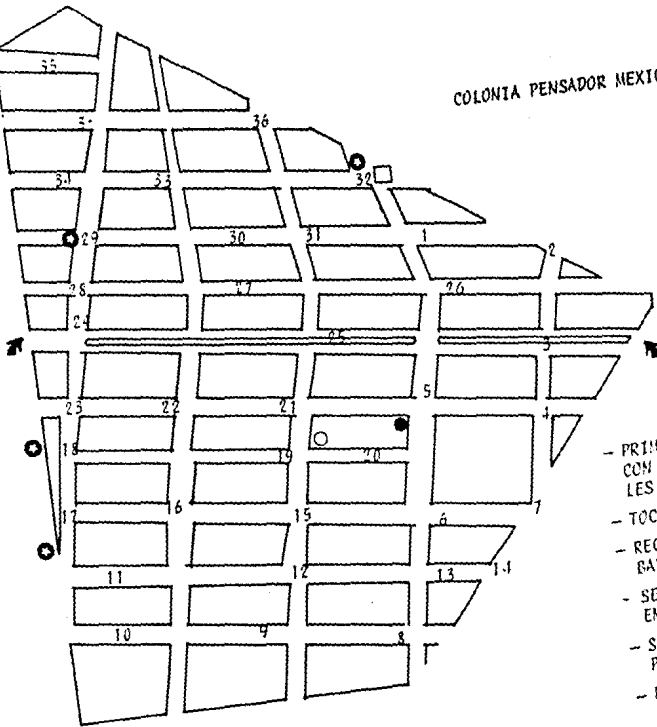
□ Recoge los botes del barrido manual.

➤ ➤ Tramos que terminan en otra ruta.

- ESTA RUTA CUENTA CON UN MONTÓN TRADICIONAL QUE SE RECOGE DIARIAMENTE.
- TOCA LA CAMPANA EN 10 PARADAS.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL, ESTO LO REALIZA EN EL PRIMER VIAJE.
- INICIA SEGUNDO VIAJE, TOCA LA CAMPANA EN 14 PARADAS.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL.
- ESTA RUTA CUENTA CON 14 TRAMOS DE BARRIDO MANUAL.
- ALGUNOS TRAMOS DE BARRIDO MANUAL TERMINAN EN OTRA RUTA.



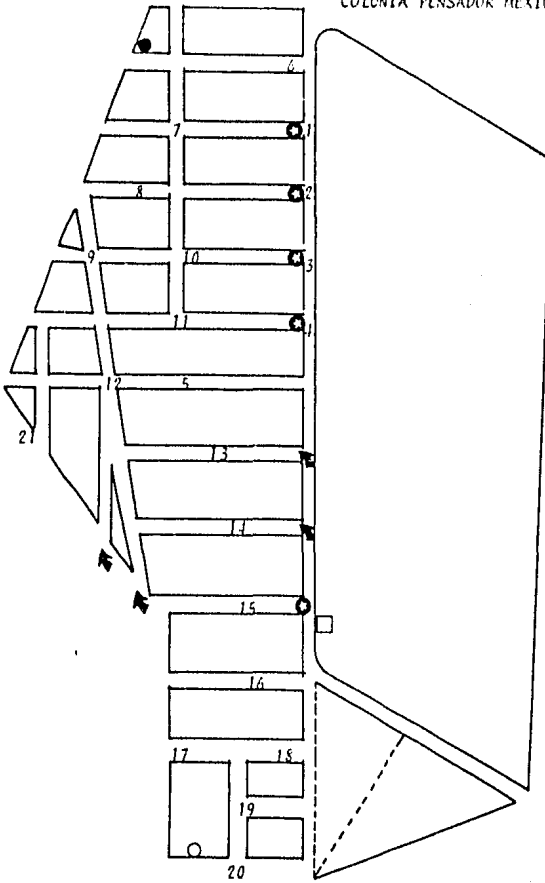
## COLONIA PENSADOR MEXICANO



## SIMBOLOGIA

- Montones tradicionales.
  - Paradas del tocado de la campana en el primero y segundo viaje.
  - Recoge los botes de basura del barrido manual.
  - Recoge la basura de la Escuela Primaria República de Islandia los días martes y viernes.
  - Recoge la basura de la Escuela Primaria República de Perú los días martes y viernes.
  - Tramos que terminan en otra ruta.
- Nombres y descansos del personal del barrido manual.

- PRIMER VIAJE. ESTA RUTA CUENTA CON TRES MONTONES TRADICIONALES QUE SE RECOGEN DIARIAMENTE.
- TOCA LA CAMPANA EN 7 PARADAS.
- RECOGE LOS BOTES DE BASURA DEL BARRIDO MANUAL.
- SEGUNDO VIAJE. TOCA LA CAMPANA EN 30 PARADAS.
- SACA LA BASURA DE DOS ESCUELAS PRIMARIAS.
- RECOGE LOS BOTES DE BASURA DEL BARRIDO MANUAL.
- ESTA RUTA CUENTA CON 10 TRAMOS DE BARRIDO MANUAL.
- ESTA RUTA CUENTA CON UN MERCADO QUE ES EL PENSADOR MEXICANO.
- ALGUNOS TRAMOS TERMINAN EN OTRA RUTA.



- ESTA RUTA CUENTA CON 7 MONTONES TRADICIONALES QUE SE RECOGEN DIARIAMENTE.

- RECOGE LA BASURA DE -- LOS BOTES DEL BARRIDO-MANUAL.

- TOCA LA CAMPANA EN 5 - PARADAS ESTO LO REALIZA EN EL PRIMER VIAJE.

- INICIA SEGUNDO VIAJE. - SACA LA BASURA DE UNA- ESCUELA PRIMARIA.

- RECOGE LA BASURA DE - LOS BOTES DE BARRIDO - MANUAL.

- LA BASURA DEL DEPORTI- VO OCEANIA NO LA SACA- ESTE CANTON PORQUE SE- PUSIERON CON TAINERS- SIENDO EL CANTON FROM- TAL PLACAS 5767 AL, - EL QUE REALIZA ESTE - SERVICIO CON EL CHO- FER JUAN MENDOZA C.

- ESTA RUTA CUENTA CON- 8 TRAMOS DE BARRIDO - MANUAL.

- ALGUNOS TRAMOS TERMI- NAN EN OTRA RUTA.

#### SIMBOLOGIA

● Montones tradicionales.

Toca la campana en el primero 5 veces y en el segundo viaje de 2 a 21 veces.

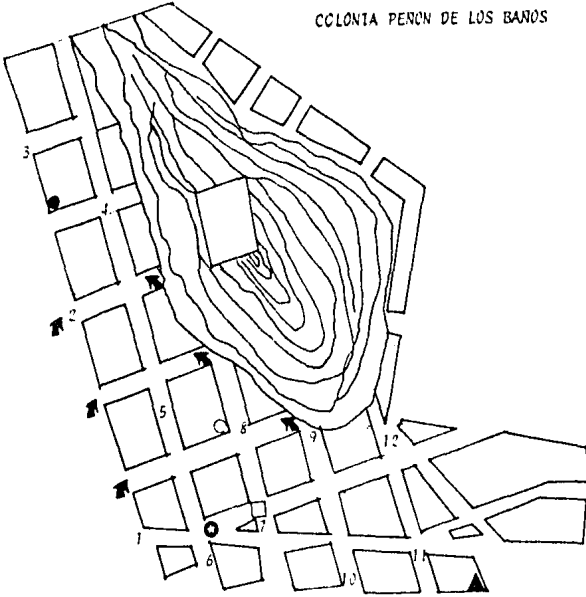
□ Recoge los botes del barrido manual.

● Saca la basura de la Escuela Primaria Abel Gamiz Oliva los días martes y jueves.

○ Saca la basura del Jardín de Niños María Raquel F. los días martes y jueves.

➤ Tramos que terminan en otra ruta.

## COLONIA PERÓN DE LOS BAÑOS



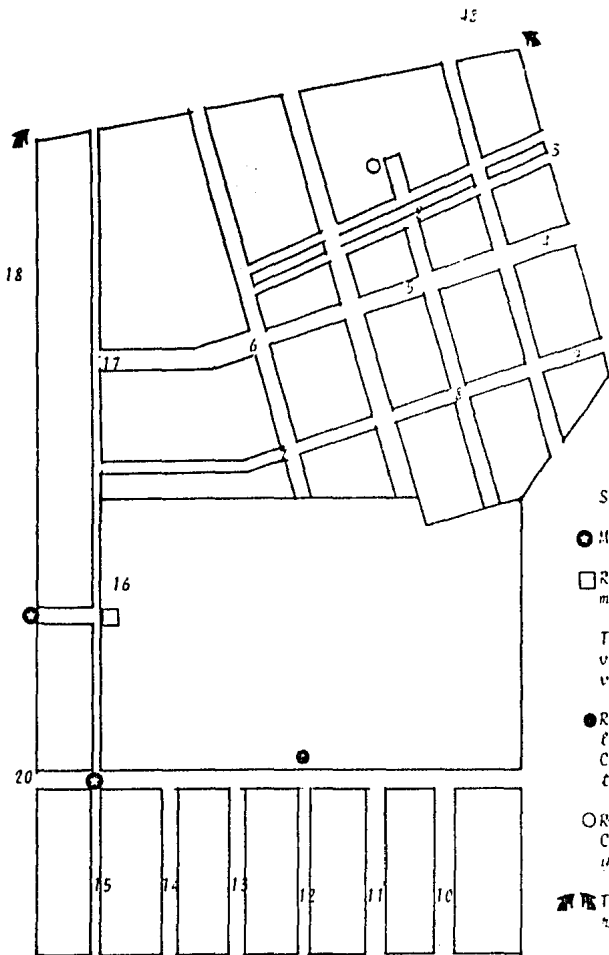
- ESTA RUTA CUENTA CON UN MONTÓN TRADICIONAL QUE SE RECOGE DIARIAMENTE.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL, ESTO REALIZA EN EL PRIMER VIAJE.
- INICIA EL SEGUNDO VIAJE, TOCA LA CAMPANA EN 13 PARADAS.
- RECOGE LA BASURA DE DOS ESCUELAS PRIMARIAS Y UNA SECUNDARIA.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL.
- ESTA RUTA CUENTA CON 6 TRAMOS DE BARRIDO MANUAL.
- ALGUNOS TRAMOS TERMINAN EN OTRA RUTA.

## SIMBOLOGIA

- Montones tradicionales.
- Recoge los botes del barrido manual.
- Recoge la basura de la Escuela Primaria Maestro Laura Anquerre los días martes y viernes.
- Recoge la basura de la Escuela Primaria Salvador García Dueñas los días martes y viernes.
- ▲ Recoge la basura de la Escuela Secundaria Pablo Neruda los días martes y viernes.
- ▤ Tramos de barrido que terminan en otra ruta.

La bodega del Peñón de los Baños se ubica en la Calle Matamoros Esquina Calle Chimalhuacan.

Toca la campana en el segundo viaje de 1 a 13 veces.



COL. SEGUNDA SECCION DE LA HOCTEZUMA.

SIMBOLOGIA:

- Montones tradicionales
- Recoge los botes del barrido manual.

Toca la campana en el primer viaje 9 veces u en segundo - viaje de 10 a 20 veces.

- Recoge la basura de la Escuela Secundaria Técnica Felipe Carrillo Puerto los días martes u viernes.

- Recoge la basura del Centro-Comunitario los días martes u viernes.

- ▶▶▶ Tramos que terminan en otra ruta.

- ESTA RUTA CUENTA CON DOS MONTONES TRADICIONALES QUE SE RECOGEN DIARIAMENTE.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL.
- TOCA LA CAMPANA EN 9 PARADAS EN EL PRIMER VIAJE.
- INICIA SEGUNDO VIAJE, TOCA LA CAMPANA EN 11 PARADAS.
- SACA LA BASURA DE UNA ESCUELA SECUNDARIA Y DE UN CENTRO COMENTARIO.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL.
- ESTA RUTA CUENTA CON 7 TRAMOS DE BARRIDO MANUAL.
- ALGUNOS TRAMOS TERMINAN EN OTRA RUTA

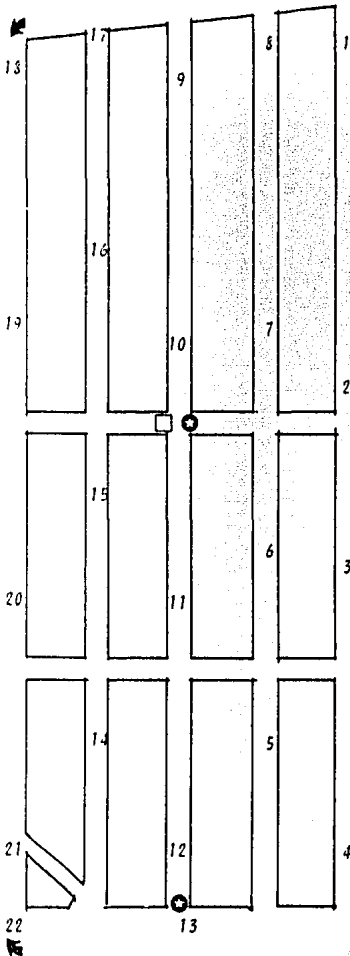
## SIMBOLOGIA:

● Montones tradicionales.

□ Recoge los botes del barrido manual.

Toca la campana en el primero 8 veces y en el segundo de 9 a 22 veces.

▶▶▶ Tramos que terminan en otra ruta.



- ESTA RUTA CUENTA CON DOS MONTONES TRADICIONALES QUE SE RECOGEN DIARIAMENTE.

- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL.

- TOCA LA CAMPANA EN 8 PARADAS, ESTO LO REALIZA EN EL PRIMER VIAJE.

- INICIA SEGUNDO VIAJE. TOCA LA CAMPANA EN 14 PARADAS.

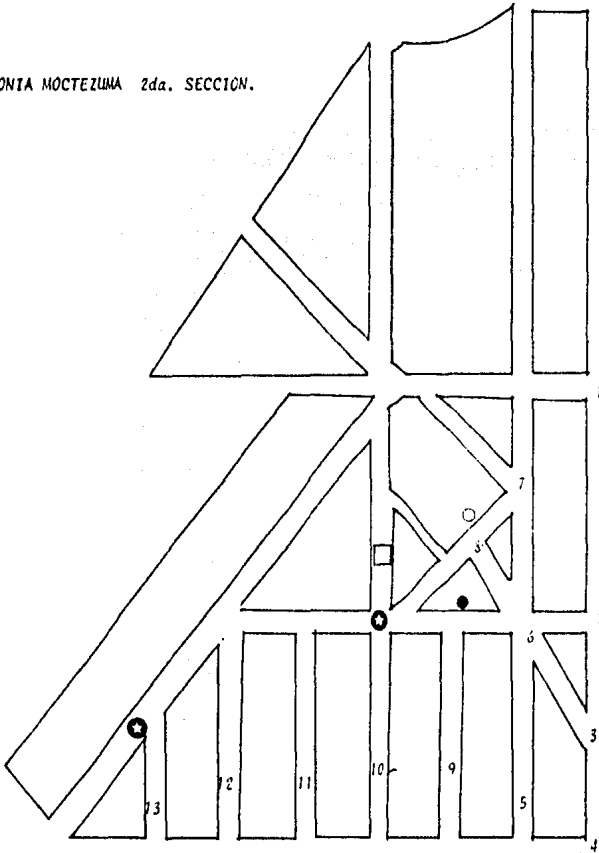
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL.

- ESTA RUTA CUENTA CON 7 TRAMOS DE BARRIDO MANUAL.

- ALGUNOS TRAMOS TERMINAN EN OTRA RUTA.

COL. SEGUNDA SECCION DE LA NOCTEZUMA

## COLONIA MOCTEZUMA 2da. SECCION.



- ESTA RUTA CUENTA CON  
MONTONES TRADICIONALES QUE SE RECOGEN  
DIARIAMENTE.

- RECOGE LOS BOTES DEL  
BARRIDO MANUAL.

- TOCA LA CAMPANA EN 6  
PARADAS ESTO LO REALIZA  
EN EL PRIMER VIAJE.

- SEGUNDO VIAJE INICIA,  
HACE LA RECOLECCION  
DE BASURA EN UNA ES-  
CUELA SECUNDARIA Y  
UNA PRIMARIA.

- TOCA LA CAMPANA EN 7  
PARADAS.

- RECOGE LOS BOTES DEL  
BARRIDO MANUAL.

- ALGUNOS TRAMOS TERMI-  
NAN EN OTRA RUTA.

- ESTA RUTA CUENTA CON  
7 TRAMOS DE BARRIDO-  
MANUAL.

## SIMBOLOGIA

★ Montones tradicionales.

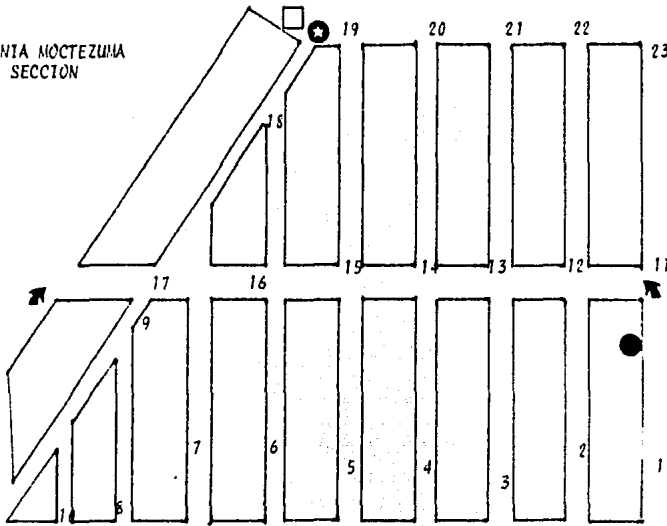
Toca la campana en el primer viaje 6 veces y en el segundo de 7 a 13 veces.

□ Recoge los botes del barrido manual.

● Recoge la basura de la Escuela Secundaria Juan Guillermo Villasana los días martes y viernes.

○ Recoge la basura de la Escuela Primaria Anahuaxochitl los días martes y viernes.

COLONIA MOCTEZUMA  
2da. SECCION



- ESTA RUTA CUENTA CON UN MONTÓN TRADICIONAL QUE SE RECOGE DIARIAMENTE.
- TOCA LA CAMPANA EN 10 PARADAS.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL, ESTO LO REALIZA EN EL PRIMER VIAJE.
- INICIA SEGUNDO VIAJE, TOCA LA CAMPANA EN 13 PARADAS.
- SACA LA BASURA DE UN JARDIN DE NIÑOS.
- ESTA BASURA CUENTA CON 9 TRAMOS DE BARRIDO Y SE FORMA UNA CUADRILLA PARA FORMAR LA AVENIDA FERROCARRIL INTEROCEANICO.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL,
- ALGUNOS TRAMOS DE BARRIDO MANUAL TERMINAN EN OTRA RUTA.

SIMBOLOGIA:

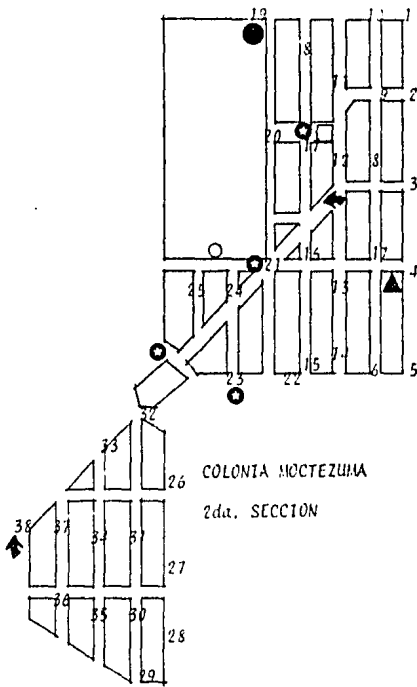
☼ Montón tradicional.

Toca la campana en el primer viaje 10 veces y en el segundo viaje de 11 a 23 veces.

□ Recoge los botes del barrido manual.

● Sacar la basura del Jardín de Niños Xilonem los días martes y viernes.

↗ Tramos que terminan en otra ruta.



COLONIA NOCTEZUMA  
2da. SECCION

- ESTA RUTA CUENTA CON CUATRO MONTONES TRADICIONALES QUE SE RECOGEN DIARIAMENTE.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL
- TOCA LA CAMPANA EN 19 PARADAS, ESTO LO REALIZA EN EL PRIMER VIAJE.
- INICIA SEGUNDO VIAJE. TOCA LA CAMPANA EN 20 PARADAS.
- HACE LA RECOLECCION DE BASURA - EN DOS ESCUELAS PRIMARIAS Y UNA SECUNDARIA.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL.
- ESTA RUTA CUENTA CON 13 TRAMOS DE BARRIDO MANUAL, ALGUNOS DE ESTOS TRAMOS CONTINUAN EN OTRA RUTA.
- ESTA RUTA CUENTA CON UN MERCADO QUE ES EL NOCTEZUMA.

#### SIMBOLOGIA:

● Montones tradicionales

□ Recoge los botes del barrido manual

Toca la campana en el primer viaje 20 veces y en el segundo viaje de 21 a 39 veces

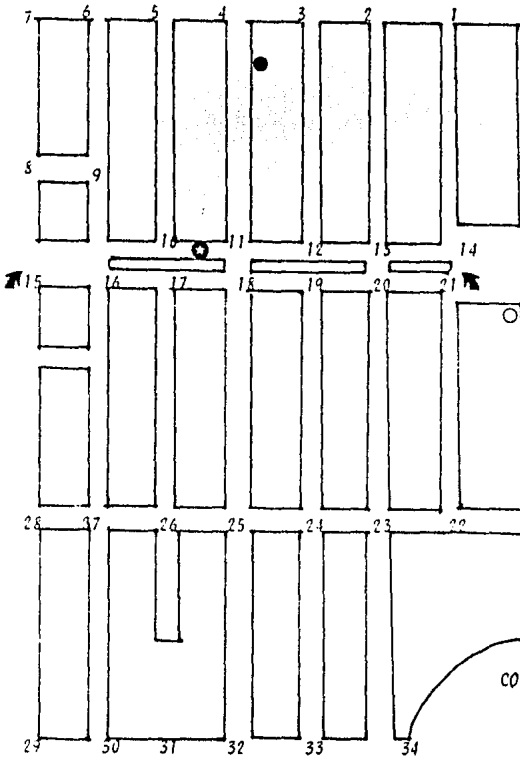
▲ Hace la recolección de basura en la Escuela Primaria Héroes de Zacapoaxtla los días martes y viernes.

○ Hace la recolección de basura en la Escuela Primaria 24 de Febrero los días martes y viernes.

● Hace la recolección de basura en la Escuela Secundaria No.- 40 los días martes y viernes.

▤ ▤ Tramos que continúan en otra ruta.





- ESTA RUTA CUENTA CON UN MONTÓN TRADICIONAL QUE SE RECOGE DIARIAMENTE.
- TOCA LA CAMPANA EN 14 PARADAS.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL, ESTO LO REALIZA EN EL PRIMER VIAJE.
- INICIA SEGUNDO VIAJE, TOCA LA CAMPANA EN 14 PARADAS.
- SACA LA BASURA DE DOS ESCUELAS PRIMARIAS.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL.
- ESTA RUTA CUENTA CON 6 TRAMOS DE BARRIDO MANUAL.
- ALGUNOS TRAMOS DE BARRIDO MANUAL TERMINAN EN OTRA RUTA.

COL. NOCTEZUMA. 2da. SECCION

**SIMBOLOGIA:**

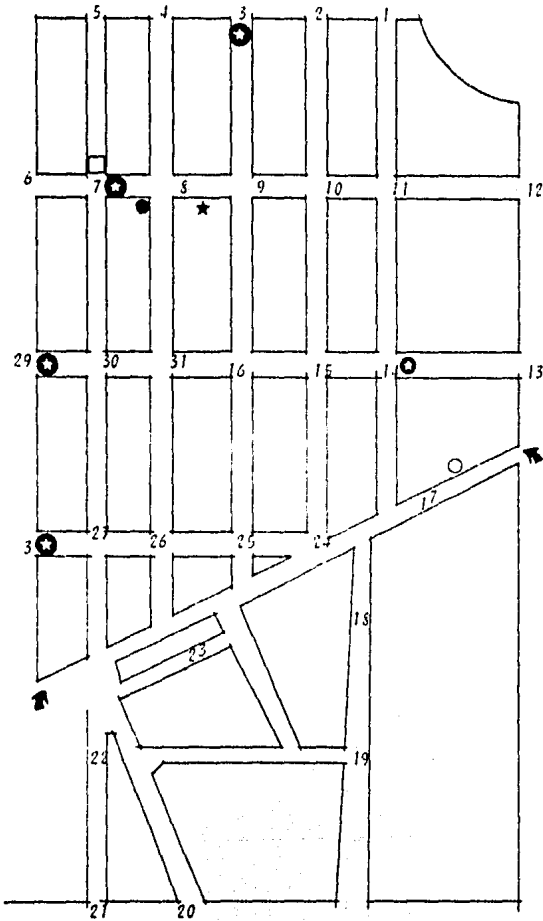
● Montón tradicional

Toca la campana en el primer viaje 14 veces y en el segundo de 15 a 34 veces

○ Saca la basura de las Escuelas Primarias Francisco Sarabia y - Tínoo los días martes y viernes.

● Saca la basura de la Escuela Primaria Héroes de 1914 los días - martes y viernes.

▣ Tramos que terminan en otra ruta.



COL. NOCTEZUMA. 2da. SECCION

- ESTA RUTA CUENTA CON 5 MONTONES TRADICIONALES QUE SE RECOGEN DIARIAMENTE.
- TOCA LA CAMPANA EN 16 PARADAS.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL, ESTO LO REALIZA EN EL PRIMER VIAJE.
- INICIA SEGUNDO VIAJE, TOCA LA CAMPANA EN 15 PARADAS.
- SACA LA BASURA DE UNA ESCUELA SECUNDARIA Y DOS PRIMARIAS.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL.
- ESTA RUTA CUENTA CON 5 TRAMOS DE BARRIDO MANUAL.
- ALGUNOS TRAMOS DEL BARRIDO TERMINAN EN OTRA RUTA.

## SIMBOLOGIA

- Montones tradicionales.

Toca la campana en el primer viaje 16 veces y en segundo viaje de 17 a 31 veces.

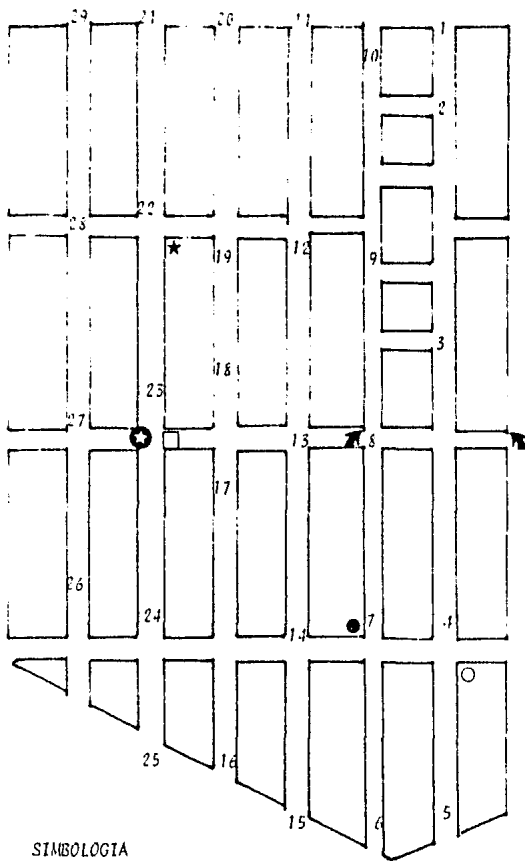
- Recoge los botes del barrido manual.

● Saca la basura de la Escuela Secundaria Margarita Chornet los días martes y viernes.

○ Saca la basura de la Escuela Primaria Maestro Andrés Juárez los días martes y viernes.

★ Saca la basura de la Escuela Primaria Angel Campos los días martes y viernes.

- Tramos de barrido manual que terminan en otra ruta.



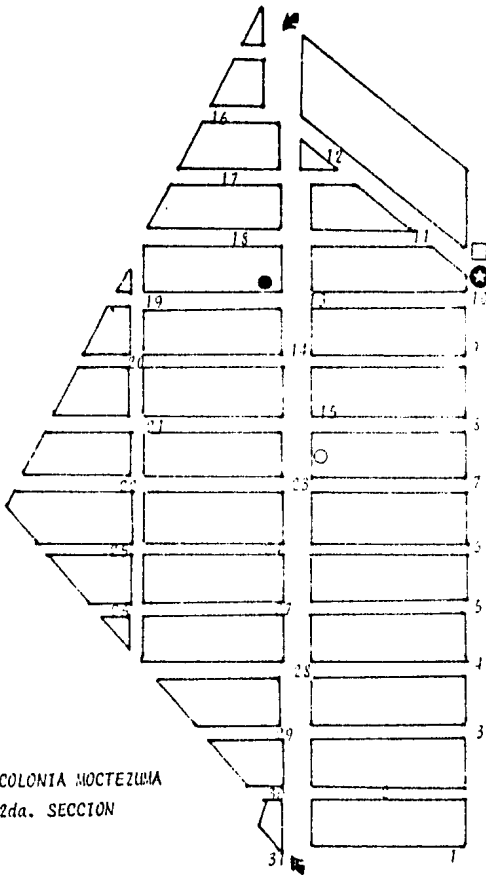
- ESTA RUTA NO CUENTA CON MONTONES TRADICIONALES QUE SE RECOGEN DIARIAMENTE.
- TOCA LA CAMPANA EN 10 PARADAS.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL, ESTO LO REALIZA EN EL PRIMER VIAJE.
- INICIA SEGUNDO VIAJE, TOCA LA CAMPANA EN 19 PARADAS.
- SACA LA BASURA DE UNA ESCUELA PRIMARIA, UN CENTRO DE SALUD Y UN CENTRO HOSPITALARIO.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL.
- ESTA RUTA CUENTA CON 7 TRAMOS DE BARRIDO MANUAL.
- ALGUNOS TRAMOS DE BARRIDO MANUAL TERMINAN EN OTRA RUTA.
- ESTA RUTA CUENTA CON UN MERCADO QUE ES EL 20 DE ABRIL.

COLONIA MOCTEZUMA  
2da. SECCION

SIMBOLOGIA

- ★ Montones tradicionales  
Toca la campana en el primer viaje 10 veces y en el segundo viaje de 11 a 29 veces
- Recoge los botes del barrido manual
- Saca la basura de la Escuela Primaria Constitución de 1917 los días lunes y viernes
- Saca la basura del Centro de Salud Juan Duque de Estrada los días lunes y viernes
- ★ Saca la basura del Centro Hospitalario Navarte los días lunes y viernes
- Tramos que terminan en otra ruta.

NOTA: La basura del Mercado 20 de abril la recoge el volter placas 8539 AA.



COLONIA MOCTEZUMA  
2da. SECCION

**SIMBOLOGIA:**

● Montón tradicional

Toca la campana en el primer viaje 15 veces u en el segundo viaje de 16 a 31 veces.

□ Recoge los botes del barrido manual.

● Saca la basura de la Escuela Primaria Héroes de Veracruz los días martes u viernes.

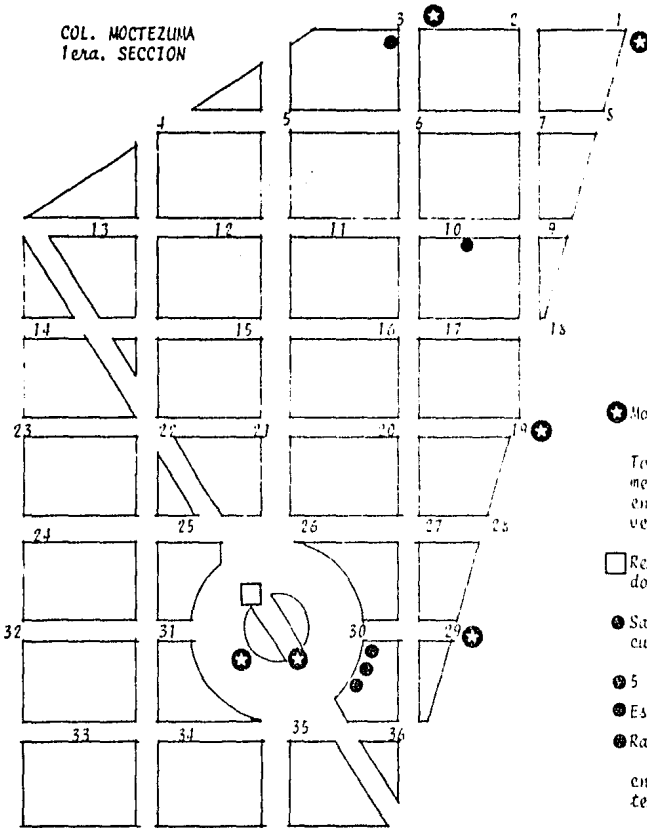
○ Saca la basura del Colegio - Luz María los días martes u viernes.

▲ Tramos que terminan en otra ruta.

- ESTA RUTA CUENTA CON UN MONTÓN TRADICIONAL QUE SE RECOGE DIARIAMENTE.
- TOCA LA CAMPANA EN 15 PARADAS.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL, ESTO LO REALIZA EN EL PRIMER VIAJE.
- INICIA SEGUNDO VIAJE, TOCA LA CAMPANA EN 16 PARADAS.
- SACA LA BASURA DE UNA ESCUELA PRIMARIA Y UN COLEGIO.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL.
- ALGUNOS TRAMOS DE BARRIDO MANUAL TERMINAN EN OTRA RUTA.
- ESTA RUTA CUENTA CON 12 TRAMOS DE BARRIDO MANUAL.



COL. MOCTEZUMA  
Tercera SECCION



★ Montones tradicionales

Toca la campana en el primer viaje toca 16 veces y en el segundo de 17 a 36 veces.

□ Recoge los botes de barrido manual.

⑤ Saca la basura de las Escuelas Primarias:

⑤ 5 de Mayo

② Estado de Puebla

② Rafael Lucio

en todos los casos en martes y viernes.

- ESTA RUTA CUENTA CON 7 MONTONES TRADICIONALES QUE SE RECOGEN DIARIAMENTE.
- TOCA LA CAMPANA EN 16 PARADAS.
- EN EL PRIMER VIAJE RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL.
- INICIA SEGUNDO VIAJE, TOCA LA CAMPANA EN 20 PARADAS.
- SACA LA BASURA DE TRES ESCUELAS PRIMARIAS.
- RECOGE LOS BOTES DEL BARRIDO MANUAL.
- ESTA RUTA CUENTA CON 9 TRAMOS DE BARRIDO MANUAL.
- ALGUNOS TRAMOS DEL BARRIDO MANUAL TERMINAN EN OTRA RUTA.

### 1.3.4. Orígenes de las Unidades de Recolección

Los orígenes son los puntos que toca la Unidad de Recolección a lo largo del recorrido, o cualquier otro dispositivo permanente como contenedores - para llevar a cabo la recolección de los desechos sólidos.

El sistema actual de recolección domiciliaria considera como orígenes los siguientes puntos:

- a) Esquinas de recolección
- b) Montones tradicionales
- c) Parada de barrenderos
- d) Escuelas y Edificios Públicos

#### a) ESQUINAS DE RECOLECCION

Son los puntos en que se recolecta la basura de las casas habitación.

El sistema de recolección de la Delegación atiende actualmente 580 esquinas\* en el Sector 2 y la zona de influencia en cada esquina es de 25 casas habitación en promedio.

En la Ciudad de México, la generación media de basura es de 4.5 Kg. por casa habitación por día\*\*, no existiendo mucha diferencia según los distintos estratos sociales, tomando en cuenta que la Delegación tiene 140 000 - casas habitación, la generación de basura por concepto de éstas es de 551- toneladas por día.

\* En la fig. (1.8) se muestra su ubicación.

\*\* Datos del Instituto Nacional del Consumidor.

#### b) MONTONES TRADICIONALES

Son los puntos en que se concentra la basura en la vía pública diariamente, cuyo peso total es variable y se estima en el rango de 0.25 toneladas por día a 1.5 toneladas por día. El montón tradicional se forma con la basura de las casas, por desechos de tianguis y pequeños comercios.

En el mapa del sector 2\*\* se muestra la ubicación de los montones tradicionales detectados (45) y la generación estimada es de 40 toneladas por día.

#### c) PARADA DE BARRENDEROS

Es el punto de reunión de los empleados de barrido manual, en donde descargan el contenido de sus botes de basura en las unidades de recolección. En dichos puntos de 13 a 17 tambos de  $0.2 \text{ m}^3$  de capacidad cada uno. Tomando en cuenta que la basura tiene una densidad de 500 Kg por  $\text{m}^3$ \* se tiene que la generación de basura en estos puntos es de 1.5 toneladas por día.

En el mapa del sector 2 se muestran las paradas de barrenderos existentes (23) cuyo volumen es de 34.5 toneladas por día.

#### d) ESCUELAS Y EDIFICIOS PUBLICOS

Estos puntos comprenden los jardines de niños, primarias y secundarias - oficinas federales, con una generación de basura variable, pero en base a un muestreo se determinó que las escuelas generan diariamente 1 tambo de -

\* Datos de la SEDUE

\*\* Ver fig. (1.8)



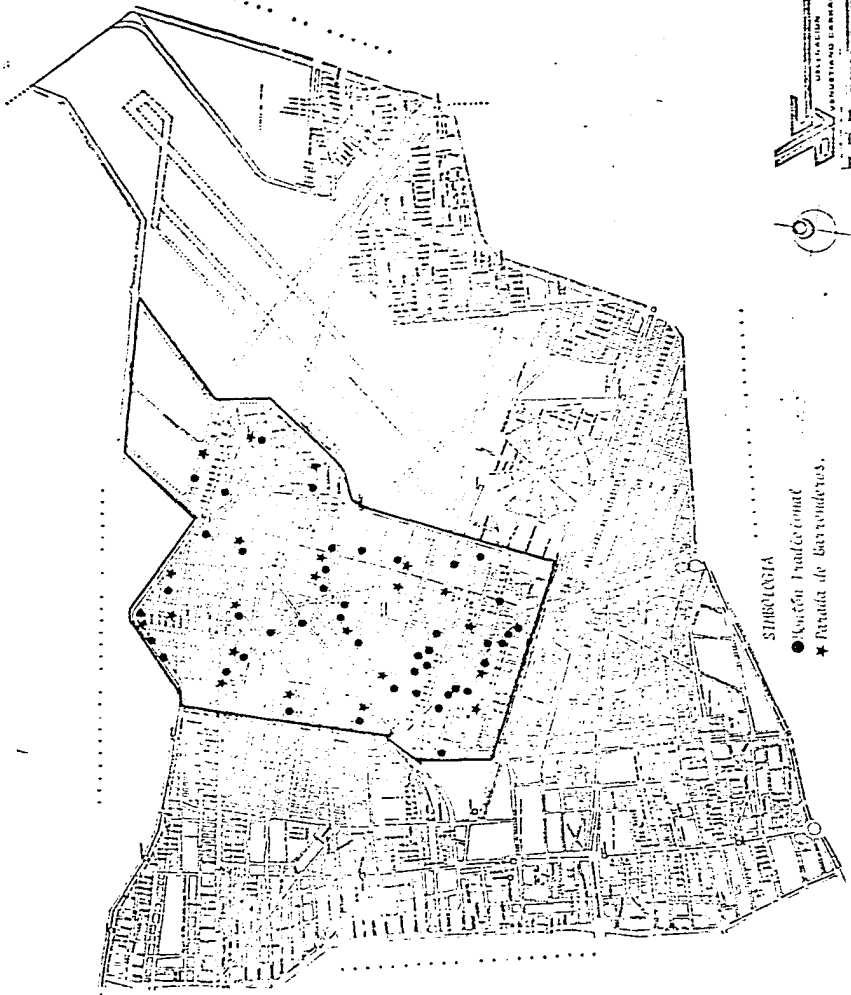
0.2 m<sup>3</sup> de basura por turno (1 000 alumnos por turno), siendo en su mayoría desperdicios de papel y plástico, con una densidad aproximada de 450 Kg. - por m<sup>3</sup>\* se tiene una generación de basura, por las escuelas del sector 2\*\* de 7 toneladas por día.

---

\* Datos de la SEDUE

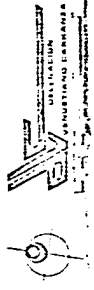
\*\* Ver fig. (1.8)

MAPA DEL SECTOR DOS DE LA DELEGACION VENUSTIANO CARRANZA



STRECHENIA

- Asociación Fraternal
- ★ Fiesta de los Venustianos



### 1.5.5. Destinos de las Unidades de Recolección

Las unidades de recolección en su recorrido por las rutas asignadas, interrumpen la recolección de basura cuando la caja de la unidad se ha llenado a su capacidad máxima, o al final de la jornada de trabajo.

Por lo anterior, la unidad se dirige a ciertos lugares denominados Destinos, en donde la basura que transporta se deposita o transfiere.

La unidad vacía regresa al punto de interrupción y reinicia su recorrido, o se dirige al encierro al final de la jornada.

Durante la operación, la unidad acude dos o tres veces a los destinos que funcionan al servicio de la Delegación Venustiano Carranza.

#### DESTINO

Es un lugar que puede estar localizado dentro o fuera de la Delegación y cuyas principales funciones son:

- Admisión de unidades de recolección.
- Transferencia de basura de las unidades de recolección a unidades de mayor tonelaje.
- Recepción de basura de las unidades de recolección.
- Manejo y disposición final de la basura.

## TIPOS DE DESTINO

*Destino Intermedio.* Es el destino cuya función es la transferencia de basura de las unidades de recolección a unidades de mayor capacidad, exclusivamente.

*Destino Final.* Es el destino que proporciona los servicios de admisión -- de las unidades de recolección, recepción de la basura, manejo y disposición final de ésta.

En las ciudades se hace necesario disponer de destinos intermedios y destinos finales para simplificar la recolección y la disposición final de la basura generada, que alcanza volúmenes de hasta 14 mil toneladas diarias.

## DESTINOS EN LA DELEGACION VENUSTIANO CARRANZA

Las unidades de recolección que cubren las rutas domiciliarias en los cuatro sectores en que ha sido dividida la Delegación Venustiano Carranza, -- utilizan un destino intermedio y un destino final.

El destino intermedio se conoce como Unidad de Transferencia, el cual entró en operación en Marzo de 1983.

El destino final se conoce como tiradero o relleno sanitario, el cual está operando desde hace varios años.

## UNIDAD DE TRANSFERENCIA

Se encuentra localizada dentro de la Delegación Venustiano Carranza y está situada en un área de aproximadamente 1536 m<sup>2</sup> en la confluencia de las Ave nidas Francisco del Paso y Troncoso y Av. Morelos.

## Descripción

La unidad de transferencia es una construcción que consta de las siguientes instalaciones:

- 1) Acceso para trailers con cajas compactadoras.
- 2) Vía interior para trailers con cajas compactadoras.
- 3) Área de espera de carga en un nivel inferior al de la calle para cinco trailers incluyendo su caja compactadora.
- 4) Salida para trailers con cajas compactadoras.
- 5) Cinco tolvas o canales de depósito de basura que conducen la basura a las áreas de carga en el nivel inferior.
- 6) Acceso para unidades de recolección
- 7) Vía interior para unidades de recolección
- 8) Áreas de estacionamiento y descarga contiguas a las tolvas.
- 9) Área de Oficinas. Lugar en que se ejecutan las labores administrativas.

## Recursos Humanos

Para su operación, sin considerar a los operadores y ayudantes de las unidades de recolección y trailers, se cuenta con el siguiente personal:

Número	Puesto
1	Jefe de la Unidad de Transferencia
2	Supervisores
1	Secretaria

## Funcionamiento

Las condiciones al inicio de la jornada de trabajo (7:00 a.m.) en la Unidad de Transferencia son:

Cinco trailers y cinco cajas compactadoras vacías estacionadas en el área de espera de carga.

A las 10:00 a.m. se inicia propiamente la operación normal, que se describe a continuación:

### Unidades de Recolección:

- Llegada a la unidad de transferencia con sus cajas llenas, provenientes del recorrido normal efectuado entre las 7.00 hrs. y las 14 hrs.
- Entrada a la Unidad de Transferencia por el acceso ex-profeso.
- Tránsito a través de la avenida interior ex-profeso.
- Espera del tiempo necesario para que un área de estacionamiento/descarga se desocupe.

- Ocupación de un área estacionamiento/descarga y depósito.
- Descarga y depósito de la basura (de 4-8 toneladas) en las tolvas por medio de sus mecanismos de descarga.
- Salida de la unidad para reanudar recorrido, desocupando el área de -- descarga para ser ocupada por la unidad de recolección siguiente en la fila de espera de la tolva.

#### Tolvas o Canales de Depósito

- Conducción de la basura proveniente de las cajas de las unidades de recolección hasta las cajas compactadoras situadas al final de la tolva.

#### Cajas Compactadoras

- Compactación de la basura por medio de los dispositivos mecánicos y -- neumáticos.

#### Trailers y Caja Compactadora

- Salida hacia el destino final con sus cajas llenas a plena capacidad - (30 toneladas ó 5.27 cajas promedio de unidades de recolección cual---quiera).

Dejando disponible un área de espera de carga, de tal modo, que otro - trailer con una caja compactadora vacía la ocupen para continuar reci- biendo y compactando basura proveniente de las unidades de recolección a través de la tolva. Traslado hasta destino final, descarga de basu

ra y regreso a la Unidad de Transferencia en un recorrido de 36 Km.

- Llegada a la Unidad de Transferencia proveniente del destino final.
- Entrada a la Unidad de Transferencia por el acceso correspondiente.
- Tránsito a través de la avenida interior correspondiente.
- Espera del tiempo necesario para que un área de espera de carga se desocupe.
- Ocupación de un área de carga.

Las condiciones al final de la jornada de trabajo (14:00) en la Unidad de Transferencia son:

- Cinco trailers y cinco cajas compactadoras vacías en el área de espera de carga.

En la actualidad las Autoridades de la Delegación carecen del análisis de capacidad operativa de la Unidad de Transferencia.

En el caso particular de la Delegación Venustiano Carranza, la Unidad de Transferencia está anexa al campamento y al taller de mantenimiento de la Delegación.

Lo anterior, permite observar que el funcionamiento y horarios de la Unidad de Transferencia no son los mejores en términos de uso de los recursos materiales y humanos que la integran.



#### DESTINO FINAL

En el Sistema de Recolección Domiciliaria, las unidades de recolección - pueden acudir al Destino Final si la distancia que debe recorrer para llegar a él es menor que la que deba recorrer para llegar al destino intermedio para la entrega de la basura, llámese Unidad de Transferencia.

En condiciones normales, el porcentaje mayor de basura que llega al destino final, lo hace en las cajas compactadoras de los trailers, provenientes del destino intermedio.

En la actualidad la tecnología aporta diferentes técnicas de aprovechamiento y eliminación de basura en los destinos finales de las grandes ciudades.

La Delegación Venustiano Carranza, cuenta con un destino final que utiliza la técnica de RELLENO SANITARIO y de la cual existen tres modalidades:

- 1) Sin trituración y sin compactación.
- 2) Con trituración.
- 3) Con trituración y compactación.

El relleno sanitario es el método más simple, más barato y más ampliamente utilizado en México y en todo el mundo.

#### RELLENO SANITARIO EN LA VENUSTIANO CARRANZA

Para el destino final de la basura se cuenta con un área en terrenos del Ex-Vaso de Texcoco de acuerdo a un convenio celebrado entre las Autoridades de la Delegación y la Comisión del Vaso de Texcoco, con el fin de regenerar estos terrenos.

#### Descripción.

El relleno sanitario es un área de 21 hectáreas, está situada en el borde poniente del Ex-Vaso de Texcoco y a 18 kilómetros de la Unidad de Transferencia.

### Instalaciones.

Cantidad	Descripción
4	Hectáreas ocupadas
17	Hectáreas disponibles

Asimismo se cuenta con acceso para las unidades y seccion de oficinas y servicios administrativos.

### Recursos Humanos.

Para su operación, sin considerar a los operadores de las unidades de recolección y de los trailers el Relleno Sanitario emplea al siguiente personal:

Número	Puesto
1	Je fe
1	Ayudante
8	Operadores de maquinaria pesada
6	Peones
3	Mecánicos
2	Veladores

Que con equipo especializado para la manipulación, trituración y compactación de basura y tierra, recibe más de 1 000 toneladas diarias para su disposición final.

### Funcionamiento.

El Relleno Sanitario funciona los 365 días del año entre las 7:00 a.m. y hasta las 18:00 p.m.

Es obvio, que se deben observar las reglas operativas de funcionamiento -

que caracterizan a un Relleno Sanitario y que tienen como objetivo básico, la de dar disposición final a basuras domiciliarias sin consecuencias negativas para el medio ambiente a su alrededor, para lo cual se utilizan recursos técnicos especializados.

Los servicios que se prestan a las unidades de recolección y a los trailers que llegan con basura en sus cajas son:

- Recepción de la unidad
- Acceso a los puntos de depósito
- Recepción de la basura
- Pesaje de la basura

Lo anterior se hace a través de accesos y avenidas interiores y con equipo de medición existente en la instalación.

Las funciones del Relleno Sanitario que se realizan simultáneamente a la recepción de la basura, y que se llevan a cabo con los recursos humanos y materiales son:

- Excavación en áreas no ocupadas con basura.
- Traslado y vertido de la basura a los puntos de trabajo.
- Distribución de la basura en el área excavada.
- Compactación de la basura.
- Traslado, Vertido, distribución y compactación de tierra sobre la basura.

En el relleno tradicional estas funciones se realizan con los siguientes recursos materiales:

- Tractores oruga
- Tractores neumáticos
- Cucharón simple
- Cucharón especial o múltiple
- Cuchilla frontal
- Trailla
- Compactadores especiales

En el relleno tradicional la compactación es muy simple y se logra con el peso de la máquina que distribuye, extiende la basura y la tierra con que se cubre.

La operación de compactación se realiza utilizando maquinaria muy pesada que compacta la basura en un primer término y posteriormente compacta con juntamente basura y tierra.

Una vez realizadas las operaciones de vertido, distribución, trituración y compactación, es decir que basura y tierra forman una unidad compacta - que se denomina Célula, se disponen en forma contigua en un mismo nivel y forman lo que se denomina como Terraza.

La altura de la terraza es variable y va de 3 a 4 metros, el relleno sanitario contiene 3 terrazas.

#### Operativo de la Basura y Tierra

##### - Basura

Vertido

Distribución

Trituración

Compactación

- Tractores oruga
- Tractores neumáticos
- Cucharón simple
- Cucharón especial o múltiple
- Cuchilla frontal
- Traila
- Compactadores especiales

En el relleno tradicional la compactación es muy simple y se logra con el peso de la máquina que distribuye, extiende la basura y la tierra con que se cubre.

La operación de compactación se realiza utilizando maquinaria muy pesada que compacta la basura en un primer término y posteriormente compacta conjuntamente basura y tierra.

Una vez realizadas las operaciones de vertido, distribución, trituración y compactación, es decir que basura y tierra forman una unidad compacta - que se denomina Célula, se disponen en forma contigua en un mismo nivel y forman lo que se denomina como Terraza.

La altura de la terraza es variable y va de 3 a 4 metros, el relleno sanitario contiene 3 terrazas.

#### Operativo de la Basura y Tierra

##### - Basura

Vertido

Distribución

Trituración

Compactación

-- Tierra

Vertido

Distribución

Compactación

Uso Posterior del Relleno Sanitario.

Una vez que se construyen las tres terrazas en porciones del relleno sanitario, se plantan diferentes tipos de árboles para la regeneración y el mejoramiento del medio ambiente.

Los árboles que se plantan o se pueden plantar en un relleno sanitario y que logran desarrollo y reproducción son:

Pino	Sauce	Ciprés
Aligustre	Abedul	Yunidero
Alamo	Encino	Alcornoque

Tipos de Basura en el Relleno Sanitario.

Debido a que al Relleno Sanitario al servicio de la Delegación Venustiano Carranza, llegan unidades de recolección tanto de origen domiciliario como de mercados, industrias y de la vía pública, éste está operando como un tiradero convencional por el tipo de basura que recibe, aunque se le someta a un tratamiento de basura biodegradable.

Las reglas operativas de un relleno sanitario son muy claras al respecto, e indican que para que la degradación biológica de los desechos en las células que lo forman se alcance con plenitud, estos deben ser única y exclusivamente de origen natural. Por lo que plásticos y otros materiales-

transformados deben ser separados antes de ser integrados al Relleno Sanitario y darles una disposición final de eliminación, aprovechamiento y re ciclaje.



**CAPITULO 2**

**IDENTIFICACION DEL PROBLEMA**

## 11.1 METODO DE RECOLECCION

En el Capítulo 1 se hace una breve reseña de la operación actual del sistema de recolección domiciliaria, en los cinco rubros que conforman el sistema y que son:

- 1) Método de Recolección
- 2) Unidades de Recolección
- 3) Rutas de Recolección
- 4) Orígenes de las unidades de Recolección
- 5) Destinos de las unidades de Recolección

En estos cinco conceptos se basa el capítulo para la identificación de los problemas, fallas, deficiencias y vicios en el sistema, a través de información recabada en la Delegación Venustiano Carranza e instalaciones de interés.

Para un mejor tratamiento de la información nos hemos valido de un programa (Paquete) de computadora ya existente en la memoria de algunas máquinas (IMAS-UNAM) que lleva por nombre SPSS y del cual hablaremos con mayor detenimiento en los capítulos 3 y 4.

La aplicación de este recurso informático nos dió como resultado una serie de histogramas, Tablas de Frecuencias y Valores Estadísticos tales como Medias, Mediana, Desviación Estándar, etc. mismo que analizaremos conjuntamente con las observaciones realizadas en campo y de las referencias que existan sobre el problema para establecer de esta manera y al final del capítulo una serie de hipótesis y una identificación objetiva de los puntos neurálgicos del sistema y de su solución.

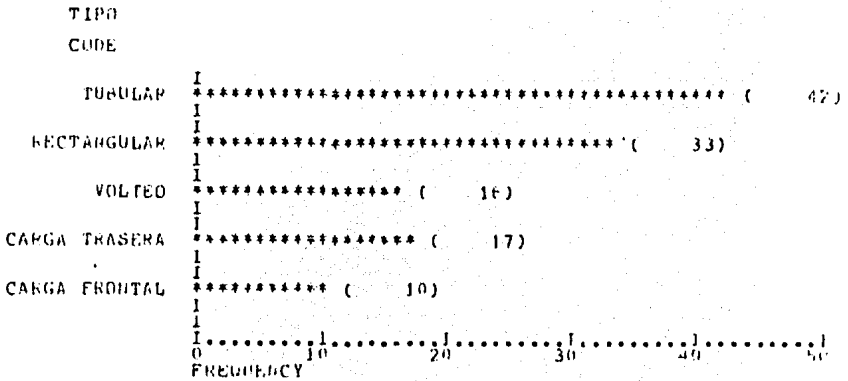
*Inventario de Unidades de Recolección Domiciliaria.*

De la aplicación del SPSS obtuvimos el siguiente inventario de las Unidades de Recolección destinadas únicamente para la Recolección Domiciliaria pudiendo observar en la tabla de frecuencias, que el grueso del equipo es tá constituido por los Tubulares con un 35.6% del total en contraste con los de Carga Frontal que son el 8.5% únicamente.

En el Histograma correspondiente se muestra la distribución total del - - equipo.

INVENTARIO DE UNIDADES DE RECOLECCION DOMICILIARIA POR EL TIPO DE CARROCERIA.

CATEGORY LABEL	CODE	ABSOLUTE FREQ	RELATIVE FREQ (PCT)	ADJUSTED FREQ (PCT)	CUM FREQ (PCT)
	TUBULAR	42	35.6	35.6	35.6
	RECTANGULAR	33	28.0	28.0	63.6
	VOLTEO	16	13.6	13.6	77.1
	CARGA TRASERA	17	14.4	14.4	91.5
	CARGA FRONTAL	10	8.5	8.5	100.0
	TOTAL	118	100.0	100.0	



La capacidad de las unidades de Recolección de mayor a menor es la siguiente:

Volteo	4 Ton.
Tubular	5 Ton.
Rectangular	6 Ton.
Carga Trasera	7 Ton.
Carga Frontal	8 Ton.

Las cifras anteriores son promedios, considerando que los camiones están llenos y que la densidad de la basura es de aproximadamente  $500 \text{ kgs./m}^3$ , para todos y cada uno de ellos.

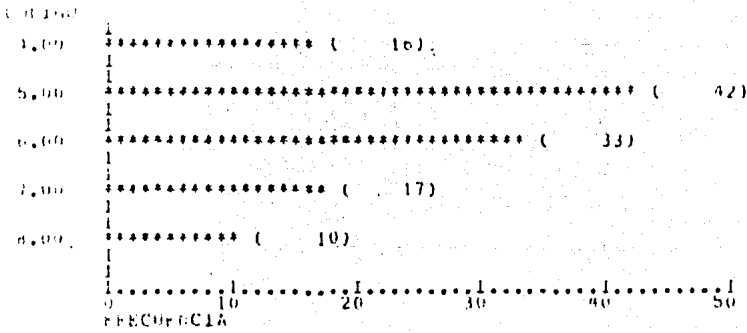
La producción diaria de basura que se origina en las casas habitación dentro de la Delegación es de 616 Ton. (dato para 1983) lo que quiere decir que si nosotros quisiéramos realizar la Recolección domiciliaria solamente con un tipo de camión necesitaríamos de las siguientes unidades considerando 1, 2 y 3 viajes por camión.

Tipos de Camión	1 Viaje	2 Viajes	3 Viajes
Volteo	154	77	52
Tubular	123	67	41
Rectangular	103	51	34
Carga Trasera	88	44	29
Carga Frontal	77	39	26

CAPACIDAD DE CARGA DE LAS UNIDADES DE RECOLECCION DOMICILIARIA.

ETIQUETA: CATEGORIA	CODIGO	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA AJUSTADA	FRECUENCIA ACUMULADA
TUBULAR	4.00	16	13.6	13.6	13.6
RECTANGULAR	5.00	42	35.6	35.6	49.2
VOLTEO	6.00	33	28.0	28.0	77.1
CARGA TRASERA	7.00	17	14.4	14.4	91.5
CARGA FRONTAL	8.00	10	8.5	8.5	100.0
TOTAL		118	100.0	100.0	

GRAFICA



MEDIA	5.086	ERROR ESTANDAR	0.105	MEDIANA	5.500
MODA	5.000	DESVIACION ESTANDAR	1.138	VARIANZA	1.294
MEOTONIS	-0.520	SESGO	0.432	RANGO	4.000
MINIMO	4.000	MAXIMO	8.000	SUMA	671.000
CASOS VALIDOS	118	CASOS NO VALIDOS	0		

Como dato importante resalta que el promedio de capacidad por unidad de recolección del sistema actual es de 5.68 Ton.

En base al dato anterior podemos realizar la siguiente comparación entre los diferentes tipos de Unidades con los que cuenta la Oficina de Limpieza de la Delegación.

Volteo	1.68 Ton.	Abajo del Promedio.
Tubular	.68 "	" " " "
Rectangular	.32 "	" " " "
Carga Trasera	1.32 "	" " " "
Carga Frontal	2.32 "	" " " "

De la tabla de Frecuencias correspondiente a la capacidad del equipo tenemos que está distribuida de la siguiente manera:

671 Ton.	por Viaje al Día.
1,342 "	" " Dos Viajes al Día.
2,103 "	" " Tres Viajes al Día.

Sin embargo la realidad es muy diferente ya que como se mencionó anteriormente el sistema está con tan solo 46 unidades estando las demás en mantenimiento, dadas de baja o a punto de serlo, por lo que es necesario alquilar un promedio de 30 camiones de volteo durante 5 días y 10 sábados y domingos para cubrir las 76 rutas de recolección con las que cuenta la Delegación.

Lo anterior puede significar que:

— . El taller de Mantenimiento no esté cumpliendo con su función, el man-

tenimiento correctivo sea ineficiente y de mala calidad lo que ocasionaría un mayor número de visitas por parte de las unidades al taller con la consecuente baja en el servicio.

- . No existe un Programa de Mantenimiento Preventivo y mucho menos un Programa Predictivo.

- . Por otro lado el Sistema de Recolección Domiciliaria está operando a un 38% de eficiencia, esto no significa que no se lleve a cabo la recolección, esta sí se lleva a cabo, pero gracias a camiones alquilados por la Delegación los cuales cubren casi el 40% de las rutas.

La edad de las unidades de recolección oscila entre los 22 años la más antigua y 4 años la más moderna, siendo el promedio de 8.5 años.

El grueso de la población está formado por unidades de 1980, representando el 27.1% del total.

La edad promedio por tipo de camión se determinó de forma manual y los resultados son los siguientes:

Volteo	8 Años.
Tubular	14 "
Rectangular	5 "
Carga Trasera	5 "
Carga Frontal	4 "

La distribución por edad la podemos observar en el histograma y la tabla de frecuencias correspondiente a "Modelo".



GRAFICA DE FRECUENCIAS.  
SUB-ARCHIVOS PROCESADOS: TODOS

ARCHIVO: GRAFICO

MÓDELO EDAD DE LAS UNIDADES DE RECOLECCIÓN.

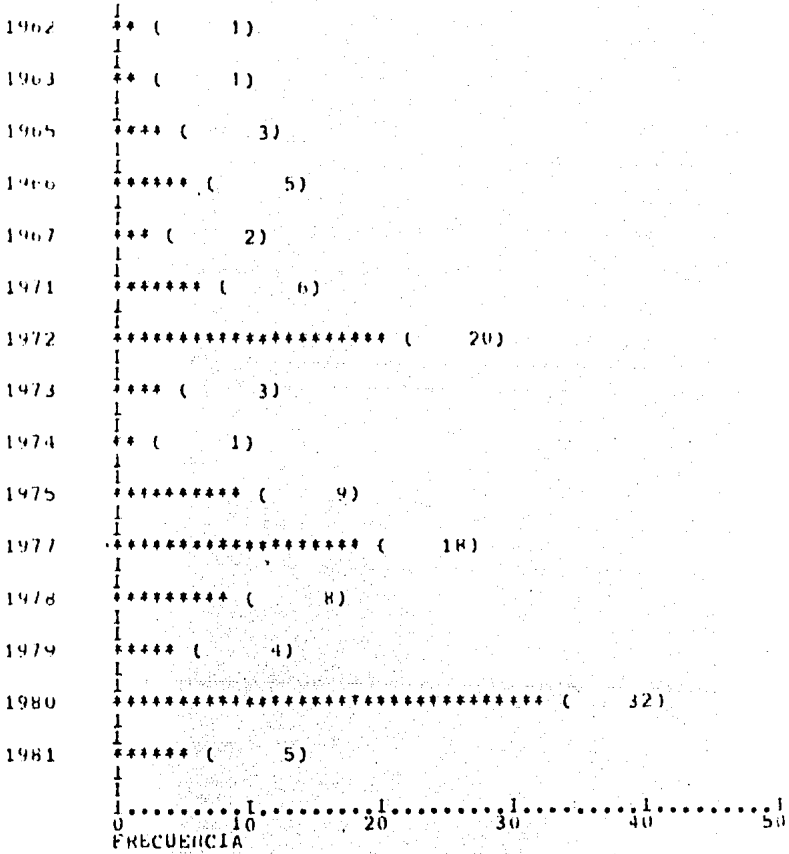
ETIQUETA: CATEGORIA	CODIGO	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA AJUSTADA	FRECUENCIA ACUMULADA
	1962	1	0.8	0.8	0.8
	1963	1	0.8	0.8	1.7
	1965	3	2.5	2.5	4.2
	1966	5	4.2	4.2	8.5
	1967	2	1.7	1.7	10.2
	1971	6	5.1	5.1	15.3
	1972	20	16.9	16.9	32.2
	1973	3	2.5	2.5	34.7
	1974	1	0.8	0.8	35.6
	1975	9	7.6	7.6	43.2
	1977	16	13.3	13.3	56.5
	1978	6	6.0	6.8	62.3
	1979	4	3.4	3.4	65.6
	1980	32	27.1	27.1	92.8
	1981	5	4.2	4.2	100.0
	TOTAL	116	100.0	100.0	

MODELO

CODIGO

MODELO

CODIGO



MEDIA	1975.500	ERROR ESTANDAR	0.433	MEDIA A	1976.944
MODA	1980.000	DESVIACION ESTANDAR	4.708	VARIANZA	22.167
KURTOSIS	0.026	SESGO	-0.896	RANGO	19.000
MINIMO	1962.000	MAXIMO	1981.000	SUMA	233109.000
CASOS VALIDOS	118	CASOS NO VALIDOS	0		

#### MARCA DE LAS UNIDADES DE RECOLECCION.

Con respecto a las marcas de las Unidades de recolección, no existe un criterio, norma o regla para la selección, ya sea para seleccionar el "chasis cabina" o para la Carrocería, ya que hasta la fecha Esta se ha realizado por medio del Departamento Central del D.D.F. quien asigna las unidades a las Delegaciones.

Lo anterior no viene sino a acentuar el problema que existe en el taller de mantenimiento, por la diversidad de equipo con la que tiene que trabajar.

Y para la delegación representa una fuerte inversión en inventario de reparaciones.

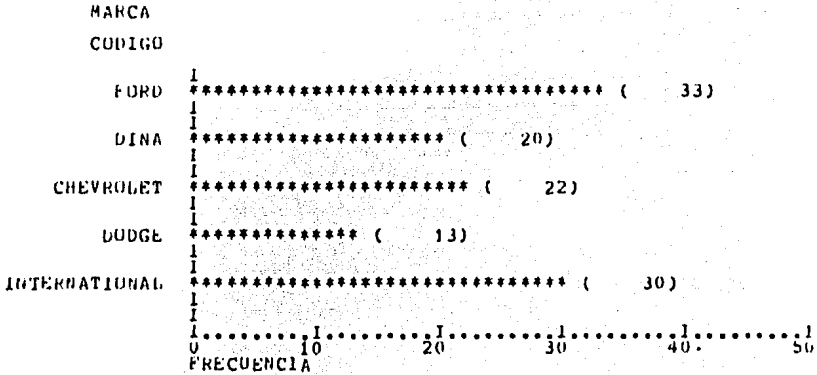
La distribución de las marcas de las unidades de recolección se puede observar en el siguiente Histograma.

GRAFICA DE FRECUENCIAS  
 SUB-ARCHIVOS PROCESADOS: TODOS

ARCHIVO: GRAFICO

MARCAS DE LAS UNIDADES DE RECOLECCION

ETIQUETA: CATEGORIA	CODIGO	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA AJUSTADA	FRECUENCIA ACUMULADA
	FORD	33	28.0	28.0	28.0
	DINA	20	16.9	16.9	44.9
	CHEVROLET	22	18.6	18.6	63.6
	DODGE	13	11.0	11.0	74.6
	INTERNATIONAL	30	25.4	25.4	100.0
	TOTAL	118	100.0	100.0	



## 2.2 Unidades de Recolección

Para el estudio del proceso de recolección que se sigue en cada uno de los tipos de camiones recolectores, se obtuvieron las características principales como funcionalidad, maniobrabilidad, economía y ergonomía, -- así como las ventajas y desventajas.

Dentro de la Delegación y para prestar el servicio de recolección domiciliaria, existen los siguientes tipos de camiones, clasificados por la forma en que estos son cargados de basura:

- 1) Camiones de Carga Lateral (Tubular y Rectangular)
- 2) Camiones de Carga Frontal
- 3) Camión de Carga Trasera
- 4) Camión Tipo Volteo

### 1) Camiones de Carga Lateral (Tubular y Rectangular)

En este tipo de camión, la forma de recolección tiene las mismas desventajas que en el camión de volteo, ya que el usuario tiene que subir el recipiente o bote de basura arriba de sus hombros para que el operario de dentro del camión pueda recibirlo y vaciarlo, recibiendo posteriormente el usuario su bote, a una altura superior a la de su estatura.

La diferencia que existe entre este tipo de camión y el de volteo es, el mecanismo de compactación hidráulica que hace posible que reciba mayor volumen de basura, logrando que de esta manera se incremente la productividad, ya sea, realizando un mayor número de viajes al tiradero o ampliando la cobertura de servicio.

Cabe destacar que el mecanismo de compactación con que cuentan este tipo de camiones es susceptible de daño, si se pretendiese compactar algún tipo de desecho sólido de mayor densidad, por ejemplo: desechos metálicos, grava, arena, piedra, etc.

Estas unidades funcionan en el sistema de recolección por campaneo, mismo que opera en la actualidad en casi toda la República para la Recolección Domiciliaria.

## 2) Camión de Carga Frontal.

En este tipo de unidad se tiene la ventaja con respecto al volteo y a los de carga lateral en que se realiza un menor esfuerzo tanto por parte del usuario, como del operador en la operación de descarga del bote dentro -- del camión, ya que la basura se deposita en un contenedor ubicado en la parte delantera del camión (de ahí su nombre) y a la altura de la cintura del usuario, donde una vez lleno éste y mediante los mecanismos de control se vacía el contenedor dentro de la caja del camión donde es compactada.

Este tipo de camión viene a constituir una forma más eficiente para la recolección domiciliaria, ya que con respecto al volteo, éste si cuenta con un sistema de compactación y no transporta los desechos en caja abierta - evitando que estos se tiren por las calles y avenidas.

Con respecto a los de carga lateral, hay ahorro de esfuerzo y tiempo tanto por parte del usuario como del operador, ya que inclusive el propio -- chofer sin necesidad de peones controla la carga y descarga de camión él solo.

Existe la inconveniencia de que este tipo de unidades son importadas lo que representa refacciones y mantenimiento importado; se ha dado el caso de que estos camiones han estado hasta tres meses en el taller por falta de refacciones o personal especializado.

Sin embargo, en lo que respecta al recorrido de la ruta, si se aplicase el método de recolección por contenedores, ubicando estos puntos estratégicos y recogiendo la basura con la frecuencia necesaria, éste vendría a ser el método más económico y eficiente de recolección y suponiendo que tanto los camiones como los contenedores fuesen fabricados en México y su costo de producción fuese rentable y competitivo con respecto a la producción Nacional y a la Extranjera, y considerando la implantación del sistema de Recolección por contenedores a nivel Nacional.

### 3) Camión de Carga Trasera.

Al igual que en los camiones de carga delantera en este tipo de unidad, no hay necesidad de dos operadores o peones para la recolección, ya que cuenta con una tolva de carga ubicada en la parte posterior del vehículo la cual se encuentra a la altura de la cintura del usuario, pudiendo este mismo vaciar su recipiente en ésta sin necesidad de más ayuda, el chofer una vez llena la tolva procede a vaciarla por medio de los mecanismos hidráulicos y compactarla dentro de la caja del camión.

Por ser también de procedencia extranjera este tipo de unidad tiene las mismas desventajas que los camiones de carga frontal, además de su costo de adquisición que es sumamente alto con respecto a los Tubulares, Rectangulares y Volteos.

Junto con los camiones de carga Frontal y conservando el actual sistema de recolección por campaneos este tipo de unidades vendrían a ser las unidades para recolección Domiciliaria más eficiente, siempre y cuando fueren fabricadas en México y se conservara el Tradicional Sistema de recolección por campaneos.

Con respecto al recorrido de la ruta de recolección Esta tendría que efectuarse igual que con los tradicionales Tubulares y Rectangulares.

#### 4) Camión Tipo Volteo.

Los camiones tipo volteo, son unidades que normalmente se usan en la industria de la construcción sin embargo por algunas deficiencias por parte del sistema y vicios por parte del usuario se han hecho necesarias.

Definitivamente este tipo de unidades son completamente inadecuadas para la recolección domiciliaria, ya que carecen de tapa en la caja, lo que ocasiona que el camión una vez lleno al dirigirse al lugar del destino final y en el trayecto, tire basura en las calles y avenidas, además de carecer de un sistema de compactación con lo que la cobertura de servicio disminuye debido a la menor densidad de la basura.

Una de las deficiencias más grandes de la oficina de Limpia, estriba en el mantenimiento preventivo y correctivo de las unidades, motivo por el cual, se hace necesario alquilar camiones tipo volteo, ya que en el mercado no existen camiones especializados para la recolección de basura de alquiler. Se alquilan un promedio de 35 a 50 camiones.

Esta cifra es durante cinco días de la semana y dentro de la Delegación, existen tiraderos de basura o montones tradicionales que se forman en la-



vía pública provenientes de las casas vecinas, tianguis y pequeños comercios que ahí van a depositarlas, no cabe duda que estos montones tradicionales se originan por dos cosas:

- . La falta de un servicio de recolección oportuno y eficiente.
- . La escasa educación de algunos habitantes de la comunidad.

Y sin embargo, existen los montones tradicionales, los cuales deben ser recogidos diariamente por la oficina de Limpia. Los volteo por la forma de su caja y porque la basura es levantada con palas, son las unidades -- idóneas para prestar ese servicio, además de serlo también en la recolección de mercados y la recolección industrial.

### 2.3 RUTAS DE RECOLECCION.

En el método de recolección por campaneo, el camión recolector anuncia su presencia durante el recorrido por medio del clásico y muy característico toque de campana, efectuando una parada cada dos cuadras como promedio, - dando así oportunidad de que la gente de las casas o comercios ubicados - sobre las cuatro calles que confluyen en la parada, acudan a tirar su basura.

En el recorrido de la ruta de cada camión se realizan un promedio de 26 - paradas, cubriendo el servicio en la zona o sector asignado.

El recorrido que realizan las Unidades de recolección durante una jornada normal de trabajo (De las 6:00 hrs. a las 14:00 hrs.) varía en cuanto a - la distancia y a los puntos de destino final, dependiendo de la zona o -- sector asignado y de la cercanía o lejanía del campamento, Unidad de - - Transferencia o Relleno Sanitario, es por eso que realizamos un estudio - estadístico de los puntos que se tocan con mayor regularidad, y cuyos resultados y distancias promedio son los siguientes:

Recorrido de Campamento a Inicio de 1er. Viaje	6.025 Km.
" " 1er. Viaje	1.332 Km.
" " Fin de 1er. Viaje a Tiradero	18.019 Km.
" " Tiradero a Inicio de 2o. Viaje	17.833 Km.
" " 2o. Viaje	2.047 Km.
" " Fin de 2o. Viaje a Tiradero	17.795 Km.
" " Tiradero a Campamento	<u>18.000 Km.</u>
T O T A L	81.050 Km. =====

El total anterior coincide con la cifra proporcionada por la Oficina de Limpia de 80 Kms. diarios por unidad, lo que significa que por lo general los camiones se dirigen a tirar al Relleno Sanitario y que no hacen uso de la Unidad de Transferencia.

Las causas por las que los camiones no acuden a la Unidad de Transferencia son las siguientes:

- . No existe una Planeación o Programa de trabajo establecido para que la Unidad trabaje, escalonando su servicio y aprovechando al máximo el número de tolvas y de accesos de Trailers con los que cuenta, motivo por el cual se llegan a formar colas o líneas de espera de camiones recolectores con la consecuente pérdida de tiempo.
- . Tampoco existe el número adecuado de cajas compactadoras para poder dar servicio a todos los camiones de recolección que deban, por la cercanía a la Unidad de Transferencia, acudir a ésta.
- . Existe una cuota establecida en la Unidad de Transferencia para que los camiones recolectores puedan tirar ahí, dicha cuota, no es oficial ni fue fijada por la Oficina de Limpia, motivo por el cual se ignora el monto y el destino de ésta, así como la(s) persona(s) que la fijaron.
- . El tiempo que tarda la Unidad de Recolección en trasladarse del lugar en donde termina su recorrido al Relleno Sanitario es mucho mayor que el que tardaría si fuese a la Unidad de Transferencia, y este tiempo es aprovechado por los peones para realizar la pepena de la basura, seleccionando materiales tales como cartón, vidrio, metales, tortilla, plástico, etc., con el objeto de venderlo por lo que a mayor tiempo de recorrido mejor y mayor es el beneficio para los peones al traducirse en el producto de sus ventas.

GRAFICA DE FRECUENCIAS  
SUB-ARCHIVOS PROCESADOS: TODOS

ARCHIVO: GRAFICA

DISTANCIAS DE CAMPAMENTO A INICIO RECORRIDO

FRECUENCIA: CATEGORIA	CODIGO	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA AJUSTADA	FRECUENCIA ACUMULADA
	0.00	95	80.5	80.5	80.5
	4.60	1	0.8	0.8	81.3
	5.00	1	0.8	0.8	82.1
	5.10	1	0.8	0.8	82.9
	5.30	1	0.8	0.8	83.7
	5.40	1	0.8	0.8	84.5
	5.70	3	2.5	2.5	87.0
	5.80	2	1.7	1.7	88.7
	6.00	1	0.8	0.8	89.5
	6.16	1	0.8	0.8	90.3
	6.20	3	2.5	2.5	92.8
	6.30	1	0.8	0.8	93.6
	6.50	1	0.8	0.8	94.4
	6.80	3	2.5	2.5	96.9
	7.00	1	0.8	0.8	97.7
	7.20	1	0.8	0.8	98.5
	7.40	1	0.8	0.8	100.0
	TOTAL	118	100.0	100.0	



GRAFICA DE FRECUENCIAS  
SUB-ARCHIVOS PROCESADOS: TODOS

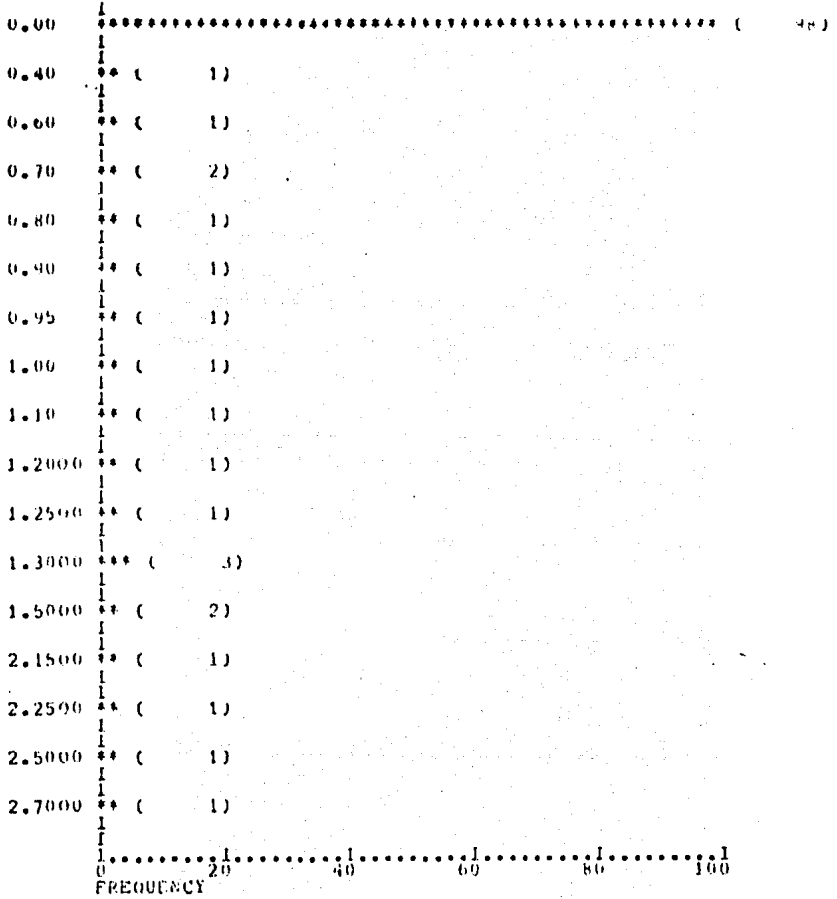
ARCHIVO: GRAFICA

DISTANCIA DE PRIMERA VUELTA

ETIQUETA: CATEGORIA	CODIGO	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA AJUSTADA	FRECUENCIA ACUMULADA
	0.00	98	83.1	83.1	83.1
	0.40	1	0.8	0.8	83.9
	0.60	1	0.8	0.8	84.7
	0.70	2	1.7	1.7	86.4
	0.80	1	0.8	0.8	87.3
	0.90	1	0.8	0.8	88.1
	0.95	1	0.8	0.8	89.0
	1.00	1	0.8	0.8	89.8
	1.10	1	0.8	0.8	90.7
	1.20	1	0.8	0.8	91.5
	1.25	1	0.8	0.8	92.4
	1.30	3	2.5	2.5	94.9
	1.50	2	1.7	1.7	96.6
	2.15	1	0.8	0.8	97.5
	2.25	1	0.8	0.8	98.3
	2.50	1	0.8	0.8	99.2
	2.70	1	0.8	0.8	100.0
TOTAL		118	100.0	100.0	

PRIMERA  
VUELTA

CODIGO



MEAN	1.331	STD ERR	0.175	MEDIAN	1.125
MODE	0.400	STD DEV	0.762	VARIANCE	0.582
KURTOSIS	-0.467	SKENESS	0.217	RANGE	2.300
MINIMUM	0.400	MAXIMUM	2.700	SUM	21.300
VALID CASES	118	MISSING CASES	0		

GRAFICA DE FRECUENCIAS  
SUB-ARCHIVOS PROCESADOS: TODOS

ARCHIVO: GRAFICA

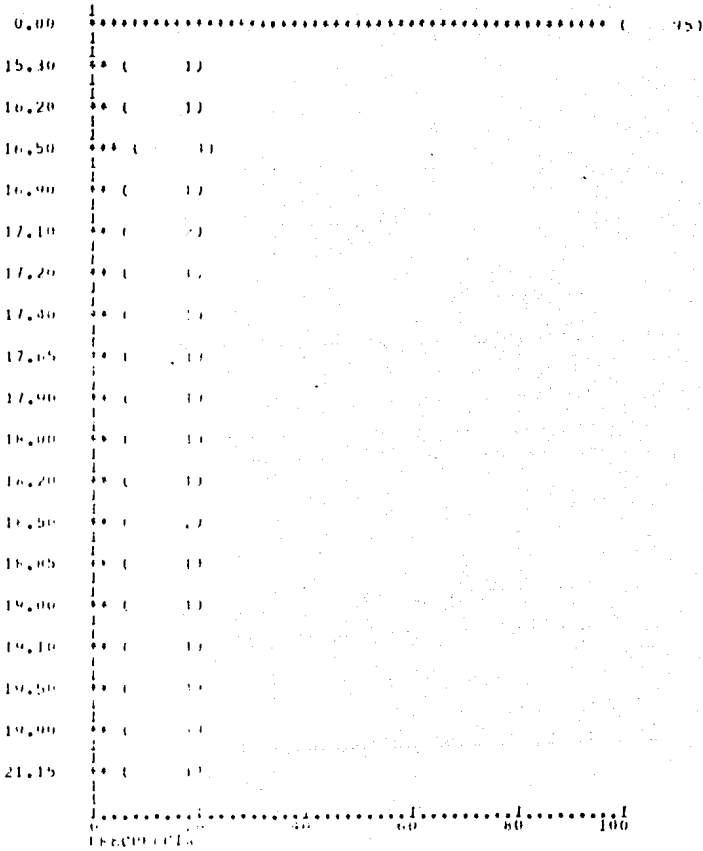
DISTANCIA DE PRIMERA VUELTA A RELLENO SANITARIO

ETIQUETA: CATEGORIA	CODIGO	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA AJUSTADA	FRECUENCIA ACUMULADA
	0.00	95	80.5	80.5	80.5
	15.30	1	0.8	0.8	81.4
	16.20	1	0.8	0.8	82.2
	16.50	4	3.4	3.4	85.6
	16.90	1	0.8	0.8	86.4
	17.10	2	1.7	1.7	88.1
	17.20	1	0.8	0.8	89.0
	17.40	1	0.8	0.8	89.8
	17.65	1	0.8	0.8	90.7
	17.90	1	0.8	0.8	91.5
	18.00	1	0.8	0.8	92.4
	18.20	1	0.8	0.8	93.2
	18.50	2	1.7	1.7	94.9
	18.85	1	0.8	0.8	95.8
	19.00	1	0.8	0.8	96.6
	19.10	1	0.8	0.8	97.5
	19.50	1	0.8	0.8	98.3
	19.90	1	0.8	0.8	99.2
	21.15	1	0.8	0.8	100.0
TOTAL		118	100.0	100.0	



PRIMERA VUELTA A RELLENO SANITARIO

CODIGO



MEDIA	16.019	ERROR ESTANDAR	0.338	MEDIANA	17.950
MODA	15.300	DESVIACION ESTAND.	1.433	VARIANCIA	2.055
KURTOSIS	0.161	SKEWNESS	0.243	RANGO	5.850
MINIMO	15.300	MAXIMO	21.150	SUMA	324.350
CASOS VALIDOS	116	CASOS INVALIDOS	0		

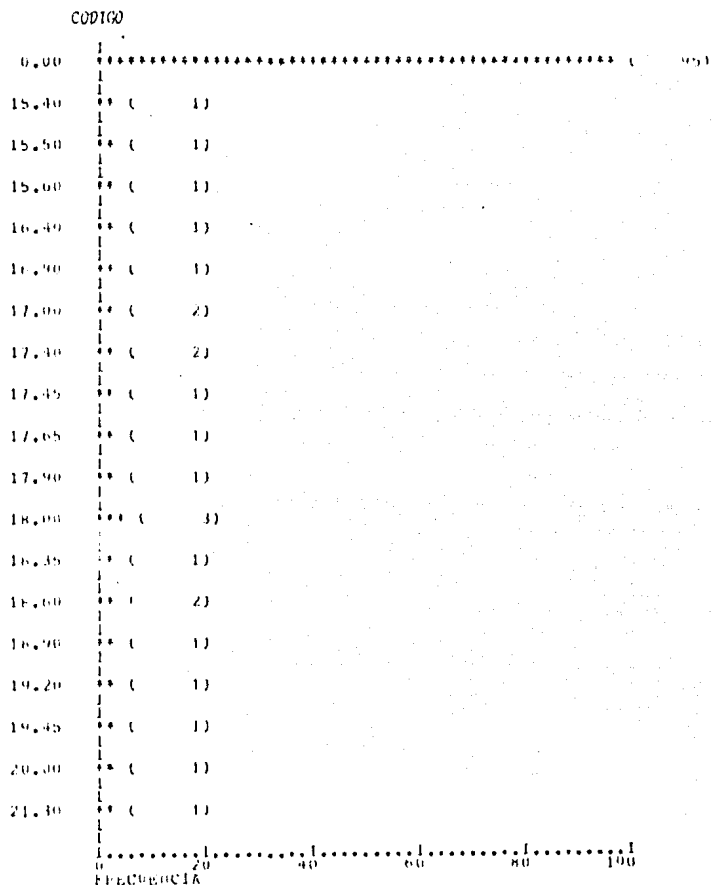
GRAFICA DE FRECUENCIAS

ARCHIVO: GRAFICA

## DISTANCIA DE RELLENO SANITARIO A SEGUNDA VUELTA

FICHA: CATEGORIA	CODIGO	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA AJUSTADA	FRECUENCIA ACUMULADA
	0.00	45	80.5	80.5	80.5
	15.40	1	0.8	0.8	81.3
	15.50	1	0.8	0.8	82.2
	15.60	1	0.8	0.8	83.1
	16.40	1	0.8	0.8	83.9
	16.90	1	0.8	0.8	84.7
	17.00	2	1.7	1.7	86.4
	17.40	2	1.7	1.7	88.1
	17.45	1	0.8	0.8	88.9
	17.65	1	0.8	0.8	89.7
	17.90	1	0.8	0.8	90.5
	18.00	3	2.5	2.5	93.0
	18.35	1	0.8	0.8	93.8
	18.60	2	1.7	1.7	95.5
	18.90	1	0.8	0.8	96.3
	19.20	1	0.8	0.8	97.1
	19.45	1	0.8	0.8	97.9
	20.00	1	0.8	0.8	98.7
	21.30	1	0.8	0.8	100.0
TOTAL		112	100.0	100.0	

RELLENO SANITARIO A SEGUNDA VUELTA



MEDIA	17.633
MODA	15.400
KURTOSIS	-0.120
MINIMO	15.400
CASOS VALIDOS	118

ERROR ESTANDAR	0.377
DESVIACION ESTAN	1.601
SKEWNESS	0.285
MAXIMO	21.300
CASOS INVALIDOS	0

MEDIANA	17.675
VARIANCIA	2.562
RANGO	5.000
SUMA	321.000

GRAFICA DE FRECUENCIAS

ARCHIVO: GRAFICA

## DISTANCIA DEL SEGUNDO VIAJE (KM)

	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA AJUSTADA	FRECUENCIA ACUMULADA
0.0000	95	80.5	80.5	80.5
0.9500	1	0.8	0.8	81.4
1.0000	1	0.8	0.8	82.2
1.3000	1	0.8	0.8	83.1
1.3500	1	0.8	0.8	83.9
1.4000	1	0.8	0.8	84.7
1.4500	1	0.8	0.8	85.6
1.6000	2	1.7	1.7	87.3
1.7000	1	0.8	0.8	88.1
1.8000	1	0.8	0.8	89.0
1.8500	1	0.8	0.8	89.8
2.0000	1	0.8	0.8	90.7
2.1000	1	0.8	0.8	91.5
2.2000	1	0.8	0.8	92.4
2.4000	1	0.8	0.8	93.2
2.5000	4	3.4	3.4	96.6
2.7000	1	0.8	0.8	97.5
3.0000	1	0.8	0.8	98.3
3.1000	1	0.8	0.8	99.2
4.5000	1	0.8	0.8	100.0
TOTAL	118	100.0	100.0	

SEGUNDO VIAJE (KM)

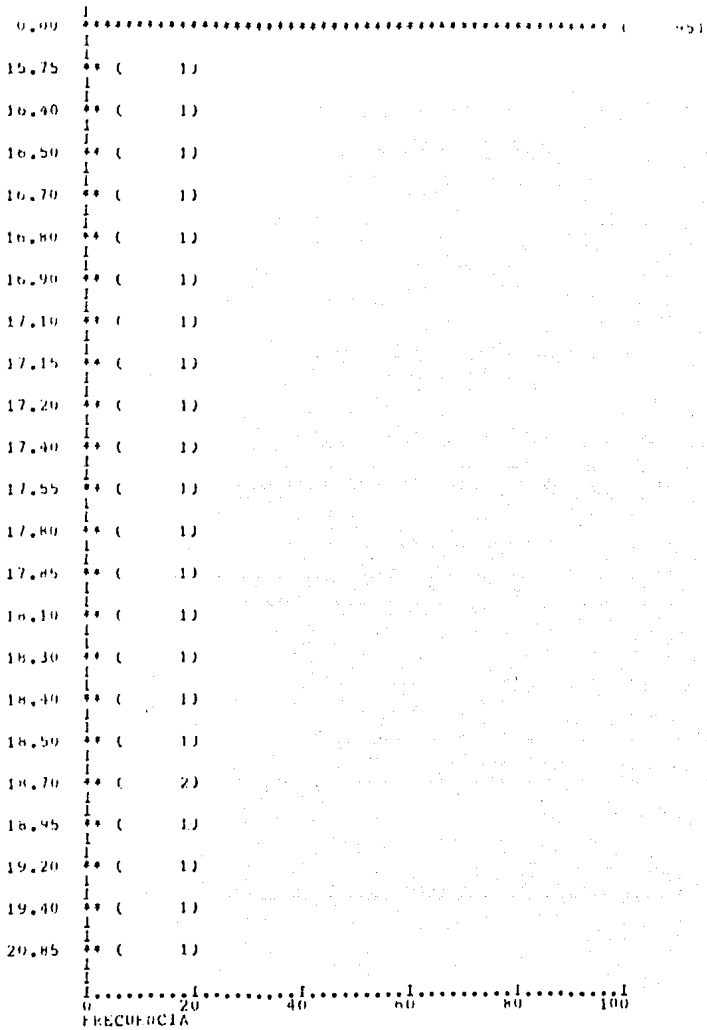
CODIGO

0.0000	1	
0.0500	1	( 1)
1.0000	1	( 1)
1.3000	1	( 1)
1.3500	1	( 1)
1.4000	1	( 1)
1.4500	1	( 1)
1.5000	1	( 1)
1.5500	1	( 1)
1.6000	1	( 1)
1.6500	1	( 1)
1.7000	1	( 1)
1.7500	1	( 1)
1.8000	1	( 1)
1.8500	1	( 1)
1.9000	1	( 1)
1.9500	1	( 1)
2.0000	1	( 1)
2.0500	1	( 1)
2.1000	1	( 1)
2.1500	1	( 1)
2.2000	1	( 1)
2.2500	1	( 1)
2.3000	1	( 1)
2.3500	1	( 1)
2.4000	1	( 1)
2.4500	1	( 1)
2.5000	1	( 1)
2.5500	1	( 1)
2.6000	1	( 1)
2.6500	1	( 1)
2.7000	1	( 1)
2.7500	1	( 1)
2.8000	1	( 1)
2.8500	1	( 1)
2.9000	1	( 1)
2.9500	1	( 1)
3.0000	1	( 1)
3.0500	1	( 1)
3.1000	1	( 1)
3.1500	1	( 1)
3.2000	1	( 1)
3.2500	1	( 1)
3.3000	1	( 1)
3.3500	1	( 1)
3.4000	1	( 1)
3.4500	1	( 1)
3.5000	1	( 1)
3.5500	1	( 1)
3.6000	1	( 1)
3.6500	1	( 1)
3.7000	1	( 1)
3.7500	1	( 1)
3.8000	1	( 1)
3.8500	1	( 1)
3.9000	1	( 1)
3.9500	1	( 1)
4.0000	1	( 1)
4.0500	1	( 1)
4.1000	1	( 1)
4.1500	1	( 1)
4.2000	1	( 1)
4.2500	1	( 1)
4.3000	1	( 1)
4.3500	1	( 1)
4.4000	1	( 1)
4.4500	1	( 1)
4.5000	1	( 1)
4.5500	1	( 1)
4.6000	1	( 1)
4.6500	1	( 1)
4.7000	1	( 1)
4.7500	1	( 1)
4.8000	1	( 1)
4.8500	1	( 1)
4.9000	1	( 1)
4.9500	1	( 1)
5.0000	1	( 1)

MEAS	2.000	2.000	1.196	FEDIAS	1.256
DOSE	2.000	2.000	0.881	VIAJE	0.742
KOLEGAS	2.000	2.000	1.295	PAJE	3.856
BIOLDO	2.000	2.000	4.500	SUB	38.900
VALLE CERR	10	VALLE CERR	0		

DISTANCIA DEL SEGUNDO VIAJE AL RELLENO SANITARIO  
(KM)

ETIQUETA: CATEGORIA	CODIGO	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA AJUSTADA	FRECUENCIA ACUMULADA
	0.00	95	80.5	80.5	80.5
	15.75	1	0.8	0.8	81.4
	16.40	1	0.8	0.8	82.2
	16.50	1	0.8	0.8	83.1
	16.70	1	0.8	0.8	83.9
	16.80	1	0.8	0.8	84.7
	16.90	1	0.8	0.8	85.6
	17.10	1	0.8	0.8	86.4
	17.15	1	0.8	0.8	87.3
	17.20	1	0.8	0.8	88.1
	17.40	1	0.8	0.8	89.0
	17.55	1	0.8	0.8	89.8
	17.80	1	0.8	0.8	90.7
	17.85	1	0.8	0.8	91.5
	18.10	1	0.8	0.8	92.4
	18.30	1	0.8	0.8	93.2
	18.40	1	0.8	0.8	94.1
	18.50	1	0.8	0.8	94.9
	18.70	2	1.7	1.7	96.6
	18.95	1	0.8	0.8	97.5
	19.20	1	0.8	0.8	98.3
	19.40	1	0.8	0.8	99.2
	20.85	1	0.8	0.8	100.0
TOTAL		118	100.0	100.0	



MEDIA	17.745	ERROR ESTANDAR	0.253	MEDIANA	17.575
MODA	15.750	DESVIACION ESTAN.	1.186	VARIANCLIA	1.405
KURTOSIS	0.034	SKEWNESS	0.002	RANGO	391.500
	15.750		20.650	SMA	
CATEGORIAS	119	VALORES	0		

Si el recorrido de las unidades de recolección, además de cumplir con el servicio de recolección pretendiera optimar los recursos humanos y materiales con los que cuenta, así como ampliar la cobertura de servicio e ignorando (o resolviendo mejor) las causas por las que las unidades no acuden a la Unidad de Transferencia y sí al Relleno Sanitario, el recorrido-promedio sería el siguiente:

Recorrido de Campamento a Inicio de 1er. Viaje	6.025 Km.
" " 1er. Viaje	1.331 Km.
" " Fin de 1er. Viaje a U. de T.	7.322 Km.
" " U. de T. a Inicio de 2o. Viaje	7.317 Km.
" " 2o. Viaje	2.047 Km.
" " Fin de 2o. Viaje a U. de T.	7.317 Km.
" " U. de T. a Campamento	<u>.200 Km.</u>
T O T A L	31.559 Km. =====

La diferencia entre un recorrido y otro es de 50 Km. diarios por Unidad de Recolección, esta diferencia nos permite realizar una comparación entre las dos formas de realizar el recorrido total, teniendo una como destino final el Relleno Sanitario y la otra la Unidad de Transferencia.

Tomaremos como base 76 unidades de recolección para ambos casos y 3 operadores por unidad de recolección, con 30 Km/hr. de Vel. Prom. por unidad.



DESTINO CONCEPTO	Relleno Sanitario	Unidad de Transferencia
Km. Tot./día	6,080 Km.	3,800 Km.
Km. Tot./año	2,219,200 Km.	1,387,000 Km.
TIEMPO RECORRIDO:		
Tiempo Tot./año Horas-Hombre X Und.	<u>9 734 Hrs/Hombre X Unidad</u> Año	<u>6 084 Hrs /Hombre X Unidad</u> Año
Tiempo Tot./año Horas-Unidad	29,200 Hr.-Unidad	18,250 Hr.Unidad

Si asociáramos a las cifras anteriores el costo que cada unidad tiene por Km., Recorrido, el Combustible, los Lubricantes, las Refacciones, los Costos de Mantenimiento, las Llantas, etc., así como el pago de sueldos a -- peones y choferes y los gastos de administración y control tendríamos que en términos monetarios, la diferencia de ir de un destino a otro son cifras millonarias al año.

Lo anterior no viene más que a justificar y comprobar la necesidad de la Unidad de Transferencia y de que por lo menos las Unidades de Recolección domiciliaria acudan a ella.

La importancia de la Unidad de Transferencia como Origen-Destino radica en su localización respecto a los puntos de generación de basura en el lugar o zona determinada, ya que la distancia más grande que pudiese existir entre la Unidad de Transferencia y cualquier punto de la Delegación, es menos que los 18 Kms. que existen entre ésta y el Relleno Sanitario.

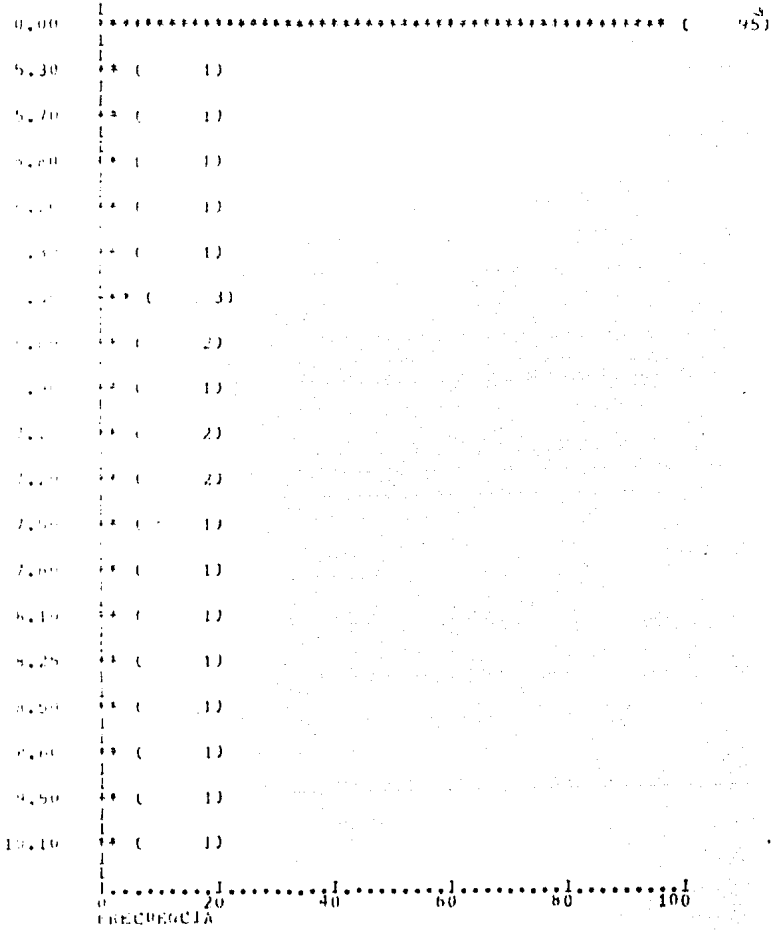
GRAFICA DE FRECUENCIAS

ARCHIVO: GRAFICA

## DISTANCIA DE LA PRIMERA VUELTA A LA UNIDAD DE TRANSFERENCIA

FRECUENCIA: CATEGORIA	CODIGO	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA AJUSTADA	FRECUENCIA ACUMULADA
	0.00	95	80.5	80.5	80.5
	5.30	1	0.8	0.8	81.3
	5.70	1	0.8	0.8	82.1
	5.80	1	0.8	0.8	82.9
	6.20	1	0.8	0.8	83.7
	6.30	1	0.8	0.8	84.5
	6.50	3	2.5	2.5	87.0
	6.60	2	1.7	1.7	88.7
	6.90	1	0.8	0.8	89.5
	7.10	2	1.7	1.7	91.2
	7.20	2	1.7	1.7	92.9
	7.50	1	0.8	0.8	93.7
	7.60	1	0.8	0.8	94.5
	8.10	1	0.8	0.8	95.3
	8.25	1	0.8	0.8	96.1
	8.50	1	0.8	0.8	96.9
	8.65	1	0.8	0.8	97.7
	9.50	1	0.8	0.8	98.5
	10.10	1	0.8	0.8	99.3
TOTAL		118	100.0	100.0	

PRIMERA VUELTA A UNIDAD DE TRANSFERENCIA



MEDIA 7.322  
 MODA 5.300  
 KURTOSIS -0.358  
 MINIMO 5.300  
 CASOS VALIDOS 118

ERROR ESTANDAR 0.313  
 DESVIACION ESTANDAR 1.328  
 SKEWNESS 0.444  
 MAXIMO 10.100  
 CASOS INVALIDOS 0

MEDIANA 7.150  
 VARIANCIA 1.763  
 RANGO 4.800  
 SUMA 131.800

GRAFICA DE FRECUENCIAS

ARCHIVO: GRAFICA

DISTANCIA DE LA UNIDAD DE TRANSFERENCIA AL  
SEGUNDO VIAJE.

ETIQUETA: CATEGORIA	CODIGO	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA AJUSTADA	FRECUENCIA ACUMULADA
	0.00	95	80.5	80.5	80.5
	5.30	1	0.8	0.8	81.4
	5.70	1	0.8	0.8	82.2
	5.80	1	0.8	0.8	83.1
	6.10	1	0.8	0.8	83.9
	6.30	1	0.8	0.8	84.7
	6.50	3	2.5	2.5	87.3
	6.60	2	1.7	1.7	89.0
	6.90	1	0.8	0.8	89.8
	7.10	2	1.7	1.7	91.5
	7.20	2	1.7	1.7	93.2
	7.50	1	0.8	0.8	94.1
	7.60	1	0.8	0.8	94.9
	8.10	1	0.8	0.8	95.7
	8.25	1	0.8	0.8	96.6
	8.50	1	0.8	0.8	97.5
	8.65	1	0.8	0.8	98.3
	9.50	1	0.8	0.8	99.2
	10.10	1	0.8	0.8	100.0
TOTAL		118	100.0	100.0	

UNIDAD DE TRANSFERENCIA A SEGUNDO VIAJE

CODIGO

CODIGO	FRECUENCIA
0.00	95
5.30	11
5.70	11
5.80	11
6.10	11
6.30	11
6.50	31
6.60	21
6.70	11
7.10	21
7.20	21
7.50	11
7.60	11
8.10	11
8.25	11
8.50	11
8.65	11
9.50	11
10.10	11

MEDIA	7.317	ERROR ESTANDAR	0.314	MEDIANA	7.150
MODA	5.300	DESVIACION ESTAN.	1.333	VARIANCIA	1.776
KURTOSIS	-0.381	SKEWNESS	10.100	RANGO	131.700
MINIMO	5.300	MAXIMO	10.100	SUMA	
CASOS VALIDOS	118	CASOS INVALIDOS	0		

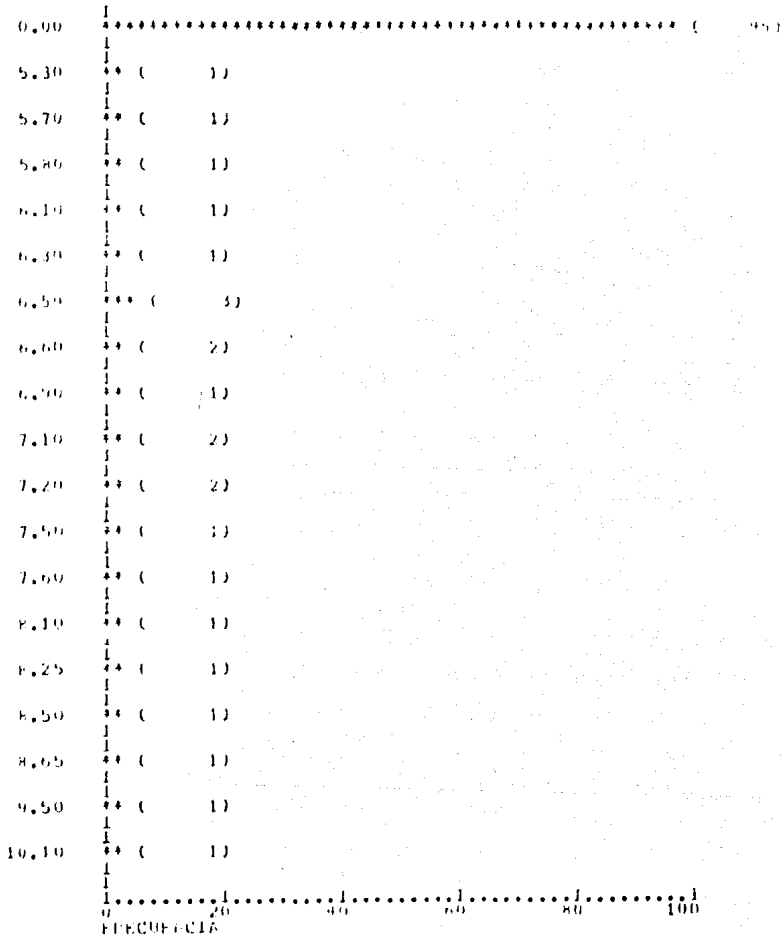
GRÁFICA DE FRECUENCIAS

ARCHIVO: GRAFICA

DISTANCIA DEL SEGUNDO VIAJE A LA UNIDAD DE  
TRANSFERENCIA (KM)

ETIQUETA: CATEGORIA	CODIGO	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA AJUSTADA	FRECUENCIA ACUMULADA
	0.00	95	80.5	80.5	80.5
	5.30	1	0.8	0.8	81.3
	5.70	1	0.8	0.8	82.2
	5.80	1	0.8	0.8	83.1
	6.10	1	0.8	0.8	83.9
	6.30	1	0.8	0.8	84.7
	6.50	3	2.5	2.5	87.3
	6.60	2	1.7	1.7	89.0
	6.90	1	0.8	0.8	89.8
	7.10	2	1.7	1.7	91.5
	7.20	2	1.7	1.7	93.2
	7.50	1	0.8	0.8	94.1
	7.60	1	0.8	0.8	94.9
	8.10	1	0.8	0.8	95.7
	8.25	1	0.8	0.8	96.6
	8.50	1	0.8	0.8	97.5
	8.65	1	0.8	0.8	98.3
	9.50	1	0.8	0.8	99.2
	10.10	1	0.8	0.8	100.0
TOTAL		118	100.0	100.0	

SEGUNDO VIAJE A UNIDAD DE TRANSFERENCIA (KM)



MEDIA	7.317	ERROR ESTANDAR	0.314	MEDIANA	7.150
MODA	5.300	DESVIACION ESTAN	1.333	VARIANCIA	1.776
KURTOSIS	-0.371	SKEWNESS	0.401	RANGO	4.000
MINIMO	5.300	MAXIMO	10.100	SUMA	131.700
CASOS VALIDOS	118	CASOS INVALIDOS	0		

## MACRORUTAS Y MICRORUTAS.

En el análisis anterior observamos que existen algunos recorridos que no varían, ya que permanecen constantes independientemente de que las unidades de recolección tiren la basura en Relleno Sanitario o Unidad de Transferencia, dichos recorridos son:

- . Recorrido de Campamento a Inicio de Ruta, al cual designaremos Macro-ruta.
- . Recorrido de la ruta de recolección "Pura" a la cual llamaremos Micro-ruta.

Los anteriores recorridos distan mucho de ser óptimos, ya que existen diferentes razones que modifican o alteran la ruta más corta que se podría realizar, dichas razones son las siguientes:

- . Falta de Planeación en lo que respecta a la asignación de Unidades de Recolección a las zonas o sectores de la Delegación, ya que esta asignación se realiza en base a la experiencia de peones y choferes y no en relación de la densidad de población del lugar, o del número de comercios o industrias que ahí existan.
- . Restricciones viales y de tránsito, existen elementos de vialidad, tales como camellones, cuchillas, callejones, cerradas, preferencias de paso, sentido de circulación en las calles, vueltas prohibidas, etc., que provocan que los camiones tengan que desviarse, rodear, dejar de cubrir algunas zonas o calles cerradas al tránsito y en el peor de los casos dejar de prestar el servicio en una calle completa, tales circunstancias se pueden prever y planear si existiera una adecuada planeación de las Mi-



erorutas y se tuviera un conocimiento y dominio de la zona o sector a cubrir, además de ser la velocidad promedio a la que se puede circular tomando en cuenta paradas, tiempos de espera, tiempos de recorrido, etc.

— . Por intereses particulares, creados y para beneficio de las personas que intervienen directa o indirectamente en la asignación de recursos, así como en la planeación de las rutas, dichos intereses están basados en un tipo de recolección que se realiza directamente a domicilio por las unidades de recolección de la Oficina de Limpia y que por lo regular se hace en comercios, restaurantes, talleres, obras en construcción y por lo general en cualquier lugar donde el volumen de la basura haga necesario el uso de un camión, a cambio de la prestación del servicio el particular sufragará una cantidad de dinero previamente pactada con el chofer del camión. Lo anterior provoca una baja en el servicio, fomenta la creación de tiraderos en la vía pública por la necesidad que tienen los usuarios de tirar su basura o en su defecto entregarla al Barrendero del Carrito, el cual sólo debe de realizar la limpieza de las calles y claro él recibirá la basura previa remuneración económica, que el usuario deberá de entregar, el ciclo no para ahí ya que a su vez el barrendero del carrito, deberá entregar una remuneración al encargado de recoger la basura de los barrenderos, el cual es el chofer del camión recolector quien a su vez deberá de entregar la cuota antes mencionada en la Unidad de Transferencia, para poder tirar ahí.

Fomentándose de esta manera la corrupción entre el personal de la Oficina de Limpia.

Nosotros nos preguntamos si las tendencias parásitas de este nuestro País, no están tendiendo a acabar con él.

## 2.4 ORIGENES DE LAS UNIDADES DE RECOLECCION.

### DEFINICIÓN DE ORIGENES.

Los orígenes de las unidades de recolección son los puntos principales - del servicio de limpia de la Delegación Venustiano Carranza; por eso para llevar a cabo una optimización del sistema necesitamos detectar aquellos - problemas en estos puntos, que sean susceptibles de mejorarse o evitarse. Para una mejor identificación de los problemas en nuestros orígenes, divi diremos este punto en los cuatro incisos anteriores del capítulo anterior.

#### a) Esquinas de Recolección.

Dentro de los problemas en el servicio de recolección a esquinas, se tienen dos situaciones fundamentales.

- . El servicio de recolección es irregular.
- . El servicio impone un horario fijo de recolección.

En estos dos casos, se provoca la situación de que no se tire la basura - en las unidades de recolección, lo que hace que, en las casas habitación - se acumule la basura, y como la mayor parte de ésta es materia orgánica, - su descomposición es rápida ocasionando los problemas de contaminación -- descritos con anterioridad.

Lo anterior también constituye en gran parte a la formación de montones - tradicionales y que los usuarios se vean en la necesidad de dar su basura a los empleados de barrido manual.

En el segundo caso podemos añadir, que la actividad desarrollada por gran

parte de los usuarios les impone tirar su basura a una hora fija, esto se ha atacado exitosamente en algunas Unidades Habitacionales, donde se ha implantado el uso de contenedores, que son depósitos permanentes de recolección con los que los usuarios tienen la comodidad de tirar su basura a cualquier hora y sin recorrer mucha distancia. Sin embargo, con los recursos actuales, no es posible cambiar el sistema actual, para usar contenedores, por lo que en nuestro estudio nos abocaremos a que el servicio sea eficiente y a horas accesibles.

#### b) Paradas de Barrenderos.

Debido a una deficiente planeación en la cantidad a recolectar por la Unidad de Limpia, se tiene el problema de que el camión se llene antes de llegar a la parada de barrenderos, ocasionando que los empleados de barrido manual tengan que esperar a que el camión vaya a depositar la basura de su recorrido al centro de depósito final, con lo que el servicio de recolección de estos puntos se retrasa de 2 a 3 horas. Es entonces recomendable que la unidad de recolección tenga el número apropiado de paradas de barrenderos para que se de un servicio de recolección eficiente a estos puntos.

#### c) Montón tradicional.

El montón tradicional es un problema tanto del sistema de recolección como de la comunidad. El montón tradicional se forma en un lugar específico y quienes lo generan son los habitantes de alrededor. Dos de las causas de este problema fueron los mencionados con anterioridad en el inciso a), pero existe otra cosa que debe tomarse muy en cuenta, que es, que la-

gente se acostumbra a tirar la basura ahí aunque haya un buen servicio de recolección. Este último es a nivel educacional y se necesita de una campaña para evitar la generación de tiraderos en la vía pública.

#### d) Escuelas.

En estos lugares, dado que la mayor parte de la basura es material inorgánico no hay problema de descomposición de los desechos sólidos, y estos pueden permanecer varios días sin que se causen problemas de contaminación. Únicamente nos restaría llevar a cabo una buena planeación para que estos orígenes tengan un servicio de recolección continuo y eficiente. Se puede decir, que, en realidad el servicio de Limpia de la Delegación funciona, ya que si tomamos en cuenta las casas habitación, cuando no pasa el camión recolector, el empleado de barrido manual se encarga de recoger la basura bajo una retribución económica, aunque a las calles no se les atiende debidamente. Esta transposición de funciones ha hecho que en las zonas de estrato social bajo a las calles no se les de servicio y por lo tanto los empleados de barrido manual no realicen las labores que se les ha encomendado. Lo anterior debe obligarnos a planear bien el servicio de las unidades de recolección, de tal manera que se eviten los problemas descritos con anterioridad.

Los montones tradicionales, descritos y cuantificados en el capítulo anterior, son recogidos también por los camiones de recolección domiciliaria cuando en el recorrido de su ruta los encuentran.

Dentro de cada una de las 76 rutas de recolección, tenemos un promedio de 4 montones tradicionales como se puede observar en la siguiente gráfica, lo que significa un total de 304 montones tradicionales de la Delegación con aproximadamente 900 Ton. cada uno, lo que nos da una producción diaria de basura en montones tradicionales de 273.600 Ton.

Cabe señalar que dentro de esta cantidad, se encuentra también la basura que se genera en tianguis, mercados sobre ruedas y tiraderos de desechos industriales en Zona de Fábricas.

Para la recolección de los Montones Tradicionales no existen rutas definidas, ya que esta actividad viene a ser una sub-actividad de la recolección domiciliaria, debiendo de existir camiones y rutas asignadas expreso para esta actividad, con el objeto de no desviar los recursos de recolección domiciliaria en otras actividades, que únicamente propician la deficiencia del servicio y disminuir la cobertura.

## 2.5 DESTINO DE LAS UNIDADES DE RECOLECCIÓN

### UNIDAD DE TRANSFERENCIA

Como ya se mencionó, la Unidad de Transferencia es un factor importante en el nivel de servicio de las unidades de recolección, incide directamente en el servicio que día a día se presta a la ciudadanía, en lo que a recolección de basura se refiere.

En el uso y operación actual de la Unidad de Transferencia, se identificó una problemática que afecta el nivel de servicio, en los puntos siguientes:

- 1) Inactividad de trailers y cajas compactadoras.
  - 2) Filas de espera de unidades de recolección para la descarga de basura.
  - 3) Mínima utilización de la unidad de transferencia.
- 1) El horario de servicio es de las 7:00 a las 18:00 horas, todos los días del año, sin embargo el servicio se inicia hasta las 10:00 horas cuando las unidades de recolección llegan a la unidad de transferencia para descargar la basura recolectada, después de cargar combustible, atender las primeras rutas de recolección y los montones tradicionales; actividades que realizan entre las 7:00 horas y 10:00 horas, periodo en que la unidad de transferencia está inactiva.
  - 2) Las filas de espera se forman debido a que no se encuentran en operación continua las cinco tolvas. Las causas son:
    - Cierre de una de las cinco tolvas, por ausencia de caja compactadora en tránsito a la unidad de transferencia.

- . La tolva permanece cerrada el tiempo que emplea el trailer y la caja compactadora en realizar un viaje de ida y vuelta al relleno sanitario, para la disposición final de la basura son aproximadamente 2:30 horas.
- . Cierre de una tolva por ausencia de cajas compactadoras en mantenimiento correctivo, la caja compactadora está fuera de servicio por espacio de varios meses.
- . Cierre de tolva debido a que la caja compactadora está llena y el trailer está en mantenimiento correctivo. La tolva permanece cerrada hasta que el trailer es reparado u otro trailer en uso, lo substituye.

Lo anterior, provoca que las unidades de recolección pierdan tiempo en la unidad de transferencia, mientras esperan por el servicio, tiempo en que se deja de recolectar basura en las rutas existentes y en su transportación, lo cual disminuye el número de rutas de recolección atendidas.

3) La baja utilización de la unidad de transferencia se detectó del total de las unidades de recolección domiciliaria, el número de unidades que acuden a la unidad de transferencia y el número de unidades que acuden directamente al relleno sanitario.

El número de unidades de recolección que acuden a la unidad de transferencia, representa el 39% del total de las unidades. Lo anterior se puede explicar en términos de una cuota que los operarios de las unidades de recolección deben entregar en la unidad de transferencia para que puedan depositar la basura en sus tolvas, lo que provoca que los operadores que no estén dispuestos a entregar la cuota, acudan al relleno sanitario a depositar la basura.

Las unidades de recolección que no utilizan las unidades de transferencia y acuden al relleno sanitario, provocan las siguientes anomalías.

- 1) Tiempo excesivo de transportación de basura.
- 2) Disminución de tiempo de recolección de basura.
- 3) Consumo excesivo de combustible.
- 4) Uso excesivo y desgaste de la unidad de recolección.
- 5) Inactividad de dos ayudantes durante el recorrido de ida y vuelta a la unidad de transferencia.

#### RELLENO SANITARIO.

El Relleno Sanitario es un factor importante en la disposición final de la basura producida y recolectada en la Delegación Venustiano Carranza.

En el uso y operación actual del relleno sanitario se identificó la siguiente problemática que afecta directamente sus objetivos:

- 1.- Recepción de unidades de recolección domiciliaria.
- 2.- Recepción indiscriminada de todos los tipos de basura.

1.- El sistema de recolección domiciliaria, exige una alta disponibilidad de unidades de recolección, empleados en la recolección y transportación de la basura, así como de una alta disponibilidad de los trailers y cajas compactadoras, empleados en la unidad de transferencia en la recepción de la basura de las unidades de recolección.

En la actualidad el personal del relleno sanitario presta atención y admite basura de unidades de recolección domiciliaria, mismas que debieran de acudir a las unidades de transferencia, con el consiguiente ahorro de tiempo, combustible y vida útil de la unidad.



Lo anterior provoca también tiempos de espera de trailers y otras unidades de recolección que acuden al relleno sanitario.

2.- El relleno sanitario, su uso y funcionamiento está sujeto a normas para cumplir su ciclo normal a través de los años.

Las normas a que se refiere, es al depósito de tipos de basura biodegradable únicamente, pero en la actualidad esto no se observa, ya que se depositan en el relleno sanitario todos los tipos de basura, desechos sólidos y residuos sólidos que se recolectan.

## 2.6 HIPOTESIS

### UNIDADES DE RECOLECCION

Como se ha analizado en el presente capítulo, existe determinado tipo de camiones para determinada actividad de Recolección.

El número de camiones, la frecuencia de recolección, así como el tipo de actividad que se pretenda realizar, serán los factores que determinen la forma y la cantidad en que se deberán distribuir las unidades de recolección en las zonas o sectores, que por el monto de la basura que ahí se -- originen; sean necesarias.

La forma en que en la actualidad se distribuyen las Unidades es anárquica, ineficiente e inadecuada ya que, por ejemplo, en la recolección domiciliaria, los camiones no cubren su ruta, además, tienen que recoger en montones tradicionales, paradas de barrenderos y escuelas, pudiendo realizar esta actividad otro tipo de camión más adecuado para cada fin destinando una ruta fija a cada tipo de actividad. Por ejemplo, en base a la generación de basura en montones tradicionales por día y al número que de estos existan, asignar un número de camiones tipo volteo y en base a su capacidad asignar el número necesario de estos y el número de corridas que deberán efectuar cada uno para cubrir esta actividad.

Con respecto a la recolección en mercados existen una o dos cajas abiertas que están paradas en el lugar hasta que son llenadas y esto por lo regular lleva todo el día, estas cajas pudiesen prestar un mejor servicio - en la Unidad de Transferencia, al asignar a mercados el número de volteos necesarios para esta actividad.

Por lo anterior, se hace imprescindible al creación de un método adecuado y eficiente, además de dinámico, para poder establecer de manera constante lo siguiente en base a la producción de basura de la Delegación.

- . Tener el número de camiones necesarios para cubrir la Recolección.
- . Programar el número de corridas necesarias por camión.
- . Destinar el tipo de camión a determinada actividad en base a su capacidad y su diseño de construcción.

El conocimiento y aplicación de nuestros recursos de equipo, hará posible que además de cubrir la recolección, podamos determinar programas de mantenimiento preventivo y correctivo, así como una rotación del equipo, misma que redundará en menores tiempos de estancia en el servicio de todas y cada una de las unidades.

- . CON RESPECTO AL RECORRIDO CAMPAMENTO. INICIO DE RUTA.

Dentro de la Delegación existen 4 sectores compuestos por las colonias de la misma, estas colonias son nuestros centros de demanda y precisamente - es esto, la demanda, lo que nos determina, además de su ubicación, la forma en que de manera individual para cada colonia se distribuirán el número y el tipo de unidad que se deberá asignar; de antemano y por la aplicación de un método para conocer la producción total de basura que se genera en la Delegación, sabemos el número total de unidades con las que debemos de contar, pero existe la necesidad de distribuir estos de manera seccional en la propia Delegación de tal manera que se logre lo siguiente:

- . Que la distribución de los camiones sea la óptima y adecuada.
- . Que el tiempo de recorrido de cada unidad sea el mínimo.
- . Que se cubra la demanda sectorial.

Por lo anterior se hace necesario la creación y aplicación de un método - que nos determine lo anterior para lograr que desde la asignación de las unidades a las colonias o centros de demanda, hasta el recorrido del campamento al inicio de ruta sean los óptimos.

- . CON RESPECTO A LA TRAYECTORIA DE RUTA DE RECOLECCION.

En el desarrollo de este capítulo, también se ha señalado la forma y el - porqué de las rutas, sin embargo éstas están mal planeadas, ya que los camiones tocan un mismo punto hasta más de dos veces, recorren la misma calle hasta en tres ocasiones, tienen que circular en sentidos contrarios, - o hacer paradas en doble fila. Por esto es que se hace necesario un dise

ño de las rutas que satisfagan los requerimientos del servicio y que eviten las deficiencias antes mencionadas.

— . CON RESPECTO A LAS LINEAS DE ESPERA EN LA UNIDAD DE TRANSFERENCIA.

Por ser a la vez el destino — origen más importante de las unidades de recolección, se hace necesaria la creación de un método que además de evitar tiempos de espera por parte de los camiones haga que el servicio que proporciona a la Unidad de Transferencia cumpla con sus objetivos y que justifique su existencia en el lugar y en la cantidad que fuese necesaria.

CAPITULO 3

MARCO TEORICO

### 3.1. Análisis Estadístico de Datos.

Debido a la diversidad y magnitud de la información manejada en el sistema de recolección de desechos sólidos de la Delegación Venustiano Carranza, fue necesario que esta información se tratara de tal manera que se pudiesen tomar decisiones al respecto. Por lo que se empleó un paquete estadístico para determinar las características del sistema en estudio, obteniéndose como resultado, promedios de recolección, desviaciones estándar, frecuencias de las distancias recorridas por camión, etc. Todo esto nos llevó a métodos de análisis más precisos, con los cuales podíamos identificar los problemas y presentar en este capítulo métodos viables de solución. Sin duda la información recopilada en un sistema, da la base a una buena o mala planeación, por lo que se presentará en el Capítulo 4 la descripción del paquete utilizado, con los datos que se requieren de entrada y con las salidas que ofrece el programa.

Aunque se obtuvieron la mayoría de los datos requeridos para aplicar los métodos escogidos, no en todos los municipios o asentamientos humanos se cuenta con la información requerida, por lo que muchos parámetros poblacionales es necesario estimarlos, debiéndose ir a la población misma y tomar los datos de campo.

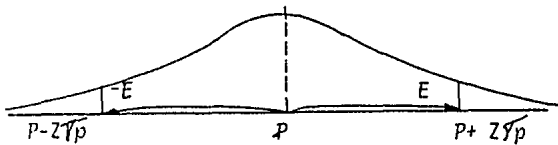
Como no se pueden tomar todos los datos de una población, es necesario determinar un tamaño de muestra que sea representativa para los parámetros a estimar. Hay dos datos que no se pueden obtener para un sistema de recolección que son:

- Generación de basura por día en las casas habitación.
- Tiempos para recolectar la basura por tipo de camión.

En los dos casos el número de eventos es mayor a 30, por lo que es factible utilizar una distribución normal. La forma de llevar a cabo el muestreo debe ser aleatorio de manera que cualquier evento tenga la misma probabilidad de ocurrencia.

Para cada caso, debe contabilizarse el tamaño de la población, salvo para el de generación de basura por casa habitación, mismo que debe hacerse estratificado, o sea dividir la población en niveles económicos llamados estratos sociales, con lo que se tendrán grupos más homogéneos y sus estadísticas serán más representativas. A continuación se describe brevemente la determinación del tamaño de una muestra con distribución normal.

Sea la curva normal



Nuestro intervalo de confianza será:

$$P \pm Z\sqrt{p} = P \pm E \quad \text{donde} \quad E = Z\sqrt{p} \quad \dots (1)$$

donde:

$E$  = El error muestral, o la diferencia entre una proporción muestral  $P$ ; es decir  $E = p - p$



Cuando  $\sqrt{p}$  es sustituido por  $\sqrt{PQ/n}$

La ecuación (1) se transforma en:

$$E = Z \sqrt{p} = Z \cdot \sqrt{\frac{PQ}{n}} ; \quad \sqrt{\frac{PQ}{n}} = \frac{E}{Z}$$

Elevando al cuadrado ambos miembros

$$\frac{PQ}{n} = \left(\frac{E}{Z}\right)^2 = \frac{E^2}{Z^2}$$

De aquí obtenemos n:

Donde:

$$n = \frac{Z^2 P Q}{E^2} \quad \text{que es el tamaño de muestra que necesitamos}$$

$\sqrt{\frac{PQ}{n}}$  . Es el error estándar de la distribución en el muestreo para una población finita.

E: Es el error muestral máximo especificado en forma de proporción.

P: Proporción poblacional, puede ser estimado de la experiencia pasada.

Q: - 1-P Puesto que el máximo valor del producto PQ es (0.5) (0.5) = 0.25 para una seguridad del 50% (0.5) es usualmente asignado a ambos factores P y Q.

(Referencia 5.)\*

Los libros de referencia se encuentran al final en la bibliografía.

### 3.2 Programación Lineal

Empezaremos definiendo a nuestro sistema de recolección como un conjunto de elementos como son: personal, camiones, unidad de transferencia, taller de mantenimiento, etc., que interactúan entre sí para lograr un objetivo común, que es el de dar un servicio de recolección de basura eficiente.

Como ya mencionamos, nuestro objetivo es el de optimizar este sistema, para lo cual haremos uso de la programación lineal, que es un medio matemático que permite asignar una cantidad fija de recursos a la satisfacción de una demanda determinada en tal forma que, mientras se optimiza algún objetivo, se satisfacen otras condiciones definidas (Ref. 7).

Para poder utilizar la programación lineal es necesario que el sistema de cuestión satisfaga ciertas condiciones que limitan la aplicabilidad de este método y que son:

#### Proporcionalidad.

Esto implica que nuestro sistema debe ser lineal, por lo que cada recurso utilizado será proporcional al nivel de cada actividad tomada individualmente. Esto es, si para nuestro sistema aumentamos el número de camiones, para la actividad de recoger basura, se debe poder entonces, recoger en la misma proporción al número de camiones aumentados, o para la actividad de ir un camión de un punto  $a_1$  a  $a_2$  donde se hace en un tiempo  $t_1$ , se tendrá que al duplicar la distancia, el tiempo realizado deberá ser  $2t_1$ .

### Nonegatividad

Esta característica de los sistemas lineales toma en cuenta que ninguna actividad del sistema puede tomar valores negativos, lo que equivale a decir que no se pueden mandar  $-n$  camiones a un centro de demanda, esto se tomará en cuenta como una restricción en el modelado del sistema.

### Aditividad

La proporcionalidad no nos garantiza la linealidad de nuestro sistema, hay actividades que interactúan conjuntamente y que disminuyen el uso total de algún recurso, por ejemplo: si dejamos de utilizar un tipo de camión, los costos de los restantes variarán por trabajar horas extras además de incrementarse su mantenimiento, con lo que se ve que el total de un recurso utilizado, resultante de una operación conjunta de actividades, debe igualar las respectivas sumas de cada actividad llevadas individualmente.

En general ningún sistema es lineal, siempre hay factores que no pueden controlarse dentro del mismo, como por ejemplo; en los tiempos de ruta el tráfico es un factor variable, existen descomposturas inesperadas, la generación de basura varía según el día, el incremento de alguna actividad no incrementa proporcionalmente el nivel del recurso utilizado, sin embargo - aún para sistemas no lineales, en un cierto rango la aplicabilidad de la programación lineal puede ser eficiente en la toma de decisiones, siempre y cuando el modelo matemático formulado para el sistema represente lo más fielmente posible a la realidad.

Para nuestro estudio, tomaremos las actividades desarrolladas por el sistema de recolección como lineales y las desviaciones causadas por factores - imponderables de tal manera, que no afecten significativamente la linealidad de Éste.

Una vez definidas las actividades, limitaciones y recursos disponibles del sistema de recolección de desechos sólidos, es necesario replantearlo de - tal manera que su análisis sea más accesible. La forma más conveniente en este caso, es utilizar un modelo matemático que es una manera de representar idealmente a la realidad y donde se pueden obtener las siguientes ventajas:

- La visualización del problema es más consistente y simplificada.
- Facilita el tratamiento con el problema, al analizar conjuntamente las - interrelaciones de las actividades.
- Es un enlace entre las técnicas matemáticas y las computadoras para lle - var a cabo el análisis de sistema.

Se debe tener especial cuidado al elaborar el modelo para asegurar que el - mismo representa válidamente al problema en cuestión, de otro modo el re - sultado obtenido del análisis no servirá para que resulte de Él una buena - decisión. Por todo esto, la formulación del modelo debe tratar de tomar - todas las actividades y restricciones del sistema.

El primer paso consiste en definir el objetivo del sistema y posteriormente las actividades con sus restricciones a que está sujeto. La finalidad de - cualquier programa lineal, consiste en maximizar o minimizar una función -

económica u objetivo "Z", donde intervienen las variables de decisión del sistema (o actividades), a su vez éstas están ligadas entre sí por relaciones lineales que forman un sistema de ecuaciones o desigualdades llamadas restricciones del fenómeno.

A continuación se presenta un modelo general de programación lineal con su solución geométrica (Ref. 3)

$$\text{Función objetivo } M_{in} \quad Z = -\text{Max} \quad Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n$$

Sujeto a:

$$A_{11} X_1 + A_{12} X_2 + \dots + A_{1n} X_n \geq b_1$$

$$A_{21} X_1 + A_{22} X_2 + \dots + A_{2n} X_n \geq b_2$$

•

•

•

•

$$A_{m1} X_1 + A_{m2} X_2 + \dots + A_{mn} X_n \geq b_m$$

donde:

$$C_1, C_2, \dots, C_n = \text{Coeficientes de costo}$$

$$X_1, X_2, \dots, X_n = \text{Variables de decisión.}$$

$$b_1, b_2, \dots, b_m = \text{Requerimientos mínimos que deben satisfacerse.}$$

y

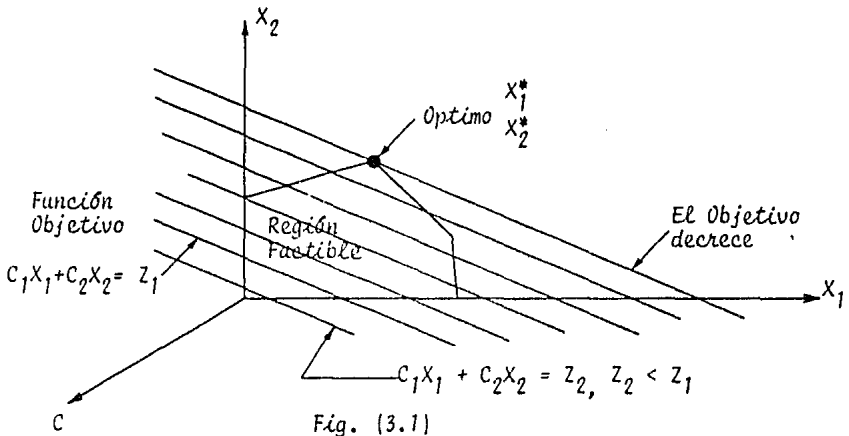
$$X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0 \quad \text{Restricciones de no negatividad.}$$

El conjunto de todas las variables se llama región factible.

La representación vectorial del modelo es la siguiente

$$\begin{aligned} \text{Min } Z &= CX \\ \text{s.a. } &AX \leq b \\ &X \geq 0 \end{aligned}$$

La representación gráfica del modelo con el método geométrico de solución, nos ayudará a visualizar un problema de programación lineal con su respectiva solución, aunque este método sólo es adecuado para problemas con un pequeño número de variables.



En esta gráfica se puede ver que todas las posibles soluciones, están dentro de un área acotada por líneas rectas, llamadas REGION FACTIBLE. Estas soluciones satisfacen las restricciones que se indican por una área sombreada, donde existe un número infinito de soluciones factibles, lo que hace imposible enumerarlas.

Lo ventajoso de la programación lineal es que sólo hace uso de ecuaciones lineales y de desigualdades, sabemos que la solución óptima ocurre en el contorno de la REGION FACTIBLE, ya sea para minimizar o maximar. La solución óptima ocurre en el punto donde se interceptan dos o más líneas rectas.

La primera aplicación de la programación lineal, será la de optimizar el número de camiones de recolección utilizados por el sistema. Por lo que se propone un modelo general para cualquier asentamiento humano con un sistema de recolección de desechos sólidos con características similares al de nuestro estudio.

La función objetivo consistirá en minimizar los costos/Kg.\* de las unidades de recolección.

$$Z = \sum_{i=1}^n C_i X_i$$

Donde:

$C_i$  Costo/Kg de cada tipo de camión empleado

$X_i$  Número de camiones a determinar por tipo

$n$  Número total de camiones empleados.

1a. Restricción.

$$\sum_{i=1}^n W_i X_i N_i \geq S/2$$

\* Costo por cada Kg. de basura recolectada.

$W_i$  Peso en Kg. de la basura que puede recolectar cada tipo de camión empleado.

$N_i$  Número de viajes por día de cada tipo de camión empleado. --  
Los viajes pueden hacerse completos o fraccionarios.

$$S = (PG + B) \cdot 7/d$$

Donde:

$S$  Producción de basura en [kg/día]

$P$  Población en habitantes [h]

$G$  Generación en [Kg/hab/día]

$B$  Otro tipo de basura recogida en la ciudad en [Kg/día]

$d$  Días laborables en la semana.

Esta restricción es sólo aplicable para una frecuencia de recolección de 3 días por semana, dado que en algunos sectores se recoge 3 veces por semana únicamente.

2a. Restricción.

$$x_1 \leq a$$

$$x_2 \leq b$$

•

•

$$x_{(n-1)} \leq p$$



Donde:

$a, b, \dots, p$  Número de camiones actuales de cada tipo en existencia.

3a. Restricción (Presupuestal para nuevas adquisiciones).

$$P_a X_j \leq L$$

Donde:

$P_a$  Precio de adquisición de un chasis con carrocería de recolección nuevo.

$X_j$  Número de vehículos de recolección nuevos.

$L$  Presupuesto que la Delegación o municipio puede erogar para adquirir un equipo nuevo.

(Referencia 8).

Las restricciones pueden modificarse o añadir más según sea el sistema en estudio. Con el modelo anterior trataremos de encontrar el número de camiones óptimo, de tal manera que se cumplan las restricciones del sistema y se minimicen los costos/Kg. de los tipos de camiones empleados.

### 3.2.1. "Método Simplex"

El "Método Simplex" es aquel que se utiliza para resolver cualquier problema de programación lineal. Este método es un procedimiento algebraico que progresivamente se acerca a la solución óptima a través de un proceso iterativo bien definido, que actúa hasta que la optimización es finalmente al

canzada. Este procedimiento se puede decir que es mecánico y puede hacerse manualmente, sin embargo por lo general se necesita tiempo y paciencia para resolverlo. También es factible programarlo para una computadora digital y por lo general se acostumbra hacerlo así para ahorrar tiempo sin restricciones de dimensión.

Para nuestro estudio, se representará el método simplex en formato de Tableau, donde el problema de programación lineal se muestra de la siguiente manera:

$$\text{Min } Z = C_B X_B + C_N X_n$$

S.A.

$$Z - C_B X_B - C_N X_n = 0$$

$$B X_B + N X_N = b$$

$$X_B, X_n \geq 0 ;$$

$$C = [C_B, C_N]$$

Donde:

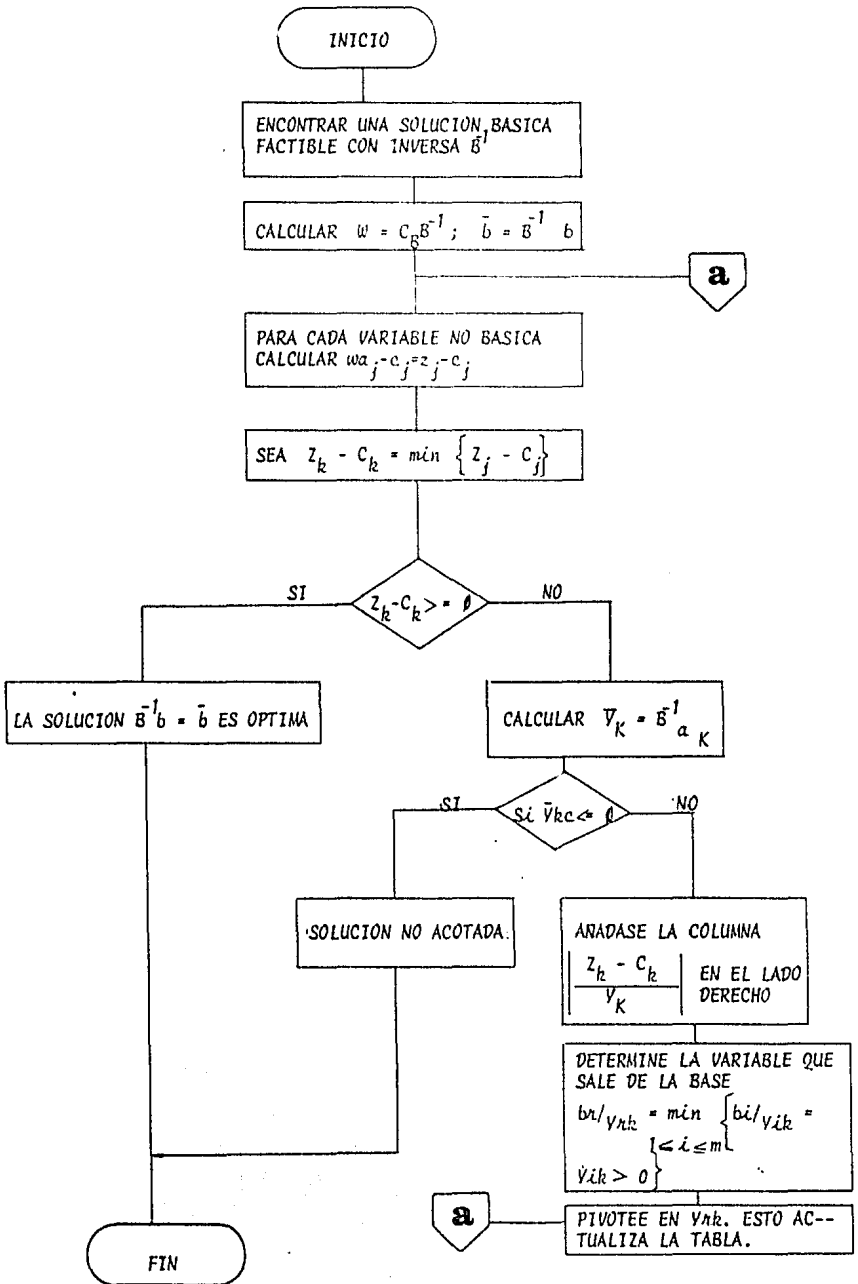
$C_B$  = Vector de costos básicos

$C_N$  = Vector de costos no básicos

$X_B$  = Matriz de variables básicas

$X_N$  = Matriz de variables no básicas

En donde:



En donde:

$$X = \begin{pmatrix} X_B \\ X_N \end{pmatrix}; \quad \left. \begin{array}{l} X_B = B^{-1}b \\ X_N = 0 \end{array} \right\} \text{ Se llama una solución básica del sistema.}$$

Si  $X_B \geq 0$ , entonces  $X$  se llama solución básica factible del sistema.

Aquí  $B$  se le llama Matriz básica (o simplemente la base) y  $N$  se le llama Matriz no básica. Las componentes de  $X_B$  se llaman variables básicas, y las componentes de  $X_N$  se llaman variables no básicas. Si  $X_B > 0$ , entonces  $X$  se llama solución básica factible no degenerada y si al menos una componente de  $X_B$  es cero, entonces  $X$  se llama solución básica factible degenerada.

La representación en forma de Tableau queda de la siguiente manera:

	Z	$X_N$	$X_B$
	$C \cdot B^{-1} b$	$Cb \ B^{-1} N - C_N$	0
$X_B$	$B^{-1} b$	$B^{-1} N$	I

Para nuestro caso, que es el de programar el algoritmo simplex, en una microcomputadora, usaremos un método especial para el procedimiento Simplex, que es el "método simplex revisado".

El método simplex revisado es un procedimiento sistemático utilizado para acomodar los pasos del método simplex en un arreglo más pequeño, lo que nos ahorrará espacio de memoria y nos dará una rapidez mayor. La representación en forma de Tableau es la siguiente:

$C_B B^{-1} b$	$w$
$B^{-1} b = \bar{b}$	$B^{-1}$

Donde  $w = C_B B^{-1}$

Con las matrices y vectores del Tableau es posible reconstruir el Tableau del simplex, así podremos obtener el valor de las variables no básicas - - ( $X_N$ ) que a su vez nos darán los precios sombra, que son los costos de las variables que nos harían decrecer el valor de la función objetivo si  $X_N \geq 0$ .

A continuación se muestra el diagrama de flujo del método simplex revisado.

### 3.2.1.1. Programación Entera

En muchos problemas prácticos, las variables de decisión sólo tienen sentido cuando toman valores enteros. Por ejemplo, es común asignar hombres, máquinas y vehículos a actividades en cantidades enteras. Esta restricción es difícil manejarla matemáticamente, sin embargo han habido grandes avances para desarrollar procedimientos de solución para el caso de problemas de programación lineal sujetos a esta restricción adicional, en la que las variables de decisión deben tener valores enteros.

En nuestro problema que será el de obtener el número óptimo de cada tipo de camión, cumpliendo con la restricción de que las variables deben ser enteras, no es válido al obtener un resultado no entero, redondear las variables al valor entero más cercano, ya que lo más probable es que el nuevo resultado no se encuentre en la zona acotada del plano convexo de solución.

La ilustración gráfica de un problema de programación entera es el siguiente (Ref. 1).

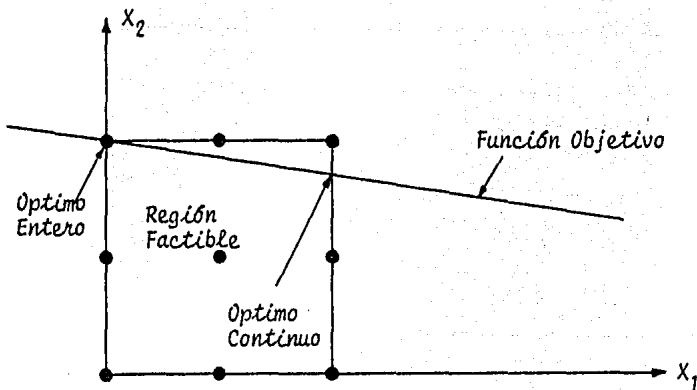


Fig. 3.2.

El problema entero general (Ref. 3) puede ser definido como:

$$\text{Min } G = G_0(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

S.A.

$$G_i(X_1, X_2, \dots, X_n) \begin{cases} \leq \\ = \\ \geq \end{cases} b_i, \quad i \in M = 1, 2, \dots, m$$

$$X \geq 0$$

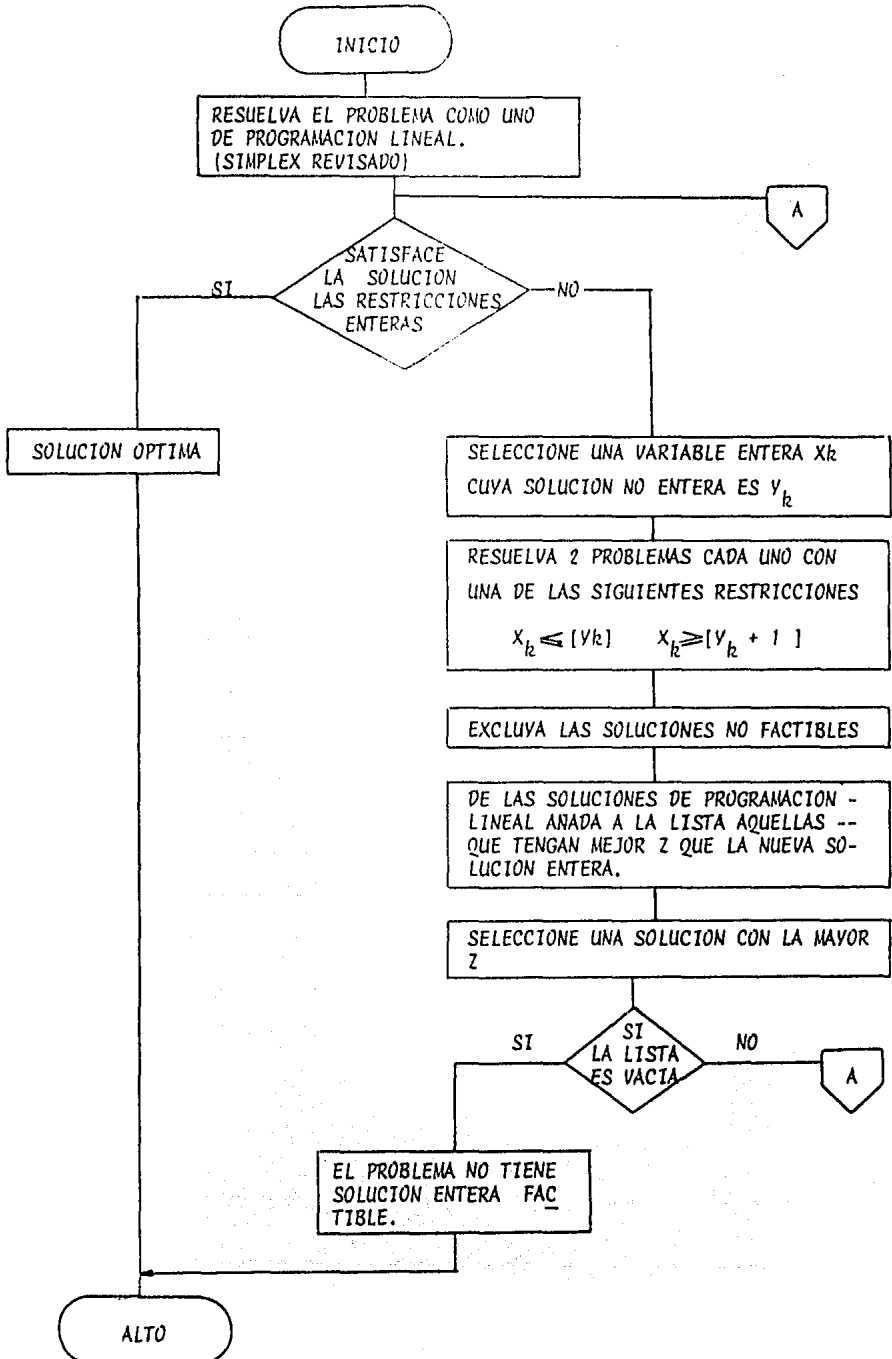
$$X_j, \text{ entero } \quad j \in I \quad \quad j \in M = 1, 2, \dots, n$$

Uno de los algoritmos para solucionar problemas de programación entera es el de Ramificación y Acotamiento, (Ref. 3), este método utiliza el algoritmo simplex, modificando el problema hasta llegar a la solución entera. La idea principal radica en que cualquier problema de programación lineal cuyo conjunto de soluciones factibles enteras, coincide con el conjunto de soluciones factibles para el problema lineal entero de interés. Si la mejor solución factible para el problema lineal es una solución entera, entonces debe ser la mejor solución factible para el problema en cuestión. Lo que se requiere, es encontrar el problema de programación lineal cuya solución óptima sea entera.

En la práctica, la aproximación más usual a problemas de programación lineal enteros, ha sido usar el método simplex (aún ignorando la restricción entera), redondeando los valores no enteros a los enteros de la solución resultante.

Un método que utiliza este procedimiento es el mencionado con anterioridad (Ramif. y Acotamiento) y su diagrama de flujo es el siguiente:

## METODO DE RAMIFICACION Y ACOTAMIENTO





### 3.2.1.2. Análisis de Sensibilidad

En la mayoría de las aplicaciones prácticas, (Ref. 3), algunos de los datos de los problemas no se conocen con exactitud y por lo tanto, se tienen que estimar lo mejor posible. Por lo tanto, es importante poder determinar la nueva solución óptima del problema conforme se dispone de otras estimaciones de algunos de los datos, sin la costosa tarea de resolver el problema desde su principio. Estas imprecisiones pueden haber surgido desde la formulación del problema, al no haber tomado en cuenta factores importantes. En nuestro problema, podemos tener variaciones en los costos/Kg de los camiones de recolección, en la basura a recolectar u otra actividad -- puede surgir alguna restricción. En los dos primeros casos, necesitamos saber el rango de variación de los mismos para que en tal caso nuestra solución no sea modificada, o en su caso, ver las modificaciones que se tendrían que hacer para no plantear desde el principio el problema de programación lineal. En general se considerarán las siguientes variaciones en el problema del sistema de recolección de basura.

- Cambio en los costos/Kg de cada tipo de camión recolector.
- Cambio en las restricciones del sistema.

Cambio en los costos/Kg de los camiones de recolección.

Se supone que los coeficientes de costo de una (o más) de las variables se cambia de  $C_k$  a  $C_k'$ . El efecto de este cambio sobre el Tableau final ocurrirá en el renglón de costos.

Caso I:  $x_k$  es no básica.

En este caso,  $C_B$  no se afecta, y en consecuencia,  $z_j = C_B' a_j$  no cambia para ningún  $j$ . Por lo tanto  $z_k - C_k$  se reemplaza por  $z_k - C_k'$ . Nótese que  $z_k - C_k \leq 0$ , pues el punto presente era una solución óptima del problema original. Si  $z_k - C_k' = (z_k - C_k) + (C_k - C_k')$  es positivo, entonces  $x_k$  debe entrar a la base y el método simplex primal se continúa como es usual. En caso contrario, la solución anterior sigue siendo óptima con respecto al nuevo problema.

Caso II:  $x_k$  es básica, por ejemplo  $x_k = x_{Bt}$

En este caso,  $C_{Bt}$  se reemplaza por  $C_{Bt}'$ . Sea  $z_j'$  el nuevo valor de  $z_j$ . Entonces  $z_j' - C_j$  se calcula como sigue:

$$\begin{aligned} z_j' - C_j &= C_{Bt}' a_j - C_j = (C_B^{-1} a_j - C_j) + (0, 0, \dots, C_{Bt}' - C_{Bt}, 0, 0) \vee_j \\ &= (z_j - C_j) + (C_{Bt}' - C_{Bt}) \vee_{jt} \text{ para todo } j. \end{aligned}$$

Cambio en las restricciones del sistema.

Si el vector  $b$  del lado derecho se reemplaza por  $b'$ , entonces  $\bar{B}^{-1} b$  será reemplazado por  $\bar{B}^{-1} b'$ , el nuevo lado derecho se puede calcular sin evaluar explícitamente. Puesto que  $z_j - C_j \leq 0$  para todas las variables no básicas, la única violación posible de la optimalidad es que el nuevo vector  $\bar{B}^{-1} b'$  pueda tener algunas componentes negativas. Si  $\bar{B}^{-1} b \geq 0$ , entonces la misma base sigue siendo óptima y los valores de las variables básicas son  $\bar{B}^{-1} b$  y el objetivo tiene el valor  $C_B \bar{B}^{-1} b$ . En caso contrario, se usa

el método dual simplex para encontrar la nueva solución óptima mediante la recuperación de la factibilidad.

### 3.2.2. Problema de Asignación

El presente problema es un caso especial e importante del Problema General de Asignación Lineal, que es una clase especial de algoritmo o procedimiento iterativo de solución de la Programación Lineal, además es un tipo de Modelo Matemático con características de: Estático, Determinístico y Formal, el cual se utiliza muy extensamente en las etapas de modelado y evaluación de la solución de un proyecto de Investigación de Operaciones, en problemas de muy diversos tipos.

Características del problema general de Asignación Lineal (Ref. 6).

1. Se dice que un problema se puede categorizar y resolver dentro del problema general de asignación lineal de recursos si:
  - a) El problema se conforma en la asignación de recursos a trabajos o actividades que deben asignarse, cuando los recursos disponibles son insuficientes para permitir que cada trabajo se efectúe de la manera más eficiente; por lo que la solución consiste en determinar la asignación de recursos de manera que se minimice el costo total de la ejecución de los trabajos o se maximice el rendimiento total de los recursos por asignar.
  - b) Los recursos y los trabajos no están expresados en el mismo sistema de unidades (hombres - oficinas, problemas - grupos investigación, presupuestos - proyectos).

2. Se dice que el problema general de asignación es Lineal si el costo total de asignar una cantidad de unidades del recurso  $i$  al trabajo  $j$  es igual al producto del costo unitario de la asignación de una unidad -- por la cantidad de unidades del recurso asignado.
3. Se dice que el problema general de asignación lineal es estático si -- cada asignación en una secuencia es independiente de todas las subsecuentes. Es decir, es un modelo que permanece en el transcurso del -- tiempo.
4. Se dice que el problema general de asignación lineal es un modelo formal cuando los símbolos que lo describen son manejados exhaustivamente por operaciones de una disciplina matemática. En este caso es el álgebra y cálculo matricial.

El problema general de asignación lineal se puede dividir en 2, de asignación de Recursos y de transporte o distribución de los mismos.

Se dice que un problema es de asignación de recursos cuando cada recurso -- disponible puede asignarse solamente a una actividad y cada actividad a só lo un recurso, es decir, la cantidad de cada recurso disponible y cada recurso requerido es igual a uno y todas las asignaciones toman los valores -- cero o uno.

Por otro lado, se tiene que un problema es de transporte o distribución de recursos, cuando los recursos disponibles y los requeridos pueden dividirse, en este caso, algunos trabajos pueden realizarse con una combinación -- de recursos provenientes de más de un origen, y es en este tipo de proble-

MINIMIZAR

$$C_{11} x_{11} + \dots + C_{1n} x_{1n} + C_{21} x_{21} + \dots + C_{2n} x_{2n} + \dots + C_{m1} x_{m1} + \dots + C_{mn} x_{mn}$$

SUJETA A:

$$x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} = a_1$$

$$x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} = a_2$$

•

•

•

$$x_{m1} + x_{m2} + \dots + x_{mn} = a_m$$

$$x_{11} + x_{21} + \dots + x_{m1} = b_1$$

$$x_{12} + x_{22} + \dots + x_{m2} = b_2$$

•

•

•

$$x_{1n} + x_{2n} + \dots + x_{mn} = b_n$$

$$x_{11}, \dots, x_{1n}, x_{21}, \dots, x_{2n}, x_{m1}, \dots, x_{mn} \geq 0$$

## PROBLEMA DE TRANSPORTE O DISTRIBUCION DE RECURSOS

## DEFINICION GRAFICA

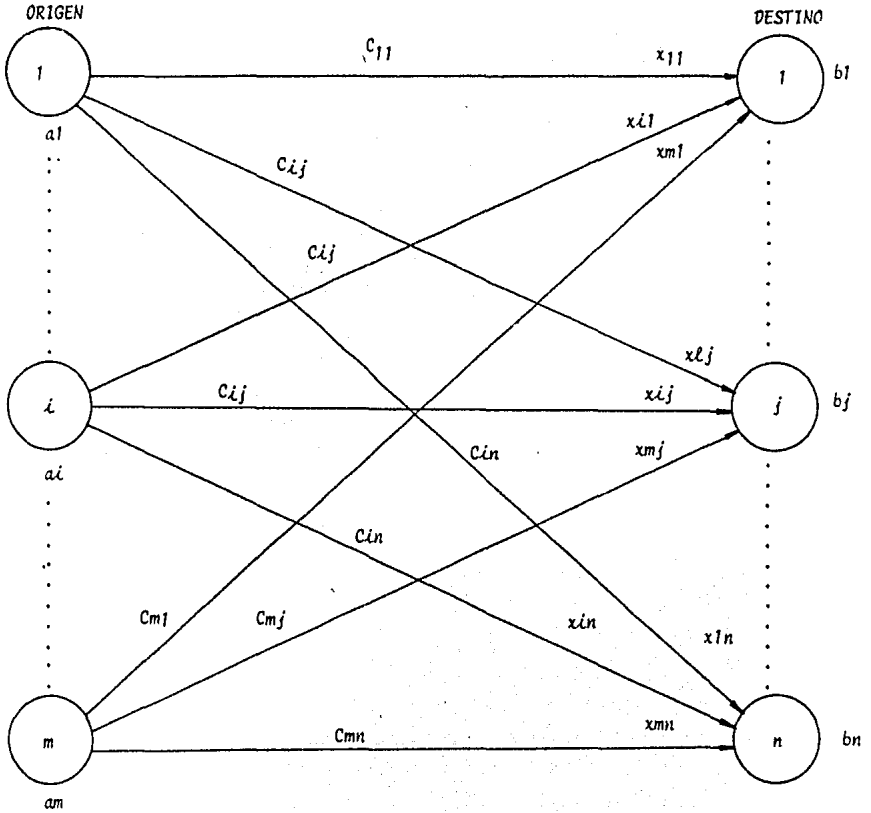


Fig. . 3. 3

### 3.2.2.1. Algoritmo del transporte

#### DISEÑO DE MACRORUTAS \* UTILIZANDO EL ALGORITMO DEL TRANSPORTE

Una vez establecido el número y tipo de camiones a ser utilizados por el sistema de recolección, se presenta el problema de su distribución, ¿cuántos mandar a cada colonia? ¿cómo lograr que en total el kilometraje recorrido por los camiones sea el mínimo?. Lo anterior nos obliga a buscar -- una manera óptima de lograrlo, para lo cual podemos hacer uso del algoritmo del transporte, que como ya se vio resuelve el problema de asignación de recursos cuando se tienen varios orígenes y destinos.

En nuestro sistema, los orígenes serían los diferentes encierros de camiones, cuyas capacidades vendrían a representar las ofertas de cada origen (ai). Ahora bien, los destinos vendrían a ser los centros de demanda, que no necesariamente tienen que ser colonias o barrios, sino áreas bien definidas tomando en cuenta lo siguiente:

- que no sean atravesadas por vías de ferrocarril, carreteras, avenidas grandes, ríos, etc., sino, de ser posible, que sean los límites de las áreas.
- estratificar las áreas por densidad de población y tipo de basura.
- ver el tiempo o la distancia que harían en un viaje redondo al sitio de disposición final.

\* Llamaremos macroruta al recorrido de un camión recolector que parte de un encierro a un centro de demanda.

La demanda ( $b_j$ ) de cada área puede obtenerse por medio de la densidad de población y la generación de basura/hab/día. Para obtener la distancia o tiempo de origen a destino ( $t_{ij}$ ) de las unidades de recolección, se pueden hacer muestreos de los tiempos de recorrido o si se tiene una velocidad estándar y con un mapa a escala también pueden determinarse. El problema es factible de representarse mediante una matriz de tiempos

$$T = \{t_{i,j}\}$$

que representa la asignación de una unidad de recolección ( $i$ ) al trabajo de recolectar la basura en el área ( $j$ ). Los tiempos son independientes, cosa que cumple con la linealidad del sistema.

La matriz queda de la siguiente manera:

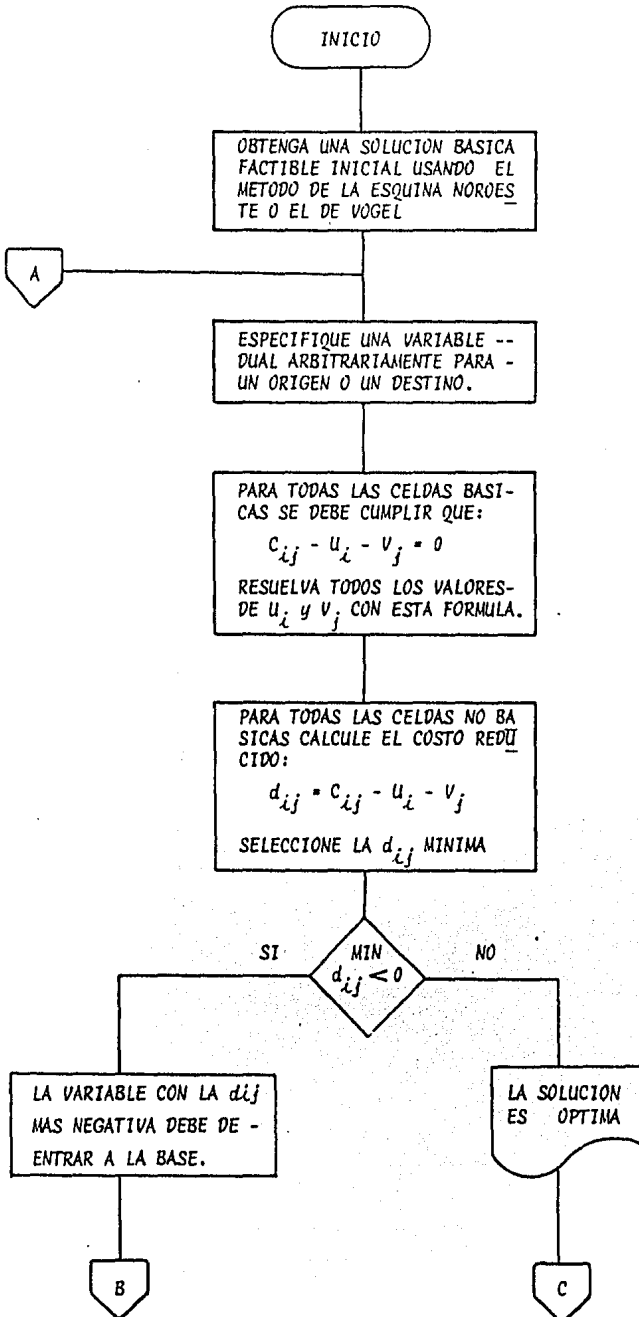
Orígenes ( $i$ )	centros ( $j$ ) de demanda					capacidad del encierro
	1	2	-	-	$n$	
1	$t_{11}$	$t_{12}$	-	-	$t_{1n}$	$a_1$
2	$t_{21}$	$t_{22}$	-	-	$t_{2n}$	$a_2$
'	'	'	'	'	'	'
'	'	'	'	'	'	'
'	'	'	'	'	'	'
$m$	$t_{m1}$	$t_{m2}$	-	-	$t_{mn}$	$a_m$
GENERACION DE BASURA (DEMANDA)	$b_1$	$b_2$	-	-	$b_N$	Total $a_i$ Total $b_j$

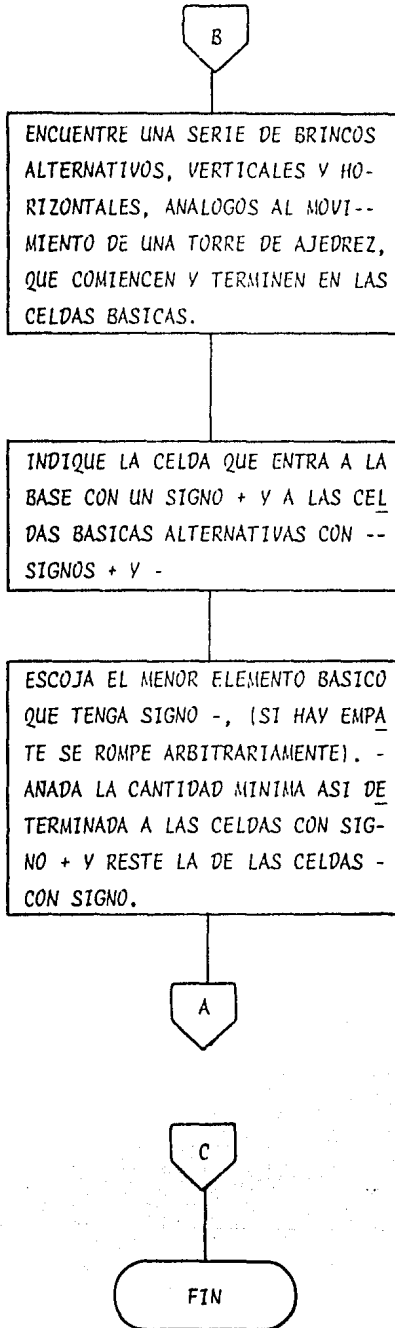


Por último, existen dos formas para resolver un problema de transporte, -- que son: el Método de Vogel y el de la Esquina Noroeste.

A continuación se muestra el diagrama de flujo para resolver un problema - de transporte.

## ALGORITMO DEL TRANSPORTE





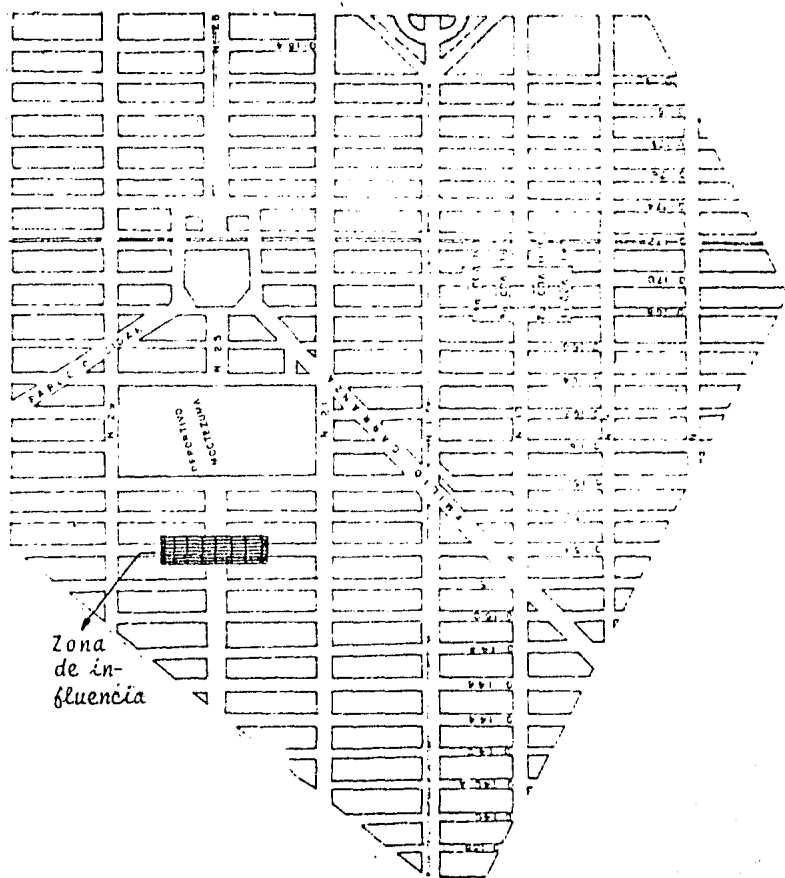
### 3.2.2.2. Algoritmo de Little.

Nuestra última etapa consistirá en optimizar las rutas de las unidades de recolección, una vez que el número necesario de éstas han sido asignadas a nuestros centros de demanda. En este estudio se tratará de que los tipos de rutas mencionadas anteriormente sigan una trayectoria definida en sus recorridos, de manera que se cumpla con el servicio de recolección y el recorrido de las rutas se haga en un tiempo mínimo.

Para los dos puntos anteriores necesitaremos determinar los siguientes parámetros:

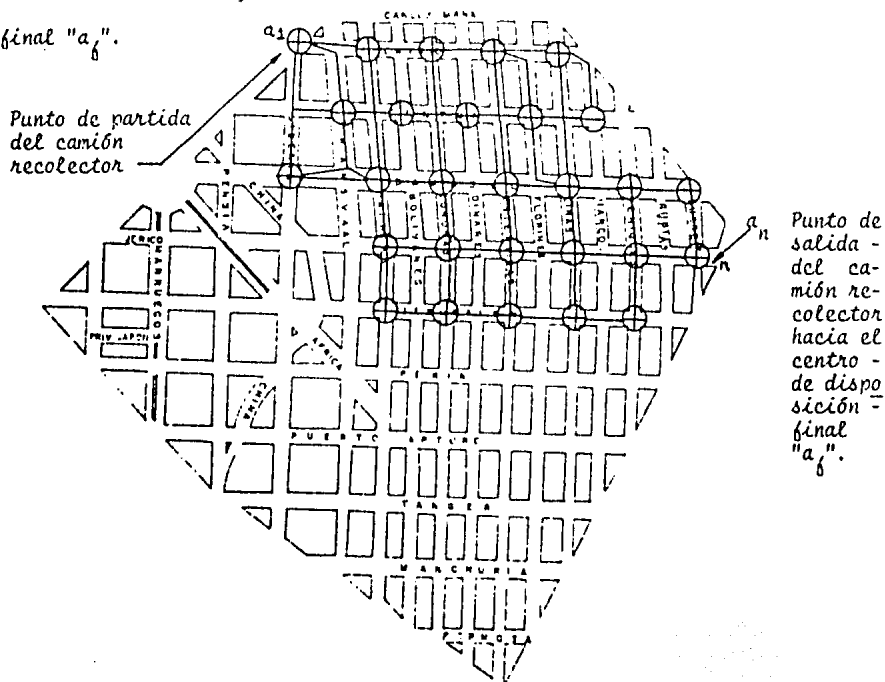
- a) Tiempo que se tarda la unidad de recolección en recoger la basura de las esquinas.
- b) Tiempo de recorrido de la unidad entre cada origen.
- c. Tiempo de recorrido de la unidad, partiendo del encierro al centro de demanda, así como también el tiempo de recorrido hacia el centro de disposición final de la basura. En nuestro caso será el Relleno Sanitario o la Unidad de Transferencia.
- d) Estimaciones de algunos tiempos necesarios como:
  - Tiempo para revisar el camión antes de su salida.
  - Tiempo para descargar la basura ya sea en la U. de T. o Relleno Sanitario.
  - Tiempo para los operadores de la Unidad para comer
- e) Cantidad de basura por esquina de recolección.

El último dato puede obtenerse viendo el número de casas habitación que se encuentran en la zona de influencia de cada parada de recolección (ver la siguiente figura). Los demás parámetros, al igual que el de la generación de basura por casa habitación, en caso de desconocerse, se deben obtener por un análisis estadístico de la población para estimarlos.



La figura nos muestra la zona de influencia de las paradas de recolección, para determinar la generación de basura en estos puntos.

En la siguiente figura se observa un centro de demanda con una ruta de recolección a esquinas. Como se ve, el problema que se le presenta al camión recolector es que una vez que ha llegado al centro de demanda partiendo del encierro " $a_0$ " se propone a visitar  $n$  paradas fijas de recolección " $a_1, a_2, \dots, a_i, a_j, \dots, a_n$ ". (Ref. 8), pasando por ellas una sola vez, deteniéndose a recolectar la basura y cuando se llena se dirige al centro de disposición final " $a_f$ ".



Centro de demanda con una ruta de recolección a esquinas

Figura 3.5.

Las líneas de tráfico se pueden representar como arcos y los puntos de origen como nodos, lo que nos da origen a una red. Esta red se dice que es -

plana, si es posible representarla en un plano, de modo que sus vértices - sean puntos distintos, sus arcos curvas simples y dos arcos no se encuentren fuera de sus extremidades. Además, esta red será conexa si para todo par de vértices distintos hay una cadena.

Una red dirigida  $G$ , (Ref. 3), consiste de un conjunto finito de  $n$  nodos -- (puntos de origen,  $= 1, 2, 3, \dots, m$  y un conjunto de arcos dirigidos (líneas de tráfico)  $U = \{(i, j), (k, l), \dots, (s, t)\}$  que unen parejas de nodos en  $A$ . El arco  $(i, j)$  se dice que es incidente con los nodos  $(i, j)$  y está dirigido -- del nodo  $i$  al nodo  $j$ , se supondrá que la red consiste de  $\underline{n}$  nodos y  $\underline{m}$  arcos.

A continuación mencionaremos los elementos que pueden formarse en una red:

- a) Una trayectoria que deberá seguir un camión (del nodo  $a_0$  al  $a_f$ ), es -- una sucesión de arcos  $P = \{a_0, a_1\}, \dots, \{a_{f-1}, a_f\}$  en los que el nodo inicial de cada arco es el mismo que el nodo terminal del arco que le precede en la sucesión. Así pues, cada arco en la trayectoria está dirigido "hacia  $a_f$ " y "hacia afuera" de  $a_0$ ;
- b) Una cadena es una estructura similar a una trayectoria, excepto que -- no todos los arcos están necesariamente dirigidos hacia el nodo  $a_f$ . -- Un circuito es una trayectoria en la que  $a_0 = a_f$ , por lo tanto, un -- circuito es una trayectoria cerrada;
- c) Un ciclo es una cadena cerrada y un árbol de expansión es un árbol -- que incluye a todos los nodos en la gráfica. En el objetivo de encontrar la trayectoria óptima se tratará de evitar la formación de cir--



cuitos y que el camino encontrado sea el más corto.

Para el cálculo de ciclos elementales en la trayectoria se utilizará la siguiente fórmula:

$$n - m + \delta = 2 \text{ (fórmula de Euler)}$$

$$\delta - I = K(G)$$

donde:

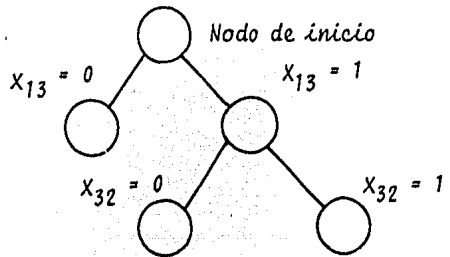
$n$  = nodos

$m$  = arcos

$\delta$  = lados de la red. (Ref. 8)

Hasta aquí, el problema planteado para el camión recolector, es que al comenzar su recorrido deben "asignársele" los Arcos (distancias entre orígenes), de manera que al pasar por todos ellos y una sola vez realice la ruta más corta. Para este planteamiento haremos uso de la programación binaria que es un método de Programación Lineal y cuyas variables sólo pueden tomar los valores 0 y 1.

Estas variables representarán los caminos entre orígenes y según se vayan asignando tomarán el valor de 1 y los que no de 0, esto nos lleva a un árbol de expansión que buscará los caminos factibles hasta encontrar la ruta óptima. Lo ante- -rior se representa en la figura:



donde

$x_{ij}$  serán las variables e  $i = j = 1, 2, \dots, n$

Esto se puede también representar como un modelo de programación lineal de la siguiente manera (Ref. 2)

$$\text{Min } Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

s.a.

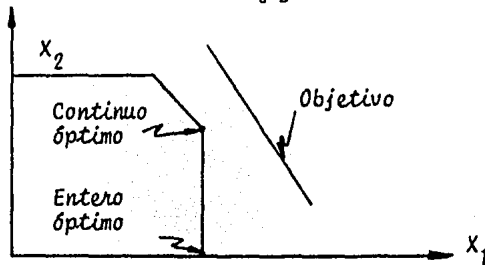
$$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_i \quad i \in M = 1, 2, \dots, m$$

$$x_j \in \{0, 1\} \quad j \in I = 1, 2, \dots, n$$

$$x_j \geq 0 \quad j \in I$$

donde las funciones  $f$  y  $g_i$  y las restricciones son lineales y están bien definidas para todos los puntos factibles.

En un problema binario, los puntos factibles no están en el interior del espacio continuo, sino que éstos se encuentran en un punto extremo del espacio convexo tal como se muestra en la figura:



Esto se debe a que los puntos factibles deben satisfacer la restricción --  $x_j = 0$  o  $x_j = 1$  y como éstos son planos acotados del espacio de solución -- continuo no es posible que dichos puntos sean interiores. Este hecho nos-

lleva a que un problema binario sea tratado como un problema continuo cuya solución se encuentra en puntos extremos; haciendo ciertas modificaciones se podrá utilizar un algoritmo simplex para su solución, sin embargo, - - existen algoritmos más eficientes para resolver este problema.

## 3.2.2.3. ALGORITMO DEL AGENTE VIAJERO

## DISEÑO DE MICRORUTAS.\*

El problema a plantearse en este algoritmo es el de una persona que debe viajar por  $n$  ciudades o puntos  $(1, 2, \dots, n)$ , comenzando en 1 y terminando su recorrido en el mismo punto u otro. Su objetivo es minimizar el costo total, el tiempo o la distancia, lo que es similar a nuestro problema de ruta de camiones. Como se menciona, (Ref. 8), el camión debe partir vacío desde el encierro y llegar al inicio de la red para empezar a recolectar la basura en las paradas fijas " $a_1$ ", " $a_2$ ", ..., " $a_n$ "; el tiempo que requiere el vehículo para ir de " $a_i$ " a " $a_j$ " es:  $t(a_i, a_j)$  si es posible ir de  $i$  a  $j$  y puede no ser el mismo tiempo que  $t(a_j, a_i)$ , dependiendo de que la calle sea de doble sentido o de un solo sentido de circulación. El tiempo para efectuar la recolección en una parada " $a_j$ " es  $t_j$ .

Obviamente se desea que el diseño de la ruta óptima sea lo más real posible, los tiempos de tránsito y de recolección de basura deben ser lo más representativos posible. Como hemos visto, el problema puede plantearse como una gráfica dirigida, definiéndose a un viaje como un ciclo en  $G$  que contiene a cada nodo una sola vez (Ciclo Hamiltoniano) por lo que, para  $n$  paradas fijas, habrá un total de  $(n-1)!$  viajes, dicho de manera diferente, si un camión tuviera que tocar 12 paradas de recolección el número de recorridos diferentes que podría efectuar, serían alrededor de 40 000 000.

Este viaje o ruta óptima deberá minimizar la siguiente función objetivo.

\* Llamaremos microrutas, a las rutas que siguen los camiones recolectores, para llevar a cabo la recolección de basura en los centros de demanda.

$$Z = t_0 + \sum_{j=1}^{\delta} \{t(a_{j-1}, a_j) + t_j\}$$

donde:

$t_0$  tiempo necesario para revisar el vehículo en el sitio de encierro.

$\delta$  sitio de disposición final de la basura.

Aquí presentaremos dos alternativas de solución, la primera será como un modelo de programación lineal, el cual no es muy recomendable debido al gran número de restricciones que se tienen, y el segundo será el algoritmo de "Little et al" que será utilizado en este trabajo, debido a la facilidad en el planteamiento del problema, además de que es factible su programación.

#### Modelo de programación lineal.

$$\text{Min } Z(U) = \sum t_{ij}$$

$$(i, j) \in E(U)$$

Si no hay arco entre  $i$  y  $j$   $t_{ij} = \infty$ . Se define  $t_{ii} = \infty$

En la gráfica  $G$ , hay cuando menos un viaje.

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si el arco } (i, j), \text{ está en el viaje} \\ 0, & \text{en otro caso.} \end{cases}$$

Restricciones:

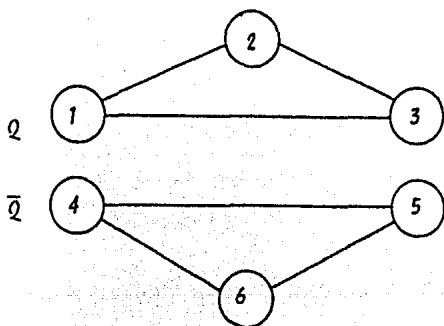
1. De cada nodo  $i$ , sale un solo arco

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, n$$

2. A cada v6rtice  $j$  llega un solo arco.

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, n$$

Estas dos restricciones nos pueden llevar al caso en que se encuentre el tiempo m6nimo, pero sin que queden todos los puntos unidos, tal como se muestra en la siguiente figura:



3. Si unimos los subconjuntos  $Q$  y  $\bar{Q}$  nos dar6n todos los nodos, para evitar esto se a6ade la siguiente restricci6n.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} \geq 1 \quad \text{para toda } Q \neq \bar{Q} \quad i \in Q, j \in \bar{Q}$$

4.  $x_{ij} = 0, i$  (Ref. 2)

### Algoritmo de Little

El algoritmo propuesto por Little et al (Ref. 9), se basa en la formación de una red con los puntos a tocar por el camión recolector. Los puntos se designan por  $i = 1, \dots, n$ . El punto ubicado en el renglón  $i$  y la columna  $j$  de la matriz es el tiempo requerido para ir del punto  $i$  al punto  $j$ .

Haremos:

$T = [t_{ij}] =$  matriz de tiempos

$$\begin{array}{c}
 a_i \\
 \cdot \\
 a_j \\
 o \\
 o \\
 o \\
 a_{n-1} \\
 a_n
 \end{array}
 \begin{bmatrix}
 a_j & a_j & o & o & a_{n-1} & a_n \\
 & o & o & o & t(a_i, a_{n-1}) & t(a_i, a_n) \\
 t(a_j, a_i) & & o & o & t(a_j, a_{n-1}) & t(a_j, a_n) \\
 o & o & o & o & o & o \\
 o & o & o & o & o & o \\
 t(a_{n-1}, a_i) & t(a_{n-1}, a_i) & o & o & & \\
 t(a_n, a_i) & t(a_n, a_i) & o & o & t(a_n, a_{n-1}) & 
 \end{bmatrix}
 = T$$

En esta matriz se pueden incluir todos los tiempos, si de  $i$  a  $j$  no hay sentido entonces  $t_{ij} = \infty$ . Un renglón que contenga sólo "infinitos", significa un fin forzoso de la ruta, y una columna llena de "infinitos" un inicio forzoso de la ruta. El tiempo de un viaje  $H$ , bajo la matriz  $T$ , es la suma de los elementos de la matriz tomados por  $H$  y será denotado por

$$Z(t) = (i, j) \text{ en } H \ t(i, j)$$

Hay que hacer notar que  $H$  siempre toma uno y sólo un tiempo en cada renglón y en cada columna.

El método básico será crear un árbol de expansión partiendo del nodo que representa al conjunto de todos los viajes posibles, calculando para cada uno de ellos una cota inferior del tiempo del mejor viaje creado, asignando a aquellos subconjuntos que queden en el viaje y a los que no 0. Los acotamientos inducen a la formación de los subconjuntos y eventualmente se identifica al viaje óptimo cuando un subconjunto resulta en un viaje cuyo tiempo es menor o igual que las cotas inferiores de los demás nodos.

Denotemos como:

$X, Y, \bar{Y}$  = nodos de un árbol

$w(X)$  = una cota inferior en el tiempo de los viajes de  $X$ .

$Z_0$  = el tiempo del mejor viaje obtenido al final del proceso.

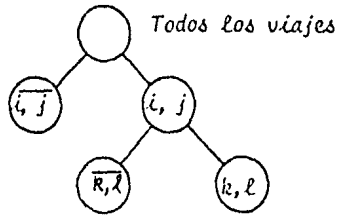
Un concepto importante dentro del algoritmo es el de matriz reducida y se define como aquella matriz con elementos no negativos y por lo menos con un cero en cada renglón y comuna. El proceso de reducir una matriz es sus traer un cte.  $h$  de cada elemento de un renglón o columna de la matriz, por lo que el tiempo de cualquier viaje bajo la nueva matriz es  $h$  veces menor que la anterior.



Supongamos que  $Z(t)$  es el tiempo de un viaje  $t$  bajo una matriz antes de reducirla,  $Z'(t)$  es el tiempo bajo la nueva matriz y  $h$  la suma de las constantes usadas al hacer la reducción, entonces se cumple que:

$$Z(t) = h + Z'(t)$$

La representación de la partición del nodo que contiene todos los viajes posibles es la siguiente:



El nodo que contiene  $(i, j)$  ( $\Rightarrow a_{ij} = 1$ ) representa todos los viajes que incluyen el par de puntos  $(i, j)$ . El nodo conteniendo  $(\overline{i}, j)$  ( $\Rightarrow a_{ij} = 0$ ) representa todos los viajes que no los contienen. Como se ve en el nodo  $(i, j)$  hay otra ramificación. El nodo conteniendo  $(\overline{k}, l)$  representa todos los viajes que incluyen  $(i, j)$  pero no  $(k, l)$  y por lo mismo  $(k, l)$  representa a todos los viajes que incluyen los nodos  $(i, j)$  y  $(k, l)$ . Por último, para escoger el siguiente nodo a seleccionar, se toma aquel que contenga un cero en la matriz  $T$ , representando el arco donde es factible que pase el camión recolector. Para evitar los subviajes el algoritmo elimina aquellos nodos que puedan crearlos después de haber seleccionado un arco en  $H$ .

El Diagrama de flujo del algoritmo de Little se muestra a continuación.

## ALGORITMO DE LITTLE

INICIO

T ← MATRIZ DE TIEMPOS ORIGINAL  
 X ← 1 ("TODOS LOS VIAJES")  
 $Z_0 \leftarrow \infty$

REDUCIR T. ETIQUETAR X CON  $w(X) = \text{SUMA}$   
 DE LAS CONSTANTES DE REDUCCION.

A

ESCOGER  $(k, \ell)$  PARA LA SIGUIENTE EXTEN-  
 SION DEL ARBOL, DE TAL MANERA QUE: --  
 $\theta(k, \ell) = \max \theta(i, j)$  DONDE  
 $\theta(i, j) =$  [COSTO MINIMO EN EL RENGLON  $i,$   
 OMITIENDO  $t(i, j)$ ] +  
 [COSTO MINIMO EN COLUMNA  $j,$  --  
 OMITIENDO  $t(i, j)$ ]

HACER UNA RAMIFICACION DE X A Y Y EL NODO  
 $k, \ell,$  ETIQUETAR Y CON  $w(Y) =$   
 $w(X) + \theta(k, \ell)$

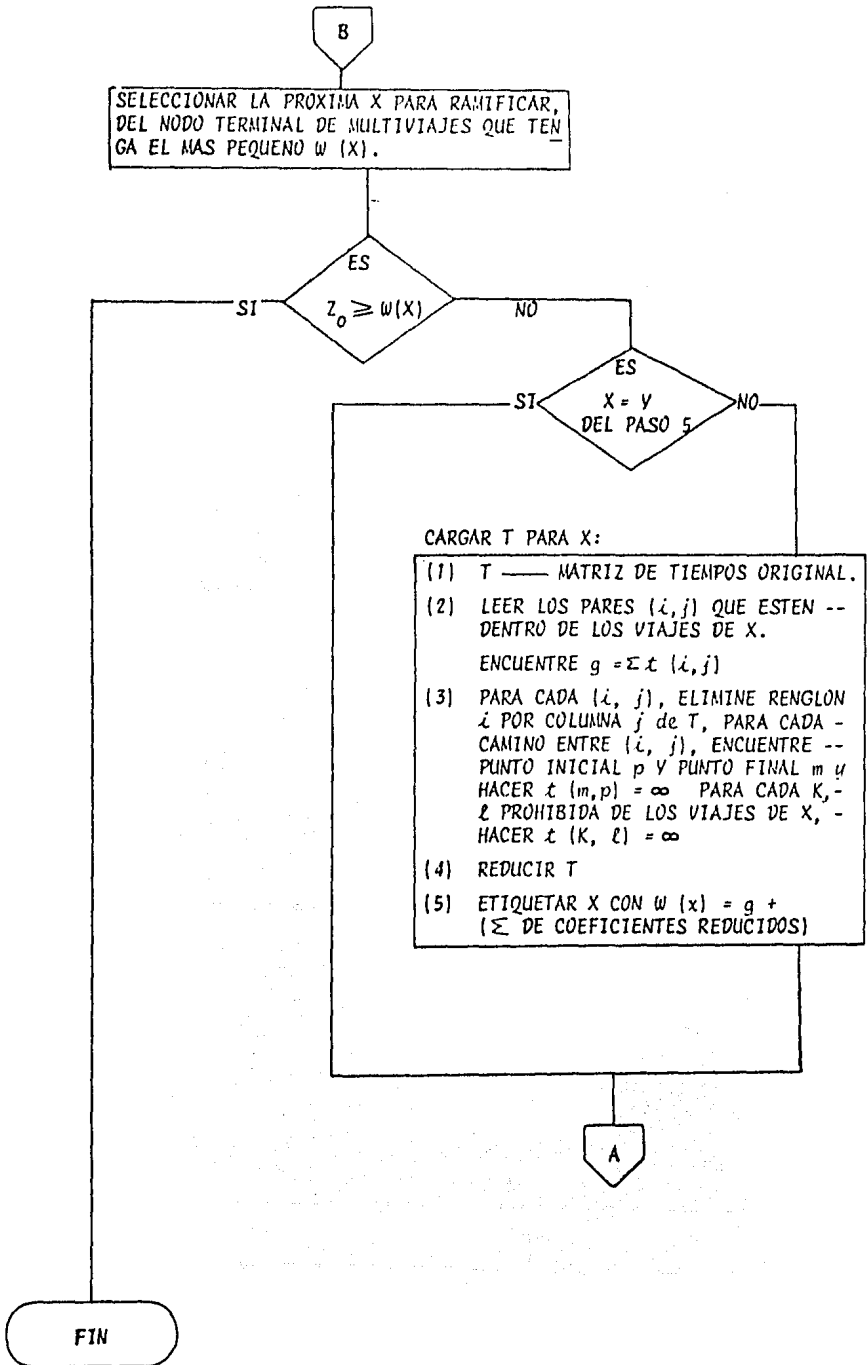
HACER UNA RAMIFICACION DE X A Y, EL NODO  
 $(k, \ell).$   
 ELIMINAR RENGLON  $k$  Y COLUMNA  $\ell$  DE T.  
 ENCUENTRA  $p =$  PUNTO DE INICIO Y  $m =$  PUN-  
 TO FINAL DEL CAMINO CONTIENENDO  $(k, \ell)$  -  
 ENTRE CAMINOS GENERADOS POR LOS PARES DE  
 PUNTOS DENTRO Y. HACER  $t(m, p) = \infty$   
 REDUCIR T.  
 ETIQUETAR Y CON  $w(Y) = w(X) + (\sum \text{DE --}$   
 COEFICIENTE REDUCIDOS).

SI  $E_{\Delta}$   
 AHORA  
 T DE  $2 \times 2$  NO

SI ES  
 $w(Y) < Z_0$  NO

$Z_0 \leftarrow w(Y)$   
 SALVA UN VIAJE

B



### 3.3 TEORÍA DE COLAS

El esquema No. 3.6 nos muestra un ejemplo clásico de una cola, que consta de dos elementos principales; en este caso camiones a los que llamamos cola, y el conjunto trailer tolva al que llamaremos unidad de servicio.

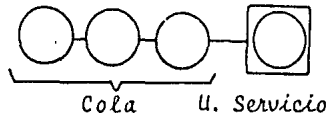


Figura 3.6

Los camiones llegan a la cola, y esperan hasta que se les proporciona el servicio, o si el sistema está vacío el camión que llega puede ser atendido inmediatamente.

La tasa a la cual llegan los camiones para ser atendidos se denomina "Tasa de llegada" ( $L$ ), ésta es una tasa cuyas unidades son camiones por hora, -- por día, etc.

La tasa a la cual la unidad de servicio puede atender al camión se denomina "Tasa de Servicio" ( $\mu$ ), esta tasa tiene unidades iguales a las de  $L$  y representa la máxima capacidad de servicio suponiendo que la unidad de servicio (b) o esté ociosa.

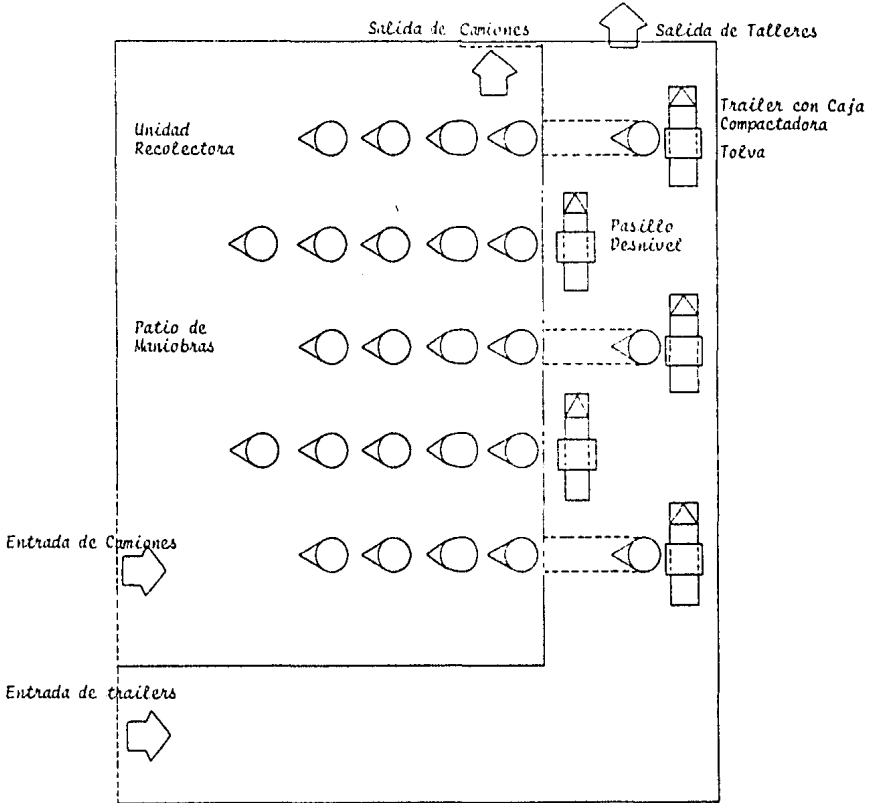
Las tasas calculadas para nuestro estudio representan un promedio de muchos valores posibles ( $> 30$ ) que se pueden describir mediante una distribución de Poisson

Nuestro problema de colas consiste en igualar apropiadamente la tasa de -- servicio-proceso con la tasa de llegada de trabajos para realizar.

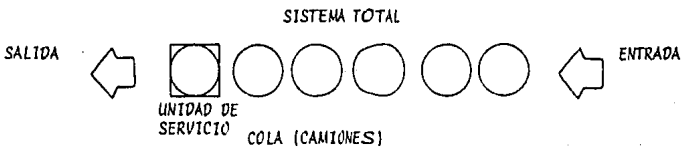
A continuación definiremos dentro del marco de nuestro sistema, algunos -- términos básicos.

La unidad de servicio está compuesta por el conjunto tolva-trailers ya que de no existir alguno de los dos elementos es imposible prestar el servicio. (Ver figura 3.7).

Diagrama del Proceso de OPERACION de la Unidad de Transparencia



Descripción del Proceso por medio de Diagrama de Blo-ues



La unidad de servicio está compuesta por el conjunto tolva trailer.

Figura 3. 7.

TASA DE LLEGADA. (L)

Tasa a la cual llegan camiones para ser atendidos (camiones por unidad de tiempo). La mejora de este valor con respecto a la distribución tiene un efecto grande en el modelo matemático. Una suposición típica en este trabajo, es que la tasa de llegada está distribuida aleatoriamente según una distribución de Poisson.

TASA DE SERVICIO, ( $\mu$ )

Tasa a la cual un canal de servicio puede suministrar el servicio requerido por el camión (camiones por período de tiempo). Se observa que ésta es la tasa que podría alcanzarse si el canal de servicio siempre estuviera -- ocupado, es decir, sin tiempo ocioso. La distribución de este valor es -- igualmente importante en la determinación del grado de complejidad matemática. A menos que se indique lo contrario, en este trabajo se supondrá -- que la tasa de servicio está distribuida según una distribución de Poisson.

PRIORIDAD.

Método de decidir cuál será el próximo camión atendido. La suposición más frecuente consiste en que el primero que llega, es el primero que se atiende. Esta suposición también afecta la deducción de las ecuaciones utilizadas en el análisis.

### TAMAÑO DE LA POBLACION.

Tamaño del grupo de camiones proporcionados. Si sólo hay pocos camiones - potenciales; la población es finita. Si hay un gran número de camiones potenciales, por ejemplo entre 30 y 50 generalmente se dice que la población es infinita. Otra regla empírica es que la suposición de una población in finita generalmente es válida cuando la población de camiones potenciales es lo suficientemente grande como para significar que la llegada de un camión no afecta apreciablemente la probabilidad de otra llegada.

### DISTRIBUCION DE TASAS DE LLEGADA (SERVICIO)

La suposición más frecuente es la distribución de Poisson. Esta suposición requiere que los eventos de servicio o de llegada sean completamente independientes. En todos los casos debe recordarse que el análisis da resultados en función de valores promedios o esperados. Normalmente se supone -- que la tasa de servicio y las tasas de llegada permanecen constantes con el tiempo, pero realmente, esto puede no ser verdadero, ya que comúnmente se emplea tiempo o esfuerzo extra cuando hay una cola muy grande. Esto re presenta un cambio temporal de

#### Lo, NUMERO ESPERADO EN LA COLA

Número estimado de camiones que esperan ser atendidos.

#### L, NUMERO ESPERADO EN EL SISTEMA

Número estimado de camiones ya sea esperando en la línea y/o siendo atendi dos.



$w_g$  TIEMPO ESPERADO EN LA COLA

Tiempo estimado que emplea un camión esperando en la línea.

 $w$ , TIEMPO ESPERADO EN EL SISTEMA

Tiempo estimado que emplea un camión esperando y siendo atendido.

 $L_n$  NUMERO ESPERADO EN UNA COLA NO VACIA

El número promedio o número estimado de camiones que esperan en la línea, excluyendo aquellos períodos en los cuales la línea está vacía. Por ejemplo, si se toman muestras aleatorias contando el número de clientes en la línea y promediando sólo aquellos valores diferentes de cero, éste debe ser equivalente a  $L$ .

 $w_0$ , TIEMPO ESTIMADO DE ESPERA EN UNA COLA NO VACIA

Tiempo estimado que un camión espera en una línea en el caso de que decida esperar. Este valor es el promedio de los tiempos de espera de todos los camiones que entran a la cola cuando el canal de servicio está ocupado. -- Los clientes que llegan cuando el canal está vacío tienen un tiempo de espera de cero y estos valores no se promedian en  $w_n$ .

Se pueden deducir expresiones semejantes para el tiempo en el sistema, etc. para un problema de cola multicanal siempre y cuando se suponga una población infinita. Realmente estas ecuaciones son más generales que las dadas anteriormente ya que ellas pueden reducirse al caso de canal simple, haciendo  $k = 1$  y simplificando. En seguida se presentan las ecuaciones básicas.

La probabilidad  $P_0$  de hallar vacío el sistema es:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{n=\lambda-1} \left[ \frac{1}{n!} \frac{\lambda^n}{\mu^n} \right] + \frac{1}{k!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^n \frac{k\mu}{k\mu - \lambda}}$$

donde:

$k$  = número de tolvos de servicio.

$\lambda$  = tasas de llegada de camiones.

$\mu$  = tasa de servicio de un canal simple (se supone que todos -- los

La probabilidad  $P_k$  de que una unidad que llega, tenga que esperar (probabilidad de que haya  $k$  o más unidades en el sistema es

$$P_k = \frac{1}{k!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^k \frac{k\mu}{k\mu - \lambda} P_0$$

El número esperado  $L$  en sistema es:

$$L = \frac{\lambda\mu \cdot (\lambda/\mu)^k}{(k-1)! (k\mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$$

El número esperado  $L_q$  en la cola es

$$L_q = \frac{\lambda\mu (\lambda/\mu)^k \cdot P_0}{(k-1)! (k\mu - \lambda)^2}$$

El tiempo esperado  $W_q$  en la cola es:

$$W_q = \frac{(\lambda/\mu)^k P_0}{(k-1)! (k\mu - \lambda)^2}$$

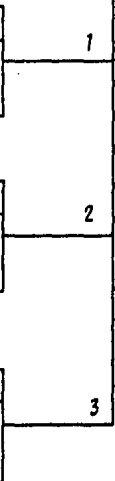
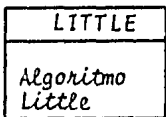
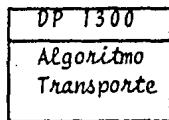
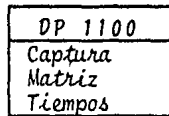
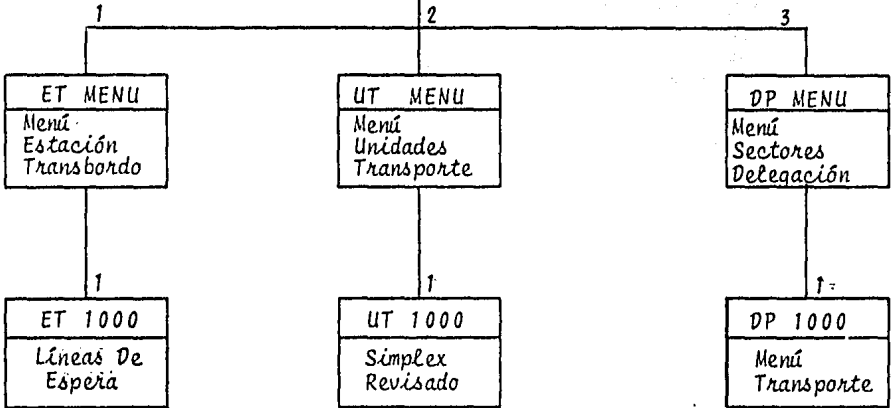
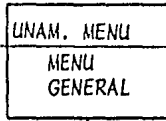
El tiempo esperado  $W$  en el sistema es

$$W = \frac{\mu (\lambda/\mu)^k P_0}{(k-1)! (k\mu - \lambda)^2} + \frac{1}{\mu}$$

CAPITULO 4.

DESARROLLO DE LOS PROGRAMAS DE COMPUTO E  
INSTRUMENTACION.

B A S U R A



## I N T R O D U C C I O N

El presente capítulo, cubre las principales actividades de diseño de una entidad responsable de la recolección domiciliaria de basura de un centro de población, de programas de cómputo desarrollados exprofeso y de un paquete estadístico disponible en la mayoría de las computadoras.

Los programas de cómputo, en combinación con los datos de entrada, dan como resultado soluciones a los problemas identificados en el capítulo 2.

Las soluciones obtenidas, están orientadas a optimar la recolección de basura domiciliaria en una Delegación Política del Distrito Federal o de un centro de población cuyo sistema de recolección sea similar al que se describe en el capítulo 1, independientemente de las características de las unidades de recolección y de la existencia o no de destinos intermedios, que también se describen en el capítulo 1.

Los programas del método simplex, método del transporte y teoría de colas, fueron escritos en lenguaje Basic, basándose para la elaboración de los algoritmos correspondientes, en el marco teórico que integra el capítulo 3.- El programa del método Little para el diseño de microrutas, fue escrito en lenguaje Pascal.

El diagnóstico de las unidades de recolección, se obtiene con el uso del paquete estadístico SPSS, proporcionado por el proveedor del computador, -

como parte de los programas de utilería que acompañan al sistema operativo y a los compiladores que se adquieren en conjunto con la computadora.

A continuación se describe el uso de los programas de cómputo, las consideraciones y características del centro de población seleccionado, las soluciones que proporcionan en base a los datos de entrada del usuario que se obtienen durante una actividad previa. Esta actividad se deriva directamente de los resultados que proporciona el paquete estadístico SPSS consistente en la concentración en cuadros descriptivos de las unidades de recolección, sus costos y sus tiempos de recorrido entre los encierros de las unidades de recolección y los puntos de producción de desechos.

Asimismo, para la corrida del programa con datos reales correspondientes al sector 2 de la Delegación Política Venustiano Carranza, se obtuvieron factores en base a datos proporcionados por las autoridades de la delegación.

#### 4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS UNIDADES DE RECOLECCIÓN EXISTENTES, POR MEDIO DEL PAQUETE ESTADÍSTICO SPSS.

##### BREVE MANUAL DE SPSS

SPSS-11 es un sistema de Software de computadora, empleado en el análisis de datos, con un amplio rango de técnicas estadísticas, y de un conjunto de comandos legibles que se emplean en el manejo y transformación de datos y archivos.

SPSS-11 efectúa sus cálculos haciendo uso de técnicas de la estadística --

descriptiva, distribución de frecuencias simples con histogramas, tablas de referencias, correlaciones simples, correlación parcial, media y varianza de subpoblaciones, regresión múltiple, análisis de varianza, así como de otros conceptos de la estadística.

La transformación de datos permite al usuario generar nuevas variables, -- las que pueden ser resultado de operaciones matemáticas y/o lógicas de las variables en existencia, al querer volver a codificar o revisarse dichos valores, mediante el muestreo, selección, de valores de casos específicos.

SPSS-11, desarrollado para el 'DEC PDP-11 Minicomputer', viene a ser una -- versión del sistema Batch de SPSS, diseñado específicamente para usuarios de minicomputadoras. Esto viene a resolver la necesidad de que muchos investigadores no tienen fácil acceso a una computadora grande, pero sí a un sistema mini tal como una PDP.

A pesar de los grandes avances en tecnologías de computadoras, el usuario de éstas, aun tiene algo que aprender de ellas, con respecto a lo que él desea obtener. Por lo que un Manual de SPSS se hace necesario. Este trabajo inicia a los usuarios en los conceptos básicos de la forma de operar con el SPSS-11, de PDP.

Si se tiene en mente el hacer uso del SPSS existente en otros sistemas de cómputo, o si se desea información de las características y procesos estadísticos disponibles para SPSS, se recomienda leer los siguientes documentos que para tales fines se han desarrollado: SPSS de Norman H. Nie, C. -- Hadlai Hull, Jean G. Jenkins, Karin Steinbrenner and Dale H. Bent (segunda edición, Mc Graw-Hill Book Company, 1979), referido aquí simplemente como-



SPSS segunda edición, *SPSS Update: New Procedures and Facilities for Releases 7 and 8*, de C. Hadlai Hull and Norman H. Nie (Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1979), donde este libro proporciona una descripción completa del SPSS implementado en las computadoras grandes.

Dado que SPSS-11 es una versión levemente modificada de SPSS, se deberá no tar que algunos procedimientos y estadísticas disponibles en SPSS-11 difieren de aquello que es posible encontrar en los manuales de SPSS para grandes computadoras.

#### RESUMEN GENERAL DE LAS REGLAS A CONSIDERAR EN LA PREPARACION DE COMANDOS, PARA EL USO DEL SISTEMA SPSS-11.

1. Las palabras de control se deberán escribir y espaciar correctamente, exactamente como se suele especificar en el manual.
2. Los nombres de variables podrán constar de hasta ocho caracteres, sien do necesario que el primer carácter sea de tipo alfanumérico.
3. Las variables podrán estar compuestas de letras y/o de números. Carac teres especiales no podrán ser usados.
4. Los valores son números, y podrán ser del tipo entero o real.
5. Las llaves deberán ser escritas y espaciadas tal como se especifica en el manual.
6. Los nombres individuales, las llaves, y los valores deberán consistirde caracteres contiguos. No pudiendo autocontener blancos u otro tipo de delimitador.

7. Los nombres individuales, las llaves, y los valores deberán estar contenidos en una sola línea. Ellos no podrán empezar en una misma línea y en otra.
8. Las etiquetas, a diferencia de otros elementos, si podrán ser divididas en varias líneas. Sin embargo deberán sujetarse a la máxima longitud permitida. Algunas etiquetas podrán estar compuestas de cualquier carácter válido, con algunas excepciones.
9. Los nombres, las llaves, los valores, y las etiquetas deberán ir separados uno de los otros por delimitadores.
10. Los delimitadores que se han denominado como comunes (blancos y comas) son empleados para separar nombres, valores, llaves, y etiquetas, o a menos que un tipo de delimitador especial sea necesario (paréntesis, slash, o los signos de igualdad).
11. Adicionar delimitadores comunes podrá ser efectuado entre nombres, valores, llaves, etiquetas, y delimitadores especiales.
12. La palabra de control y campo de especificación deberán ir separados. El campo de control deberá empezar en la columna 1, y el campo de especificaciones a partir de la columna 16.
13. Si el campo de especificaciones requiere de más de una línea, éste podrá ser continuado en la siguiente línea, a partir de la columna 16.

Las reglas generales anteriormente enlistadas, son demostradas a través de los siguientes ejemplos:

Missing Values	Sex Race (9)/ Age(98 99)	Correcto
Missing Values	SexRace (9)/ Age(9899)	Incorrecto
Missing Value	Sex,Race(9)/ Age(98,99)	Incorrecto

El primero de estos ejemplos es correcto. Cada nombre de variable está separada por un blanco o coma. Los valores y palabras reservadas están también separadas de los demás elementos por blancos, excepto donde delimitadores especiales son empleados. Deberá notarse que los delimitadores especiales podrán ir o no separados de los demás elementos por blancos.

El segundo comando 'missing value' es correcto y demuestra una forma muy frecuente en la violación de las reglas. Las variables sex y race no poseen delimitador entre ellos, esto hace que SPSS-11 las reconozca como nombres separados. Al incurrir en esta violación (a menos que exista una variable sexrace) se obtendrá un mensaje de error, dando esto como resultado que el comando no se ejecutará. Por otra parte, los valores intencionales de 98 y 99 para la variable age no poseen un común delimitador entre ellas, ya que esto es reconocido como un valor único de 9899. Esto no representa un error de sintaxis ciertamente, pero nos llega a producir resultados no deseados. Tal error podría resultar costoso, pudiendo no ser fácilmente detectado. Un valor de 9899 es aceptable para SPSS-11 (aunque éste no haya ocurrido como dato), y SPSS-11 no cuenta con el medio que le permita determinar el que este valor sea un error no intencional.

Finalmente, el último comando causa un error porque la palabra de control ha sido escrita incorrectamente

### REGLAS Y CONVENCIONES PARA EL USO DEL COMANDO "INPUT FORMAT"

1. Solamente están permitidos los formatos F, I, X, A, y T.
2. En la lista de formatos no podrán mezclarse formatos del tipo FE I. Si el archivo contiene algún número real, FN.0 es empleado para leer valores enteros del archivo en modo real.
3. El máximo de longitud de una especificación alfanumérica es de 2 para enteros y 4 para reales.
4. El formato T podrá ser empleado para tabular ya sea hacia adelante, o hacia atrás dentro del registro, pero no entre registros.
5. La máxima amplitud de un formato I es 6.
6. Un máximo de 500 variables podrá ser definido en un formato entero. --  
250 en un formato del tipo real.
7. El número de variables especificados en el comando Input Format deberá ser igual al número de variables definidos en el comando variable List.
8. La lectura de blancos con el formato I o F son grabados como ceros, no obstante el comando Assign Blank es usado para recodificar esto.

### REGLAS Y CONVENCIONES PARA EL USO DEL COMANDO "DATA LIST"

1. El comando Data List es empleado en lugar de los comandos variable List e Input Format.

2. La llave *Fixed* es requerida al estarse codificando valores enteros, la *real* para el caso de codificación de reales.
3. El número de casos por default es 1. Para omitir esto, colocar el N de registros entre paréntesis precediendo al primer *Slash*.
4. Cada *Slash* deberá ir seguido por una secuencia de número de registros.
5. El rango de columnas para una variable, por default es 1. Para omitir esto se deberá incluir un delimitador de localidades de columnas.
6. Cuando varios parámetros del mismo tipo están definidas con una columna inicial y final, el número de columnas implicadas deberá ser un múltiplo del número de las variables especificadas.
7. Para el caso de listas de parámetros enteros, las variables alfanuméricas están restringidas a dos columnas: el límite es cuatro para el caso de listas de parámetros reales.

#### REGLAS Y CONVENCIONES PARA EL USO DEL COMANDO "DATA DEFINITION"

Los comandos empleados para definir un archivo, su estatus y su precedencia son:

Comando	Estatus	Precedencia	Observaciones
File Name	Opcional	1	
Variable List	Condicional	2	Data List, una alternativa

<i>Data List</i>	<i>Condicional</i>	2	<i>Variable List e Input Format, son alternativas</i>
<i>Input Format</i>	<i>Condicional</i>	3	<i>Requiere que un comando Variable List sea empleado</i>
<i>Assign Blanks</i>	<i>Opcional</i>	3	
<i>N Of Case</i>	<i>Condicional</i>	3	<i>N podrá ser incluido en Read, Input Data</i>
<i>N Of Newvars</i>	<i>Condicional</i>	3	<i>Requerido para cuando más de 25 variables han sido creadas a través de la trans- formación</i>
			<i>Datos</i>
<i>Input Medium</i>	<i>Condicional</i>	4	<i>No es requerido cuando los datos se encuentran dentro de los comandos</i>
<i>Read Input Data</i>	<i>Requerido</i>	5	
<i>End of Data</i>	<i>Condicional</i>	6	<i>R urido cuando los datos se encuentran dentro de las decla- raciones</i>

Missing Values	Opcional	7
Value Labels	Opcional	7
Var Labels	Opcional	7

El siguiente ejemplo muestra la secuencia que debe seguirse en la definición de un archivo cuando los datos estén contenidos en la secuencia de declaraciones.

```
File Name          EXAM1
Data List          FIXED/1 Q1 TO Q20 1-20 ID 21-24
Assign Blanks     All(Missing)
N of Cases        10
Read Input Data
326V9123093761032743764
36724840317493734847854
97832918247047129371294
36297643017846302634932
09843675403761502725415
93846143203618364046320
37401739307610373478610
65208630965073556210377
98630982491237930654357
14863236204674359723193
End of Data
Save File
Finish
```

El siguiente ejemplo muestra la secuencia de comandos que se emplean para definir datos en disco.

```

Run Name           EXAM2
Variable List      SEX EDUC SCORE1 TO SCORE5
Input Format        (F1.0,F2.0,5F4.2)
Input Medium       DK0:TEST.DAT
Read Input Data    100
Missing Values     ALL(0)
Var Labels         Educ, Education in Years/
                   Score1, Motivation Score/
                   Score1, Aggression Score/
                   Score1, Achievement 1 Score/
                   Score1, Achievement 2 Score/
                   Score1, Fatalism Score
Value Labels       SEX (1) Female (2) Male
Save File          EXAM2
Finish

```

## RECUPERACION Y ESTABLECIMIENTO DE ARCHIVOS

El comando *Save File*. Proporciona un medio rápido y eficiente de salvar - archivos en el sistema, y en esa forma poder hacer un uso de él en tiempos posteriores.

El formato general de este comando es:

```
Save File          [especificación de archivos]
```



Ejemplo:

Save File

.. Save File DK2:CHICRM

El comando Get File. Es empleado para la recuperación de archivos en el sistema, los que previamente debieron haber sido salvados con el comando Save File.

El formato general de este comando es:

Get File [especificación de archivos]

Ejemplo:

Get File DK2:CHICRM

#### EL COMANDO ADD VARIABLES

Este comando es empleado cuando se desea adicionar datos a un sistema de archivos ya en existencia. Su empleo es similar al del comando Variable -- List, dado que éste requiere de un comando Input Format para en esa definir la localidad de las nuevas variables en los registros del sistema de archivos de SPSS-11

Con miras a obtener un adecuado resultado al agregarse nuevos datos, las siguientes consideraciones se deberán tomar en cuenta.

1. Deberá existir una correspondencia uno a uno entre el número y orden, de las ocurrencias en los datos del archivo de entrada, y que van a ser agregados al archivo creado por el sistema SPSS-11. Esto es, si el archivo de entrada contiene registros que contiene un conjunto diferente

de datos, para la misma situación de un mismo sistema de archivos, el - case de los datos del archivo de entrada deberá estar en el mismo orden a como ellos residen en el sistema de archivos de SPSS-11.

2. La suma del número de variables a ser agregadas, y el número de variables existentes en el sistema de archivos de SPSS-11, no deberá exceder los 500 en el caso de datos enteros, y de 250 si son datos del tipo - - real.
3. Sólo está permitido agregar datos enteros a archivos de tipo entero, y datos reales a archivos de tipo real. Si por equivocación se incurre - en el error de mezclar datos, SPSS-11 emitirá un mensaje de error, y el proceso dejará de ejecutarse.
4. Las variables a ser agregadas, deberán residir en los registros de un - archivo de entrada, y no en un sistema de archivos del sistema. No es posible efectuar la mezcla de dos tipos de archivos. Es posible, sin - embargo, emplear write cases, para escribir fuera de un registro de archivos del sistema archivos de SPSS-11, para en esa forma saltarse la - restricción antes especificada.
5. Un máximo de 25 variables podrán ser agregadas, a menos que el comando N of Newvars sea empleado.
6. Deberá existir espacio suficiente en el dispositivo de salida, el cual está destinado a contener el archivo de salida.

SPSS-11 SOPORTA LOS OPERADORES LOGICOS ESTANDARES: GE, LE, GT, LE, EQ, NE

1. Tres tipos de comandos están disponibles para la transformación de datos en SPSS-11: Recode, Compute y IF.
2. Múltiples variables podrán ser creados o recodificados con el comando Recode, pero solamente una asignación aritmética podrá ser hecha con dicho comando, o con el comando IF.
3. Si más de 25 variables son creadas en la transformación de datos, el comando N of Newvars deberá preceder a los comandos de transformación.
5. Múltiples comandos de transformación de datos podrá aparecer en cualquier punto después de que los datos han sido leídos. Esto es, posterior al comando Get File o el comando Input Data, cada comando ocasiona que el comando sea leído una vez.
6. Asignaciones enteras impares son truncadas a pares en un sistema de archivos de SPSS-11.
7. Variables creadas con la transformación de datos son agregadas al sistema de archivos en el orden en que ellos son creados. Lo creado podrá ser analizado como cualquier otra variable.
8. Errores en el comando de transformación de datos no son errores fatales. No obstante un comando con error no es ejecutado.

Para usos propios de la estadística existen los siguientes subprogramas, - mismos que podrán ser invocados según los requerimientos deseados.

## ESTADISTICA DESCRIPTIVA: SUBPROGRAMA FRECUENCIAS

La primera etapa del análisis de datos consiste en la determinación de las características básicas de cada una de las variables creadas, mismas que se serán empleadas en subsecuentes análisis estadísticos. Información de la distribución, la variabilidad y tendencia central de cada una de las variables, proporciona la información requerida para la selección de análisis estadísticos, así como una documentación básica del archivo.

Por Default no se obtiene resultados estadísticos de los datos proporcionados al sistema. Las siguientes estadísticas podrán ser solicitadas mediante el comando *Statistic* seguido de los comandos u opciones equivalentes.

<i>Statistic</i>	1	Mean
<i>Statistic</i>	2	Standar Error
<i>Statistic</i>	3	Median
<i>Statistic</i>	4	Mode
<i>Statistic</i>	5	Standar Deviation
<i>Statistic</i>	6	Variance
<i>Statistic</i>	7	Kurtosis
<i>Statistic</i>	8	Skewness
<i>Statistic</i>	9	Range
<i>Statistic</i>	10	Minimum
<i>Statistic</i>	11	Maximo
<i>Statistic</i>	12	Sum of Values

Los anteriores comandos nos darán como resultado al ser invocados la media,

el error estándar, la mediana, la moda, etc., de cada una de las variables establecidas en la tabla.

El siguiente ejemplo nos muestra una forma típica del uso de tales comandos.

Pagesize	Noeject
Run Name	Frequencies output Created
Get File	Comsty
Frequencies	Govselct
Statistics	All
Options	8
Finish	

#### ANÁLISIS DE TABLA DE CONTINGENCIAS: SUBPROGRAMA CROSSTABS Y TAUB

Después de examinar la distribución de cada una de las variables del conjunto de datos, es deseable frecuentemente, investigar las relaciones que existen entre dos o más variables. Se podría desear efectuar un análisis de tabla de eventualidades (Crosstabulation), análisis de correlación, análisis de regresión, o análisis de varianza, por mencionarse algunos de los procedimientos disponibles en SPSS-11.

Subprograma Crosstabulation. Nos genera una tabla de eventualidades de dos o más variables clasificadas.

Para mayor información consultar el manual apropiado en la sección correspondiente.

Subprograma Tub. El concepto de Tau de Kendall es frecuentemente empleado como una medida de la asociatividad de la tabla de contingencias.

Descripción de Subpoblaciones y diferencia media de pruebas: subprogramas Breakdown y T-test.

Breakdown. Calcula y proporciona la suma de medias, desviación estándar y varianza de una variable dependiente contenidos en el case de un archivo.

T-test. Calcula la T de Students y niveles de probabilidad, para en esa forma probar si la diferencia entre dos muestras es significativa.

#### ANALISIS Y CORRELACION BIVARIABLE. CORRELACION DE PEARSON Y DIAGRAMAS SCATTER

Subprograma Pearson Coor. Determina la correlación producto-momento de Pearson entre pares de variables.

Subprograma Scattergram. Grafica en dos dimensiones variables, donde las coordenadas de los puntos son los valores de las variables que han sido consideradas.

#### CORRELACION PARCIAL: SUBPROGRAMA CORRELACION PARCIAL

Una correlación parcial, no es más que una medida de asociación que describe la relación entre dos variables al ser ajustadas por los efectos de una o más variables adicionales. Conceptualmente, correlación parcial es análogo al análisis de contingencias (Crosstabulation). En correlación parcial, el control es estadístico más que literal, y está basada en la sim-

ple suposición de relación lineal entre variables.

#### ANÁLISIS DE MULTIPLE REGRESION

El uso más importante de tal técnica, es el empleo como herramienta descriptiva, para: (1) encontrar la mejor ecuación de predicción lineal y evaluar su exactitud de predicción; (2) control de otros factores confusos -- con la intención de evaluar la contribución de una variable específica o conjunto de variables; y (3) encontrar relación estructural y proporcionar explicación de la aparente relación multivariada.

#### ANÁLISIS DE VARIANZA Y COVARIANZA

Subprograma Anova. Realiza de uno a cinco formas de análisis de varianza y covarianza, para diseño factorial y optimizar la impresión de un múltiple análisis de clasificación de tabla.

Para el objetivo que nos ocupa "tesis". Se hizo uso solamente de la sección denominada 'estadística descriptiva: subprograma frecuencias'.

A continuación se muestran la estructura de datos con que se alimentó el sistema SPSS-11, para la creación de su sistema de archivos.

Run Name	Gráfica de frecuencias
Variable List	Tipo, capacidad, modelo, marca, estado, sector, ruta, -- cainic, primv, primrs, primut, rssegund, utsegund, se-- gundv, segundut, segundrs, UT, RS, Montenes, paradas, -- botes, A.

Format (2F1.0, F4.0, 3F1.0, 1X, F2.0, 1X, F3.1, 2X, F4.2, 1X, F5.2, 1X,  
 F5.2, 1X, F5.2, 1X, F5.2, 1X, F4.2, 1X, F5.2, 1X, F5.2, 1X, F1.0,  
 F2.0, F1.0, F2.0, 1X, F2.0, 1X, F5.2)

N of Cases 118

Read Input Data

151973121 14  
 151975121 0  
 151972121 0  
 151972121 0  
 151972121 0  
 151972221 0  
 151972121 0  
 151972322 2 6.8 2.25 17.2 9.5 17.65 9.5 1.6 9.5 18.1 018230 12 82.1  
 151972222 8 6.2 0.7 16.5 6.9 16.4 6.9 0.95 6.9 16.4 018124 11 75.1  
 151973122 9 5.8 0.7 16.5 6.5 16.9 6.5 4.50 6.5 16.7 018337 10 79.1  
 151973122 10 6.1 0.4 16.2 6.5 15.5 6.5 3.0 6.5 15.75 018721 8 75.3  
 151965122 14 5.7 1.5 17.4 7.2 17.45 7.2 2.2 7.2 18.4 018222 7 80.65  
 151977222 16 6.5 2.15 19.5 8.65 19.20 8.65 1.35 8.65 17.8 081123 9 84.5  
 151972122 71 7.4 2.70 18.5 10.1 18.6 10.1 3.1 10.1 18.7 018439 13 87.00  
 151972122 22 5.1 1.5 19.1 6.6 19.45 6.6 1.85 6.6 19.4 018428 5 84.40  
 151972122 0  
 151975122 0  
 151963122 0  
 151966222 0  
 151975123 13  
 151972123 0  
 151965123 0



151967223 0  
151975123 0  
151962123 0  
151966223 0  
151965123 0  
151972223 0  
151972123 0  
151972223 2  
151972123 3  
151966223 5  
151977224 9  
151971224 14  
151972124 0  
151966224 11  
151972225 0  
15197122 0  
15196722 0  
15196622 0  
15197512 0  
15197222 0  
261977321 4  
261980421 7  
261977321 10  
261977321 11  
261977221 13  
261977321 15

261979121 16  
 261974121 0  
 261980411 1  
 261977322 1 7.0 1.25 18.5 8.25 18.6 8.25 2.5 8.25 18.3 018124 8 84.15  
 261972122 3 6.3 1.20 16.5 7.5 17.4 7.5 1.6 7.5 16.9 018127 13 77.95  
 261977322 5 6.2 1.00 17.65 7.2 17.4 7.2 1.7 7.2 17.2 018224 15 79.15  
 261977322 6 5.4 1.10 16.9 6.5 17.0 6.2 1.0 6.5 17.15 018220 14 76.55  
 261980422 12 5.3 0.0 17.1 5.3 15.6 5.3 1.8 5.3 17.10 018110 5 74.90  
 261979122 13 5.7 0.95 17.1 6.2 17.9 6.1 2.7 6.1 18.85 018220 7 80.20  
 261977222 15 6.0 0.6 18.2 6.6 18.0 6.6 1.3 6.6 18.7 018213 7 80.80  
 261971322 21 5.0 1.3 19.0 6.3 20.0 6.3 2.1 6.3 19.2 018131 12 85.20  
 261980413 1  
 261977323 2  
 261977323 3  
 261977423 4  
 261977223 5  
 261977324 7  
 261979124 12  
 261977324 14  
 261977324 1  
 261979124 4  
 261978424 7  
 261980424 12  
 26198052 0  
 26197132 0  
 26198151 0

26198151 0  
 341981411 0  
 341981411 0  
 341978412 0  
 341978412 0  
 341978412 0  
 341978323 0  
 341978424 0  
 341978325 0  
 341978325 0  
 341975325 0  
 341975325 0  
 341972125 0  
 341971325 0  
 34198051 0  
 34197132 0  
 34198151 0  
 471980515 0  
 471980511 2  
 471975121 3  
 471980511 5  
 471980511 9  
 471980511 12  
 471975122 7 5.7 0.0 16.5 5.7 17.0 5.7 2.5 5.7 16.5 018122 15 73.3  
 471980512 18 6.2 0.9 18.0 7.1 18.34 7.1 1.4 7.1 17.4 018134 6 80.25  
 471980512 19 6.8 1.3 18.85 8.1 18.9 8.1 1.45 8.1 18.95 018531 5 84.25

```

471980512 20 7.2 1.3 17.90 8.5 18.0 8.5 2.5 8.5 18.5 018039 7 83.05
471980513 6
471980513 9
471980513 11
471980514 10
471980514 15
471980514 16
47198051 0
581980511 6
581980512 4 6.8 0.8 19.9 7.6 18.0 7.6 2.4 7.6 16.8 018124 17 80.7
581980512 11 5.8 0.0 15.3 5.8 15.4 5.8 2.0 5.8 17.55 018113 6 74.5
481980512 23 4.6 2.5 21.15 7.1 21.3 7.1 2.5 7.1 20.85 018736 9 90.3
581980513 8
581980513 10
581980514 6
581980514 8
581980514 13
58198051 8
End of Data
Save File Gráfica
Finish

```

Donde para obtenerse los resultados referidos en el capítulo 2 de este tra  
bajo, se requirió que se ejecutasen los siguientes tipos de comandos.

Pagesize 63  
Run Name Gráfica de Frecuencias  
Get File Gráfica  
Frequencies Tipo  
Statistics All  
Options 8  
Finish  
EOF

Pagesize 63  
Run Name Gráfica de Frecuencia  
Get File Gráfica  
Frequencies Capacidad  
Statistics All  
Options 8  
Finish  
EOF

Pagesize 63  
Run Name Gráfica de Frecuencias  
Get File Gráfica  
Frequencies Modelo  
Statistics All  
Options 8  
Finish  
EOF

Pagesize	63
Run Name	Gráfica de Frecuencias
Get File	Gráfica
Frequencies	Marca
Statistics	All
Options	8
Finish	
EOF	

Pagesize	63
Run Name	Gráfica de Frecuencias
Get File	Gráfica
Frequencies	Estado
Statistics	All
Options	8
Finish	
EOF	

Pagesize	63
Run Name	Gráfica de Frecuencias
Get File	Gráfica
Frequencies	Sector
Statistics	All
Options	8
Finish	
EOF	

Pagesize	63
Run Name	Gráfica de Frecuencias
Get File	Gráfica
Frequencies	Ruta
Statistics	All
Options	8
Finish	
EOF	

Pagesize	63
Run Name	Gráfica de Frecuencias
Get File	Gráfica
Frequencies	Cainic
Statistics	All
Options	8
Finish	
EOF	

Pagesize	63
Run Name	Gráfica de Frecuencias
Get File	Gráfica
Frequencies	Primv
Statistics	All
Options	8
Finish	
EOF	

Pagesize	63
Run Name	Gráfica de Frecuencias
Get File	Gráfica
Frequencies	Prims
Statistics	All
Options	8
Finish	
EOF	

Pagesize	63
Run Name	Gráfica de Frecuencias
Get File	Gráfica
Frequencies	Primut
Statistics	All
Options	8
Finish	
EOF	

Pagesize	63
Run Name	Gráfica de Frecuencias
Get File	Gráfica
Frequencies	Rsegund
Statistics	All
Options	8
Finish	
EOF	



<i>Pagesize</i>	63
<i>Run Name</i>	<i>Gráfica de Frecuencias</i>
<i>Get File</i>	<i>Gráfica</i>
<i>Frecuencias</i>	<i>Utsegund</i>
<i>Statistics</i>	<i>All</i>
<i>Options</i>	8
<i>Finish</i>	
<i>EOF</i>	
<i>Pagesize</i>	63
<i>Run Name</i>	<i>Gráfica de Frecuencias</i>
<i>Get File</i>	<i>Gráfica</i>
<i>Frecuencias</i>	<i>Segundv</i>
<i>Statistics</i>	<i>All</i>
<i>Options</i>	8
<i>Finish</i>	
<i>EOF</i>	
<i>Pagesize</i>	63
<i>Run Name</i>	<i>Gráfica de Frecuencias</i>
<i>Get File</i>	<i>Gráfica</i>
<i>Frecuencias</i>	<i>Segundut</i>
<i>Statistics</i>	<i>All</i>
<i>Options</i>	8
<i>Finish</i>	
<i>EOF</i>	

Pagesize	63
Run Name	Gráfica de Frecuencias
Get File	Gráfica
Frequencies	Segundrs
Statistics	All
Options	8
Finish	
EOF	

Pagesize	63
Run Name	Gráfica de Frecuencias
Get File	Gráfica
Frequencies	UT
Statistics	All
Options	8
Finish	
EOF	

Pagesize	63
Run Name	Gráfica de Frecuencias
Get File	Gráfica
Frequencies	RS
Statistics	All
Options	8
Finish	
EOF	

Pagesize	63
Run Name	Gráfica de Frecuencias
Get File	Gráfica
Frequencies	Montenes
Statistics	All
Options	8
Finish	
EOF	
Pagesize	63
Run Name	Gráfica de Frecuencias
Get File	Gráfica
Frequencies	Paradas
Statistics	All
Options	8
Finish	
EOF	
Pagesize	63
Run Name	Gráfica de Frecuencias
Get File	Gráfica
Frequencies	Botes
Statistics	All
Options	8
Finish	
EOF	

Pagesize	63
Run Name	Gráfica de Frecuencias
Get File	Gráfica
Frequencies	A
Statistics	All
Options	8
Finish	
EOF	

#### 4.2. ASIGNACION OPTIMA DE LAS UNIDADES DE RECOLECCION, POR MEDIO DEL PROGRAMA DEL METODO SIMPLEX

##### OBJETIVO

Maximizar la vida útil de las unidades de recolección, por medio de una -- asignación racional de los recursos materiales involucrados en la función de recolección de basura, en tipo, cantidad y capacidad de unidades de recolección, regida por el nivel esperado de la prestación del servicio, de las características operativas de la producción domiciliaria de basura y de los costos de las unidades de recolección.

##### ALCANCE

El programa del método simplex, exige la definición de una función objetivo que involucra los costos de los diferentes tipos de recolección, función que puede ser maximizada o minimizada. Asimismo el programa admite -

restricciones de los tres tipos posibles y que son:

- 1) Restricciones del tipo mayor o igual a (    ).
- 2) Restricciones del tipo menor o igual a (    ).
- 3) Restricciones del tipo igual a (    ).

Por lo anterior, el usuario puede usar el programa con diferentes funciones objetivos y restricciones y obtener soluciones óptimas en cuestión de segundos.

#### DATOS DE ENTRADA

PREGUNTA	DESCRIPCION	DATO
1	Número de variables número de tipos de unidades de recolección.	
2	Número de restricciones $\leq$	
3	Número de restricciones $>=$	
4	Número de restricciones $=$	
5	Dar coeficientes diferentes de cero, en la forma: renglón, columna, coeficiente.	
6	Dar los coeficientes del vector de costos.	
7	Dar los coeficientes del vector del lado derecho.	

HOJA DE TRABAJO PARA EL SECTOR 2

PRODUCCION DE BASURA EN CASAS HABITACION: (ESQUINAS): (PBCH)

Area del sector 2	5.67 Km <sup>2</sup>
Densidad de población de la delegación Venustiano Carranza	33,077 Hab/Km <sup>2</sup>
Factor producción basura	0.75 Kg-día/hab.*

$$(PBCH) = 5.67 \text{ Km}^2 \times 33,077 \text{ Hab/km}^2 \times 0.75 \text{ Kg-día/hab.}$$

$$(PBCH) = \underline{141 \text{ toneladas diarias}}$$

MONTO DE BASURA EN MONTONES TRADICIONALES: (MBMT) (M<sub>11</sub>)

Número de montones tradicionales en el sector 2	45
Peso promedio de montones tradicionales	0.88 toneladas

$$(MBMT) = 45 \text{ montones} \times 0.88 \text{ toneladas/montón}$$

$$(MBMT) = \underline{40 \text{ toneladas diarias}} (M_{11})$$

MONTO DE BASURA PRODUCIDA EN ESCUELAS: (MBPE)

Número de escuelas en el sector 2	39
Producción promedio por escuela	0.18 toneladas/escuela

$$(MBPE) = 39 \text{ escuelas} \times 0.18 \text{ toneladas/escuela}$$

$$= 6.84 \text{ toneladas diarias}$$

\* Dato de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

MONTO DE BASURA RECOLECTADA POR BARRENDEROS: (M12)

Número de paradas de barrenderos en el sector 2	23
Número promedio de tambos de recolección en cada parada de barrenderos	15
Capacidad de un tambo	0.1 Ton.

$$(M12) = 23 \text{ paradas} \times 15 \text{ tambos/parada} \times 0.1 \text{ ton./tambo}$$

$$(M12) = \underline{35 \text{ toneladas diarias}}$$

PRODUCCION DE BASURA DOMICILIARIA: (M1)

$$(M1) = 141 + 40 + 6.84 + 35 \text{ ton/día}$$

$$(M1) = \underline{223.84 \text{ toneladas diarias}}$$

ASIGNACION DE UNIDADES DE RECOLECCION SEGUN SU TIPO PARA BASURA DE ORIGEN ESPECIFICO EN EL SECTOR 2

$$M_1 = \text{Producción de basura domiciliaria} = 147.84 \text{ toneladas}$$

MONTO DE BASURA A RECOLECTAR POR DIA\*

$$M_2 = \frac{222.84 \times 7}{3} = 522.29 \text{ Ton/día}$$

Monto de basura a recolectar por día por unidades de recolección de cada tipo:

$$M_3 = \frac{522.29}{2} = 261.145 \text{ toneladas/día}$$

\* Aplicando la fórmula  $\sum_{i=1}^n W_i X_i N_i \geq S/2$ , desarrollada en el capítulo 3.

Si consideramos que una jornada de trabajo, permite hacer dos recorridos - por día, tenemos que:

$$M_4 = \frac{262}{2} = 131 \text{ toneladas/día}$$

UNIDADES DE RECOLECCION DOMICILIARIA  
DIAGNOSTICO  
(SECTOR 2)

NUMERO DE TIPO	TIPO	NUMERO UNIDADES DISPONIBLES ACTUALMENTE	CAPACIDAD* TONELADAS
1	Volteo	3	4.126
2	Tubular	12	5.820
3	Rectangular	8	5.900
4	Carga trasera	1	7.000
5	Carga frontal	3	8.000
		30	

\* Para la corrida del programa "Simplex revisado", la capacidad de los camiones se multiplicará por una eficiencia de llenado de 0.8.



## VECTOR DE COSTOS

NUMERO DE TIPO	TIPO	COSTO* \$/Kg.
1	Volteo	3.61
2	Tubular	3.15
3	Rectangular	2.70
4	Carga trasera	2.25
5	Carga frontal	1.78

\* Costo por Kg. de basura recolectada.

MATRIZ DE UNIDADES DE RECOLECCION DOMICILIARIA

----- COLUMNA -----						NUMERO DE UNIDADES DISPONIBLES
1	2	3	4	5		
1	1					3
2		2				12
3			3			8
4				4		4
5					5	3

MATRIZ DE GRUPOS DE UNIDADES  
DE RECOLECCION PARA ATENCION DE  
DIFERENTES PUNTOS DE PRODUCCION DE  
BASURA

\*PRODUCCION GRUPO  
TONELADAS CLASE  
PRODUC  
CION

	1	2	3	4	5		
6	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	131	1

\* Valor  $M_4$  de la hoja de trabajo.

## RESULTADOS

Del cuadro de resultados: 5 VARIABLES BASICAS

Se toma la cantidad de unidades de recolección de las variables X1, X2, X3, X4 y X5, que son respectivamente, volteo, tubular, rectangular, carga trasera y carga frontal y que según el programa simplex deben de ser:

VARIABLE BASICA	TIPO UNIDAD	CANTIDAD UNIDADES
X1	Volteo	3
X2	Tubular	12
X3	Rectangular	6
X4	Carga trasera	4
X5	Carga frontal	3
TOTAL		28

Que es la capacidad necesaria para recolectar la basura de origen domiciliar del sector 2 de la Delegación Venustiano Carranza.

## ANALISIS DE SENSIBILIDAD

A partir de la matriz inversa, se obtuvieron los rangos en los Costos (Kg./Camión) para cada tipo, así como los rangos para la generación de basura diaria.

\*NOTA: Los resultados obtenidos, fueron tomando en cuenta la programación entera.



## ANÁLISIS EN EL VECTOR DEL LADO DERECHO

## 1. Para los camiones

a) Camión tipo volteo ( $X_1$ ).

$$0 \leq X_1 \leq 3$$

b) Camión tipo tubular ( $X_2$ ).

$$7 \leq X_2 \leq 12 \quad \text{y se afecta a: } X_3 = 5.162 - 0.978 \Theta$$

donde:

$$-5.27 \leq \Theta \leq 2.9$$

c) Camión tipo rectangular ( $X_3$ ).

$$6 \leq X_3 \leq 8$$

d) Camión tipo carga trasera ( $X_4$ ).

$$0 \leq X_4 \leq 4 \quad \text{y se afecta a: } X_3 = 5.162 + (-1.2 \Theta)$$

donde:

$$-4 \leq \Theta \leq 0$$

e) Camión tipo carga frontal ( $X_5$ ).

$$0 \leq X_5 \leq 3 \quad \text{y se afecta a: } X_3 = 5.162 - 1.3$$

donde:

$$-3 \leq \Theta \leq 0$$

Lo anterior nos indica que ante cualquier variación en la cantidad de basu  
ra, si no se tuvieran los camiones dentro de sus rangos correspondientes,  
 la solución encontrada no sería factible, modificándose por lo tanto el re  
sultado.

## 2. Para la generación de basura

$$236.24 \leq \text{Gen. de basura/día} \leq 311.68 \text{ [Ton.]}$$

$$\text{afectándose a: } X_3 = 5.162 - 0.212$$

$$\text{donde: } -13.28 \leq \Theta \leq 24.34$$

Lo anterior nos indica que si se sobrepasa cualquiera de estos límites, habrá necesidad de asignar unidades de recolección adicionales (adquiridos o rentados).

## 4.3. DISTRIBUCIÓN ÓPTIMA DE LAS UNIDADES DE RECOLECCIÓN A LOS CENTROS DE DEMANDA POR MEDIO DEL PROGRAMA DEL TRANSPORTE

### OBJETIVO

Determinar los puntos geográficos que forman una macrorruta de unidades de recolección domiciliaria, que en términos de tiempos de recorrido, sean -- los más breves, con el fin de prestar el nivel de servicio óptimo con el -- mínimo uso y esfuerzo de los recursos materiales y humanos.

### REQUERIMIENTOS

El programa del transporte, requiere de la definición de los siguientes -- elementos:

- Número de orígenes.
- Número de destinos.

- Capacidad existente en toneladas en cada origen (resultados del programa simplex).
- Capacidad requerida en cada destino.
- Tiempo de recorrido en segundos desde cada origen hasta cada destino.

## ALCANCE

El programa asigna a cada destino la capacidad en toneladas (unidades de recolección) que, desde cada origen, debe acudir a cada colonia para la recolección de basura producida.

El programa de transporte es un recurso informático y de cálculo, factible de ser aplicado a cada una de las actividades que componen una macroruta - susceptible de ser optimadas, con tan sólo conocer los tiempos de recorrido asociados a cada origen-actividad-destino.

El programa del transporte crea en caso necesario, origen o destino ficticio cuando las capacidades tanto en origen como en destino, están sobradas o no alcanzan a satisfacer la oferta (demanda en el modelo), por lo que se puede usar en problemas de planeación en forma directa y sin ningún cambio.

## CONSIDERACIONES

Con el objetivo de utilizar el programa de transporte, es necesario realizar una actividad de identificación en el entorno considerado -en nuestro caso el sector 2 de la Delegación- de orígenes y destinos de las unidades

de recolección domiciliaria en su recorrido normal y atendiendo las características particulares de dicho entorno, sus encierros, sus destinos intermedios y finales.

Una macroruta de unidades de recolección domiciliaria para el presente estudio, se considera compuesta de los siguientes elementos:

NUM.	ORIGEN	ACTIVIDAD	ELEMENTO	DESTINO
1	Encierro de la Delegación	Traslado	Unidades de Recolección sin ayudantes	Bodegas
		Recoger personal auxiliar		
2	Bodegas	Traslado	Unidades de recolección vacías	Colonias
		Primer recorrido		
3	Colonias	Traslado	Unidades de recolección con desechos	Unidad de Transferencia
		Descarga de <u>de</u> <u>sechos</u>		
3	Colonias	Traslado	Unidades de recolección con desechos	Relleno Sanitario
		Descarga de Desechos		
4	Unidad de Transferencia	Traslado	Unidades de recolección vacías	Colonias
		Segundo recorrido		



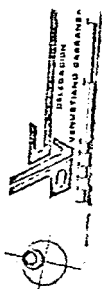
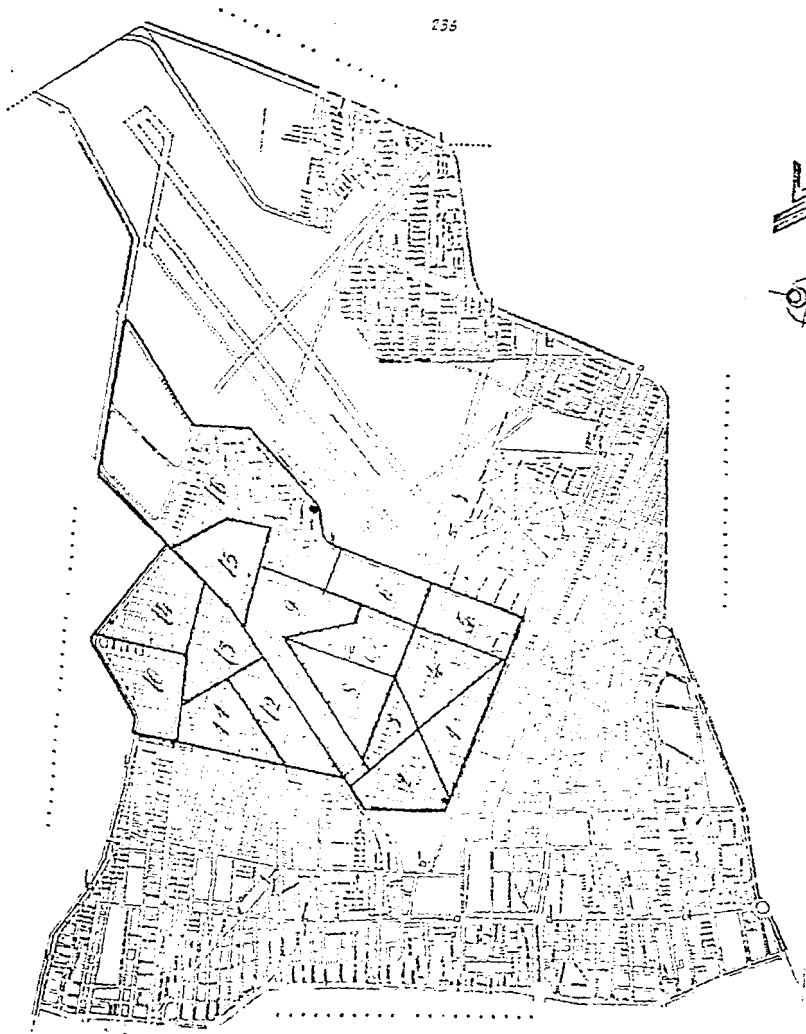
4	Relleno Sanitario	Traslado Segundo recorrido	Unidad de recolección vacías	Colonias
-	Colonias	Traslado	Unidad de recolección con <u>de</u> secho	Unidad de Transferencia
-	Unidad de Transferencia	Descarga de desechos Encierro	Unidad de recolección vacía	Encierro de la Delegación

## NOTAS

- Las últimas dos actividades son fijas, por lo que no se numeran, es decir no son sometidas al programa de transporte.
- Las unidades de recolección al finalizar el primer recorrido se dirigen a la Unidad de Transferencia o al Relleno Sanitario, dependiendo del recorrido más corto desde el punto en que la unidad termina el primer recorrido, por lo que se numeran igual.
- La unidad de recolección antes de iniciar el primer recorrido, habitualmente acude a cargar combustible. Esta actividad no se considera dentro de la macroruta, ya que se asigna manualmente.
- La Delegación Venustiano Carranza tiene celebrados convenios para compra de gasolina a través de vales con tres gasolineras ubicadas dentro de su jurisdicción.

- La Delegación Venustiano Carranza cuenta con tres bodegas que son locales en que los ayudantes de operadores de las unidades de recolección se concentran al inicio de la jornada.
- Al final de primer recorrido las unidades de recolección asignadas a ciertas colonias, deben acudir al Relleno Sanitario para descargar los desechos, la razón es que invierten menos tiempo en el recorrido al Relleno Sanitario y regreso para iniciar su segundo recorrido.

El siguiente mapa nos muestra el Sector 2 de la Delegación Venustiano Carranza, con las 17 áreas (centros de demanda) a donde se van a dirigir las unidades de recolección, que parten de los 3 encierros, para realizar el servicio de recolección domiciliaria.



## ANÁLISIS DE LA MACRORUTA DEL SECTOR 2

NUM.	ORIGEN / ELEMENTO	DESTINO	ACTIVIDAD
1	Encierro de la Delegación	Bodega 1 Bodega 2 Bodega 3	Traslado a Bodega
	Unidad de recolección tipo 1		
	Unidad de recolección tipo 2		
	Unidad de recolección tipo 3		
	Unidad de recolección tipo 4		
	Unidad de recolección tipo 5		
2	Bodega 1, 2, 3	Colonia 1 Colonia 2 Colonia 3 Colonia 4 Colonia 5 Colonia 6 Colonia 7 Colonia 8 Colonia 9 Colonia 10 Colonia 11 Colonia 12 Colonia 13 Colonia 14	Traslado para re- colección primer recorrido

NUMERO	ORIGEN (ES)	DESTINO (S)	ACTIVIDAD
		Colonia 15	" "
		Colonia 16	" "
		Colonia 17	" "
3	Colonia 1	Unidad de Transfe rencia. Relleno Sanitario	Traslado de uni- dades cargadas a destinos in- termedios y fi- nales.
	Colonia 2		" "
	Colonia 3		" "
	Colonia 4		" "
	Colonia 5		" "
	Colonia 6		" "
	Colonia 7		" "
	Colonia 8		" "
	Colonia 9		" "
	Colonia 10		" "
	Colonia 11		" "
	Colonia 12		" "
	Colonia 13		" "
	Colonia 14		" "
	Colonia 15		" "
	Colonia 16		" "
	Colonia 17		" "

NUMERO	ORIGEN (ES)	DESTINO (S)	ACTIVIDAD
4	Unidad de transferencia. Relleno Sanitario	Colonia 1	Traslado para - recolección se- gundo recorrido
		Colonia 2	" "
		Colonia 3	" "
		Colonia 4	" "
		Colonia 5	" "
		Colonia 6	" "
		Colonia 7	" "
		Colonia 8	" "
		Colonia 9	" "
		Colonia 10	" "
		Colonia 11	" "
		Colonia 12	" "
		Colonia 13	" "
		Colonia 14	" "
		Colonia 15	" "
		Colonia 16	" "
		Colonia 17	" "

TABLEAU DEL TRANSPORTE ACTIVIDAD 1  
 TRASLADO DE UNIDAD DE RECOLECCION A BODEGA

		BODEGAS			NUMERO DE UNIDADES DE RECOLECCION POR ENVIAR
TIPOS UNIDADES RECOLECCION	1	2	3		
1	t11	t12	t31	3	
2	t21	t22	t23	10	
3	t31	t30	t33	4	
NUMERO DE UNIDADES DE RECOLECCION ACEPTABLES	8	8	9	25	

PREGUNTA	DATOS DE ENTRADA	DATO
DESCRIPCION		
1	Número de orígenes (tipos de unidades).	
2	Número de destinos (bodegas).	
3	Capacidad origen 1 (número unidades tipo 1).	
4	Capacidad origen 2 (número unidades tipo 2).	
5	Capacidad origen 3 (número unidades tipo 3).	
6	Capacidad destino 1 (número unidades aceptable bodega 1).	
7	Capacidad destino 2 (número unidades aceptable bodega 2).	
8	Capacidad destino 3 (número unidades aceptable bodega 3).	

PREGUNTA	DATOS DE ENTRADA	DATO
DESCRIPCION		
9	Costo de origen 1 a destino 1 (tiempo recorrido en seg.).	
10	Costo de origen 1 a destino 2 (tiempo recorrido en seg.).	
11	Costo de origen 1 a destino 3 (tiempo recorrido en seg.).	
12	Costo de origen 2 a destino 1 (tiempo recorrido en seg.).	
13	Costo de origen 2 a destino 2 (tiempo recorrido en seg.).	
14	Costo de origen 2 a destino 3 (tiempo recorrido en seg.).	
15	Costo de origen 3 a destino 1 (tiempo recorrido en seg.).	
16	Costo de origen 3 a destino 2 (tiempo recorrido en seg.).	
17	Costo de origen 3 a destino 3 (tiempo recorrido en seg.).	



242  
 TABLAU DEL TRANSPORTE. ACTIVIDAD 2  
 PRIMER RECORRIDO  
 COLONIA

ORIGEN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	n	*	
bodega 1, tipo 1	$t_{ji}$	TIPO DE JALIS, LA CADA UNO DE LOS ELEMENTOS DE LA MATRIZ													$C_j$	
bodega 1, tipo 2																"
bodega 1, tipo 3																"
bodega 2, tipo 1																"
bodega 2, tipo 2																"
bodega 2, tipo 3																"
bodega 3, tipo 1																"
bodega 3, tipo 2																"
bodega 3, tipo 3																"
PRODUCCION																Total $C_j$
TONELADAS	$P_i$	-----													Total $P_i$	

DONDE:

$C_j$  CAPACIDAD DE CADA ORIGEN (CON SUS CAMIONES RECOLECTORES)

$P_i$  GENERACION DE BASURA DE CADA DESTINO (CENTRO DE DEMANDA)

## DATOS DE ENTRADA

PREGUNTA	DESCRIPCION	DATO
1	Número de orígenes (número bodegas por tipos unidad recolección).	
2	Número de destinos (colonias).	
3	Capacidad origen 1 (bodega 1, unidad recolección tipo 1).	
4	Capacidad origen 2 (bodega 1, unidad recolección tipo 2).	
5	Capacidad origen 3 (bodega 1, unidad recolección tipo 3).	
6	Capacidad origen 4 (bodega 2, unidad recolección tipo 1).	
7	Capacidad origen 5 (bodega 2, unidad recolección tipo 2).	
8	Capacidad origen 6 (bodega 2, unidad recolección tipo 3).	
9	Capacidad origen 7 (bodega 3, unidad recolección tipo 1).	
10	Capacidad origen 8 (bodega 3, unidad recolección tipo 2).	
11	Capacidad origen 9 (bodega 3, unidad recolección tipo 3).	
12	Capacidad destino 1 (50% producción diaria colonia 1).	
13	Capacidad destino 2 (50% producción diaria colonia 2).	
14	Capacidad destino 3 (50% producción diaria colonia 3).	
15	Capacidad destino 4 (50% producción diaria colonia 4).	
16	Capacidad destino 5 (50% producción diaria colonia 5).	

PREGUNTA	DESCRIPCION	DATO
17	Capacidad destino 6 (50% producción diaria colonia 6).	
18	Capacidad destino 7 (50% producción diaria colonia 7).	
19	Capacidad destino 8 (50% producción diaria colonia 8).	
20	Capacidad destino 9 (50% producción diaria colonia 9).	
21	Capacidad destino 10 (50% producción diaria colonia 10).	
22	Capacidad destino 11 (50% producción diaria colonia 11).	
23	Capacidad destino 12 (50% producción diaria colonia 12).	
24	Capacidad destino 13 (50% producción diaria colonia 13).	
25	Capacidad destino 14 (50% producción diaria colonia 14).	
26	Capacidad destino 15 (50% producción diaria colonia 15).	
27	Capacidad destino 16 (50% producción diaria colonia 16).	
28	Capacidad destino 17 (50% producción diaria colonia 17).	
29	Costo de origen 1 a destino 1 (tiempo recorrido en segundos).	
30	Costo de origen 1 a destino 2 (tiempo recorrido en segundos).	
31	Costo de origen 1 a destino 3 (tiempo recorrido en segundos).	

PREGUNTA	DESCRIPCION	DATO
32	Costo de origen 1 a destino 4 (tiempo recorrido en segundos).	
33	Costo de origen 1 a destino 5 (tiempo recorrido en segundos).	
34	Costo de origen 1 a destino 6 (tiempo recorrido en segundos).	
35	Costo de origen 1 a destino 7 (tiempo recorrido en segundos).	
36	Costo de origen 1 a destino 8 (tiempo recorrido en segundos).	
37	Costo de origen 1 a destino 9 (tiempo recorrido en segundos).	
38	Costo de origen 1 a destino 10 (tiempo recorrido en segundos).	
39	Costo de origen 1 a destino 11 (tiempo recorrido en segundos).	
40	Costo de origen 1 a destino 12 (tiempo recorrido en segundos).	
41	Costo de origen 1 a destino 13 (tiempo recorrido en segundos).	
42	Costo de origen 1 a destino 14 (tiempo recorrido en segundos).	
43	Costo de origen 1 a destino 15 (tiempo recorrido en segundos).	
44	Costo de origen 1 a destino 16 (tiempo recorrido en segundos).	
45	Costo de origen 1 a destino 17 (tiempo recorrido en segundos).	
46	Costo de origen 2 a destino 1 (tiempo recorrido en segundos).	

PREGUNTA	DESCRIPCION	DATO
47	Costo de origen 2 a destino 2 (tiempo recorrido en segundos).	
48	Costo de origen 2 a destino 3 (tiempo recorrido en segundos).	
49	Costo de origen 2 a destino 4 (tiempo recorrido en segundos).	
50	Costo de origen 2 a destino 5 (tiempo recorrido en segundos).	
51	Costo de origen 2 a destino 6 (tiempo recorrido en segundos).	
52	Costo de origen 2 a destino 7 (tiempo recorrido en segundos).	
53	Costo de origen 2 a destino 8 (tiempo recorrido en segundos).	
54	Costo de origen 2 a destino 9 (tiempo recorrido en segundos).	
55	Costo de origen 2 a destino 10 (tiempo recorrido en segundos).	
56	Costo de origen 2 a destino 11 (tiempo recorrido en segundos).	
57	Costo de origen 2 a destino 12 (tiempo recorrido en segundos).	
58	Costo de origen 2 a destino 13 (tiempo recorrido en segundos).	
59	Costo de origen 2 a destino 14 (tiempo recorrido en segundos).	
60	Costo de origen 2 a destino 15 (tiempo recorrido en segundos).	
61	Costo de origen 2 a destino 16 (tiempo recorrido en segundos).	

PREGUNTA	DESCRIPCIÓN	DATO
62	Costo de origen 2 a destino 17 (tiempo recorrido en segundos).	
63	Costo de origen 3 a destino 1 (tiempo recorrido en segundos).	
64	Costo de origen 3 a destino 2 (tiempo recorrido en segundos).	
65	Costo de origen 3 a destino 3 (tiempo recorrido en segundos).	
66	Costo de origen 3 a destino 4 (tiempo recorrido en segundos).	
67	Costo de origen 3 a destino 5 (tiempo recorrido en segundos).	
68	Costo de origen 3 a destino 6 (tiempo recorrido en segundos).	
69	Costo de origen 3 a destino 7 (tiempo recorrido en segundos).	
70	Costo de origen 3 a destino 8 (tiempo recorrido en segundos).	
71	Costo de origen 3 a destino 9 (tiempo recorrido en segundos).	
72	Costo de origen 3 a destino 10 (tiempo recorrido en segundos).	
73	Costo de origen 3 a destino 11 (tiempo recorrido en segundos).	
74	Costo de origen 3 a destino 12 (tiempo recorrido en segundos).	
75	Costo de origen 3 a destino 13 (tiempo recorrido en segundos).	
76	Costo de origen 3 a destino 14 (tiempo recorrido en segundos).	

PREGUNTA	DESCRIPCION	DATO
77	Costo de origen 3 a destino 15 (tiempo recorrido en segundos).	
78	Costo de origen 3 a destino 16 (tiempo recorrido en segundos).	
79	Costo de origen 3 a destino 17 (tiempo recorrido en segundos).	
80	Costo de origen 4 a destino 1 (tiempo recorrido en segundos).	
81	Costo de origen 4 a destino 2 (tiempo recorrido en segundos).	
82	Costo de origen 4 a destino 3 (tiempo recorrido en segundos).	
83	Costo de origen 4 a destino 4 (tiempo recorrido en segundos).	
84	Costo de origen 4 a destino 5 (tiempo recorrido en segundos).	
85	Costo de origen 4 a destino 6 (tiempo recorrido en segundos).	
86	Costo de origen 4 a destino 7 (tiempo recorrido en segundos).	
87	Costo de origen 4 a destino 8 (tiempo recorrido en segundos).	
88	Costo de origen 4 a destino 9 (tiempo recorrido en segundos).	
89	Costo de origen 4 a destino 10 (tiempo recorrido en segundos).	
90	Costo de origen 4 a destino 11 (tiempo recorrido en segundos).	
91	Costo de origen 4 a destino 12 (tiempo recorrido en segundos).	

PREGUNTA	DESCRIPCION	DATO
92	Costo de origen 4 a destino 13 (tiempo recorrido en segundos).	
93	Costo de origen 4 a destino 14 (tiempo recorrido en segundos).	
94	Costo de origen 4 a destino 15 (tiempo recorrido en segundos).	
95	Costo de origen 4 a destino 16 (tiempo recorrido en segundos).	
96	Costo de origen 4 a destino 17 (tiempo recorrido en segundos).	
97	Costo de origen 5 a destino 1 (tiempo recorrido en segundos).	
98	Costo de origen 5 a destino 2 (tiempo recorrido en segundos).	
99	Costo de origen 5 a destino 3 (tiempo recorrido en segundos).	
100	Costo de origen 5 a destino 4 (tiempo recorrido en segundos).	
101	Costo de origen 5 a destino 5 (tiempo recorrido en segundos).	
102	Costo de origen 5 a destino 6 (tiempo recorrido en segundos).	
103	Costo de origen 5 a destino 7 (tiempo recorrido en segundos).	
104	Costo de origen 5 a destino 8 (tiempo recorrido en segundos).	
105	Costo de origen 5 a destino 9 (tiempo recorrido en segundos).	
106	Costo de origen 5 a destino 10 (tiempo recorrido en segundos).	



PREGUNTA	DESCRIPCIÓN	DATO
107	Costo de origen 5 a destino 11 (tiempo recorrido en segundos).	
108	Costo de origen 5 a destino 12 (tiempo recorrido en segundos).	
109	Costo de origen 5 a destino 13 (tiempo recorrido en segundos).	
110	Costo de origen 5 a destino 14 (tiempo recorrido en segundos).	
111	Costo de origen 5 a destino 15 (tiempo recorrido en segundos).	
112	Costo de origen 5 a destino 16 (tiempo recorrido en segundos).	
113	Costo de origen 5 a destino 17 (tiempo recorrido en segundos).	
114	Costo de origen 6 a destino 1 (tiempo recorrido en segundos).	
115	Costo de origen 6 a destino 2 (tiempo recorrido en segundos).	
116	Costo de origen 6 a destino 3 (tiempo recorrido en segundos).	
117	Costo de origen 6 a destino 4 (tiempo recorrido en segundos).	
118	Costo de origen 6 a destino 5 (tiempo recorrido en segundos).	
119	Costo de origen 6 a destino 6 (tiempo recorrido en segundos).	
120	Costo de origen 6 a destino 7 (tiempo recorrido en segundos).	
121	Costo de origen 6 a destino 8 (tiempo recorrido en segundos).	

PREGUNTA	DESCRIPCIÓN	DATO
122	Costo de origen 6 a destino 9 (tiempo recorrido en segundos).	
123	Costo de origen 6 a destino 10 (tiempo recorrido en segundos).	
124	Costo de origen 6 a destino 11 (tiempo recorrido en segundos).	
125	Costo de origen 6 a destino 12 (tiempo recorrido en segundos).	
126	Costo de origen 6 a destino 13 (tiempo recorrido en segundos).	
127	Costo de origen 6 a destino 14 (tiempo recorrido en segundos).	
128	Costo de origen 6 a destino 15 (tiempo recorrido en segundos).	
129	Costo de origen 6 a destino 16 (tiempo recorrido en segundos).	
130	Costo de origen 6 a destino 17 (tiempo recorrido en segundos).	
131	Costo de origen 7 a destino 1 (tiempo recorrido en segundos).	
132	Costo de origen 7 a destino 2 (tiempo recorrido en segundos).	
133	Costo de origen 7 a destino 3 (tiempo recorrido en segundos).	
134	Costo de origen 7 a destino 4 (tiempo recorrido en segundos).	
135	Costo de origen 7 a destino 5 (tiempo recorrido en segundos).	
136	Costo de origen 7 a destino 6 (tiempo recorrido en segundos).	

PREGUNTA	DESCRIPCION	DATO
137	Costo de origen 7 a destino 7 (tiempo recorrido en segundos).	
138	Costo de origen 7 a destino 8 (tiempo recorrido en segundos).	
139	Costo de origen 7 a destino 9 (tiempo recorrido en segundos).	
140	Costo de origen 7 a destino 10 (tiempo recorrido en segundos).	
141	Costo de origen 7 a destino 11 (tiempo recorrido en segundos).	
142	Costo de origen 7 a destino 12 (tiempo recorrido en segundos).	
143	Costo de origen 7 a destino 13 (tiempo recorrido en segundos).	
144	Costo de origen 7 a destino 14 (tiempo recorrido en segundos).	
145	Costo de origen 7 a destino 15 (tiempo recorrido en segundos).	
146	Costo de origen 7 a destino 16 (tiempo recorrido en segundos).	
147	Costo de origen 7 a destino 17 (tiempo recorrido en segundos).	
148	Costo de origen 8 a destino 1 (tiempo recorrido en segundos).	
149	Costo de origen 8 a destino 2 (tiempo recorrido en segundos).	
150	Costo de origen 8 a destino 3 (tiempo recorrido en segundos).	
151	Costo de origen 8 a destino 4 (tiempo recorrido en segundos).	

PREGUNTA	DESCRIPCION	DATO
152	Costo de origen 8 a destino 5 (tiempo recorrido en segundos).	
153	Costo de origen 8 a destino 6 (tiempo recorrido en segundos).	
154	Costo de origen 8 a destino 7 (tiempo recorrido en segundos).	
155	Costo de origen 8 a destino 8 (tiempo recorrido en segundos).	
156	Costo de origen 8 a destino 9 (tiempo recorrido en segundos).	
157	Costo de origen 8 a destino 10 (tiempo recorrido en segundos).	
158	Costo de origen 8 a destino 11 (tiempo recorrido en segundos).	
159	Costo de origen 8 a destino 12 (tiempo recorrido en segundos).	
160	Costo de origen 8 a destino 13 (tiempo recorrido en segundos).	
161	Costo de origen 8 a destino 14 (tiempo recorrido en segundos).	
162	Costo de origen 8 a destino 15 (tiempo recorrido en segundos).	
163	Costo de origen 8 a destino 16 (tiempo recorrido en segundos).	
164	Costo de origen 8 a destino 17 (tiempo recorrido en segundos).	
165	Costo de origen 9 a destino 1 (tiempo recorrido en segundos).	
166	Costo de origen 9 a destino 2 (tiempo recorrido en segundos).	

PREGUNTA	DESCRIPCION	DATO
167	Costo de origen 9 a destino 3 (tiempo recorrido en segundos).	
168	Costo de origen 9 a destino 4 (tiempo recorrido en segundos).	
169	Costo de origen 9 a destino 5 (tiempo recorrido en segundos).	
170	Costo de origen 9 a destino 6 (tiempo recorrido en segundos).	
171	Costo de origen 9 a destino 7 (tiempo recorrido en segundos).	
172	Costo de origen 9 a destino 8 (tiempo recorrido en segundos).	
173	Costo de origen 9 a destino 9 (tiempo recorrido en segundos).	
174	Costo de origen 9 a destino 10 (tiempo recorrido en segundos).	
175	Costo de origen 9 a destino 11 (tiempo recorrido en segundos).	
176	Costo de origen 9 a destino 12 (tiempo recorrido en segundos).	
177	Costo de origen 9 a destino 13 (tiempo recorrido en segundos).	
178	Costo de origen 9 a destino 14 (tiempo recorrido en segundos).	
179	Costo de origen 9 a destino 15 (tiempo recorrido en segundos).	
180	Costo de origen 9 a destino 16 (tiempo recorrido en segundos).	
181	Costo de origen 9 a destino 17 (tiempo recorrido en segundos).	

50% producción colonia.

TABLEAU DEL TRANSPORTE. ACTIVIDAD 3  
 TRASLADO DE UNIDADES DE RECOLECCION CARGADAS  
 A DESTINOS INTERMEDIOS Y FINALES

ORIGEN	DESTINOS UNIDAD DE TRANSFERENCIA/RELLENO SANITARIO	NUMERO UNIDADES RECOLECCION
<i>Unidad de recolección tipo 1 en colonia 1</i>		
<i>Unidad de recolección tipo 2 en colonia 1</i>		
<i>Unidad de recolección tipo 3 en colonia 1</i>		
<i>Unidad de recolección tipo 1 en colonia 2</i>		
<i>Unidad de recolección tipo 2 en colonia 2</i>		
<i>Unidad de recolección tipo 3 en colonia 2</i>		
<i>Unidad de recolección tipo 1 en colonia 3</i>		
<i>Unidad de recolección tipo 2 en colonia 3</i>		
<i>Unidad de recolección tipo 3 en colonia 3</i>		
<i>Unidad de recolección tipo 1 en colonia 4</i>		
<i>Unidad de recolección tipo 2 en colonia 4</i>		
<i>Unidad de recolección tipo 3 en colonia 4</i>		
<i>Unidad de recolección tipo 1 en colonia 5</i>		
<i>Unidad de recolección tipo 2 en colonia 5</i>		

ORIGEN	DESTINOS UNIDAD DE TRANSFERENCIA/RELLENO SANITARIO	NUMERO UNIDADES RECOLECCION
Unidad de recolección tipo 3 en colonia 5		
Unidad de recolección tipo 1 en colonia 6		
Unidad de recolección tipo 2 en colonia 6		
Unidad de recolección tipo 3 en colonia 6		
Unidad de recolección tipo 1 en colonia 7		
Unidad de recolección tipo 2 en colonia 7		
Unidad de recolección tipo 3 en colonia 7		
Unidad de recolección tipo 1 en colonia 8		
Unidad de recolección tipo 2 en colonia 8		
Unidad de recolección tipo 3 en colonia 8		
Unidad de recolección tipo 1 en colonia 9		
Unidad de recolección tipo 2 en colonia 9		
Unidad de recolección tipo 3 en colonia 9		
Unidad de recolección tipo 1 en colonia 10		
Unidad de recolección tipo 2 en colonia 10		

ORIGEN	DESTINOS UNIDAD DE TRANSFERENCIA/RELLENO SANITARIO	NUMERO UNIDADES RECOLECCION
Unidad de recolección tipo 3 en colonia 10		
Unidad de recolección tipo 1 en colonia 11		
Unidad de recolección tipo 2 en colonia 11		
Unidad de recolección tipo 3 en colonia 11		
Unidad de recolección tipo 1 en colonia 12		
Unidad de recolección tipo 2 en colonia 12		
Unidad de recolección tipo 3 en colonia 12		
Unidad de recolección tipo 1 en colonia 13		
Unidad de recolección tipo 2 en colonia 13		
Unidad de recolección tipo 3 en colonia 13		
Unidad de recolección tipo 1 en colonia 14		
Unidad de recolección tipo 2 en colonia 14		
Unidad de recolección tipo 3 en colonia 14		
Unidad de recolección tipo 1 en colonia 15		
Unidad de recolección tipo 2 en colonia 15		
Unidad de recolección tipo 3 en colonia 15		



ORIGEN	DESTINOS UNIDAD DE TRANSFERENCIA/RELLENO SANITARIO	NUMERO UNIDADES RECOLECCION
<i>Unidad de recolección tipo 1 en colonia 16</i>		
<i>Unidad de recolección tipo 2 en colonia 16</i>		
<i>Unidad de recolección tipo 3 en colonia 16</i>		
<i>Unidad de recolección tipo 1 en colonia 17</i>		
<i>Unidad de recolección tipo 2 en colonia 17</i>		
<i>Unidad de recolección tipo 3 en colonia 17</i>		
<i>Capacidad del destino de unidades de recolección</i>		<i>Total de unidades de recolección</i>

## TABLEAU DEL TRANSPORTE. ACTIVIDAD 4

TRANSLADO DE UNIDADES DE RECOLECCION PARA SEGUNDO RECORRIDO

C O L O N I A

CAPACIDAD  
TONELADAS  
DE UNIDAD  
RECOLECCION

ORIGEN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	n		
UNIDAD DE TRANSFERENCIA U.R. TIPO 1	$t_{ij}$	TIEMPO DE I A J, EN CADA UNO DE LOS ELEMENTOS DE LA													$C_i$	
UNIDAD DE TRANSFERENCIA U.R. TIPO 2	MATRIZ															
UNIDAD DE TRANSFERENCIA U.R. TIPO 3																"
RELLENO SANITARIO U. RECOLEC. TIPO 1																"
RELLENO SANITARIO U. RECOLEC. TIPO 2																"
RELLENO SANITARIO U. RECOLEC. TIPO 3																"
PRODUCCION TONELADA	$P_j$															Total $C_i$

DONDE:

 $C_i$  CAPACIDAD DE CADA ORIGEN (CON SUS CANTONES RECOLECTORES) $P_j$  GENERACION DE BASURA DE CADA DESTINO (CENTRO DE DEMANDA)

PREGUNTA	DESCRIPCION	DATO
1	Número de orígenes (número de destinos por tipos unidad de recolección).	
2	Número de destinos (colonias)	
3	Capacidad origen 1 (unidad de transferencia, capacidad, unidad tipo 1).	
4	Capacidad origen 2 (unidad de transferencia, capacidad unidad tipo 2).	
5	Capacidad origen 3 (unidad de transferencia, capacidad unidad tipo 3).	
6	Capacidad origen 4 (relleno sanitario unidad tipo 1).	
7	Capacidad origen 5 (relleno sanitario unidad tipo 2).	
8	Capacidad origen 6 (relleno sanitario unidad tipo 3).	
9	Capacidad destino 1 (50% producción diaria colonia 1).	
10	Capacidad destino 2 (50% producción diaria colonia 2).	
11	Capacidad destino 3 (50% producción diaria colonia 3).	
12	Capacidad destino 4 (50% producción diaria colonia 4).	
13	Capacidad destino 5 (50% producción diaria colonia 5).	
14	Capacidad destino 6 (50% producción diaria colonia 6).	
15	Costo de origen 1 a destino 1 (tiempo recorrido en segundos).	

PREGUNTA	DESCRIPCIÓN	DATO
16	Costo de origen 2 a destino 1 (tiempo recorrido en segundos).	
17	Costo de origen 3 a destino 1 (tiempo recorrido en segundos).	
18	Costo de origen 4 a destino 1 (tiempo recorrido en segundos).	
19	Costo de origen 5 a destino 1 (tiempo recorrido en segundos).	
20	Costo de origen 6 a destino 1 (tiempo recorrido en segundos).	
21	Costo de origen 1 a destino 2 (tiempo recorrido en segundos).	
22	Costo de origen 2 a destino 2 (tiempo recorrido en segundos).	
23	Costo de origen 3 a destino 2 (tiempo recorrido en segundos).	
24	Costo de origen 4 a destino 2 (tiempo recorrido en segundos).	
25	Costo de origen 5 a destino 2 (tiempo recorrido en segundos).	
26	Costo de origen 6 a destino 2 (tiempo recorrido en segundos).	
27	Costo de origen 1 a destino 3 (tiempo recorrido en segundos).	
28	Costo de origen 2 a destino 3 (tiempo recorrido en segundos).	
29	Costo de origen 3 a destino 3 (tiempo recorrido en segundos).	
30	Costo de origen 4 a destino 3 (tiempo recorrido en segundos).	

PREGUNTA	DESCRIPCION	DATO
31	Costo de origen 5 a destino 3 (tiempo recorrido en segundos).	
32	Costo de origen 6 a destino 3 (tiempo recorrido en segundos).	
33	Costo de origen 1 a destino 4 (tiempo recorrido en segundos).	
34	Costo de origen 2 a destino 4 (tiempo recorrido en segundos).	
35	Costo de origen 3 a destino 4 (tiempo recorrido en segundos).	
36	Costo de origen 4 a destino 4 (tiempo recorrido en segundos).	
37	Costo de origen 5 a destino 4 (tiempo recorrido en segundos).	
38	Costo de origen 6 a destino 4 (tiempo recorrido en segundos).	
39	Costo de origen 1 a destino 5 (tiempo recorrido en segundos).	
40	Costo de origen 2 a destino 5 (tiempo recorrido en segundos).	
41	Costo de origen 3 a destino 5 (tiempo recorrido en segundos).	
42	Costo de origen 4 a destino 5 (tiempo recorrido en segundos).	
43	Costo de origen 5 a destino 5 (tiempo recorrido en segundos).	
44	Costo de origen 6 a destino 5 (tiempo recorrido en segundos).	
45	Costo de origen 1 a destino 6 (tiempo recorrido en segundos).	

PREGUNTA	DESCRIPCION	DATO
46	Costo de origen 2 a destino 6 (tiempo recorrido en segundos).	
47	Costo de origen 3 a destino 6 (tiempo recorrido en segundos).	
48	Costo de origen 4 a destino 6 (tiempo recorrido en segundos).	
49	Costo de origen 5 a destino 6 (tiempo recorrido en segundos).	
50	Costo de origen 6 a destino 6 (tiempo recorrido en segundos).	
51	Costo de origen 1 a destino 7 (tiempo recorrido en segundos).	
52	Costo de origen 2 a destino 7 (tiempo recorrido en segundos).	
53	Costo de origen 3 a destino 7 (tiempo recorrido en segundos).	
54	Costo de origen 4 a destino 7 (tiempo recorrido en segundos).	
55	Costo de origen 5 a destino 7 (tiempo recorrido en segundos).	
56	Costo de origen 6 a destino 7 (tiempo recorrido en segundos).	
57	Costo de origen 1 a destino 8 (tiempo recorrido en segundos).	
58	Costo de origen 2 a destino 8 (tiempo recorrido en segundos).	
59	Costo de origen 3 a destino 8 (tiempo recorrido en segundos).	
60	Costo de origen 4 a destino 8 (tiempo recorrido en segundos).	

PREGUNTA	DESCRIPCION	DATO
61	Costo de origen 5 a destino 8 (tiempo recorrido en segundos).	
62	Costo de origen 6 a destino 8 (tiempo recorrido en segundos).	
63	Costo de origen 1 a destino 9 (tiempo recorrido en segundos).	
64	Costo de origen 2 a destino 9 (tiempo recorrido en segundos).	
65	Costo de origen 3 a destino 9 (tiempo recorrido en segundos).	
66	Costo de origen 4 a destino 9 (tiempo recorrido en segundos).	
67	Costo de origen 5 a destino 9 (tiempo recorrido en segundos).	
68	Costo de origen 6 a destino 9 (tiempo recorrido en segundos).	
69	Costo de origen 1 a destino 10 (tiempo recorrido en segundos).	
70	Costo de origen 2 a destino 10 (tiempo recorrido en segundos).	
71	Costo de origen 3 a destino 10 (tiempo recorrido en segundos).	
72	Costo de origen 4 a destino 10 (tiempo recorrido en segundos).	
73	Costo de origen 5 a destino 10 (tiempo recorrido en segundos).	
74	Costo de origen 6 a destino 10 (tiempo recorrido en segundos).	
75	Costo de origen 1 a destino 11 (tiempo recorrido en segundos).	

PREGUNTA	DESCRIPCION	DATO
76	Costo de origen 2 a destino 11 (tiempo recorrido en segundos).	
77	Costo de origen 3 a destino 11 (tiempo recorrido en segundos).	
78	Costo de origen 4 a destino 11 (tiempo recorrido en segundos).	
79	Costo de origen 5 a destino 11 (tiempo recorrido en segundos).	
80	Costo de origen 6 a destino 11 (tiempo recorrido en segundos).	
81	Costo de origen 1 a destino 12 (tiempo recorrido en segundos).	
82	Costo de origen 2 a destino 12 (tiempo recorrido en segundos).	
83	Costo de origen 3 a destino 12 (tiempo recorrido en segundos).	
84	Costo de origen 4 a destino 12 (tiempo recorrido en segundos).	
85	Costo de origen 5 a destino 12 (tiempo recorrido en segundos).	
86	Costo de origen 6 a destino 12 (tiempo recorrido en segundos).	
87	Costo de origen 1 a destino 13 (tiempo recorrido en segundos).	
88	Costo de origen 2 a destino 13 (tiempo recorrido en segundos).	
89	Costo de origen 3 a destino 13 (tiempo recorrido en segundos).	
90	Costo de origen 4 a destino 13 (tiempo recorrido en segundos).	



PREGUNTA	DESCRIPCION	DATO
91	Costo de origen 5 a destino 13 (tiempo recorrido en segundos).	
92	Costo de origen 6 a destino 13 (tiempo recorrido en segundos).	
93	Costo de origen 1 a destino 14 (tiempo recorrido en segundos).	
94	Costo de origen 2 a destino 14 (tiempo recorrido en segundos).	
95	Costo de origen 3 a destino 14 (tiempo recorrido en segundos).	
96	Costo de origen 4 a destino 14 (tiempo recorrido en segundos).	
97	Costo de origen 5 a destino 14 (tiempo recorrido en segundos).	
98	Costo de origen 6 a destino 14 (tiempo recorrido en segundos).	
99	Costo de origen 1 a destino 15 (tiempo recorrido en segundos).	
100	Costo de origen 2 a destino 15 (tiempo recorrido en segundos).	
101	Costo de origen 3 a destino 15 (tiempo recorrido en segundos).	
102	Costo de origen 4 a destino 15 (tiempo recorrido en segundos).	
103	Costo de origen 5 a destino 15 (tiempo recorrido en segundos).	
104	Costo de origen 6 a destino 15 (tiempo recorrido en segundos).	
105	Costo de origen 1 a destino 16 (tiempo recorrido en segundos).	

PREGUNTA	DESCRIPCION	DATO
106	Costo de origen 2 a destino 16 (tiempo recorrido en segundos).	
107	Costo de origen 3 a destino 16 (tiempo recorrido en segundos).	
108	Costo de origen 4 a destino 16 (tiempo recorrido en segundos).	
109	Costo de origen 5 a destino 16 (tiempo recorrido en segundos).	
110	Costo de origen 6 a destino 16 (tiempo recorrido en segundos).	
111	Costo de origen 1 a destino 17 (tiempo recorrido en segundos).	
112	Costo de origen 2 a destino 17 (tiempo recorrido en segundos).	
113	Costo de origen 3 a destino 17 (tiempo recorrido en segundos).	
114	Costo de origen 4 a destino 17 (tiempo recorrido en segundos).	
115	Costo de origen 5 a destino 17 (tiempo recorrido en segundos).	
116	Costo de origen 6 a destino 17 (tiempo recorrido en segundos).	

MATRIZ QUE MUESTRA LA DISTRIBUCION EN LOS CAMIONES RECOLECTORES  
PARTIENDO DE LOS ENCUENTROS A LOS CENTROS DE DEMANDA (DISTINGOS)  
CON UNA FRECUENCIA DE 3 DIAS DE RECOLECCION

I n t e r c o r r i p t o										
Camiones Recolect.	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A12	A14	A17	Cantidad de cos. rem. (k.)
X <sub>11</sub>	4600									4600
	4600									4600
	4600	94								4600
	4505	4700								4700
[L.M.V.]	5600								5600	
	1282		4318							5600
X <sub>12</sub>			4700							4700
			732							4600
				3668						4600
				4600						4600
[M.J.S.]				4600					4600	
				5600						5600
				380	4220					4600
X <sub>21</sub>									4600	4600
[L.M.V.]									1600	4600
									1600	4600
									4700	4700
									5600	5600
X <sub>22</sub>					4600				4600	
[M.J.S.]					4600					4600
					4700					4700
					163				5437	5600
X <sub>31</sub>									4600	
[L.M.V.]								4600		4600
								4600		4600
								4700		4700
								5600		5600
X <sub>32</sub>									4600	
[M.J.S.]							4600			4600
							4600			4600
							4700			4700
							2926	2674		5600

MATRIZ FICHA PARA DESCRIBIR EL ESTADO DE PRESERVACION DE  
CAMIONES A LOS CURSOS DE DEBARRA, CON UNA FRECUENCIA DE  
TRES DIAS DE RECULSION

POS. RECORTADO

CENTROS DE DEMANDA

Camión/Recolec.	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	Capacidad de cada Ofic. I.
X <sub>11</sub>	10	5	168	175	340	288	195	153	239	280	456	694	528	768	800	1312	1205	34.300
(L.N.V.)																		
X <sub>12</sub>	10	5	168	175	340	288	195	153	239	280	456	694	528	768	800	1312	1205	34.300
(M.J.S.)																		
X <sub>21</sub>	702	958	517	360	292	194	208	342	108	303	360	105	211	125	40	50	15	24.100
(L.N.V.)																		
X <sub>22</sub>	702	958	517	360	292	194	208	342	108	303	360	105	211	125	40	50	15	24.100
(M.J.S.)																		
X <sub>31</sub>	658	511	603	504	492	360	400	455	320	187	273	30	109	15	144	125	159	24.100
(L.N.V.)																		
X <sub>32</sub>	658	511	603	504	492	360	400	455	320	187	273	30	109	15	144	125	159	24.100
(M.J.S.)																		
Demanda En Ton.	19569	15993	9750	19018	20738	18668	17078	19759	14035	19.35	17436	21928	22909	26774	19191	14175	34395	333.165

BOUDE X<sub>ij</sub> donde i = 1, 2, 3, y j = 1, 2, 3. Resp. (capacidad tonos, Mts. y Mts. y Mts.)

1. Resp. (capacidad tonos, Mts. y Mts. y Mts.)

2. Resp. (capacidad tonos, Mts. y Mts. y Mts.)

TABLA QUE MUESTRA LOS TIEMPOS DE LOS CENTROS DE DEMANDA HACIA LA U. DE T. Y RELLENO SANITARIO, PARA DETERMINAR CUANTOS CAMIONES VAN A CADA UNO DE ESTOS DESTINOS

	U. DE T.	RELLENO SANITARIO	GENERACION/AREA
A1	900	2320	19589
A2	750	200	15993
A3	1080	1970	9750
A4	981	1860	19048
A5	960	1920	4420
A6	1131	1793	18663
A7	1110	1820	---
A8	1112	1810	---
A9	1210	1770	---
A10	1140	1618	---
A11	1830	1970	---
A12	1384	1614	21426
A13	1137	1530	---
A14	1285	1525	26774
A15	1472	1500	---
A16	1542	1320	---
A17	1410	1325	29537

MATRIZ PARA DISTRIBUIR LOS CAMIONES DESDE LA U. DE I.  
Y RELLENO SANITARIO A LOS CENTROS DE DEMANDA, CON UNA  
FRECUENCIA DE TRES DÍAS DE RECOLECCIÓN

2° R E C O R R I D O

Camiones Recolec.	A5	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A15	A16	A17	Capacidad en Los Orizones
Y11	960	1110	1112	1210	1140	1380	1384	1137	1472	1542	1410	58400.
Y12	960	1110	1112	1201	1140	1380	1284	1137	1472	1542	1410	76900.
Y21	1920	1820	1810	1770	1618	1920	1614	1530	1500	1320	1325	24100.
Y22	1920	1820	1810	1770	1618	1920	1614	1530	1500	1320	1325	5600
Demanda en Ky	16563	17028	19759	14035	19350	17436	502	22909	19191	14175	4858	165 Ton 168 Ton

1. U. de Transp.

2. Relleno Sanitario

1. Disponibilidad Lunes, Miércoles y Viernes  
2. Disponibilidad Martes, Jueves y Sábado.

DONDE  $V_{ij}$  =

MATRIZ DE DISTRIBUCION DE LOS CAMIONES RECOLECTORES, PARTIENDO DE LA U. DE T. Y RELLENO SANITARIO A LOS CENTROS DE DEMANDA, CON UNA FRECUENCIA DE TRES DIAS DE RECOLECCION. (2° RECORRIDO)

Camiones Recolect.	A5	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A15	A16	A17	Capacidad de Los Camiones
Y11 (L.M.V.)	4600											4600 T
	4600											4600 T
	2763	1837										4600 T
	4600	4600										4600 T
	4600	4600										4600 T
Y12 (H.J.S.)			3300									4600 T
			4700									4700 R
			5600									5600 CT
			5600					5050				5600 CT
			550									5600 CT
Y12 (H.J.S.)			4600									4600 T
			4600									4600 T
			235		4365							4600 T
			4600		4600							4600 T
			4600		4600							4600 T
Y12 (H.J.S.)			1185									4600 T
			4600		3415							4600 T
			4600		4600							4600 T
			4700		4700							4600T
			121		502							4700 R
Y21 (L.M.V.)												4700 R
												4700 R
												5600 CT
												5600 CT
												5600 CT
Y22 (H.J.S.)												4600 T
												4600 T
												4600 T
												4700 R
												5600 CT

DONDE: T = Camión 4600litros, R = Camión 4700litros, CT = Camión carga 5600litros.

#### 4.4. DISEÑO DE MICRORUTAS DE RECOLECCIÓN POR MEDIO DEL PROGRAMA DEL METODO DE "LITTLE"

##### OBJETIVO

Dado que con este método se encuentra la ruta más corta entre puntos a tocar, se pretende con esto optimizar el recorrido de las unidades de recolección, de tal manera que se haga en un tiempo mínimo y con la mejor viabilidad.

##### ALCANCE

Este programa requiere de una matriz, cuyos elementos representen un valor entre un punto y otro (tiempos de rutas, tiempos de viabilidad), y además -- los tiempos de permanencia en esos puntos; donde con base a estos datos el programa nos daría la secuencia de recorrido con su tiempo total.

Con base a lo anterior se puede determinar que el programa podrá ser aplicado en aquellas circunstancias en las que haya que determinar la ruta más corta de entre puntos a tocar.

##### DATOS DE ENTRADA

PREGUNTA	DESCRIPCIÓN	DATO
1	Nombre del archivo donde se encuentra la matriz de tiempos	NOMBRE.EXT (el usuario teclea)
2	Nombre del archivo en que se depositarán los resultados.	NOMBRE.EXT (el usuario teclea)



PREGUNTA	DESCRIPCION	DATO
3	Favor de proporcionar el orden de la matriz de tiempos.	K (el usuario teclea)
4	Proporcionar los 'n-1' puntos de <u>per</u> manencia.	1,2,...,n (el usuario teclea)

## HOJA DE TRABAJO

## EJEMPLO DE UNA MICRORUTA PARA LA ACTIVIDAD DE RECOLECCIÓN DOMICILIARIA

A continuación se muestra la matriz de esquinas de recolección con los - - tiempos de recorrido asociados a ella.

Red que muestra los tiempos entre esquinas del centro de demanda #2 (13 puntos).

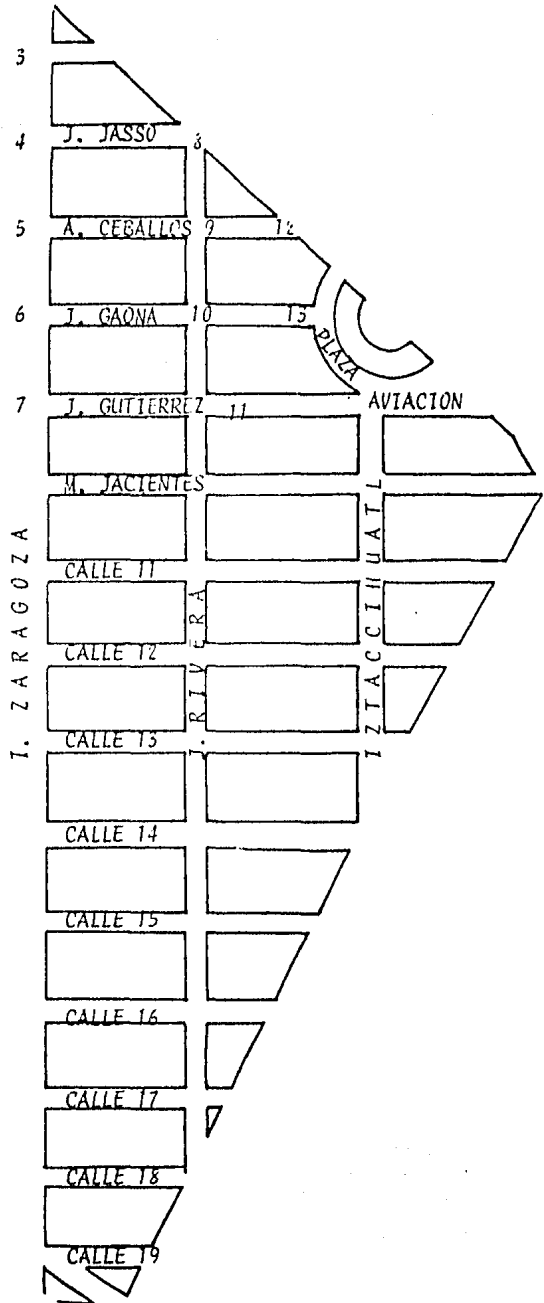
## TIEMPOS DE PERMANENCIA EN ESQUINA Y TIEMPOS ASOCIADOS

ESQ.	T (min)	TIEMPO DE COMPACTACION* = 0.8 min.
2	5.06	*Cada tres paradas el camión debe compactar la basura.
3	5.6	
4	6.4	
5	8.66	t = Tiempo para cargar gasolina y revisar el camión = 30 min.
6	7.86	
7	7.73	
8	7.06	
9	7.33	
10	8.13	
11	9.6	
12	6.4	
13	5.33	

LA FUNCION A CUMPLIR ES:

$$\min Z = t + t(A_n - 1, A_n) + t_k$$

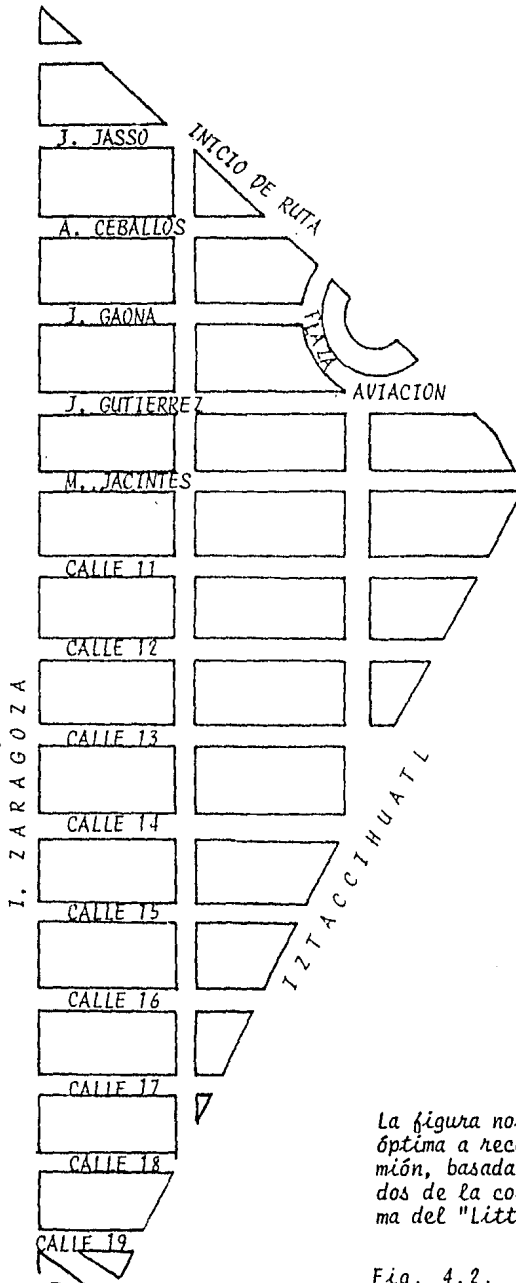
n = Sitio de disposición final de la basura.



\*NOTA: EL PUNTO 1 RE  
 PRESENTA LA UNIDAD DE --  
 TRANSFERENCIA

CENTRO DE DEMANDA #2 -  
 (AREA 2), CON LOS SEN-  
 TIDOS DE LAS CALLES, Y  
 SUS ESQUINAS DE RECO-  
 LECCION ENUMERADAS.

Fig. (4.1.)



La figura nos muestra la ruta óptima a recorrer por el camión, basada en los resultados de la corrida del programa del "Little et al".

Fig. 4.2.

#### 4.5. DISEÑO DE HORARIOS DE SERVICIOS DE UNIDADES DE RECOLECCIÓN A DESTINOS INTERMEDIOS Y FINALES POR MEDIO DE PROGRAMA DE TEORÍA DE COLAS

Un sistema o situación en donde se tenga que esperar por un servicio presenta un flujo de solicitantes de servicio, que están llegando a cualquier instalación del sistema: el solicitante pueda ser atendido o inmediatamente o esperar hasta que se desocupe una instalación o servidor.

Tal es el caso de la Unidad de Transferencia a la que acuden los camiones recolectores a tirar su basura en las cajas compactadoras de los trailers por medio de las tolvas de descarga, y que tengan que esperar para descargar si existen camiones antes del que llega o por la ausencia de cajas compactadoras en alguna de las tolvas.

Cabe destacar que los camiones recolectores realizan como promedio dos recorridos por jornada de trabajo y llega a tirar a la Unidad de Transferencia casi a la misma hora, coincidiendo hasta 15 camiones, en un instante - siendo las dos horas críticas o pico las 10:00 AM y las 13:00 PM; como promedio y si existieran dobles turnos las horas de llegada serían las 16:00 PM y las 19:00 PM además.

Al tener el factor aleatorio tanto en las formas de llegada como en la forma de ser atendido en los fenómenos de espera; es difícil programar de una manera óptima, siendo la Teoría de Colas la forma o herramienta con la que se resuelvan estos problemas.

En el muy particular problema de la Unidad de Transferencia de la Delegación Venustiano Carranza como ya se mencionó en lo que respecta a las ho--

ras de llegada o "pico" de los camiones recolectores a la Unidad de Transferencia, no es aleatoria la forma de llegada y la de ser atendido, por lo que es posible programar la forma en la que deberán descargar los camiones recolectores y cargar las cajas compactadoras además de programar los horarios de servicio para:

- Unidades de Transferencia.
- Cajas Compactadoras.
- Camiones Recolectores.

De acuerdo a la capacidad operativa de la Unidad de Transferencia la cual se describirá posteriormente.

Sin embargo suponiendo que la Unidad de Transferencia se utilizara al máximo de su capacidad y la llegada de los camiones recolectores a la Unidad de Transferencia fuera aleatoria y por lo tanto existiera el número de cajas compactadoras prestando un servicio ininterrumpido en la Unidad de Transferencia se formarían colas o líneas de espera y como ya se mencionó, la forma o herramienta con la que se resolvería sería la Teoría de Colas.

El programa de Teoría de Colas que proponemos es general y puede ser aplicable a cualquier sistema o situación con una distribución aleatoria de llegadas y salidas, uno o más canales de servicio, un número máximo de solicitantes permitidos en el sistema y una fuente de población finita o infinita, siendo los datos de Entrada Necesarios los siguientes:

- Número de tolvas o canales de servicio.
- Número de camiones que llegan a la Unidad de Transferencia.

- Cada cuándo llegan los camiones a la Unidad de Transferencia.
- Cuánto se tarda en salir un camión de la Unidad de Transferencia.
- El número de camiones que pueden acudir a la Unidad de Transferencia.

#### PROGRAMA DE TEORIA DE COLAS

##### Datos de Entrada:

- Número de tolvas = 5
- Número de camiones = 50
- Tasa de llegada de los camiones = 1 camión/3 minutos
- Tasa de servicio de la tolva = 1 camión/3 minutos

##### Resultados:

- Número de camiones/tolva.
- Probabilidad de que la Unidad de Transferencia está vacía.
- Probabilidad de que ningún camión esté esperando para descargar.
- Número de camiones que llegan a la Unidad de Transferencia.
- Número de camiones que no llegan a la Unidad de Transferencia.
- Número de camiones que están en línea de espera.

- Número de camiones en una línea de espera no vacía.
- Tiempo perdido por camión.
- Tiempo de espera por camión.
- Número de tolvas ociosas.
- Probabilidad de que un camión se irá por no darle servicio.
- Probabilidad de que una tolva no se usará por las características del sistema.



CAPACIDAD OPERATIVA DE LA UNIDAD  
DE TRANSFERENCIA

1.- Días hábiles. 30

2.- Horario de trabajo. 7:00 - 17:00

3.- Número total de horas laborables en la semana. 70

4.- Tiempo de descarga de un camión. 5'5"

a) Tiempo descarga	2'37"
b) <u>Tiempo muerto o espera</u>	<u>3'13"</u>
c) Total	5'50"

5.- Tiempo total de permanencia de trailer en la Unidad de Transferencia - 59'.

a) Tiempo de llenado	39'
b) <u>Tiempo muerto de espera</u>	<u>20'</u>
c) Total	59'

6.- Tiempo de traslado de un trailer de la Unidad de Transferencia Relleno Sanitario - Unidad de Transferencia. 120'

a) Unidad de Transferencia - Relleno Sanitario	50'
b) Descarga en Relleno Sanitario	20'
c) <u>Relleno Sanitario - Unidad de Transferencia</u>	<u>50'</u>
d) Total	120'

7.- Número de tolvas en Unidad de Transferencia. 5

- 8.- Número de trailers en Unidad de Transferencia. 9
- 9.- Producción diaria de basura en la Delegación Venustiano Carranza. 960 T.
- 10.- Promedio de carga por camión = 5,686 Ton.
- 11.- Promedio de carga por trailer con caja compactadora = 34.11 Ton.
- 12.- Promedio de Viajes por trailer por día = 3
- 13.- Promedio de capacidad de Transborda de 9 cajas que realizan 3 viajes -  
c/u y con una capacidad de 34.11 Ton = 920.97 Ton. por día.

Lo anterior sólo sería posible si el horario de la U.T. fuera de 7:00 a --  
17:00 hrs.

Si los camiones recolectores llegaran cada tres horas a partir de las 10:00  
a.m., de la siguiente manera:

1er. Arribo	10:00 a.m.
2do. Arribo	13:00 a.m.
3er. Arribo	16:00 a.m.

Que el horario del Relleno Sanitario fuese de 7:00 a 18:00 p.m.

CAPITULO 5

COMPARACION DE LA SITUACION REAL  
CONTRA LA SITUACION PROPUESTA

## 5.1. METODO DE RECOLECCION

### 5.1.1. RECOLECCION CON CONTENEDORES Y RECOLECCION POR CAMPANEO.

#### SISTEMA ACTUAL

##### Recolección por Campaneo

En la recolección domiciliaria de basura se localizan las siguientes actividades aparte de la recolección en casas-habitación.

- Recolección de "montones tradicionales".
- Recolección en paradas de barrenderos.
- Recolección en escuelas y edificios públicos.
- Recolección en mercados y tianguis sobre ruedas.

Estas actividades se realizan en lugares, días y horarios bien establecidos por personal de la Oficina de Limpia y sin necesidad del clásico toque de campana que se realiza para la recolección en casas-habitación, las actividades antes mencionadas se realizan "casi sin anomalías", ya que el camión recolector acude a lugares perfectamente establecidos a los cuales acuden los usuarios y tiran su basura esté o no el camión, lu

#### SISTEMA PROPUESTO

##### Recolección con Contenedores

Establecer el Sistema de Recolección por contenedores con las siguientes condiciones:

1. Que tanto los contenedores como los vehículos de carga frontal sean fabricados y armados preferentemente con técnica y partes nacionales.
2. Que el sistema se implante a nivel nacional con el fin de que la empresa o las empresas que los fabriquen alcancen un elevado punto de equilibrio - contribuyendo de esta manera a:
  - a) Desarrollar y dar mayor auge a la Industria Nacional.
  - b) Crear nuevas y más fuentes de trabajo.
  - c) Disminuir las importaciones.
  - d) Disminuir la dependencia tecnológica.
  - e) Fomentar e incrementar las exportaciones.

## SISTEMA ACTUAL

### Recolección por Campaneo.

gares que normalmente se encuentran en la vía pública, sobre la acera o en los camellones de las avenidas, con las consecuencias que sufre la comunidad en general por las razones antes mencionadas. Sin embargo de esta manera los usuarios no están supeditados a un horario fijo de recolección al igual que los camio-nes recolectores, siendo el "lugar" el común denominador entre ambos.

Cuando se realiza la recolección en las casas-habitación, es el camión quien -- tiene que acudir a los usuarios, ya que en su recorrido realiza un promedio de 10 paradas cada 1.331 Km., lo que significa una parada cada 133 m o cada 26 domicilios si tomamos en cuenta que el -- promedio de los frentes en los lotes de la Delegación es de 10 m y tomamos en -- cuenta las dos aceras de la calle.

Este hecho provoca fundamentalmente un horario prácticamente fijo de recolección para que los usuarios tiren su basura, siempre y cuando coincidan la hora en la que pasa el camión con el momento en el que el usuario se encuentra en su domicilio, ya que de no ser así, el usuario se verá obligado a tirar su basura en el montón tradicional o la entregue al carrito del barrido manual, -

## SISTEMA PROPUESTO

### Recolección por Contenedores

- f) Abrir nuevos mercados.
- g) Crear una tecnología propia - en esa rama de la industria.

Los anteriores puntos no son los -- único para implantar el sistema -- por contenedores en la Cd. de México, son tan solo algunos de los beneficios colaterales que se obtendrían de ello, ya que los principales son los siguientes:

Para los usuarios:

- a) No tener un horario fijo, o -- más o menos fijo para que puedan tirar su basura.
- b) Contar con un lugar permanente donde depositar sus desechos.
- c) No tener que correr tras el -- camión recolector o gritarle -- para que se detenga y puedan -- tirar su basura.
- d) No tener que hacer "colas" -- con la consecuente pérdida de tiempo para poder tirar la basura en el camión recolector.
- e) No tener que acudir a tirar -- su basura a los montones tradicionales exponiéndose a ser "corregido" por las autoridades.

## SISTEMA ACTUAL

## Recolección por Campaneo.

previa remuneración económica al encargado de éste.

## SISTEMA PROPUESTO

## Recolección por Contenedores

a) Sintetizar y simplificar el método de recolección domiciliaria de manera completamente radical, ya que:

1. Las rutas de recolección se simplificarían, debido a que el camión realizaría menos paradas durante su recorrido y se limitaría a vaciar un solo recipiente que sería el contenedor por cada parada que realizara.
2. Los tiempos de traslado entre un punto y otro o entre contenedor y contenedor sería el mínimo posible, ya que evitaría el clásico campaneó, la baja velocidad en el trayecto y las paradas intermedias entre calles, así como la espera por parte del camión para que los usuarios pudieran tirar su basura en el camión.
3. Poder realizar la recolección de manera nocturna con el fin de evitar el denso tráfico matutino y poder realizar sus manobras de carga y descarga con mayor facilidad y trans--

## SISTEMA PROPUESTO

## Recolección por Contenedores

portarse a los destinos intermedios o finales en el menor tiempo posible.

4. Tenderían a desaparecer los montones tradicionales y las paradas de barrenderos, para aparecer en su lugar contenedores.
5. La optimización de los recursos humanos con los que cuenta la Oficina, ya que para operar un camión de carga frontal tan solo es necesario un operador, que es el mismo chofer y para realizar la recolección con los camiones de carga lateral se hacen necesarias dos personas y un chofer.
6. La estandarización de su equipo de recolección al tener equipo de un solo tipo con la consecuente baja en los inventarios de refacciones y la simplificación de la técnica para la reparación y el mantenimiento de las unidades.
7. La reducción del número de unidades, ya que los camiones de carga frontal son las uni-

## SISTEMA PROPUESTO

## Recolección por Contenedores.

dades que mayor capacidad de carga tienen, en comparación con los de carga lateral y -- trasera, con más de dos toneladas arriba del promedio general de carga por unidad, ya que éstas pueden transportar hasta 8 toneladas efectivas de basura.



## 5.2 UNIDADES DE RECOLECCION

### 5.2.1. ASIGNACION DE UNIDADES POR TIPO DE ACTIVIDAD, GENERACION DE BASURA Y FRECUENCIA DE RECOLECCION.

#### Diferencias Cualitativas.

##### SISTEMA ACTUAL

El sistema actual asigna sus unidades de recolección a cualquiera de las actividades comprendidas dentro de la recolección domiciliaria, sin tomar en cuenta qué clase de unidades son más abocadas a cierto tipo de actividad, ya sea recolección a esquinas, montón tradicional, recolección a escuelas o paradas de barrenderos.

##### SISTEMA PROPUESTO

El sistema propuesto asigna las unidades de recolección dependiendo del tipo de actividad a realizar. Para nuestro estudio la asignación a las actividades por tipo de camión es la siguiente:

<u>Actividades dentro de la recolección domiciliaria</u>	<u>Tipo de unidad de Recolección</u>
Recolección en esquina.	Tubular, rectangular y carga trasera.
Escuelas	Tubular
Montón tradicional	Volteo
Parada de barrenderos.	Carga frontal

#### Diferencias Cuantitativas

Actualmente en el Sector 2 de la Delegación Venustiano Carranza se tienen 30 camiones en servicio para la recolección domiciliaria, los cuales efectúan los cuatro tipos de recolección mencionados con anterioridad.

En el capítulo IV, los resultados del Programa Simplex para la asignación de las unidades de recolección es la siguiente:

## SISTEMA PROPUESTO

Tub. Rec. C.T. C.F. Vol.

Parada de barrendo. Recolección nos, montón trad. - en esquinas y escuelas.	10	3	4	-	-	17
	2	3	-	3	3	<u>11</u>
					TOTAL	28

- RESTRICCIONES DEL SISTEMA -  
Diferencias Cualitativas.

## SISTEMA REAL

Como ya se mencionó en el capítulo 2, - la asignación de unidades al Sector 2 - se ha realizado sin ver los requerimientos necesarios del sistema, esto es, no ha habido una planificación de las rutas en base a la cantidad de basura generada, los costos de los camiones al transportar la basura y la capacidad de los mismos.

## SISTEMA PROPUESTO

En el sistema propuesto se tomó en cuenta la generación de basura por habitante/día, los costos/Kg/camión, la capacidad de las unidades de recolección, todo esto con el fin de hacer un estudio más consistente de las necesidades y requerimientos del sistema, y así hacer una asignación de los camiones en forma planificada. Además se calcularon las variaciones que pueden

## SISTEMA REAL

## SISTEMA PROPUESTO

existir en el número de camiones y generación de basura, dependiendo de las condiciones en que esté trabajando el sistema.

## Diferencias Cuantitativas.

Como ya se dijo, existen 30 camiones-- en servicio, cuya distribución por tipo es la siguiente:

<u>Tub.</u>	<u>Rec.</u>	<u>C.T.</u>	<u>C.F.</u>	<u>Vol.</u>	
12	8	4	3	3	= 30

En base a la cantidad de basura, los costos/Kg. de los camiones y tomando en cuenta las restricciones del sistema y con una cap. -- del 80% en los camiones, se tiene:

<u>Tub.</u>	<u>Rec.</u>	<u>C.T.</u>	<u>C.F.</u>	<u>Vol.</u>	<u>Total</u>
12	6	4	3	3	<u>28</u>

## - FRECUENCIA DE RECOLECCION -

## Diferencia Cualitativa

## SISTEMA REAL

## SISTEMA PROPUESTO

El modo actual de recolección en la Delegación Venustiano Carranza es el de realizar 2 recorridos cada día de la semana, aunque los sábados y domingos no entran en servicio todos los camiones y en algunas partes se lleva a cabo la recolección tanto por la mañana como por la tarde.

En el estudio del sistema actual de recolección, se propone que -- las unidades de recolección pasen diario, salvo con la modalidad de hacer cada turno terciado, esto es, que los lunes, miércoles y -- viernes se recoja en las tardes, y los martes, jueves y sábados, -- por las mañanas pretendiendo con esto abarcar un horario más am-

## SISTEMA PROPUESTO

plio de servicio para el usuario, y evitando de esta manera el sobredesgaste de las unidades si se pretendiera hacer la recolección-matutina y vespertina diariamente.

### 5.3 RUTAS

#### 5.3.1 MACRORUTAS.

##### PROCEDIMIENTO OPERATIVO ACTUAL.

En el Capítulo 2, se describen detalladamente las rutas existentes, - en sus aspectos operativos, puntos que atiende y sus límites existentes.

En dicha descripción, que se elaboró en base a documentos e informa- - ción proporcionada por personal asignado al Departamento de Limpia de la De legación Política que nos ocupa, se carece totalmente de elementos normati- - vos.

Aunado a lo anterior, el procedimiento operativo actual, dolece de -- una omisión notable en elementos de control y monitoreo que permitan censos diarios en recorridos de inspección que permitiesen, en base a cuadros de ci fras concentradas, y actividades de corrección el ajuste en la función de - recolección.

Lo antes descrito es notable con unidades de recolección rentadas, en- que no existen elemento alguno de comprobación de la prestación del servi- - cio debido, que al no partir normalmente del encierro de la Delegación al- inicio de la jornada y la posibilidad de acudir a destinos intermedios y fi nales indistintamente, se abre la posibilidad, de que el chofer del camión- recolector, no siga la ruta asignada, y no realice las actividades encomen- dadas.

COMPARACION DE PROCEDIMIENTO PROPUESTO Y PROCEDIMIENTO OPERATIVO ACTUAL.

PROCEDIMIENTO PROPUESTO

VENTAJAS.

- 1.- Permite una asignación de las unidades propiedad de la Delegación.
- 2.- Permite elementos de control sobre unidades de recolección rentadas.
- 3.- Permite la realización de programas de mantenimiento preventivo en la modalidad de escalonamiento en base a recorridos acumulados realizados.
- 4.- Permite la reparación de unidades con fallas que imposibiliten su uso, por la simple asignación de unidades de recolección en un recorrido -- adicional el mismo día y con la misma tripulación.
- 5.- Permite un rediseño complejo en poco tiempo, debido a cambios en los elementos o componentes del sistema de recolección domiciliaria, como podría ser, la inclusión de contenedores en los puntos necesarios y de unidades de recolección afines.
- 6.- Permite acortar los kilómetros recorridos, permitiendo a las unidades más tiempo de recolección. (interacción personal limpia - usuario).
- 8.- Minimización de costos por conservación de elementos operativos (recursos materiales).

REQUERIMIENTOS

- 1.- Microcomputadora y Accesorios.

- 2.- Personal adicional (2 personas tiempo completo)
- 3.- Diseño e implantación de sistemas y procedimientos afines.
- 4.- Control de gestión.
- 5.- Reglamentación de aspectos normativos.
- 6.- Infraestructura para el manejo de conflicto con personal operativo.
- 7.- Participación en el diseño de macrorutas con representantes del personal operativo.
- 8.- Obtención de estadísticas para realimentación en los datos de montos - de basura producida por habitante, monto de la demanda, etc.
- 9.- La alimentación a los programas de cómputo de las bajas, de las altas - de unidades de recolección de la Delegación y rentadas.

## 5.3.2 MICRORUTAS

## - MICRORUTAS -

(Rutas de las unidades de recolección)

## SISTEMA ACTUAL

1. Los camiones recolectores en sus rutas tocan en su primer recorrido por lo general, montones tradicionales, esquinas de recolección y parada de barrenderos y en su 2º viaje, escuelas y las esquinas a los que no se les dió servicio.

Estas rutas se recorren diariamente, aunque se ha visto que en la realidad los camiones no alcanzan a completar sus rutas, dado que no se ha determinado adecuadamente la cantidad de basura a recoger.

2. Las rutas actuales se han diseñado en base a la experiencia o al albedrío del chofer del camión, que no siempre escoge la ruta más adecuada o corta, esto es, se pasa 2 veces en una misma calle, se pasa por calles con pendiente alta (lo cual fuerza al camión).

## SISTEMA PROPUESTO

1. En el sistema propuesto se asignan, como ya se mencionó anteriormente, un tipo de camión para cada actividad, con lo que se espera que las unidades sean idóneas a la actividad a realizar y que recojan un sólo tipo de basura en sus 2 recorridos. Además se diseñan en base a la generación de basura del área de recolección, por lo que el servicio se cubre en su totalidad.
2. En el sistema propuesto es posible tener en cuenta, por medio de los tiempos de recorrido en el Programa realizado por las microrutas, aquellas inconveniencias en el diseño de una ruta de recolección, como las mencionadas para el sistema real, además que siempre se obtendrá la ruta más corta.



## SISTEMA ACTUAL

3. Debido a una mala sincronización - o mal aprovechamiento de la unidad de transferencia o intereses los camiones recolectores tienen que realizar su primer recorrido hasta relleno sanitario, que no siempre es conveniente, dada su lejanía, - dando como consecuencia el sobretrabajo de las unidades, haciendo que éstas recorran un promedio de más de 40 Km/día.
4. Como ya se mencionó, las rutas se asignan por colonia, sin tomar en cuenta la vialidad existente dentro de ella, dando como resultado paradas continuas en semáforos, - más recorrido por camellones, circulación en sentido contrario, etc.

## SISTEMA PROPUESTO

3. En el análisis de U. de T. se demostró que sí existe capacidad\* para los camiones recolectores para ir a tirar su basura, por lo menos para el Sector 2 y salvo algunas partes cuyo tiempo de recorrido es menor a relleno sanitario, los camiones recolectores realizarían en promedio 24/Km/ día en sus rutas, que sí lograrán contabilizar los costos/Km, la reducción en estos sería importante.
4. En el sistema propuesto, como se vió en las microrutas, el Sector 2 se dividió en Áreas o Centros de Demanda, tomando en cuenta que dentro de ellos no existieran avenidas muy grandes, camellones, ríos, vías de ferrocarril y todo aquello que entorpeciera la vialidad de las unidades de recolección.

\* La capacidad actual es de 150 camiones al día, y solamente se utiliza el 40% de esta capacidad.

## 5.4. OPERACION DE LA UNIDAD DE TRANSFERENCIA.

## SISTEMA ACTUAL

1. El horario actual de la U.T. es de 8:00 a 16:00
2. El horario de las cajas compactadoras es el mismo que el del personal de limpia, esto es de 7:00 a 13:00.
3. El horario de el Relleno Sanitario de 8:00 a 16:00 horas.
4. Puesto que la llegada de los camiones recolectores a la U.T. es más o menos de la siguiente manera
  - 1er. viaje 10:00 a.m.
  - 2do. viaje 13:00 p.m.
  - 3er. viaje 16:00 p.m.

Se hace necesario asignar horas extras en todos los horarios de trabajo y quedan además muchos tiempos muertos en todas las activida-

## SISTEMA PROPUESTO

1. Proponemos que el horario de la U.T. sea de 7:00 a 18:00.
2. Proponemos que el horario de las cajas compactadoras -- sea de 7:00 a 16:00.
3. Proponemos que el horario de la U.T. sea de 9:00 a 20 horas esto es posible sin asignar más personal ya que existe personal que labora en la noche para recibir a los camiones que van a tirar tierra de las excavaciones del metro en el horario nocturno.
4. Basándose, en los horarios de llegada de los camiones recolectores y en los horarios -- propuestos podemos deducir lo siguiente:
  - a) que las cajas compactadoras -- al regresar de su 2do. viaje a Relleno Sanitario, sean cargadas de basura y así se queden hasta el día siguiente, -

## SISTEMA ACTUAL

des mencionadas con los consecuentes incrementos en el presupuesto de la oficina de limpieza.

## SISTEMA PROPUESTO

de tal manera que por la mañana a 1a. hora partan hacia el Relleno Sanitario y les de -- tiempo de regresar para poder ser cargados con el 1er. viaje de camiones recolectores a las 10:00 a.m.

CAPITULO 6

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

## 6.1. INTRODUCCION.

En el desarrollo del presente documento, a través de las investigaciones y trabajos realizados, hemos identificado algunas situaciones que exponemos a continuación y que son aspectos de la situación actual que priva en el sistema de limpia de la Delegación Política Venustiano Carranza. Además - tomando en cuenta que la Delegación es parte inherente de los problemas de la Ciudad de México, se presentan conclusiones generales con respecto a la recolección, transporte y disposición de los desechos sólidos.

De una manera complementaria se toca el tema de los desechos contaminantes, tales como, productos radiactivos, solventes, desechos de procesos químicos e industriales, productos volátiles y corrosivos, etc., ya que si bien, la legislación\* que existe al respecto actualmente es muy completa, ésta no ha sido realmente aplicada en la medida que se debiera. Esto viene a colación, ya que con la adecuada disposición final de los desechos sólidos y de los contaminantes, se beneficia directamente a la población de una ciudad tan grande, que por lo mismo, tiene dificultades en el desecho de su basura.

Es recomendable además, que la industria tome conciencia de los daños - irreversibles que puede ocasionar con sus desechos, así como también la comunidad en general debe racionalizar la generación de basura. Esto só-

\* Ver Ley Federal de Protección al Medio Ambiente (SEDUE)

Lo se puede lograr a través del uso de los medios masivos de comunicación y de campañas permanentes en escuelas y centros de estudio, buscando así educar a los niños y jóvenes, combatiendo de esta manera las causas y no los efectos.

## 6.2. METODO DE RECOLECCION.

Como ya se mencionó existen dos formas de recolección en la Delegación Venustiano Carranza, las cuales son:

- a) Recolección por Campaneo.
- b) Recolección por Contenedores.

La primera es la que prácticamente se lleva a cabo en toda la Ciudad, esto se debe a las siguientes razones:

- 1.- El equipo con el que se cuenta fue diseñado para efectuar la recolección por el método de campaneos.
- 2.- No se cuenta con el suficiente número de camiones del tipo de carga -- frontal ni con el número necesario de contenedores para llevar a cabo la recolección en la Delegación utilizando sólo este tipo de unidades.

Hay que tomar en cuenta que el sistema tradicional (por campaneos) resulta ya obsoleto, dado que las condiciones en que fue implantado han cambiado radicalmente. Resulta inoperante dada la densidad de población, tráfico, el número de unidades de recolección con que cuenta, etc., seguir dando un servicio de recolección a esquinas, es por eso que, como conclusión de es-

te estudio, se propone el sistema de recolección por contenedores. Este sistema vendría a solucionar los problemas descritos con anterioridad en el Capítulo II, tales como, evitar un horario fijo de recolección, ausencia del camión recolector, etc.

Sin embargo por razones de tipo económico y técnico sería difícil en un corto plazo implantar el sistema por contenedores. Se podrían ir substituyendo las unidades que se dan de baja por unidades del tipo de carga frontal y de esta manera empezar a incorporar paulatinamente el equipo necesario para la operación del nuevo sistema de recolección que se propone, y paralelamente a ello, empezar a fabricar los contenedores que fuesen necesarios.

También sería factible invitar a la Cámara de la Industria Automotriz y otras cámaras, para proponer la fabricación de un camión tipo carga frontal de fabricación 100% nacional y que de igual manera se fijara el punto de equilibrio en la producción de los mismos para que éstos tuvieran un precio atractivo y competitivo a nivel Nacional e Internacional. En un principio no se pretendería substituir a todas las unidades, por unidades de carga frontal, ya que los otros tipos de unidades de recolección con los que se cuenta son idóneos para otros tipos de recolección que existen.\*

Estos camiones serían ideales para aquellos lugares en los que no se pudiesen ubicar los contenedores por falta de espacio o de lugares propios para ello, por lo que se trataría de implantar un sistema híbrido de recolección

\* Ver diferentes tipos de actividades de recolección en el Capítulo I.

*ción tanto por campaneo como por contenedores. Por ejemplo, los camiones-tubulares y rectangulares podrían usarse tanto en la recolección de mercados como en la recolección en escuelas y edificios públicos, los camiones-de volteo podrían ser usados en la recolección industrial, en los montones tradicionales y en las paradas de barrenderos y por último para recolección a casas habitación, se utilizarían los camiones tipo carga frontal y en caso de no poder ubicar el número necesario de contenedores, los camiones tipo carga trasera vendrían a completar el servicio.*

### 6.3. UNIDADES DE RECOLECCIÓN

*En esta parte del Capítulo se exponen algunos aspectos y antecedentes que no sólo se refieren al equipo de recolección de la Delegación, sino que -- también el que conforma el sistema de Limpia del Distrito Federal.*

*A fines del sexenio pasado, el 60% de las unidades de recolección se encontraban fuera de servicio, siendo esto una consecuencia directa de la falta de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo. Ello motivó que se tuvieran que rentar vehículos no diseñados para este tipo de actividades, provocando con esto un deficiente servicio y una erogación económica-adicional por parte de la Delegación.*

*Lo anterior, se podría evitar si se consideran algunas observaciones que se hacen a continuación.*

- *En la actualidad no se cuenta con las especificaciones del fabricante acerca de la forma y la periodicidad del servicio en sí, ni siquiera se*



cuenta con los manuales de agencia, de todos y cada uno de los tipos de unidades.

- La edad promedio de las unidades de recolección es de 9 años, misma -- que se podría alargar de existir un adecuado programa de reconstruc- -- ción.
- No existe un expediente, para todas y cada una de las unidades, en los- que se registre la historia de éstas, desde su ingreso, hasta su baja, - pasando por reparaciones mayores y menores, etc. Dichos datos son de - gran importancia para el taller de mantenimiento y permite evaluar efi- ciencia, calidad y servicio de la Oficina de Limpia.
- No se cuenta con una reserva o almacén o inventario de refacciones para las unidades de importación, lo que provoca que éstas estén fuera de -- servicio por períodos de tres meses con la consecuente deficiencia en - el servicio que afecta directamente a los usuarios.
- No existen cursos de capacitación para los operarios de las unidades de recolección, acerca de la operación y cuidado que deben tener con las - mismas, por lo que es común que éstas visiten con frecuencia el taller- de mantenimiento.
- No existe un programa de escalonamiento de horarios de trabajo para las unidades, que permita la revisión de los puntos más importantes del ve- hículo y el mantenimiento y lubricación adecuada y oportuna del mismo.
- El 77.1% de las unidades destinadas a la recolección domiciliaria no --

no son las más adecuadas ni eficientes para desarrollar dicha actividad.

De igual manera el método que se emplea en la actualidad para la recolección domiciliaria, por "campaneo" no es el más adecuado ni eficiente para una ciudad que cuenta con 17,000,000 de habitantes y en la que se circula a una velocidad promedio de 25 KPH en el mejor de los casos.

- El tipo de unidad de recolección recomendado para nuestra ciudad sería, como se mencionó anteriormente el camión tipo carga frontal, siempre y cuando se estableciera un nuevo sistema de recolección por "contenedores".

El camión de tipo de carga frontal es el que cuenta con mayor capacidad de carga con un promedio de 8 toneladas. De tal forma que si nosotros quisiéramos efectuar la recolección de basura en la Delegación en lo que respecta a recolección domiciliaria, sólo serían necesarios 26 camiones de carga frontal, trabajando en tres turnos, 39 trabajando en dos turnos, o 77 trabajando en un turno.

El número de contenedores necesarios para satisfacer las necesidades del servicio, se estimaría de acuerdo a la densidad de la población, de la colonia o zona y la mejor ubicación que éstos debieran tener en las calles, esquinas o terrenos baldíos en los que se ubicarían.

Sin embargo existen las siguientes dificultades:

Del total de unidades de recolección con las que cuenta la Oficina de Limpia, sólo el 8.5% son de tipo de carga frontal, y el 14.4% de carga trase-

ra, éstas últimas podrían servir de soporte para la recolección de montones tradicionales, recolección de botes de barrido manual, basura de tanguis y "mercados sobre ruedas", de tal manera que al implantar el sistema de recolección por contenedores, no quedaran actividades de recolección -- sin cubrir.

Ninguno de los camiones de carga frontal con los que cuenta la Delegación -- son de fabricación nacional, de manera que si se siguieran importando se -- crearía mayor dependencia tecnológica, continuaría la fuga de divisas, se -- frenaría el desarrollo interno y se dejarían de crear nuevas fuentes de -- trabajo.

Si se decidiera implantar el sistema de recolección por contenedores en -- nuestro país, con los camiones de tipo de carga frontal buscando el punto -- de equilibrio en el cual la cantidad de camiones que se produjeran justifi -- cara la inversión buscando que fuese competitiva con los parámetros extran -- jeros, lograríamos no sólo optimar de manera sustancial la recolección Do -- miciliaria de basura en el País, con las consecuentes ventajas que esto -- traería al beneficiar directamente a la población, sino que se crearían -- nuevas fuentes de trabajo en los diferentes niveles, se fomentaría el desa -- rrollo de la plataforma industrial nacional existente, se contribuiría a -- frenar la fuga de divisas y se desarrollaría una tecnología propia en la -- rama de la industria automotriz.

#### 6.4. RUTAS.

Con respecto a las rutas de las unidades de recolección, se puede decir --

que éstas representan una parte importante en la optimización de cualquier sistema de limpia, ya que un buen diseño de los recorridos de los camiones hace más eficiente y menos onerosa la recolección de basura, por ello, se recomienda en los dos subtítulos siguientes, la aplicación de los programas de cómputo elaborados para hacer el diseño de rutas. En el caso de que se trate de implementar el servicio de recolección por contenedores, también pueden utilizarse los programas de macro y microrutas de las unidades recolectoras.\*

#### 6.4.1. Macrorutas.

Se presentan técnicas Ingenieriles para el diseño de macrorutas de unidades de recolección de desechos de origen domiciliario, en una delegación política del Distrito Federal, para las actividades de:

- Fraccionamiento de sectores de una delegación política en "colonias",-- previendo recorridos factibles de las unidades.
- Asignación de puntos de inicio de primer recorrido de unidades de recolección en las "colonias".
- Asignación de destino de los desechos recolectados en primer recorrido (unidad de transferencia/relleno sanitario).

Es deseable que las técnicas sean incorporadas en las entidades responsables del manejo de desechos, ya que optimizan los recursos en la satisfacción de las necesidades de manejo adecuado de desechos.

\* Ver diseños de Macro y Microrutas para las Unidades de Recolección en el Cap. V.

Dado que las técnicas son computarizables, se ve la conveniencia de obtener, desarrollar o usar los programas de computadora para automatizar los cálculos.

Estos programas deben formar parte de las herramientas de gestión de autoridades y responsables de los desechos sólidos en el Distrito Federal y Municipios.

#### 6.4.2. Microrutas

Las rutas de la unidad de recolección en la mayoría de las Delegaciones Políticas del D.F., están diseñadas en forma empírica, para lo cual proponemos en base a lo desarrollado en los Capítulos 4 y 5 la implantación de un diseño más racional de los mismos, ya sea utilizando el programa de computadora elaborado expreso en este estudio, o hacerlo de tal manera que -- los recorridos de los camiones sean lo más cortos posibles respetando el sentido de circulación de las calles, cubriendo la generación de basura -- por día, etc. Sin embargo, es necesario hacer notar que una de las principales causas por las que no se realiza adecuadamente la recolección, es el uso indebido\* de las unidades, ya que los conductores se desvían de sus rutas para hacer otras actividades que les reditúan beneficios económicos. Lo anterior muestra que cualquier esfuerzo que se haga para tratar de mejorar un sistema de recolección de basura, no se logrará si éste no va acompañado de la aplicación de leyes y reglamentos que eviten las anomalías en el servicio de limpia.

\* Ver Art. 35 de la Ley Federal de Protección al Medio Ambiente en los Apéndices.

Para el caso particular de la Delegación Venustiano Carranza, con respecto a las rutas, éstas se proyectaron para cubrir la totalidad del servicio, - con la consideración de que la Unidad de Transferencia operará a más de la capacidad con la que lo estaba haciendo (o sea, pasar de un 40%, el 80% de su capacidad). Lo anterior traerá como beneficio que los camiones recorren menos distancia al no ir hasta el Relleno Sanitario a descargar la ba su ra, con el consecuente ahorro de combustible, tiempo y desgaste de las - unidades.

#### 6.5. PROPUESTAS

##### a) Incineración de basura\*

Actualmente existen tres plantas incineradoras de basura para eliminar 7 - gigantescos tiraderos de basura a cielo abierto que hay en la ciudad de Mé xi co y que absorben gran parte de las 14,000 toneladas que se producen di a ri a m e n t e, el DDF pondrá en operación las tres primeras plantas incinerado - ras en las delegaciones de Tlalpan y Gustavo A. Madero, además de ampliar - su programa de relleno sanitario.

Prácticamente se ha concluido la instalación de las tres plantas de incine rac i ó n con costo de 3,000 millones de pesos en lo que se refiere únicamente a maquinaria la cual comenzará a operar en febrero del año próximo. -- Los residuos podrán utilizarse como mejoradores de suelos o como productos para construcción.

\* Ver "Técnicas de Aprovechamiento de Reciclaje para el Aprovechamiento de la Basura" en el Apéndice.

A dos de esas plantas se canalizarán los desperdicios y desechos de hospitales clasificados como gravemente infecciosos.

Asimismo, se intensificará el programa de relleno sanitario que junto con las 3 incineradoras - aparte de la planta industrializadora de San Juan de Aragón- , sustituirán los tiraderos de Santa Fe, Lomas de Tarango, Tláhuac, Milpa Alta, Xochimilco, Cuajimalpa, Santa Catarina que siguen constituyendo un serio peligro para la salud humana y para la ecología en general.

b) Crear áreas de reserva ecológica.\*

En 36 sitios se está trabajando en el relleno sanitario\*, que consiste en enterrar los desechos sólidos y luego cubrirlos con capas de tierra, lo -- que a futuro permitirá utilizar esas superficies como campos deportivos, - áreas verdes, boscosas o agrícolas, al igual que se hará con los tiraderos a cielo abierto.

Para recolectar la basura que genera el Distrito Federal - bastará la de - un día para llenar el estadio Azteca- , el gobierno está utilizando un - - ejército de trabajadores y maquinaria, que representan costos económicos - muy elevados.

Para ello tiene en operación 2,082 unidades de recolección 115 tractocamiones, 109 cajas de transbordo, 49 unidades de equipo pesado que realizan el relleno sanitario, 525 camiones de voltec y 200 barredoras mecánicas.

\* Artículo 37 (Apéndice).

c) Creación de más unidades de transferencia dentro del área metropolitana.

La comisión de Ecología y Desarrollo Urbano del Departamento del D. F. terminará este año la construcción e instalación de 10 estaciones de transferencia de basura, misma que ayudará a incrementar la cobertura de servicio con el aumento del número de corridas que podrán efectuar todos los camiones recolectores.

d) Aumentar el número de trailers con cajas compactadoras en todas y cada una de las Unidades de Transferencia existentes y dotar de la cantidad adecuada a las que están por terminarse.

De no ser así, como se mencionó en el capítulo V, no será posible que opere con la eficiencia esperada la Unidad de Transferencia.

e) Substituir las Unidades recolectoras que sean dadas de baja por unidades de carga frontal y adquirir, si se tuviera pensado modernizar o aumentar el equipo de recolección, sólo unidades de este tipo por las razones mencionadas en los capítulos anteriores.

f) Se propone la creación de dos turnos de recolección, uno diurno y otro nocturno con el fin de que toda la población se beneficie con el servicio sin importar cual sea su horario de trabajo, ya que en la actualidad las personas que trabajan en la mañana salen muy temprano de sus hogares y regresan en la tarde sin tener oportunidad de tirar su basura en la mañana cuando normalmente el camión recolector presta el servicio.



Siendo normalmente el servicio nocturno cada tercer día para optimar la recolección.

g) Se debe racionalizar la generación de basura por parte de la población, por medio de campañas a través de los medios masivos de comunicación, - ya que como indicó el DDF con la recolección y transportación de los de sechos, se contribuye también a crear otro grave problema: la circula-- ción en la Ciudad, tomando en consideración que en la capital del País hay 2.5 millones de vehículos en movimiento diario. Lo anterior se tra duce en mayor contaminación, baja productividad, excesivo gasto de carburantes, más tiempo para cubrir distancias largas, mayor desgaste del equipo, entre otras cosas.

En opinión del Departamento del Distrito Federal, el problema de la basura ha crecido a la par del desarrollo urbano. Se estima que cada persona genera como promedio 750 gramos de basura diariamente. Y esto se agudiza -- por ejemplo en los mercados, pues únicamente la Central de Abastos produce 300 toneladas diarias, en tanto que el Bosque de Chapultepec arroja 630 tone ladas los fines de semana y el Desierto de los Leones, 2 toneladas, Delega ciones Políticas como Iztapalapa generan 800 toneladas diarias, y en la Be nito Juárez se recogen 1,400.

El DDF manifiesta que el problema de los sólidos se complica aún más, porque una gran parte de la ciudadanía acostumbra arrojar la basura en la vía pública, terrenos baldíos y parques públicos. Esto ocurre porque muchas - amas de casa quisieran que antes de irse a trabajar o trasladarse al merca do, el camión recolector pasara a una hora determinada, problema que queda

ría prácticamente solucionado, con la instalación de contenedores en dichos lugares y la implantación del sistema de recolección con camiones de carga frontal.

h) Creación de un Plan de Mantenimiento para las unidades de recolección. Sobre las unidades de recolección el principal problema es el mantenimiento de las mismas, es por eso que para no quedarnos en un simple nivel de observadores, hemos realizado una investigación en diferentes talleres de servicio que se dedican al mantenimiento y reparación de cada una de las marcas de automotores que se fabrican en México, obteniendo en todas ellas los programas de mantenimiento y la periodicidad con que se deben de realizar, así como las refacciones y los costos de material y mano de obra al 22 de febrero de 1984. Los resultados de dicha investigación los resumimos y promediamos, con el fin de proporcionar al Plan de Optimización de Recolección un Programa de Mantenimiento Preventivo que sea aplicable a todas y cada una de las unidades de recolección sin importar la marca, modelo o procedencia de la unidad.

Dicho programa sólo se refiere al "chasis-cabina", ya que el mantenimiento que se debe prestar a la caja o carrocería del camión, depende directamente del tipo de carrocería que sea, llámese tubular, rectangular, volteo, carga trasera o delantera.

Al solicitar información al taller de mantenimiento de la Delegación sobre los programas de mantenimiento, manuales de servicio, características de las unidades de recolección y trabajos que ahí se desempeñan, no se pudo obtener absolutamente ninguna información de lo antes mencionado, lo que

muestra la desorganización en el taller de mantenimiento.

- Programa de mantenimiento de la Delegación Venustiano Carranza. El taller mecánico tiene programado únicamente el mantenimiento de lubricación. Los vehículos que se están enviando para reparación general a los talleres externos y se está programando su mantenimiento consisten en:

Mantenimiento # 1; cada 30 días (lavado de motor, lavado exterior, revisión de niveles, cambio de aceite y filtros, reportar anomalías).

Mantenimiento # 2; cada 60 días, (afinación, frenos, sistema eléctrico alineación y balanceo, suspensión, sistema hidráulico, sistema de enfriamiento y reporte de anomalías).

La situación actual de estos camiones es:

Se han enviado 65 unidades a talleres

4 Pick-up (camionetas)

3 Cajas compactadoras

2 tracto-Camiones

14 Barredoras

42 Camiones recolectores.

Estos últimos destinados a la recolección domiciliaria, de los cuales todavía están en taller 25 unidades además, se tendrán que enviar - - otras 37 unidades para su reparación.

De los 112 vehículos, generalmente se reportan a los talleres por fa-

Las menores más de 20 camiones al día, de éstos se reparan en unas horas de 6 a 10 camiones, pero el resto se quedan en el taller de 3 a 5 días.

Hasta antes de que se empezara a enviar los camiones a los talleres de reparación general salían a trabajar entre 70 y 80 camiones.

A la fecha se trabaja con 50 camiones aproximadamente, y el resto del servicio se cubre con camiones alquilados cubriendo la recolección en un 90%.

Se están alquilando de lunes a sábado 30 camiones, los domingos solamente 10, todos son de volteo manteniéndose la situación mientras se efectúan -- las reparaciones en los vehículos de la Delegación.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PROPUESTO  
Programa de Mantenimiento Preventivo.

Delegación Venustiano Carranza.

Servicio de Limpia.

Plan de optimización de recolección de basura en la Delegación.

Programa de mantenimiento preventivo, frecuencia, periodicidad y costos --  
presentado para camiones D-600 y similares. - (Únicamente se refiere a --  
CHASIS-CABINA).

Trabajos a efectuarse cada 5,000 Kms.

Lubricación	Costos
Lavar chasis.....	\$ 350.00
Lavar motor.....	260.00
Engrase general.....	450.00
Cambio de filtro de aceite.....	180.00
Cambio de aceite.....	s/c
Refacciones:	
1 filtro de aceite.....	500.00
Aceite para motor.....	1,860.00
Costo Total por el Servicio	\$ <u>          </u>

## TRABAJOS A EFECTUAR CADA 10,000 KMS.

Lubricación	Costos
Lavar chasis.....	\$ 350.00
Lavar motor.....	260.00
Engrase general.....	450.00
Cambio de filtro de aceite.....	180.00
Cambio de aceite.....	's/c
Afinación de motor.....	3,030.00
Revisión y limpieza de frenos.....	5,557.50
Refacciones:	
1 filtro de aceite.....	500.00
Aceite.....	1,860.00
8 bujías.....	1,560.00
filtro para gasolina.....	140.00
Repuesto de carburador.....	1,320.00
Elemento de aire o limpieza de filtro.....	409.00
Costo Total por el Servicio	<hr/> \$15,616.50

## TRABAJOS A EFECTUARSE CADA 20,000 KMS.

Lubricación:	Costos
Lavar chasis.....	\$ 350.00
Lavar motor.....	260.00
Engrase general.....	450.00
Cambio de filtro de aceite.....	180.00
Cambio de aceite.....	s/c
Frenos:	
Limpieza y ajuste, cambio balatas y pastillas.....	\$ 9,015.00
Cambiar gomas de cilindros de ruedas.....	1,976.00
Rectificar tambores y otras.....	3,500.00
Afinación de motor.....	3,030.00
Refacciones:	
1 filtro de aceite.....	500.00
Aceite.....	1,860.00
8 bujías.....	1,560.00
filtro para gasolina.....	140.00
Repuestos de carburador.....	1,320.00
Elemento de aire o limpieza de filtro.....	409.00
1 juego de balatas.....	4,800.00
1 juego de pastillas.....	6,800.00
Repuesto de gomas de cil. de frenos.....	5,800.00
Líquido para frenos.....	487.00
Costo Total por el Servicio	<u>\$ 42,437.50</u>

## TRABAJO A EFECTUARSE CADA 30,000 KMS.

Lubricación:	Costos
Lavar chasis.....	\$ 350.00
Lavar motor.....	260.00
Engrase general.....	450.00
Cambio de filtro de aceite.....	180.00
Cambio de aceite.....	s/c
Afinación de motor.....	3,030.00
Limpieza de frenos.....	5,557.50
Desmontar cardán para empaclarlo.....	2,100.00
Desmontar clutch.....	4,446.00
Volante.....	617.00

## Refacciones si fueran necesarias:

1 filtro de aceite.....	500.00
Aceite.....	1,860.00
8 bujías.....	1,560.00
filtro para gasolina.....	140.00
Repuesto para carburador.....	1,320.00
Elemento de aire o limpieza de filtro.....	409.00
2 cuzetas.....	3,402.00
1 collarín.....	3,313.00
Unidad de clutch.....	19,327.00
1 disco de clutch.....	15,350.00
1 buje piloto.....	150.00

Costo Total por el servicio

\$ 64,321.50



Todo lo que corresponde a la electricidad, así como trabajos no especificados dentro del mantenimiento serán reportados a la hora de recepción del vehículo y autorizados por el mismo operador.

Todos los trabajos efectuados, llevarán la garantía de 3 meses o 6,000 - - kms., siempre y cuando los problemas que presenten no sean ocasionados por negligencia comprobada de los operarios.

Los precios del material y mano de obra deberán actualizarse periódicamente.

i) Creación de cementerios industriales, para los desechos peligrosos.\*

### 1. Contaminación radioactiva.

En México no hay labor preventiva en materia de contaminación radioactiva, pues las autoridades intervienen cuando el problema ya existe.

Esto al referirse a la latente situación de peligro que por ejemplo enfren tan millares de compatriotas que edificaron hogares con varilla contaminada con cobalto 60, tanto en el estado de Chihuahua como en el de Hidalgo.

Los responsables de este ramo, enclavados dentro de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, están reaccionando y buscando cementerios para estos materiales, cuando el peligro existe, mismo que según expertos en la materia deberemos llegar al año 2 000 para que la radioactividad desaparezca por sí misma.

Con base en ello, en Estados Unidos se crean leyendas de persona a persona para que permanezcan durante siglos y siglos advirtiéndoles de los lugares de peligro mortal para los pobladores que habiten en el futuro en los alrededores de esos cementerios.

Nadie sabe si en adelante un terremoto o diversos cambios de la corteza terrestre hagan salir a tierra esos mortales elementos, por lo que la inseguridad en el hombre está latente, a pesar de que ahora se tomen las medidas necesarias que se consideren más apropiadas.

\* Ver términos de referencia para un Proyecto de Diseño de Cementerio Industrial y un Sistema de Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos. Dirección General de Prevención y Control de Contaminación Ambiental (SEDUE).

La verdad ente esta problemática es que estamos reaccionando más con un aparato que con realidades. Sin embargo, aunque existen fallas en el control de este tipo de contaminación, también es cierto que al intervenir - el hombre en ellas, no se puede estar exento de errores, por lo que habrá de adoptar medidas preventivas y no curativas, como sucede en la actualidad.

"El Oyameyo", es un organismo de carácter civil que está integrado por -- personas interesadas únicamente en la defensa ambiental, por lo que lo -- mismo agrupa a ingenieros que a químicos, amas de casa, estudiantes, sociólogos, estudiantes, miembros de la iniciativa privada e incluso servidores del Estado y militares.

j) Fortalecer los programas de reciclaje\*.

Por lo que respecta a la planta industrializadora de desechos sólidos de San Juan de Aragón, produce actualmente subproductos de basura. Sin embargo, el objetivo fundamental es la obtención de un abono orgánico denominado "Composta" que se usa como fertilizante para el mejoramiento de -- suelos.

Por ello, la Dirección General de Obras Públicas del propio gobierno capitalino anunció un programa de regeneración de suelos, a fin de convertirlos tiraderos en campos deportivos, zonas boscosas y áreas verdes o agrícolas. Este año, por ejemplo se concluirán los trabajos de regeneración de 154 hectáreas del tiradero de Santa Cruz Meyehualco, en la zona sur- -- oriente de la capital, el cual se convertirá en un nuevo "pulmón".

En lo social se pretende terminar, en el menor plazo posible, con la degradación y sobreexplotación de los pepenadores, desarrollan incipientes procesos de selección manual de los subproductos de la basura que en nada alivia su situación.

Dentro de los programas de reciclaje se propone que las estaciones de transferencia del D. F. se seleccione previamente la basura reutilizable, antes que ésta sea cargada en las cajas compactadoras, lo anterior puede realizarse en forma manual, con bandas mecanizadas permitiendo con ello la creación de mano de obra y la oportunidad para los municipios o delegaciones, de obtener un beneficio económico de la basura.

## A P E N D I C E S

A. Artículos de la Ley Federal de Protección al Medio Ambiente.

La aplicación de esta Ley compete al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología y del Consejo de Salubridad.

Artículo 35.- Las personas físicas o morales que aprovechen o dispongan - de los desechos sólidos. o basura, deberán hacerlo sujetándose a los reglamentos que al efecto se expidan y, en su caso, de acuerdo con los proyec-tos, instalaciones y normas de funcionamiento relativos que aprueben las - dependencias competentes.

Artículo 36.- Los desechos sólidos que originen contaminación provenientes de usos públicos, domésticos, industriales, agropecuarios o de cualquier - otro aspecto que se acumulen en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir:

- La contaminación del suelo.
- Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos, y
- La modificación, trastornos o alteraciones, ya sea en el aprovechamiento, uso explotación del suelo o en la capacidad del suelo, en la capacidad hidrológicas de los ríos, cuencas, lagos, embalses, aguas marinas, - mantos acuíferos y otros.

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, en coordinación con la de - Asentamientos Humanos y Obras Públicas, asesorará a las instituciones estatales y municipales en la evolución y mejoramiento del sistema recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos, incluyendo la elabora-

ración e inventarios de desechos sólidos, industriales y basura, identificación de reutilización y disposición final, así como la formalización de programas para éste.

Artículo 37.- La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología con base en los estudios y las investigaciones del caso, propondrá al Ejecutivo Federal las declaraciones sobre la localización, extensión y características de las áreas o regiones que requieran de protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ecológicas, mediante la acción coordinada de las autoridades competentes. Las declaraciones que al efecto expiden deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación e inscribirse en el registro público correspondiente.

## B. Técnicas de Reciclaje para Aprovechamiento de La Basura.

El reciclaje es un método que permite recuperar algunos elementos que contienen la basura y que es conveniente recuperar para reutilizarlos en la industria. Algunos de los productos que se pueden obtener son: vidrio, metal, papel, cartón, plástico, trapo y otros subproductos que representan del 10 al 20% de la basura.

El reciclaje se puede lograr mediante tres métodos: el de composteo que se para la materia inorgánica, con la incineración para la materia no oxidable, y con el relleno sanitario para reducir la basura que se pretende enterrar. Estos métodos se verán con mayor detalle más adelante.

Existen algunos variantes al reciclaje y son:

### - Recuperación.

Separar la materia reciclable manualmente ya sea sobre bandas mecanizadas o automatizadas (con magnetos, centrifugados, cribados, etc.) para su comercialización a precios que sean rentables al industrial.

### - Procesamiento.

Involucra homogenización, purificación y reducción del volumen de cada sub-producto para obtener principalmente plásticos peletizado, pulpa de papel, hojalata quemada y prensada, vidrio lavado y granulado y otros.

### - Elaboración de productos.

Involucra varios tratamientos y adiciones ulteriores diversos, que incluye bolsas de plástico para recolección de basura, páneles divisorios,



*láminas acanaladas y bloques recubiertos de cemento o asfalto.*

*En el aspecto socioeconómico, las posibilidades de generación de mano de obra es considerable, ya que podrían generarse hasta 47 empleos por cada 100 ton/día, procesados cuando se combinan con composteo.*

*a) Composteo.*

- Composteo es una técnica que se lleva a cabo para lograr la biodegradación de la fracción orgánica que contiene la basura y así obtener composta, que sirve como mejorador orgánico de suelo de cultivo. Mediante la combinación de líneas de procesamiento y turnos de operación se pueden instalar plantas de 50 ton/día y múltiples hasta un máximo recomendable de 750 ton/día.*

*Existen dos variaciones fundamentales.*

- Fermentación aeróbica natural o acelerada.*
- Fermentación anaeróbica, que produce composta en poco tiempo. En el proceso puede obtenerse también gas butano o metano.*

*Puede obtenerse 5 grupos básicos de composta; Fresca: gruesa y fina.*

*Madura: gruesa, fina y enriquecida.*

*En México una producción potencial de 12.106 ton/día de composta en las ciudades grandes del país, podría enriquecer a 295,268 hectáreas de suelo agrícola y la posibilidad de la obtención de recursos de poco más de \$ 400,000,000.00 anuales en su cuenta.*

Cabe mencionar que el composteo requiere de terrenos más grandes que el método de reciclaje y de la incineración, por lo que su ubicación más adecuada deberá ser en la periferia urbana.

(b) Incineración.

Consiste en la oxidación de los componentes combustibles de la basura con el oxígeno atmosférico para reducir a cenizas equivalentes de 5 a 10% del volumen inicial. Durante este proceso se logra una importante liberación de energía que ha inducido al desarrollo de técnicas para su recuperación en energía eléctrica.

En el caso de proyectos con recuperación de electricidad se justifica en volúmenes mayores a los 120 ton/día hasta un máximo de 2,400 ton/día.

La incineración se logra mediante hornos que son prácticamente estándares y varían sólo en el diseño de las parrillas y de las cámaras cremadoras.

En términos socioeconómicos, la incineración de basura es una de las técnicas más intensivas de capital y la substitubilidad de maquinaria por mano de obra es comparativamente baja.

Aparentemente la generación de empleo es alrededor de 60 plazas especializadas por cada planta de 2,400 ton/día con recuperación de energía.

(c) Relleno Sanitario.

Consiste en el entierro de la basura bajo las mejores condiciones de eficacia, seguridad e higiene posibles, que actualmente no se consigue con el tiradero de cielo abierto. En términos generales consiste en la distribución de la basura en el terreno (por áreas, zanjas o rampas) mediante má-

quinas trascavadoras, haciendo uso de tierra de preferencia arcillosa, para ir conformando células totalmente enterradas, sus costos iniciales y de operación son los más bajos respecto de otras alternativas tecnológicas. - No obstante, el relleno sanitario obliga a tener que transportar la basura a terrenos distantes del perímetro urbano. Teniéndose que buscarse constantemente nuevos terrenos para este fin.

C. LISTADO DEL PROGRAMA DEL  
METODO SIMPLEX







PAGE 1

```

0100 PRINT "*****"
0110 GOTO 1000
0200 LET Q=100:GOTO 1000
0300 IF Q=0 THEN PRINT "*****"
0400 GOTO 1000
0500 REM
0600 FOR I=1 TO 1000:GOTO 1000
0700 REM
0800 PRINT CHR$(20+I)
0900 PRINT "*****"
1000 PRINT "*****"
1100 PRINT "*****"
1200 PRINT "*****"
1300 PRINT "*****"
1400 PRINT "*****"
1500 FOR I=1 TO 1000:GOTO 1000
1600 PRINT "*****"
1700 REM
1800 PRINT "*****"
1900 PRINT "*****"
2000 PRINT "*****"
2100 PRINT "*****"
2200 PRINT "*****"
2300 PRINT "*****"
2400 PRINT "*****"
2500 PRINT "*****"
2600 PRINT "*****"
2700 PRINT "*****"
2800 PRINT "*****"
2900 PRINT "*****"
3000 PRINT "*****"
3100 PRINT "*****"
3200 PRINT "*****"
3300 PRINT "*****"
3400 PRINT "*****"
3500 PRINT "*****"
3600 PRINT "*****"
3700 PRINT "*****"
3800 PRINT "*****"
3900 PRINT "*****"
4000 PRINT "*****"
4100 PRINT "*****"
4200 PRINT "*****"
4300 PRINT "*****"
4400 PRINT "*****"
4500 PRINT "*****"
4600 PRINT "*****"
4700 PRINT "*****"
4800 PRINT "*****"
4900 PRINT "*****"
5000 PRINT "*****"
5100 PRINT "*****"
5200 PRINT "*****"
5300 PRINT "*****"
5400 PRINT "*****"
5500 PRINT "*****"
5600 PRINT "*****"
5700 PRINT "*****"
5800 PRINT "*****"
5900 PRINT "*****"
6000 PRINT "*****"
6100 PRINT "*****"
6200 PRINT "*****"
6300 PRINT "*****"
6400 PRINT "*****"
6500 PRINT "*****"
6600 PRINT "*****"
6700 PRINT "*****"
6800 PRINT "*****"
6900 PRINT "*****"
7000 PRINT "*****"
7100 PRINT "*****"
7200 PRINT "*****"
7300 PRINT "*****"
7400 PRINT "*****"
7500 PRINT "*****"
7600 PRINT "*****"
7700 PRINT "*****"
7800 PRINT "*****"
7900 PRINT "*****"
8000 PRINT "*****"
8100 PRINT "*****"
8200 PRINT "*****"
8300 PRINT "*****"
8400 PRINT "*****"
8500 PRINT "*****"
8600 PRINT "*****"
8700 PRINT "*****"
8800 PRINT "*****"
8900 PRINT "*****"
9000 PRINT "*****"
9100 PRINT "*****"
9200 PRINT "*****"
9300 PRINT "*****"
9400 PRINT "*****"
9500 PRINT "*****"
9600 PRINT "*****"
9700 PRINT "*****"
9800 PRINT "*****"
9900 PRINT "*****"
1000 PRINT "*****"

```



PROGRAMA 31000

29 FEB 1970 04:0

PAGE 3

```

3140 LET COEF30
3150 NEXT I
3160 LET COEF
3170 LET ID=0
3180 REM *****
3190 REM * LECTURA DE LOS COEFICIENTES DE LA FUNCION COLEBYNO *
3200 REM *****
3210 PRINT "A PARTIR DE AHOR LOS COEFICIENTES DE LA FUNCION COLEBYNO"
3220 FOR I=1 TO
3230 PRINT "A PARTIR DE AHOR * * * * * INICIAR BARRA"
3240 IF AND(ABS(COEF) >= 1E-10) THEN LET COEF=ABS(COEF)
3250 NEXT I
3260 REM *****
3270 REM * CALCULO DE DERIVADAS DE LAS FUNCIONES ESTADISTICAS *
3280 REM *****
3290 IF CO=0 THEN GOTO 3300
3300 GOTO 3310
3310 FOR I=1 TO CO
3320 LET COEF1=COEF
3330 NEXT I
3340 IF CO=1 THEN GOTO 3350
3350 LET COEF1=COEF
3360 LET COEF1=COEF1+COEF
3370 IF CO=2 THEN GOTO 3380
3380 REM *****
3390 REM * CALCULO DE DERIVADAS DE LAS FUNCIONES ESTADISTICAS *
3400 REM *****
3410 FOR I=1 TO CO
3420 LET COEF1=COEF
3430 NEXT I
3440 LET COEF1=COEF1+COEF
3450 IF CO=3 THEN GOTO 3460
3460 REM *****
3470 REM * CALCULO DE DERIVADAS DE LAS FUNCIONES ESTADISTICAS *
3480 REM *****
3490 FOR I=1 TO CO
3500 LET COEF1=COEF
3510 NEXT I
3520 LET COEF1=COEF1+COEF
3530 IF CO=4 THEN GOTO 3540
3540 REM *****
3550 REM * CALCULO DE DERIVADAS DE LAS FUNCIONES ESTADISTICAS *
3560 REM *****
3570 FOR I=1 TO CO
3580 LET COEF1=COEF
3590 NEXT I
3600 LET COEF1=COEF1+COEF
3610 IF CO=5 THEN GOTO 3620
3620 REM *****
3630 REM * LECTURA DEL VECTOR DEL LADO DERECHO DEL *
3640 REM *****
3650 PRINT "A PARTIR DE AHOR EL VECTOR DEL LADO DERECHO"
3660 FOR I=1 TO N
3670 PRINT "A PARTIR DE AHOR * * * * * INICIAR BARRA"
3680 NEXT I
3690 FOR I=1 TO N
3700 FOR J=1 TO N
3710 LET COEF1=COEF1+COEF
3720 NEXT J
3730 NEXT I
3740 PRINT "FIN"

```







PROGRAM: UT1000.

20 FEB 1985 0:12

PAGE: 7

```
16014 IF ERR(1)=16390 THEN 16030 ELSE PRINT 244;254; TAB(40);(Q7); NO RESIDE
      *EN LA PARTICION DE TRABAJO* Y GOTO 16302
16030 REM
16299 REM ULTIMA LINEA PARA MANEJO DE CASOS RECUPERABLES.
16300 REM Rutina para manejo de error no previsto. *NOTING ERROR*
16301 PRINT 254;244;244; *ACTIVIDAD: *VERA 1; *EVENTO : *1630 3;244;244;254
16302 PRINT *INSTRUCCIONES GENERALES : *
16303 PRINT *1. INTERRUPTA EL USO DE ESTE PROGRAMA*244; *2. ANOTE EN SU BITACORA
      * ACTIVIDAD Y EVENTO DESPLEGADOS EN LA PANTALLA*
16304 PRINT *3. AVISE A SU SUPERVISOR*
16305 GOTO 16303
16360 CLOSE #1;#2;#3;#4;#5;#6;#7;#8;#9;#10;#11;#12
16380 CHAIN *FUTMENU*
16393 END *1 PRG : CHAM.MENU
```

D. LISTADO DEL PROGRAMA DEL ALGORITMO  
DEL TRANSPORTE













```

1010 OPEN BUCHEO:USING FILE 10001
1020 LET B = 0
1030 IF BND >= 1000 THEN ELSE PRINT "CONTINUANDO CON EL SIGUIENTE CUESTIONARIO"
1040 GOTO 1000
1050 REM
1060 READ BUCHEO:USING FILE 10001
1070 REM
1080 PRINT "ACTIVIDAD"
1090 PRINT "CONSERVACION DE LA VIDA"
1100 PRINT "DIA 10/10/1978"
1110 PRINT "LABORATORIO DE INVESTIGACIONES"
1120 PRINT "FACULTAD DE CIENCIAS"
1130 FOR I = 1 TO 10
1140 PRINT "CUESTIONARIO DE INVESTIGACION EN PSICOLOGIA"
1150 PRINT "10 DE FEBRERO"
1160 LET B = B + 1
1170 OPEN BUCHEO:USING FILE 10001
1180 PRINT "ACTIVIDAD"
1190 PRINT "CONSERVACION DE LA VIDA"
1200 PRINT "DIA 10/10/1978"
1210 PRINT "LABORATORIO DE INVESTIGACIONES"
1220 PRINT "FACULTAD DE CIENCIAS"
1230 PRINT "CUESTIONARIO DE INVESTIGACION EN PSICOLOGIA"
1240 PRINT "10 DE FEBRERO"
1250 PRINT "10 DE FEBRERO"
1260 LET B = B + 1
1270 OPEN BUCHEO:USING FILE 10001
1280 PRINT "ACTIVIDAD"
1290 PRINT "CONSERVACION DE LA VIDA"
1300 PRINT "DIA 10/10/1978"
1310 PRINT "LABORATORIO DE INVESTIGACIONES"
1320 PRINT "FACULTAD DE CIENCIAS"
1330 PRINT "CUESTIONARIO DE INVESTIGACION EN PSICOLOGIA"
1340 PRINT "10 DE FEBRERO"
1350 PRINT "10 DE FEBRERO"
1360 LET B = B + 1
1370 OPEN BUCHEO:USING FILE 10001
1380 PRINT "ACTIVIDAD"
1390 PRINT "CONSERVACION DE LA VIDA"
1400 PRINT "DIA 10/10/1978"
1410 PRINT "LABORATORIO DE INVESTIGACIONES"
1420 PRINT "FACULTAD DE CIENCIAS"
1430 PRINT "CUESTIONARIO DE INVESTIGACION EN PSICOLOGIA"
1440 PRINT "10 DE FEBRERO"
1450 PRINT "10 DE FEBRERO"
1460 LET B = B + 1
1470 OPEN BUCHEO:USING FILE 10001
1480 PRINT "ACTIVIDAD"
1490 PRINT "CONSERVACION DE LA VIDA"
1500 PRINT "DIA 10/10/1978"
1510 PRINT "LABORATORIO DE INVESTIGACIONES"
1520 PRINT "FACULTAD DE CIENCIAS"
1530 PRINT "CUESTIONARIO DE INVESTIGACION EN PSICOLOGIA"
1540 PRINT "10 DE FEBRERO"
1550 PRINT "10 DE FEBRERO"
1560 LET B = B + 1
1570 OPEN BUCHEO:USING FILE 10001
1580 PRINT "ACTIVIDAD"
1590 PRINT "CONSERVACION DE LA VIDA"
1600 REM ULTIMA LINEA PARA ANTES DE CERRAR EL PROGRAMA.
1610 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1620 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1630 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1640 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1650 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1660 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1670 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1680 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1690 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1700 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1710 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1720 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1730 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1740 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1750 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1760 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1770 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1780 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1790 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1800 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1810 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1820 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1830 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1840 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1850 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1860 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1870 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1880 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1890 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1900 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1910 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1920 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1930 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1940 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1950 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1960 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1970 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1980 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
1990 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000
2000 IF BND < 1000 THEN GOTO 1000

```

F. 12788 (1911)

L. 101. 1. 00 1. 00

1911

L. 101. 1. 00 1. 00



PROGRAM LISTING

PROGRAM LISTING

PROGRAM LISTING

```

1000 DIM A(1000)
1010 LET B=0
1020 IF A(0) THEN GOTO 1030
1030 PRINT "NO DATA FOUND"
1040 GOTO 1050
1050 FOR I=1 TO 1000
1060 IF A(I) THEN GOTO 1070
1070 PRINT "ZERO VALUE AT POSITION "; I
1080 GOTO 1050
1090 PRINT "END OF DATA"
1100 GOTO 1050
1110 PRINT "TOTAL COUNT OF NON-ZERO VALUES: "; B
1120 PRINT "TOTAL COUNT OF ZERO VALUES: "; 1000-B
1130 PRINT "AVERAGE VALUE: "; B/1000
1140 PRINT "MINIMUM VALUE: "; A(1)
1150 PRINT "MAXIMUM VALUE: "; A(1000)
1160 PRINT "SUM OF SQUARES: "; 0
1170 FOR I=1 TO 1000
1180 IF A(I) THEN GOTO 1190
1190 GOTO 1170
1200 PRINT "END OF PROGRAM"
1210 GOTO 1050
1220 PRINT "PROGRAM LISTING"
1230 LET B=0
1240 FOR I=1 TO 1000
1250 IF A(I) THEN B=B+1
1260 GOTO 1240
1270 PRINT "COUNT OF NON-ZERO VALUES: "; B
1280 GOTO 1050
1290 PRINT "PROGRAM LISTING"
1300 LET B=0
1310 FOR I=1 TO 1000
1320 IF A(I) THEN B=B+1
1330 GOTO 1310
1340 PRINT "COUNT OF NON-ZERO VALUES: "; B
1350 GOTO 1050
1360 PRINT "PROGRAM LISTING"
1370 LET B=0
1380 FOR I=1 TO 1000
1390 IF A(I) THEN B=B+1
1400 GOTO 1380
1410 PRINT "COUNT OF NON-ZERO VALUES: "; B
1420 GOTO 1050
1430 PRINT "PROGRAM LISTING"
1440 LET B=0
1450 FOR I=1 TO 1000
1460 IF A(I) THEN B=B+1
1470 GOTO 1450
1480 PRINT "COUNT OF NON-ZERO VALUES: "; B
1490 GOTO 1050
1500 PRINT "PROGRAM LISTING"
1510 LET B=0
1520 FOR I=1 TO 1000
1530 IF A(I) THEN B=B+1
1540 GOTO 1520
1550 PRINT "COUNT OF NON-ZERO VALUES: "; B
1560 GOTO 1050
1570 PRINT "PROGRAM LISTING"
1580 LET B=0
1590 FOR I=1 TO 1000
1600 IF A(I) THEN B=B+1
1610 GOTO 1590
1620 PRINT "COUNT OF NON-ZERO VALUES: "; B
1630 GOTO 1050
1640 PRINT "PROGRAM LISTING"
1650 LET B=0
1660 FOR I=1 TO 1000
1670 IF A(I) THEN B=B+1
1680 GOTO 1660
1690 PRINT "COUNT OF NON-ZERO VALUES: "; B
1700 GOTO 1050
1710 PRINT "PROGRAM LISTING"
1720 LET B=0
1730 FOR I=1 TO 1000
1740 IF A(I) THEN B=B+1
1750 GOTO 1730
1760 PRINT "COUNT OF NON-ZERO VALUES: "; B
1770 GOTO 1050
1780 PRINT "PROGRAM LISTING"
1790 LET B=0
1800 FOR I=1 TO 1000
1810 IF A(I) THEN B=B+1
1820 GOTO 1800
1830 PRINT "COUNT OF NON-ZERO VALUES: "; B
1840 GOTO 1050
1850 PRINT "PROGRAM LISTING"
1860 LET B=0
1870 FOR I=1 TO 1000
1880 IF A(I) THEN B=B+1
1890 GOTO 1870
1900 PRINT "COUNT OF NON-ZERO VALUES: "; B
1910 GOTO 1050
1920 PRINT "PROGRAM LISTING"
1930 LET B=0
1940 FOR I=1 TO 1000
1950 IF A(I) THEN B=B+1
1960 GOTO 1940
1970 PRINT "COUNT OF NON-ZERO VALUES: "; B
1980 GOTO 1050
1990 PRINT "PROGRAM LISTING"
2000 LET B=0
2010 FOR I=1 TO 1000
2020 IF A(I) THEN B=B+1
2030 GOTO 2010
2040 PRINT "COUNT OF NON-ZERO VALUES: "; B
2050 GOTO 1050

```

PROGRAM 2-102

L. 100-111 (1987)

TITLE 1

1. THE BOARD OF SUPERVISORS OF THE COUNTY OF ALBANY  
 2. DOES HEREBY APPROVE AND ADOPTS







PROGRAMA DP1300.

26 FEB 1976 11:00

PAGE 3

```

3360 LET S0=0
3370 LET R0=0
3380 IF I1=I2 THEN 3430
3390 REM SUMINISTRADO DEBE SER IGUAL A DEMANDA POR FALSO REAJUSTE Y COLUMNAS
3395 LET F0C0(I1+J2)=I2-T1
3400 LET F0C0(I1+J2)=I2-T1
3410 LET S0=1
3420 GOTO 3470
3430 IF I2=I1 THEN 3470
3440 LET D0C0(I1+J2)=I1-T2
3450 LET D0C0(I1+J2)=I1-T2
3460 LET S0=1
3470 LET M0=0
3480 LET T0=0
3490 REM EMPIEZA LA SOLUCION CON LA REGLA DE LA ESQUINA NOROCCIDENTE
3495 FOR N=1 TO S0C0
3499 REM SI EL SUMINISTRO DEL DEMANDANTE ESTA EXHAUSTO VUELVE A LA FRONTERA FUENTE
2500 IF S0R0(J2)=0 THEN 3570
2505 REM COLECCION EL SUMINISTRADO A LA DEMANDA
2510 FOR N=1 TO D0C0
2515 REM SI EL DESTINO N ESTA LEJOS VUELVE A LA DEMANDA
2520 IF D0R0(J2)=0 THEN 3660
2530 IF S0R0(J2)=0 THEN 3660
2540 IF S0R0(J2)+D0R0(J2) THEN 3590
2545 REM CREA UN CENTRO DE DEMANDA SI LA DEMANDA ES 1= QUE EL SUMINISTRADO
2550 LET ACR0(J2)=D0R0(J2)
2560 LET S0R0(J2)=S0R0(J2)+D0R0(J2)
2570 LET D0R0(J2)=0
2580 GOTO 3620
2590 LET ACR0(J2)=S0R0(J2)
2600 LET D0R0(J2)=D0R0(J2)+S0R0(J2)
2610 LET S0R0(J2)=0
2620 LET D0=C0(J2)
2630 LET I2=I3+ACR0(J2)*C0(I1+J2)
2640 LET S1C0(I2)=0
2650 LET S1C0(I2)=0
2660 NEXT J
2670 NEXT I
2680 IF D0=S0+I50+D1420=1 THEN 4030
2690 LET N=0
2700 LET M=0
2710 LET I=0
2720 LET I=I+1
2730 IF ACS1(I+1)+S1C1(I2)=ACS1(I+2)+I3 THEN 3750
2740 IF ACS1(I+1)+S1C1(I2)+S1C1(I1+J2)+I3 THEN 3780
2750 LET R=S1C1(I+1)
2760 LET R=C0(I+2)
2770 GOTO 3290
2780 IF I=I2+I3 THEN 3770
2790 IF R=0 THEN 4030
2800 IF S1C1(I+2)=0 THEN 3830
2810 LET N=S1C1(I+2)
2820 GOTO 3870
2830 IF R=0=0 THEN 3860
2840 LET N=I+1
2850 GOTO 3870
2860 LET I=I+1

```





PROGRAM 10-11

```

5100 LET I=1000000
5110 LET A=1000000
5120 LET B=1000000
5130 GOTO 4400
5150 LET A=1000000+1000000
5160 FOR I=1 TO 8 STEP 2
5170   IF A>B THEN PRINT "A IS GREATER THAN B"
5180   LET A=A+1000000
5190   NEXT I
5200 LET B=1000000
5210 FOR I=1 TO 8
5220   IF A<B THEN PRINT "B IS GREATER THAN A"
5230   LET B=B+1000000
5240   NEXT I
5250 LET A=1000000
5260 LET B=1000000
5270 NEXT I
5280 LET I=1000000
5290 LET B=1000000
5300 NEXT I
5310 LET I=0
5320 LET I=10000
5330 IF I=10000 THEN PRINT "END"
5340 IF I=10000 THEN PRINT "END"
5350 IF I=10000 THEN PRINT "END"
5360 FOR I=1 TO 8 STEP 1
5370   LET A=1000000
5380   LET B=1000000
5390 NEXT I
5400 LET I=1000000
5410 LET I=1000000
5420 LET B=1000000
5430 GOTO 4100
5440 PRINT
5450 IF I=1000000 THEN PRINT
5460 PRINT "A IS GREATER THAN B"
5470 IF B=1000000 THEN PRINT
5480 PRINT "B IS GREATER THAN A"
5490 PRINT "A IS GREATER THAN B"
5500 IF B=1000000 THEN PRINT
5510 PRINT "A IS GREATER THAN B"
5520 PRINT "A IS GREATER THAN B"
5530 LET I=0
5540 FOR I=1 TO 8
5550   PRINT "A IS GREATER THAN B"
5560   PRINT "B IS GREATER THAN A"
5570   LET B=1000000
5580   PRINT USING "A=#### B=####" A B

```



E. LISTADO DEL PROGRAMA DE  
TEORÍA DE COLAS







PROGRAM: ET1000.

20 FEB 1965 0130

PAGE: 3

```

10250 PRINT
10260 PRINT \ PRINT 'SE DICE QUE LA UNIDAD DE TRANSBORDO ESTA EN EL ESTADO J'
      * SI J CAMIONES REQUIEREN DE SERVICIO'
10265 PRINT \ PRINT TAB 101'CAMBIO DE DISTRIBUCION DE PROBABILIDAD ESTACIONARI
      *A'
10266 PRINT TAB 101'SOBRE LOS POSIBLES ESTADOS 0 - 'M' Y CARACTERISTICAS DE I
      *NTERES'
10270 REM
10280 REM
10290 REM
10300 PRINT
10310 PRINT 'ESTADO' TAB 81'PROBABILIDAD'
10312 PRINT TAB 201
10320 PRINT 'CARACTERES' TAB 401'CAMIONES' TAB 561
10330 PRINT 'NO DE TOLVAS'
10340 PRINT TAB 201'ATE-ORIGEN' TAB 441'EN ESPERA' TAB 461'OCIOSAS'
10350 FOR J=1 TO NH1
10360 LET O=N-JH1
10370 LET M=N-M1
10380 IF M=0 THEN 10510
10390 LET W=0
10500 LET P0=P0+OCJ3
10510 LET I=N-JH1
10520 IF I=0 THEN 10540
10530 LET I=0
10540 IF I=N THEN 10560
10550 LET I=M
10560 PRINT USING '###'J-I \ PRINT TAB 01
10570 PRINT USING '.######'OCJ3 \ PRINT USING '#####'I0W1
10580 LET E1=E1+P0CJ3
10590 LET E2=E2+P0CJ3
10600 LET E3=E3+OCJ3
10610 NEXT J
10620 PRINT
10630 PRINT 'PARA CONTINUAR, PULSEE LA TECLA RETURN'
10640 INPUT Z;
10650 PRINT
10660 PRINT TAB 101'CARACTERISTICAS OPERATIVAS DE LA ESTACION DE TRANSBORDO'
10670 PRINT TAB 101'-----'
10680 PRINT 'NO DE CAMIONES = 'N
10690 PRINT 'TASA DE LLEGADA POR CAMION'N1' HORAS'
10700 PRINT 'NUMERO DE TOLVAS = 'M
10710 PRINT 'TASA DE SERVICIO POR TOLVA = 'M1'N1' HORAS'
10720 PRINT 'NO DE CAMIONES POR TOLVA = 'M1'N
10730 PRINT
10740 PRINT 'PROBABILIDAD DE SOLICITUD DE SERVICIO NULO = '1
10750 PRINT USING '#####'P013
10760 PRINT 'PROBABILIDAD DE QUE NINGUN CAMION ESTE ESPERANDO POR SERVICIO = '1
10770 PRINT USING '#####'P0
10780 PRINT
10790 PRINT 'NUMERO ESPERADO DE CAMIONES QUE ALQUIEREN SERVICIO = 'MOC
10800 PRINT 'NUMERO ESPERADO DE CAMIONES QUE NO REQUIEREN SERVICIO DE TOLVAS = '
      *M-N-E3
10810 PRINT 'NUMERO ESPERADO DE CAMIONES EN LINDA DE ESPERA = 'M1
10820 PRINT 'NUMERO ESPERADO DE CAMIONES EN UNA LINEA DE ESPERA NO NULA = '1
10830 PRINT E1, E2, E3
10840 PRINT 'TIEMPO PROMEDIO PARA ATENCION A CAMIONES = '101-N-E3'N1' HORAS'
10850 PRINT 'TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA POR CAMION = '101-N1-E3'N1' HORAS'

```





U.N.A.M. / FAC. INGENIERIA

29 FEB 1985

SISTEMA : OPTIZAC RECOLEC RESECNOS

2:39

SUBSISTEMA : ESTACION DE TRANSBORDO

ETHENU

=====

MODELOS DE OPTIMIZACION

1 ( LINEA DE ESPERA ) DE UNIDADES DE TRANSPORTE DE RESECNOS ET1000

F ( SALIDA ) DEL AMBITO : ESTACION DE TRANSBORDO UNAM.MENU

ESTACION DE TRANSBORDO . MODELO : 1 , F : \* PEELEE LAS OPCIONES ENCERRADAS ENTRE CORCHETES

ESTACION DE TRANSBORDO . MODELO : 1 , F : \*

C2-003

XCTAE

U.N.A.M. / FAC. INGENIERIA

20 FEB 1905

SISTEMA : OPTIZAC RECOLE RESERVO

2142

SUBSISTEMA : ESTACION DE TRANSPORDC

MODELO : LINEA DE ESPERA DE U. TRANSP

ET1000

(C)(D)(E)(F)(G)(H)(I)(J)(K)(L)(M)(N)(O)(P)(Q)(R)(S)(T)(U)(V)(W)(X)(Y)(Z)(AA)(AB)(AC)(AD)(AE)(AF)(AG)(AH)(AI)(AJ)(AK)(AL)(AM)(AN)(AO)(AP)(AQ)(AR)(AS)(AT)(AU)(AV)(AW)(AX)(AY)(AZ)(BA)(BB)(BC)(BD)(BE)(BF)(BG)(BH)(BI)(BJ)(BK)(BL)(BM)(BN)(BO)(BP)(BQ)(BR)(BS)(BT)(BU)(BV)(BW)(BX)(BY)(BZ)(CA)(CB)(CC)(CD)(CE)(CF)(CG)(CH)(CI)(CJ)(CK)(CL)(CM)(CN)(CO)(CP)(CQ)(CR)(CS)(CT)(CU)(CV)(CW)(CX)(CY)(CZ)(DA)(DB)(DC)(DD)(DE)(DF)(DG)(DH)(DI)(DJ)(DK)(DL)(DM)(DN)(DO)(DP)(DQ)(DR)(DS)(DT)(DU)(DV)(DW)(DX)(DY)(DZ)(EA)(EB)(EC)(ED)(EE)(EF)(EG)(EH)(EI)(EJ)(EK)(EL)(EM)(EN)(EO)(EP)(EQ)(ER)(ES)(ET)(EU)(EV)(EW)(EX)(EY)(EZ)(FA)(FB)(FC)(FD)(FE)(FF)(FG)(FH)(FI)(FJ)(FK)(FL)(FM)(FN)(FO)(FP)(FQ)(FR)(FS)(FT)(FU)(FV)(FW)(FX)(FY)(FZ)(GA)(GB)(GC)(GD)(GE)(GF)(GG)(GH)(GI)(GJ)(GK)(GL)(GM)(GN)(GO)(GP)(GQ)(GR)(GS)(GT)(GU)(GV)(GW)(GX)(GY)(GZ)(HA)(HB)(HC)(HD)(HE)(HF)(HG)(HH)(HI)(HJ)(HK)(HL)(HM)(HN)(HO)(HP)(HQ)(HR)(HS)(HT)(HU)(HV)(HW)(HX)(HY)(HZ)(IA)(IB)(IC)(ID)(IE)(IF)(IG)(IH)(II)(IJ)(IK)(IL)(IM)(IN)(IO)(IP)(IQ)(IR)(IS)(IT)(IU)(IV)(IW)(IX)(IY)(IZ)(JA)(JB)(JC)(JD)(JE)(JF)(JG)(JH)(JI)(JJ)(JK)(JL)(JM)(JN)(JO)(JP)(JQ)(JR)(JS)(JT)(JU)(JV)(JW)(JX)(JY)(JZ)(KA)(KB)(KC)(KD)(KE)(KF)(KG)(KH)(KI)(KJ)(KK)(KL)(KM)(KN)(KO)(KP)(KQ)(KR)(KS)(KT)(KU)(KV)(KW)(KX)(KY)(KZ)(LA)(LB)(LC)(LD)(LE)(LF)(LG)(LH)(LI)(LJ)(LK)(LL)(LM)(LN)(LO)(LP)(LQ)(LR)(LS)(LT)(LU)(LV)(LW)(LX)(LY)(LZ)(MA)(MB)(MC)(MD)(ME)(MF)(MG)(MH)(MI)(MJ)(MK)(ML)(MM)(MN)(MO)(MP)(MQ)(MR)(MS)(MT)(MU)(MV)(MW)(MX)(MY)(MZ)(NA)(NB)(NC)(ND)(NE)(NF)(NG)(NH)(NI)(NJ)(NK)(NL)(NM)(NO)(NP)(NQ)(NR)(NS)(NT)(NU)(NV)(NW)(NX)(NY)(NZ)(OA)(OB)(OC)(OD)(OE)(OF)(OG)(OH)(OI)(OJ)(OK)(OL)(OM)(ON)(OO)(OP)(OQ)(OR)(OS)(OT)(OU)(OV)(OW)(OX)(OY)(OZ)(PA)(PB)(PC)(PD)(PE)(PF)(PG)(PH)(PI)(PJ)(PK)(PL)(PM)(PN)(PO)(PP)(PQ)(PR)(PS)(PT)(PU)(PV)(PW)(PX)(PY)(PZ)(QA)(QB)(QC)(QD)(QE)(QF)(QG)(QH)(QI)(QJ)(QK)(QL)(QM)(QN)(QO)(QP)(QQ)(QR)(QS)(QT)(QU)(QV)(QW)(QX)(QY)(QZ)(RA)(RB)(RC)(RD)(RE)(RF)(RG)(RH)(RI)(RJ)(RK)(RL)(RM)(RN)(RO)(RP)(RQ)(RR)(RS)(RT)(RU)(RV)(RW)(RX)(RY)(RZ)(SA)(SB)(SC)(SD)(SE)(SF)(SG)(SH)(SI)(SJ)(SK)(SL)(SM)(SN)(SO)(SP)(SQ)(SR)(SS)(ST)(SU)(SV)(SW)(SX)(SY)(SZ)(TA)(TB)(TC)(TD)(TE)(TF)(TG)(TH)(TI)(TJ)(TK)(TL)(TM)(TN)(TO)(TP)(TQ)(TR)(TS)(TT)(TU)(TV)(TW)(TX)(TY)(TZ)(UA)(UB)(UC)(UD)(UE)(UF)(UG)(UH)(UI)(UJ)(UK)(UL)(UM)(UN)(UO)(UP)(UQ)(UR)(US)(UT)(UU)(UV)(UW)(UX)(UY)(UZ)(VA)(VB)(VC)(VD)(VE)(VF)(VG)(VH)(VI)(VJ)(VK)(VL)(VM)(VN)(VO)(VP)(VQ)(VR)(VS)(VT)(VU)(VV)(VW)(VX)(VY)(VZ)(WA)(WB)(WC)(WD)(WE)(WF)(WG)(WH)(WI)(WJ)(WK)(WL)(WM)(WN)(WO)(WP)(WQ)(WR)(WS)(WT)(WU)(WV)(WW)(WX)(WY)(WZ)(XA)(XB)(XC)(XD)(XE)(XF)(XG)(XH)(XI)(XJ)(XK)(XL)(XM)(XN)(XO)(XP)(XQ)(XR)(XS)(XT)(XU)(XV)(XW)(XX)(XY)(XZ)(YA)(YB)(YC)(YD)(YE)(YF)(YG)(YH)(YI)(YJ)(YK)(YL)(YM)(YN)(YO)(YP)(YQ)(YR)(YS)(YT)(YU)(YV)(YW)(YX)(YY)(YZ)(ZA)(ZB)(ZC)(ZD)(ZE)(ZF)(ZG)(ZH)(ZI)(ZJ)(ZK)(ZL)(ZM)(ZN)(ZO)(ZP)(ZQ)(ZR)(ZS)(ZT)(ZU)(ZV)(ZW)(ZX)(ZY)(ZZ)

## TEORIA DE COLAS

## LINEAS DE ESPERA DE CAMIONES EN ET

1

## ESTACION DE TRANSPORDC

NUMERO DE CAMIONES ( DEBE SER MAYOR A 1750)

HORA DE LLEGADA DE CAMIONES A ESTACION DE TRANSPORDC EN HORAS:05

NUMERO DE TOLVA EN SERVICIO:15

TIPO DE SERVICIO POR CAMION DE UNA TOLVA EN HORAS:01

SE DICE QUE LA UNIDAD DE TRANSPORDC ESTA EN EL ESTADO "J" SI J CAMIONES REQUIEREN DE SERVICIO

CUADRO DE DISTRIBUCION DE PROBABILIDAD ESTACIONARIA SOBRE LOS POSIBLES ESTADOS 0 - 50 Y CARACTERISTICAS DE INTERES

ESTADO	PROBABILIDAD	CAMIONES ATENDIDOS	CAMIONES EN ESPERA	NO DE TOLVAS OCIOSAS
0	.0000000	50		5
1	.0000000	49		4
2	.0000000	48		3
3	.0000000	47		2
4	.0000000	46		1
5	.0000000	45		
6	.0000000	44	1	
7	.0000000	43	2	
8	.0000000	42	3	
9	.0000000	41	4	
10	.0000000	40	5	
11	.0000000	39	6	
12	.0000000	38	7	
13	.0000000	37	8	
14	.0000000	36	9	
15	.0000000	35	10	
16	.0000000	34	11	
17	.0000000	33	12	
18	.0000000	32	13	
19	.0000000	31	14	
20	.0000000	30	15	
21	.0000000	29	16	
22	.0000000	28	17	
23	.0000000	27	18	
24	.0000000	26	19	
25	.0000000	25	20	
26	.0000000	24	21	
27	.0000000	23	22	

378

22	..000000	22	23
23	..000000	21	24
24	..000000	21	25
25	..000000	7	26
26	..000000	10	27
27	..000000	17	28
28	..000000	21	29
29	..000000	15	30
30	..000000	11	31
31	..000000	13	32
32	..000000	12	33
33	..000000	11	34
34	..000000	10	35
35	..000000	9	36
36	..000000	8	37
37	..000000	7	38
38	..000000	6	39
39	..000000	5	40
40	..000000	1	41
41	..000000	3	42
42	..000000	2	43
43	..000000	1	44
44	..000000		45

PARA CONTINUAR: PEELEE LA TECLA RETURN

## CARACTERISTICAS OPERATIVAS DE LA ESTACION DE TRANSBORO

NO DE CAMIONES = 50

TASA DE LLEGADA POR CANTON LOS HORAS

NUMERO DE TOLVAS = 5

TASA DE SERVICIO POR TOLVA = 101 HORAS

NO DE CAMIONES POR TOLVA = 10

PROBABILIDAD DE QUE UN CAMION RECIBIERA SERVICIO = .000000

PROBABILIDAD DE QUE NINGUN CAMION ESTE ESPERANDO POR SERVICIO = .0000000

NUMERO ESPERANDO DE CAMIONES QUE RECIBIERON SERVICIO = 1.19017317047219

NUMERO ESPERANDO DE CAMIONES QUE NO RECIBIERON SERVICIO DE TOLVAS = 10.00000000000000

NUMERO ESPERANDO DE CAMIONES EN LINEA DE ESPERA = 10.00000000000000

NUMERO ESPERANDO DE CAMIONES EN UNA LINEA DE ESPERA NO VACIA = 10.00000000000000

TIEMPO PROMEDIO PARA ATENCION A CAMIONES = 2.00000000000000 HORAS

TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA POR CAMION = 1.00000000000000 HORAS

NUMERO ESPERANDO DE TOLVAS OCIOSAS = 1.70100000000000

PARA CONTINUAR: PEELEE RETURN

EFICIENCIA DE SERVICIO POR CAMION = FRACCION DE TIEMPO DE UN CAMION QUE NO REQUIERE SERVICIO EN LA UNIDAD DE TRANSBORO COMO CONSECUENCIA DE LAS CARACTERISTICAS DEL SISTEMA = .0711904711904750

EFICIENCIA DE SERVICIO POR TOLVA = FRACCION DE TIEMPO DE UNA TOLVA QUE ESTA OCIOSA COMO CONSECUENCIA DE LAS CARACTERISTICAS DEL SISTEMA = 1.50100000000000

FIN

1





... (faint text) ...

... (faint text) ...

... (faint text) ...

...

[2-00]

FCIAS

U.N.A.M. / FAC. INGENIERIA

20 FEB 1985

SISTEMA : OPTIMIZAC RECOLECC DESECHOS

22146

SUBSISTEMA : UNIDADES DE TRANSPORTE

UT:ERU

```

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20)

```

## MODELOS DE OPTIMIZACION

```

< 1 > [ METODO S I M P L E X ] NUMERO DE UNIDADES DE TRANSPORTE SIN UTILIDAD

```

```

< F > [ SALIDA ] DEL AMBITO : ESTACION DE TRANSFERENCIA UNAN.MEMO

```

```

ESTACION DE TRANSFERENCIA . MODELO : < 1 + F >

```

EL DIFERENCIAL ENTRE LAS RESTRICCIONES EN LA FORMA  
 Y LAS RESTRICCIONES EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA  
 EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA  
 EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA  
 EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA  
 EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA

# DE VARIABLES DE RESTRICCIONES EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA  
 EL NUMERO TOTAL DE RESTRICCIONES ES 7  
 EL # TOTAL DE VARIABLES INCLUIDAS EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA

LAS DOS RESTRICCIONES EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA  
 EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA  
 EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA  
 EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA

EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA

EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA  
 EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA

EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA EN LA FORMA

ITERACION 1  
 CMR 10 0 SALE XB 11  
 ITERACION 2  
 CMR 10 4 SALE YF 13  
 ITERACION 3  
 CMR 10 2 SALE XB 7  
 ITERACION 4  
 CMR 10 1 SALE XB 5

LA SOLUCION OPTIMA ES

Z = 404.00000000000000

EN UNIDADES DECIMALES

X 1 = 0.000000000000000  
 X 2 = 0  
 X 3 = 0  
 X 4 = 0.000000000000000  
 X 5 = 0.000000000000000  
 X 6 = 0.000000000000000  
 X 7 = 0.000000000000000

RESTRICCIONES

R 1 = 0.000000000000000  
 R 2 = 0.000000000000000  
 R 3 = 0.000000000000000  
 R 4 = 0.000000000000000  
 R 5 = 0.000000000000000  
 R 6 = 0.000000000000000  
 R 7 = 0.000000000000000

LA MATRIZ INVERSA OPTIMA ES

1	0	0	0	0	0	-1.0
0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	0.0014285714285717	0	1	0	-0.1428571428571429	0
0	0	0	0	1	0	-0.0
0	-0.0014285714285717	0	0	0	0.1428571428571429	0
0	0	0	0	0	0	0

Resol:

7



02-103  
10240

UNIVERSIDAD FAC. INGENIERIA

21 FEB 1988 SISTEMA 1 OPTIMO RECOLECC RESCUEO 08148

SUBSISTEMA 1 ALGORITMO DEL TRANSPORTE

OPMENU

1. EL PROGRAMA LE PERMITE ENTENDER EL MENU DE Opciones DEL TRANSPORTE

NUMERO DE CAMIONES PARA CENTRO DE DEMANDA

1	1 CASCA DE VALORES 1 MATRIZ DE MIEMBROS DE RESCUEO	081100
2	1 LISTADO DE VALORES 1 MATRIZ DE MIEMBROS DE RESCUEO	081200
3	1 CUAL O V L O 1 ASIGNACION OPTIMA DE CAMIONES A C DEMANDA	081300
4	1 SALIDA 1 BOLSAITO 1 ALGORITMO DEL TRANSPORTE	LINKAMENU

ALGORITMO DEL TRANSPORTE , SECCION : 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 , 10 , 11 , 12 , 13 , 14 , 15 , 16 , 17 , 18 , 19 , 20 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 27 , 28 , 29 , 30 , 31 , 32 , 33 , 34 , 35 , 36 , 37 , 38 , 39 , 40 , 41 , 42 , 43 , 44 , 45 , 46 , 47 , 48 , 49 , 50 , 51 , 52 , 53 , 54 , 55 , 56 , 57 , 58 , 59 , 60 , 61 , 62 , 63 , 64 , 65 , 66 , 67 , 68 , 69 , 70 , 71 , 72 , 73 , 74 , 75 , 76 , 77 , 78 , 79 , 80 , 81 , 82 , 83 , 84 , 85 , 86 , 87 , 88 , 89 , 90 , 91 , 92 , 93 , 94 , 95 , 96 , 97 , 98 , 99 , 100 , 101 , 102 , 103 , 104 , 105 , 106 , 107 , 108 , 109 , 110 , 111 , 112 , 113 , 114 , 115 , 116 , 117 , 118 , 119 , 120 , 121 , 122 , 123 , 124 , 125 , 126 , 127 , 128 , 129 , 130 , 131 , 132 , 133 , 134 , 135 , 136 , 137 , 138 , 139 , 140 , 141 , 142 , 143 , 144 , 145 , 146 , 147 , 148 , 149 , 150 , 151 , 152 , 153 , 154 , 155 , 156 , 157 , 158 , 159 , 160 , 161 , 162 , 163 , 164 , 165 , 166 , 167 , 168 , 169 , 170 , 171 , 172 , 173 , 174 , 175 , 176 , 177 , 178 , 179 , 180 , 181 , 182 , 183 , 184 , 185 , 186 , 187 , 188 , 189 , 190 , 191 , 192 , 193 , 194 , 195 , 196 , 197 , 198 , 199 , 200 , 201 , 202 , 203 , 204 , 205 , 206 , 207 , 208 , 209 , 210 , 211 , 212 , 213 , 214 , 215 , 216 , 217 , 218 , 219 , 220 , 221 , 222 , 223 , 224 , 225 , 226 , 227 , 228 , 229 , 230 , 231 , 232 , 233 , 234 , 235 , 236 , 237 , 238 , 239 , 240 , 241 , 242 , 243 , 244 , 245 , 246 , 247 , 248 , 249 , 250 , 251 , 252 , 253 , 254 , 255 , 256 , 257 , 258 , 259 , 260 , 261 , 262 , 263 , 264 , 265 , 266 , 267 , 268 , 269 , 270 , 271 , 272 , 273 , 274 , 275 , 276 , 277 , 278 , 279 , 280 , 281 , 282 , 283 , 284 , 285 , 286 , 287 , 288 , 289 , 290 , 291 , 292 , 293 , 294 , 295 , 296 , 297 , 298 , 299 , 300 , 301 , 302 , 303 , 304 , 305 , 306 , 307 , 308 , 309 , 310 , 311 , 312 , 313 , 314 , 315 , 316 , 317 , 318 , 319 , 320 , 321 , 322 , 323 , 324 , 325 , 326 , 327 , 328 , 329 , 330 , 331 , 332 , 333 , 334 , 335 , 336 , 337 , 338 , 339 , 340 , 341 , 342 , 343 , 344 , 345 , 346 , 347 , 348 , 349 , 350 , 351 , 352 , 353 , 354 , 355 , 356 , 357 , 358 , 359 , 360 , 361 , 362 , 363 , 364 , 365 , 366 , 367 , 368 , 369 , 370 , 371 , 372 , 373 , 374 , 375 , 376 , 377 , 378 , 379 , 380 , 381 , 382 , 383 , 384 , 385 , 386 , 387 , 388 , 389 , 390 , 391 , 392 , 393 , 394 , 395 , 396 , 397 , 398 , 399 , 400 , 401 , 402 , 403 , 404 , 405 , 406 , 407 , 408 , 409 , 410 , 411 , 412 , 413 , 414 , 415 , 416 , 417 , 418 , 419 , 420 , 421 , 422 , 423 , 424 , 425 , 426 , 427 , 428 , 429 , 430 , 431 , 432 , 433 , 434 , 435 , 436 , 437 , 438 , 439 , 440 , 441 , 442 , 443 , 444 , 445 , 446 , 447 , 448 , 449 , 450 , 451 , 452 , 453 , 454 , 455 , 456 , 457 , 458 , 459 , 460 , 461 , 462 , 463 , 464 , 465 , 466 , 467 , 468 , 469 , 470 , 471 , 472 , 473 , 474 , 475 , 476 , 477 , 478 , 479 , 480 , 481 , 482 , 483 , 484 , 485 , 486 , 487 , 488 , 489 , 490 , 491 , 492 , 493 , 494 , 495 , 496 , 497 , 498 , 499 , 500 , 501 , 502 , 503 , 504 , 505 , 506 , 507 , 508 , 509 , 510 , 511 , 512 , 513 , 514 , 515 , 516 , 517 , 518 , 519 , 520 , 521 , 522 , 523 , 524 , 525 , 526 , 527 , 528 , 529 , 530 , 531 , 532 , 533 , 534 , 535 , 536 , 537 , 538 , 539 , 540 , 541 , 542 , 543 , 544 , 545 , 546 , 547 , 548 , 549 , 550 , 551 , 552 , 553 , 554 , 555 , 556 , 557 , 558 , 559 , 560 , 561 , 562 , 563 , 564 , 565 , 566 , 567 , 568 , 569 , 570 , 571 , 572 , 573 , 574 , 575 , 576 , 577 , 578 , 579 , 580 , 581 , 582 , 583 , 584 , 585 , 586 , 587 , 588 , 589 , 590 , 591 , 592 , 593 , 594 , 595 , 596 , 597 , 598 , 599 , 600 , 601 , 602 , 603 , 604 , 605 , 606 , 607 , 608 , 609 , 610 , 611 , 612 , 613 , 614 , 615 , 616 , 617 , 618 , 619 , 620 , 621 , 622 , 623 , 624 , 625 , 626 , 627 , 628 , 629 , 630 , 631 , 632 , 633 , 634 , 635 , 636 , 637 , 638 , 639 , 640 , 641 , 642 , 643 , 644 , 645 , 646 , 647 , 648 , 649 , 650 , 651 , 652 , 653 , 654 , 655 , 656 , 657 , 658 , 659 , 660 , 661 , 662 , 663 , 664 , 665 , 666 , 667 , 668 , 669 , 670 , 671 , 672 , 673 , 674 , 675 , 676 , 677 , 678 , 679 , 680 , 681 , 682 , 683 , 684 , 685 , 686 , 687 , 688 , 689 , 690 , 691 , 692 , 693 , 694 , 695 , 696 , 697 , 698 , 699 , 700 , 701 , 702 , 703 , 704 , 705 , 706 , 707 , 708 , 709 , 710 , 711 , 712 , 713 , 714 , 715 , 716 , 717 , 718 , 719 , 720 , 721 , 722 , 723 , 724 , 725 , 726 , 727 , 728 , 729 , 730 , 731 , 732 , 733 , 734 , 735 , 736 , 737 , 738 , 739 , 740 , 741 , 742 , 743 , 744 , 745 , 746 , 747 , 748 , 749 , 750 , 751 , 752 , 753 , 754 , 755 , 756 , 757 , 758 , 759 , 760 , 761 , 762 , 763 , 764 , 765 , 766 , 767 , 768 , 769 , 770 , 771 , 772 , 773 , 774 , 775 , 776 , 777 , 778 , 779 , 780 , 781 , 782 , 783 , 784 , 785 , 786 , 787 , 788 , 789 , 790 , 791 , 792 , 793 , 794 , 795 , 796 , 797 , 798 , 799 , 800 , 801 , 802 , 803 , 804 , 805 , 806 , 807 , 808 , 809 , 810 , 811 , 812 , 813 , 814 , 815 , 816 , 817 , 818 , 819 , 820 , 821 , 822 , 823 , 824 , 825 , 826 , 827 , 828 , 829 , 830 , 831 , 832 , 833 , 834 , 835 , 836 , 837 , 838 , 839 , 840 , 841 , 842 , 843 , 844 , 845 , 846 , 847 , 848 , 849 , 850 , 851 , 852 , 853 , 854 , 855 , 856 , 857 , 858 , 859 , 860 , 861 , 862 , 863 , 864 , 865 , 866 , 867 , 868 , 869 , 870 , 871 , 872 , 873 , 874 , 875 , 876 , 877 , 878 , 879 , 880 , 881 , 882 , 883 , 884 , 885 , 886 , 887 , 888 , 889 , 890 , 891 , 892 , 893 , 894 , 895 , 896 , 897 , 898 , 899 , 900 , 901 , 902 , 903 , 904 , 905 , 906 , 907 , 908 , 909 , 910 , 911 , 912 , 913 , 914 , 915 , 916 , 917 , 918 , 919 , 920 , 921 , 922 , 923 , 924 , 925 , 926 , 927 , 928 , 929 , 930 , 931 , 932 , 933 , 934 , 935 , 936 , 937 , 938 , 939 , 940 , 941 , 942 , 943 , 944 , 945 , 946 , 947 , 948 , 949 , 950 , 951 , 952 , 953 , 954 , 955 , 956 , 957 , 958 , 959 , 960 , 961 , 962 , 963 , 964 , 965 , 966 , 967 , 968 , 969 , 970 , 971 , 972 , 973 , 974 , 975 , 976 , 977 , 978 , 979 , 980 , 981 , 982 , 983 , 984 , 985 , 986 , 987 , 988 , 989 , 990 , 991 , 992 , 993 , 994 , 995 , 996 , 997 , 998 , 999 , 1000

ALGORITMO DEL TRANSPORTE , SECCION : 1 , 2 , 3 , 4 , 5

COMUNIDAD DE LA REPUBLICA

10 DE FEBRERO

REGIONAL Y CLASIFICACION DE RECURSOS

20140

SUBSISTEMA DE ASISTENCIA DEL TRANSPORTE

OP-100

Asistencia al transporte de pasajeros en el sistema de transporte de la Republica

ASOCIACION ANONIMA DE GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA - SEGUN TIEMPOS DE RECORDADO

1

ASOCIACION DE GANADEROS

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA

Asociacion de GANADEROS A PUNTOS DE DEMANDA







F. LISTADO DEL PROGRAMA DEL  
 ALGORITMO LITTLE

01234567890123456789  
01234567890123456789  
01234567890123456789  
01234567890123456789

RSX-11M-PLUS V2.1  
RSX-11M-PLUS V2.1  
RSX-11M-PLUS V2.1  
RSX-11M-PLUS V2.1

[13,10]LITTLE - NO PAGE LIMIT  
FORM 40 - NORMAL HARDWARE FORMS  
NO IMPLIED FORM FEED  
JOB CONTAINS 3 FILESPCS

CCCCCCCC  
CCCCCCCC  
CC  
CC  
CC  
CC  
CC  
CC  
CC  
CC  
CC  
CC  
CCCCCCCC  
CCCCCCCC

IIIIII  
IIIIII  
II  
II  
II  
II  
II  
II  
II  
II  
II  
II  
IIIIII  
IIIIII

....  
....  
....

PPPPPPP  
PPPPPPP  
PP  
PP  
PP  
PP  
PP  
PP  
PP  
PP  
PP  
PP  
PP  
PP  
PP

YY YY NN NN  
YY YY NN NN  
YY YY NN NN  
YY YY NN NN  
YY YY NNNN NN  
YY YY NNNN NN  
YY YY NN NN NN  
YY YY NN NN NN  
YY YY NN NN NN  
YY YY NN NN NN  
YY YY NN NN NN  
YY YY NN NN NN  
YY YY NN NN NN  
YY YY NN NN NN

LL  
LL  
LL  
LL  
LL  
LL  
LL  
LL  
LL  
LL  
LL  
LL  
LLLLLLLLLL  
LLLLLLLLLL

IIIIII  
IIIIII  
II  
II  
II  
II  
II  
II  
II  
II  
II  
II  
IIIIII  
IIIIII

TTTTTTTTTT  
TTTTTTTTTT  
TT  
TT  
TT  
TT  
TT  
TT  
TT  
TT  
TT  
TT  
TT  
TT  
TT

TTTTTTTTTT  
TTTTTTTTTT  
TT  
TT  
TT  
TT  
TT  
TT  
TT  
TT  
TT  
TT  
TT  
TT  
TT

LL  
LL  
LL  
LL  
LL  
LL  
LL  
LL  
LL  
LL  
LL  
LL  
LLLLLLLLLL  
LLLLLLLLLL

EEEEEEEEEE  
EEEEEEEEEE  
EE  
EE  
EE  
EE  
EE  
EEEEEEEE  
EEEEEEEE  
EE  
EE  
EE  
EE  
EEEEEEEEEE  
EEEEEEEEEE

01234567890123456789  
01234567890123456789  
01234567890123456789  
01234567890123456789

RSX-11M-PLUS V2.1  
RSX-11M-PLUS V2.1  
RSX-11M-PLUS V2.1  
RSX-11M-PLUS V2.1

[13,10]LITTLE - NO PAGE LIMIT  
FORM 40 - NORMAL HARDWARE FORMS  
NO IMPLIED FORM FEED  
JOB CONTAINS 3 FILESPCS

(\*) PROGRAMA ASIGNACION DE RECURSOS  
 EL PROGRAMA TIENE COMO OBJETIVOS ASIGNAR RECURSOS DISPONIBLES  
 EN UN ORDEN "1" A UN DESTINO "J", A UN POCO DE COSTO.  
 EL PROGRAMA ES LA ASIGNACION DE RECURSOS HACIENDO DE UN ALGO-  
 RITMO BRANCH & BOUND DESARROLLADO POR JOHN D. C. LITTLE, ET  
 AL. EL ALGORITMO SE APOYA EN LA TEORIA DE LA CREACION DE ARBOL  
 BIFURCO CON LAS POSIBLES ALTERNATIVAS DE SOLUCION QUE SE VAN  
 OBTENIENDO AL SER APLICADO DICHO ALGORITMO.

16 - 11 - 1984

VARIABLES EMPLEADAS POR EL PROGRAMA

SAL, ENT  
 SALONO = VARIABLES TIPO FILE, EMPLEADAS PARA EL MANEJO DE AR-  
 CHIVOS EN DISCO.  
 BORRA, QUITAR, ANTE, CASE, POSITIVO: LINK  
 INICIO, CARINA, AQUI, CASE, CUBOGHT, DEFE, LINK  
 DEFECA = VARIABLE TIPO ADJUSTABLE, EMPLEADA EN LA CREACION DEL  
 ARBOL BIFURCO, Y EN LA CREACION DE LA LISTA QUE CON-  
 TIENE LA IDENTIFICACION DE QUE RECURSOS Y QUE COLUMNAS  
 HAN SIDO YA NOMBRADAS.  
 OUTFILE,  
 INFILE = VARIABLES TIPO CARACTER, EMPLEADAS PARA CONTENER EL  
 NOMBRE DEL ARCHIVO QUE EXISTE EN DISCO, ASI COMO EL  
 NOMBRE DEL ARCHIVO A CREAR EN DISCO.  
 MATC = VARIABLE TIPO MATRIZ DE ELEMENTOS REALES, EMPLEADA  
 PARA CONTENER A LA MATRIZ DE COSTOS DEL PROBLEMA DE  
 ASIGNACION.  
 VER, CORR,  
 CUARZO = VARIABLE BOOLEANA, EMPLEADA COMO BANDERA DE EVENTOS.  
 SI, YA = VARIABLE BOOLEANA, EMPLEADA COMO BANDERA DE EVENTOS.  
 ORDEN = VARIABLE ENTERA, EMPLEADA PARA INDICAR EL ORDEN DE  
 LA MATRIZ DE COSTOS.  
 WA = VARIABLE REAL, EMPLEADA PARA CONTENER EL VALOR DEL  
 PROBLEMA LOGO ACEPTADO '(C, L) VERDADERO'.  
 WY = VARIABLE REAL, EMPLEADA PARA CONTENER EL VALOR DEL  
 PROBLEMA LOGO CONSIDERADO '(C, L) FUGADO'.  
 H = VARIABLE REAL, EMPLEADA PARA CONTENER A LA SUMA DE  
 LOS ELEMENTOS QUE SE ESTAN RESTANDO DE UN RECURSO Y  
 COLUMNAS NO ASIGNADOS DE LA MATRIZ DE COSTOS.  
 MAXR = VARIABLE REAL, EMPLEADA PARA CONTENER UN NOMBRE GRAN  
 DE, QUE SE EMPLEA PARA SIMULAR UN VALOR IMPLICITO EN  
 LA MATRIZ DE COSTOS.

PROGRAM LISTE;  
 TYPE  
 BIPREAL:Y (1..50, 1..150) OF REAL;  
 BIPREAL:Y (1..19) OF CHAR;  
 BIP:CONJUNTIVO;  
 OBJEIVO=RECURSO  
 VAL:REAL;  
 X, Y:INTEGER;  
 I:INT, LEFT, UP:LINK;

END;  
 \* \* \*  
 SALONO: SAL, ENT: TEXT;  
 BORRA, QUITAR, ANTE, CASE, POSITIVO: LINK;  
 INICIO, CARINA, AQUI, START, DEBUGHT, DEFE: LINK;  
 INFILE, OUTFILE: LINK;  
 MATC: I: 27  
 VER, CUARZO, CORR: BOOLEANA;  
 SI, YA, I, J, ORDEN, DEFE: INTEGER;  
 COSTO, WA, WY, H, Z, MAXR, WADPR: REAL;

(\*)  
 Este programa tiene como objetivo asignar recursos disponibles  
 en un orden "1" a un destino "J", a un poco de costo. Los  
 recursos disponibles son los recursos que se encuentran en el  
 archivo de entrada. El programa es una adaptación del algoritmo  
 Branch & Bound desarrollado por John D. C. Little, et al. El  
 algoritmo se apoya en la teoría de la creación de árbol bifurco  
 con las posibles alternativas de solución que se van obteniendo  
 al ser aplicado dicho algoritmo. El programa tiene como objetivo  
 asignar recursos disponibles en un orden "1" a un destino "J", a  
 un poco de costo. Los recursos disponibles son los recursos que  
 se encuentran en el archivo de entrada. El programa es una adaptación  
 del algoritmo Branch & Bound desarrollado por John D. C. Little,  
 et al. El algoritmo se apoya en la teoría de la creación de árbol  
 bifurco con las posibles alternativas de solución que se van  
 obteniendo al ser aplicado dicho algoritmo. El programa tiene como  
 objetivo asignar recursos disponibles en un orden "1" a un destino  
 "J", a un poco de costo. Los recursos disponibles son los recursos  
 que se encuentran en el archivo de entrada. El programa es una  
 adaptación del algoritmo Branch & Bound desarrollado por John D.  
 C. Little, et al. El algoritmo se apoya en la teoría de la creación  
 de árbol bifurco con las posibles alternativas de solución que se  
 van obteniendo al ser aplicado dicho algoritmo. El programa tiene  
 como objetivo asignar recursos disponibles en un orden "1" a un  
 destino "J", a un poco de costo. Los recursos disponibles son los  
 recursos que se encuentran en el archivo de entrada. El programa  
 es una adaptación del algoritmo Branch & Bound desarrollado por  
 John D. C. Little, et al. El algoritmo se apoya en la teoría de  
 la creación de árbol bifurco con las posibles alternativas de  
 solución que se van obteniendo al ser aplicado dicho algoritmo.  
 El programa tiene como objetivo asignar recursos disponibles en un  
 orden "1" a un destino "J", a un poco de costo. Los recursos  
 disponibles son los recursos que se encuentran en el archivo de  
 entrada. El programa es una adaptación del algoritmo Branch &  
 Bound desarrollado por John D. C. Little, et al. El algoritmo  
 se apoya en la teoría de la creación de árbol bifurco con las  
 posibles alternativas de solución que se van obteniendo al ser  
 aplicado dicho algoritmo. El programa tiene como objetivo asignar  
 recursos disponibles en un orden "1" a un destino "J", a un poco  
 de costo. Los recursos disponibles son los recursos que se  
 encuentran en el archivo de entrada. El programa es una adaptación  
 del algoritmo Branch & Bound desarrollado por John D. C. Little,  
 et al. El algoritmo se apoya en la teoría de la creación de árbol  
 bifurco con las posibles alternativas de solución que se van  
 obteniendo al ser aplicado dicho algoritmo. El programa tiene  
 como objetivo asignar recursos disponibles en un orden "1" a un  
 destino "J", a un poco de costo. Los recursos disponibles son los  
 recursos que se encuentran en el archivo de entrada. El programa  
 es una adaptación del algoritmo Branch & Bound desarrollado por  
 John D. C. Little, et al. El algoritmo se apoya en la teoría de  
 la creación de árbol bifurco con las posibles alternativas de  
 solución que se van obteniendo al ser aplicado dicho algoritmo.

DATA = VARIABLE REAL, EMPLEADA PARA LA LECTURA DE LOS DATOS DE ENTRADA, CONTENIDOS EN UN ARCHIVO EN DISCO.

CURT,COLUMNA, I,J = VARIABLES ENTERAS, EMPLEADAS COMO INDICE DE LA MATRIZ DE COSTOS.

----- \*)  
 PROCEDURE CODINI(VAR SALUDO,ENT:TEXT; VAR MATC:DIME;  
 VAR ORDEN:INTEGER; VAR INF:ELINE;  
 VAR MAXR:REAL);

```

VAR
  DATA:REAL;
  I,J,CURT,COLUMNA:INTEGER;
BEGIN
  RESE(ENT,INF,LINE,'DAT');
  CURT:=0;
  WHILE (NOT EOF(ENT))AND(CURT<ORDEN) DO
  BEGIN
    CURT:=CURT+1;
    COLUMNA:=0;
    WHILE (NOT EOLN(ENT))AND(COLUMNA<ORDEN) DO
    BEGIN
      REAC(ENT,DATA);
      COLUMNA:=COLUMNA+1;
      IF DATA<0 THEN
        MATC(CURT,COLUMNA):=MAXR
      ELSE
        MATC(CURT,COLUMNA):=DATA;
    END;
    READLN(ENT);
  END;
  CLOSE(ENT);
  REWRITE(SALUDO,'MATRIZ.FRM');
  FOR I:=1 TO ORDEN DO
  BEGIN
    FOR J:=1 TO ORDEN DO
      IF MATC(I,J)=MAXR THEN
        WRITE(SALUDO,' * ')
      ELSE
        WRITE(SALUDO,MATC(I,J):7:2);
    WRITE(SALUDO);
  END;
  CLOSE(SALUDO);
END; (* PROCEDURE CODINI *)

```

(\* PROCEDIMIENTO SKIPRAW  
 EL PROCEDIMIENTO DETECTA QUE RENGLONES DE LA MATRIZ DE COSTOS HAN SIDO YA ASIGNADOS. SE CONSULTA A LA LISTA DE RENGLONES YA ASIGNADOS, QUE VA SIENDO CREADO POR EL PROGRAMA PRINCIPAL AL IR AVANZANDO EL ALGORITMO.

VARIABLES EMPLEADAS POR EL PROCEDIMIENTO

YA = VARIABLE ENTERA, EMPLEADA COMO BANDERA, PARA INDICAR SI SE ESTA BUSCANDO EN EL ULTIMO ELEMENTO DE LA LISTA, LA CUAL CONTIENE A DOS RENGLONES YA TRABAJADOS.

BRINCA, BURRA = VARIABLES TIPO APUNTADE, EMPLEADAS PARA IR AVANZANDO ATRAVES DE LA LISTA Y APUNTADE INICIAL DE LA LISTA RESPECTIVAMENTE.

I = VARIABLE ENTERA, ENVIADA POR EL PROCEDIMIENTO PRINCIPAL COMO INDICE DEL RENGLON QUE SE ESTA DESEANDO.

SI = VARIABLE ENTERA, EMPLEADA COMO BANDERA POR EL PROCEDIMIENTO REDUCE.

----- \*)

PROCEDURE SKIPRAW(VAR BRERA,PRINCA:IJIE; VAR I,SI:INTEGER);

```

VAR
  YA:INTEGER;
BEGIN
  BRINCA:=BURRA*.RIGHT;
  YA:=0;
  IF BRINCA*.RIGHT=NIL THEN
    YA:=YA+1;
  WHILE YA<2 DO
  BEGIN
    IF BRINCA*.X=1 THEN
      BEGIN
        YA:=2;
        SI:=1;
      END;
    IF (SI=0)AND(YA<1) THEN
      BRINCA:=BRINCA*.RIGHT;
    IF (SI=0)AND(BRINCA*.RIGHT=NIL) THEN
      YA:=YA+1;
  END;
END;

```

(\* PROCEDIMIENTO SFIPCOL  
 EL PROCEDIMIENTO DETECTA QUE COLUMNAS DE LA MATRIZ DE COSTOS  
 HAN SIDO YA ASIGNADAS, SE CONSULTA A LA LISTA DE COLUMNAS YA  
 ASIGNADAS, QUE YA SIENDO CREADA POR EL PROGRAMA PRINCIPAL AL  
 IR AVANZANDO EL ALGORITMO.

VARIABLES EMPLEADAS POR EL PROCEDIMIENTO

YA = VARIABLE ENTERA, EMPLEADA COMO BANDERA, PARA INDICAR  
 SI SE ESTA BUSCANDO EN EL ÚLTIMO ELEMENTO DE LA LISTA  
 LA CUAL CONTIENE A LOS PERGLOS YA ASIGNADOS.  
 BRINCA,  
 BORRA = VARIABLES TIPO APUNTADE, EMPLEADAS PARA IR AVANZANDO  
 APUNTES DE LA LISTA Y APUNTIOS INICIAL DE LA LISTA  
 RESPECTIVAMENTE.  
 I = VARIABLE ENTERA, ENVIADA POR EL PROCEDIMIENTO REDUCE  
 COMO INDICE DE LA COLUMNA QUE SE ESTA OPERANDO.  
 SI = VARIABLE ENTERA, EMPLEADA COMO BANDERA POR EL PROCEDI  
 MIENTO REDUCE.

```

----- *)
PROCEDURE SFIPCOL(VAR BORRA,BRINCA:LINK; VAR J,SI:INTEGER);
VAR
  YA:INTEGER;
BEGIN
  BRINCA:=BORRA^.RIGHT;
  YA:=0;
  IF BRINCA^.RIGHT=NIL THEN
    YA:=YA+1;
  WHILE YA<2 DO
  BEGIN
    IF BRINCA^.Y=J THEN
      BEGIN
        SI:=1;
        YA:=2;
      END;
    IF (SI=0)AND(YA<1) THEN
      BRINCA:=BRINCA^.RIGHT;
    IF (SI=0)AND(BRINCA^.RIGHT=NIL) THEN
      YA:=YA+1;
  END;
END; (* PROCEDURE SFIPCOL *)

```

(\* PROCEDIMIENTO REDUCE  
 EN ESTE PROCEDIMIENTO SE REDUCE A LA MATRIZ DE COSTOS RESUL  
 TADOS DE LA ÚLTIMA OPERACION PARA EL REGLOO I NO ASIGNADO  
 BUSCAR EL MENOR ELEMENTO (QUE NO PERTENEZCA A UNA COLUMNA YA  
 ASIGNADA), ESTAR A ESE ELEMENTO DE LAS DEMAS COMPONENTES DEL  
 REGLOO PARA LA COLUMNA J NO ASIGNADA BUSCAR EL MENOR ELEME  
 NTO (QUE NO PERTENEZCA A UN REGLOO YA ASIGNADO), RESTAR ESE  
 ELEMENTO DE LAS DEMAS COMPONENTES DE LA COLUMNA.

VARIABLES EMPLEADAS POR EL PROCEDIMIENTO

I,J = VARIABLES ENTERAS, EMPLEADAS COMO INDICE EN LA MATRIZ  
 DE COSTOS.  
 SI = VARIABLE ENTERA, EMPLEADA COMO BANDERA DE EVENTOS POR  
 EL PROCEDIMIENTO.  
 VALOR = VARIABLE REAL, EMPLEADA COMO AUXILIAR PARA CONTENER  
 EL MENOR ELEMENTO DE UN REGLOO O COLUMNA QUE SE ESTE  
 PROCESANDO.  
 H = VARIABLE REAL, EMPLEADA PARA CONTENER A LA SUMA DE  
 LOS ELEMENTOS QUE SE ESTAN RESTANDO DE UN REGLOO Y  
 COLUMNAS NO ASIGNADOS.  
 MAXR = VARIABLE REAL, EMPLEADA PARA CONTENER UN NUMERO RELA  
 TIVAMENTE GRANDE, QUE SE EMPLEA PARA SIMULAR EL ELE  
 MENTO INFINITO EN LA MATRIZ DE COSTOS.

```

----- *)
PROCEDURE REDUCE(VAR H,MAXR:REAL; VAR ORDEN,ORDEN:INTEGER;
  VAR PATC:DIME; VAR BORRA,BRINCA:LINK);
VAR
  I,J,SI:INTEGER;
  VALOR:REAL;
BEGIN
  H:=0;
  FOR I:=1 TO ORDEN DO
  BEGIN
    SI:=0;
    IF ORDEN>0 THEN
      SKIPRAN(BORRA,BRINCA,I,SI);
    IF SI=0 THEN
      BEGIN
        VALOR:=MAXR;

```

```

BEGIN
  SI:=0;
  IF UNO>0 THEN
    SKIPCOL(BORPA,BRICA,J,SI);
  IF SI=0 THEN
    IF (MATC(I,J)<VALOR)AND(MATC(I,J)>MAXR) THEN
      VALOR:=MATC(I,J);
END;
IF VALOR<MAXR THEN
BEGIN
  FOR J:=1 TO ORDEN DO
  BEGIN
    SI:=0;
    IF UNO>0 THEN
      SKIPCOL(BORPA,BRICA,J,SI);
    IF SI=0 THEN
      IF (MATC(I,J)>MAXR) THEN
        IF (MATC(I,J):=MATC(I,J)-VALOR);
      END;
      H:=H+VALOR;
    END;
  END;
END;
FOR J:=1 TO ORDEN DO
BEGIN
  SI:=0;
  IF UNO>0 THEN
    SKIPCOL(BORPA,BRICA,J,SI);
  IF SI=0 THEN
  BEGIN
    VALOR:=MAXR;
    FOR I:=1 TO ORDEN DO
    BEGIN
      SI:=0;
      IF UNO>0 THEN
        SKIPCOL(BORPA,BRICA,I,SI);
      IF SI=0 THEN
        IF (MATC(I,J)<VALOR)AND(MATC(I,J)>MAXR) THEN
          VALOR:=MATC(I,J);
        END;
        IF VALOR<MAXR THEN
          drGH
          FOR I:=1 TO ORDEN DO
          BEGIN
            SI:=0;
            IF UNO>0 THEN
              SKIPCOL(BORPA,BRICA,I,SI);
            IF SI=0 THEN
              IF (MATC(I,J)>MAXR) THEN
                IF (MATC(I,J):=MATC(I,J)-VALOR);
              END;
              H:=H+VALOR;
            END;
          END;
        END;
      END;
      H:=H+VALOR;
    END;
  END;
END;
END; (* PROCEDURE REDUCE *)

```

(\* PROCEDIMIENTO CHOOSE  
 ESTE PROCEDIMIENTO DETERMINA CON BASE EN LA MATRIZ DE, CUALES  
 SERAN LAS COMBINACIONES DE LOS PROXIMOS DOS CODOS A CREAR. LA  
 BUSQUEDA SE EFECTUA SOBRE AQUELLOS ELEMENTOS IGUAL CON CERO,  
 Y QUE NO PERTENECEN A UN REGION O COLUMNA ASIGNADOS. PARA  
 TODO ELEMENTO IGUAL CON CERO SE BUSCA EN EL REGION I Y  
 COLUMNA J AL QUE PERTENECE DICHO ELEMENTO, EL ELEMENTO DE  
 MENOR VALOR QUE NO PERTENEZCA A REGION Y COLUMNA ASIGNADO  
 Y SE LE SUMA A LA CELDA CON LA SUMA DE LOS DOS MEMBROS  
 ELEMENTOS PARA I Y J SIGUIENTES. DE LO ANTERIOR SE BUSCA EN  
 CELDA SIGUIENTE A LA MAYOR SUMA Y EN LAS COMBINACIONES DE LA  
 CELDA LAS QUE SE ANDA BUSCANDO.

VARIABLES EMPLEADAS POR EL PROCEDIMIENTO

SI, YA = VARIABLES ENTERAS, EMPLEADAS COMO BANDERAS DE EVENTO  
 I, J, K = VARIABLES ENTERAS, EMPLEADAS COMO INDICES DE LA MATRIZ  
 DE COSTOS.  
 VALOR = VARIABLE REAL, EMPLEADA COMO TEMPORAL, PARA CONTENER  
 EL MINIMO COSTO PRESENTE EN UN REGION Y COLUMNA ASIGNADO  
 ASIGNADOS, Y EN EL QUE SE ENCONTRO UN ELEMENTO IGUAL  
 CON CERO.  
 H = VARIABLE REAL, EMPLEADA PARA CONTENER A LA SUMA DE  
 LOS ELEMENTOS QUE SE ESTAN PASTANDO DE UN REGION Y  
 COLUMNA ASIGNADOS.  
 ----- \*)  
 PROCEDURE CHOOSE (VAR ORDEN, UNO: INTEGER; VAR MAXR: REAL;



```

VAR SI, YA, I, J, F: LOGICAL;
      H, VALOR: REAL;
BEGIN
  NEW(INICIO);
  INICIO^.VAL:=MAXF;
  INICIO^.X:=0;
  INICIO^.Y:=0;
  INICIO^.RIGHT:=NIL;
  INICIO^.LEFT:=NIL;
  AQUI:=INICIO;
  H:=0;
  FOR I:=1 TO ORDEN DO
  BEGIN
    SI:=0;
    IF ORDEN>0 THEN
      SKIPRA*(BORRA, BRINCA, I, SI);
    IF SI=0 THEN
      FOR J:=1 TO ORDEN DO
      BEGIN
        SI:=0;
        IF ORDEN>0 THEN
          SKIPCOL*(BORRA, BRINCA, J, SI);
        IF (SI=0) AND (CATC[I, J]=0) THEN
          BEGIN
            H:=0;
            VALOR:=MAXF;
            FOR K:=1 TO ORDEN DO
            BEGIN
              SI:=0;
              IF ORDEN>0 THEN
                SKIPRA*(BORRA, BRINCA, K, SI);
              IF SI=0 THEN
                IF (CATC[I, K]<=VALOR) AND (K<>J) THEN
                  VALOR:=CATC[I, K];
            END;
            H:=VALOR;
            VALOR:=MAXF;
            FOR F:=1 TO ORDEN DO
            BEGIN
              SI:=0;
              IF ORDEN>0 THEN
                SKIPRA*(BORRA, BRINCA, F, SI);
              IF SI=0 THEN
                IF (CATC[F, J]<=VALOR) AND (F<>I) THEN
                  VALOR:=CATC[F, J];
            END;
            NEW(CAMINA);
            IF (H=MAXF) OR (VALOR=MAXF) THEN
              CAMINA^.VAL:=MAXF;
            ELSE
              CAMINA^.VAL:=H+VALOR;
              CAMINA^.X:=I;
              CAMINA^.Y:=J;
              CAMINA^.LEFT:=AQUI;
              AQUI^.RIGHT:=CAMINA;
              CAMINA^.RIGHT:=NIL;
              AQUI:=CAMINA;
            END;
          END;
        END;
      END;
    END;
  END;
  AQUI:=CAMINA;
  AQUI^.VAL:=0;
  AQUI^.X:=0;
  AQUI^.Y:=0;
  CAMINA:=INICIO^.RIGHT;
  A:=0;
  IF CAMINA^.RIGHT=NIL THEN
    YA:=1;
  WHILE YA<2 DO
  BEGIN
    IF CAMINA^.VAL>AQUI^.VAL THEN
      AQUI:=CAMINA;
    IF YA<1 THEN
      CAMINA:=CAMINA^.RIGHT;
    IF CAMINA^.RIGHT=NIL THEN
      YA:=YA+1;
  END;
END; (* PROCEDURAL ORDEN *)

```

```

(* PROCEDIMIENTO SELECT
EN CASO DE PROCEDIMIENTO DE BARRA QUE HAYA QUE ORDENAR, AEBOL, HASTA

```

PROXIMOS DOS NOMBRES A AGREGAR. LA DETERMINACION SE REALIZA MEDIANTE LA DETERMINACION DE CADA UNO DE LOS NOMBRES DEL ARBOL ( EL PESO ASIGNADO ).

VARIABLES EMPLEADAS POR EL PROCEDIMIENTO

YA = VARIABLE ENTERA, EMPLEADA COMO BANDERA DE EVENTOS.  
 START = VARIABLE TIPO APUNTAJOR EMPLEADA PARA INDICAR LA RAIZ DEL ARBOL.  
 DROUGHT, DROUGHT = VARIABLES TIPO APUNTAJOR, EMPLEADAS PARA IR RASTREANDO EL ARBOL.  
 ANTE, CAME = VARIABLES TIPO APUNTAJOR, EMPLEADAS COMO INDICADOR DE NIVEL (PREDECESOR, SUCESOR) DURANTE EL RECORRIDO DEL ARBOL.  
 POSITION = VARIABLE TIPO APUNTAJOR, EMPLEADAS COMO AUXILIAS PARA CONTROLAR EL PESO O VALOR DEL NODO CREADO DURANTE LA PAS RECURRENTE ITERATIVA.  
 AGUI = VARIABLE TIPO APUNTAJOR, EMPLEADA PARA CONTROLAR EL PESO O VALOR DEL NODO DURANTE EL RECORRIDO DEL ARBOL.

```

PROCEDURE SELECT(VAR POSITION,AGUI,ANTE,CAME,DROUGHT,
                START,HERE:LINE);
VAR
  YA:INTEGER;
BEGIN
  HERE:=START;
  AGUI:=POSITION;
  WHILE DROUGHT^.RIGHT<>NIL DO
  BEGIN
    YA:=0;
    HERE:=DROUGHT;
    WHILE YA<1 DO
    BEGIN
      WHILE HERE^.LEFT<>NIL DO
      BEGIN
        HERE:=HERE^.LEFT;
        CAME:=HERE^.UP;
        IF (HERE^.VAL<=POSITION^.VAL)AND(HERE^.VAL<=
          AGUI^.VAL) THEN
          AGUI:=HERE;
        IF CAME<>DROUGHT THEN
          BEGIN
            IF CAME^.RIGHT=HERE THEN
              BEGIN
                ANTE:=HERE;
                WHILE (ANTE=HERE)AND(YA<1) DO
                BEGIN
                  ANTE:=CAME;
                  CAME:=CAME^.UP;
                  IF CAME<>DROUGHT THEN
                    HERE:=CAME^.RIGHT
                  ELSE
                    YA:=1;
                  IF (ANTE=HERE)AND(YA<1) THEN
                    BEGIN
                      ANTE:=CAME;
                      CAME:=CAME^.UP;
                      IF CAME<>DROUGHT THEN
                        HERE:=CAME^.RIGHT
                      ELSE
                        YA:=1;
                    END;
                  END;
                END ELSE
                  HERE:=CAME^.RIGHT;
              END ELSE
                BEGIN
                  YA:=1;
                  HERE:=CAME^.RIGHT;
                END;
            END;
            DROUGHT:=DROUGHT^.RIGHT;
          END;
          IF (DROUGHT^.VAL<=POSITION^.VAL)AND(DROUGHT^.VAL<=AGUI^.VAL)
            THEN
            AGUI:=DROUGHT;
          END; (* PROCEDURE SELECT *)

```

(\* PROGRAMA PRINCIPAL O MODERADOR  
 ESTA PARTE DEL PROGRAMA ES LA QUE SE ENCARGA DEL DESARROLLO  
 DEL ALGORITMO, EFECTUANDO CUANDO ASI SE PEDIERA, EL LLAMADO  
 DE LOS PROCEDIMIENTOS ANTERIORMENTE ENUNCIADOS.

```

WRITE('DOPPEL DEL ARCHIVO EL DISCO EN');
WRITE('EL QUE SE ENCONTRO'); WRITE(' ');
WRITE('SOS COSTOS ? > ');
READLN(INFILE); WRITE(' '); WRITE(' ');
WRITE('DOPPEL DEL ARCHIVO EN DISCO ');
WRITE('EL QUE QUEDARAN LOS'); WRITE(' ');
WRITE('RESULTADOS ? > ');
READLN(COPIFILE); WRITE(' '); WRITE(' ');
WRITE('ORDEN DE LA MATRIZ DE COSTOS ? > ');
READLN(ORDEN);
REWRITE(SALUDO, 'LISTADO.PAT');
MAXR:=99999999.99;
CONDINI(SALUDO, ENT, MATC, ORDEN, INFILE, MAXR);
ZO:=MAXR;
UNO:=0;
REDUCE(H, MAXR, ORDEN, UNO, MATC, BORRA, BRINCA);
NEW(START);
START^.VAL:=0;
START^.RIGHT:=NIL;
START^.LEFT:=NIL;
START^.X:=0;
START^.Y:=0;
WX:=H;
NEW(POSITION);
POSITION:=START;
NEW(AQUI);
AQUI^.X:=0;
AQUI^.Y:=0;
AQUI^.VAL:=H;
NEW(BORRA);
BORRA^.X:=0;
BORRA^.Y:=0;
BORRA^.RIGHT:=NIL;
BORRA^.LEFT:=NIL;
NEW(QUITAR);
QUITAR:=BORRA;
NEW(CAME);
NEW(ANTE);
CUARZO:=TRUE;
WHILE (NOT(ZO<=WX))OR((AQUI^.X<>POSITION^.X)AND(AQUI^.Y<
POSITION^.Y)OR(CUARZO=TRUE))DO
BEGIN
IF (AQUI^.X=POSITION^.X)AND(AQUI^.Y=POSITION^.Y)
AND(AQUI^.VAL=POSITION^.VAL) THEN
BEGIN
NEW(HERE);
CHOOSE(ORDEN, UNO, MAXR, MATC, INICIO, CAMINA, AQUI, BORRA,
BRINCA);
IF AQUI^.VAL=MAXR THEN
HERE^.VAL:=MAXR
ELSE
HERE^.VAL:=WX+AQUI^.VAL;
HERE^.X:=AQUI^.X;
HERE^.Y:=AQUI^.Y;
HERE^.RIGHT:=NIL;
HERE^.LEFT:=NIL;
POSITION^.LEFT:=HERE;
HERE^.UP:=POSITION;
NEW(HERE);
HERE^.X:=AQUI^.X;
HERE^.Y:=AQUI^.Y;
HERE^.RIGHT:=NIL;
HERE^.LEFT:=NIL;
NEW(BRINCA);
BRINCA^.X:=AQUI^.X;
BRINCA^.Y:=AQUI^.Y;
BRINCA^.RIGHT:=NIL;
BRINCA^.LEFT:=QUITAR;
QUITAR^.RIGHT:=BRINCA;
QUITAR:=BRINCA;
UNO:=UNO+1;
AQUI^.X:=BRINCA^.X;
AQUI^.Y:=BRINCA^.Y;
YA:=0;
IF BRINCA^.LEFT<>BORRA THEN
BEGIN
BRINCA:=BRINCA^.LEFT;
IF BRINCA^.LEFT=BORRA THEN
YA:=YA+1;
END ELSE
YA:=2;
VER:=TRUE;
WHILE VER=TRUE DO
BEGIN
VER:=FALSE;
WHILE YA<2 DO
BEGIN

```

```

BEGIN
  AQUI^.X:=BRINCA^.X;
  VER:=TRUE;
END ELSE
  IF AQUI^.Y=BRINCA^.X THEN
    BEGIN
      AQUI^.Y:=BRINCA^.Y;
      VER:=TRUE;
    END;
  IF YA<1 THEN
    BRINCA:=BRINCA^.LEFT;
  IF BRINCA^.LEFT=BOPKA THEN
    YA:=YA+1;
END;
YA:=0;
IF BRINCA^.LEFT<>BOPKA THEN
  BEGIN
    BRINCA:=BRINCA^.LEFT;
    IF BRINCA^.LEFT=BOPKA THEN
      YA:=1;
    END ELSE
      YA:=2;
  END;
PAC(AQUI^.Y,AQUI^.X):="AXP";
IF (ORDEN-ORD)>=2 THEN
  REDUCE(H,MAXP,ORLEN,ORO,PAC,BORRA,BRINCA)
ELSE
  H:=0;
  HERE^.UP:=POSITION;
  HERE^.VAL:=XA+H;
  POSITION^.RIGHT:=HERE;
  IF (ORDEN-ORD)<=2 THEN
    IF POSITION^.VAL<ZO THEN
      ZO:=POSITION^.VAL;
  SELECT(POSITION,AQUI,ANTE,CAME,DROUGHT,START,HERE);
  XA:=AQUI^.VAL;
  CUARZO:=FALSE;
END ELSE
  BEGIN
    CUARZO:=FALSE;
    ORD:=0;
    POSITION:=AQUI;
    BORRA^.RIGHT:=NIL;
    CONDINI(SALUDO,EGT,PAC,ORDEN,INFILE,MAXR);
    CAME:=POSITION^.UP;
    IF CAME^.RIGHT<>POSITION THEN
      QUITAR:=POSITION^.UP;
    ELSE
      QUITAR:=POSITION;
    COSTO:=0;
    IF QUITAR<>START THEN
      BEGIN
        NEW(AA);
        AA^.X:=0;
        AA^.Y:=0;
        AA^.RIGHT:=NIL;
        AA^.LEFT:=NIL;
        NEW(CC);
        CC^.X:=QUITAR^.X;
        CC^.Y:=QUITAR^.Y;
        AA^.RIGHT:=CC;
        CC^.LEFT:=AA;
        CC^.RIGHT:=NIL;
        NEW(BB);
        BB:=CC;
        COSTO:=COSTO+PAC(QUITAR^.X,QUITAR^.Y);
        QUITAR:=QUITAR^.UP;
        WHILE QUITAR<>START DO
          BEGIN
            COSTO:=COSTO+PAC(QUITAR^.X,QUITAR^.Y);
            NEW(CC);
            CC^.X:=QUITAR^.X;
            CC^.Y:=QUITAR^.Y;
            CC^.RIGHT:=NIL;
            CC^.LEFT:=BB;
            BB^.RIGHT:=CC;
            BB:=CC;
            QUITAR:=QUITAR^.UP;
          END;
        BB:=AA;
        WHILE BB^.RIGHT<>NIL DO
          BEGIN
            YA:=0;
            BB:=BB^.RIGHT;
            QUITAR:=BB;
            SI:=0;
            IF BB^.RIGHT<>NIL THEN

```

```

BB^.LEFT^.RIGHT:=BB^.RIGHT;
BB^.RIGHT^.LEFT:=BB^.LEFT;
BB:=BB^.RIGHT;
END ELSE
BEGIN
SI:=2;
AA^.RIGHT:=NIL;
END;
END;
IF BB^.RIGHT=NIL THEN
SI:=SI+1;
COND:=FALSE;
WHILE SI<2 DO
BEGIN
IF QUITAR^.X=BB^.Y THEN
BEGIN
QUITAR^.X:=BB^.X;
IF BB^.RIGHT<>NIL THEN
BEGIN
BB^.LEFT^.RIGHT:=BB^.RIGHT;
BB^.RIGHT^.LEFT:=BB^.LEFT;
BB:=BB^.RIGHT;
COND:=TRUE;
END ELSE
BEGIN
BB^.LEFT^.RIGHT:=NIL;
SI:=2;
END;
END ELSE
IF QUITAR^.Y=BB^.X THEN
BEGIN
QUITAR^.Y:=BB^.Y;
IF BB^.RIGHT<>NIL THEN
BEGIN
BB^.LEFT^.RIGHT:=BB^.RIGHT;
BB^.RIGHT^.LEFT:=BB^.LEFT;
BB:=BB^.RIGHT;
COND:=TRUE;
END ELSE
BEGIN
BB^.LEFT^.RIGHT:=NIL;
SI:=2;
END;
END;
IF (SI<1) AND (COND=FALSE) THEN
BB:=BB^.RIGHT;
IF BB^.RIGHT=NIL THEN
SI:=SI+1;
COND:=FALSE;
END;
MATC(QUITAR^.Y,QUITAR^.X):=MAXR;
BB:=AA;
END;
END;
QUITAR:=BURPA;
CAME:=POSITION^.UP;
MATC(CAME^.LEFT^.X,CAME^.LEFT^.Y):=MAXR;
ARTE:=CAME;
WHILE CAME<>START DO
BEGIN
CAME:=CAME^.UP;
IF CAME^.LEFT=ARTE THEN
MATC(CAME^.RIGHT^.X,CAME^.RIGHT^.Y):=MAXR;
ELSE
MATC(CAME^.LEFT^.X,CAME^.LEFT^.Y):=MAXR;
ARTE:=CAME;
END;
COND:=FALSE;
NEW(AA);
AA^.X:=0;
AA^.Y:=0;
AA^.LEFT:=NIL;
AA^.RIGHT:=NIL;
NEW(BB);
BB:=AA;
CAME:=POSITION^.UP;
IF CAME^.RIGHT=POSITION THEN
BEGIN
NEW(CC);
CC^.X:=POSITION^.X;
CC^.Y:=POSITION^.Y;
BB^.RIGHT:=CC;
CC^.LEFT:=BB;
CC^.RIGHT:=NIL;
SI:=2;
COND:=TRUE;
END;
WHILE CC<>START DO

```

```

NEW(CC);
CC^.X:=CASE^.X;
CC^.Y:=CASE^.Y;
CC^.RIGHT:=NIL;
CC^.LEFT:=BB;
BB^.RIGHT:=CC;
BB:=CC;
CASE:=CASE^.UP;
CEND:=TRUE;
END;
IF CEND=TRUE THEN
BEGIN
  NEW(HRINCA);
  HRINCA^.X:=CC^.X;
  HRINCA^.Y:=CC^.Y;
  QUITAR^.RIGHT:=HRINCA;
  HRINCA^.RIGHT:=NIL;
  HRINCA^.LEFT:=QUITAR;
  QUITAR:=HRINCA;
  UNO:=1;
  CC:=CC^.LEFT;
  WHILE CC<>AA DO
  BEGIN
    NEW(BRINCA);
    BRINCA^.X:=CC^.X;
    BRINCA^.Y:=CC^.Y;
    BRINCA^.RIGHT:=NIL;
    QUITAR^.RIGHT:=BRINCA;
    BRINCA^.LEFT:=QUITAR;
    QUITAR:=BRINCA;
    UNO:=UNO+1;
    CC:=CC^.LEFT;
  END;
END;
REDUCE(M,MAXR,OPPE,UNO,MATC,BORRA,BRINCA);
POSITION^.VAL:=COSTO+M;
X:=POSITION^.VAL;
END; (* IF (AGUI^.X=POSITION^.X)ADD(AGUI^.Y=POSITION^.Y) *)
END; (* WHILE NOT (ZOK=X) DO *)
REWRITE(SAL,CUTFILE,'.DAT');
IF (ORDEN-UNO)=1 THEN
  FOR I:=1 TO ORDEN DO
  BEGIN
    SI:=0;
    SKIPPAW(BORRA,BRINCA,I,SI);
    IF SI=0 THEN
      FOR J:=1 TO ORDEN DO
      BEGIN
        SI:=0;
        SKIPCOL(BORRA,BRINCA,J,SI);
        IF SI=0 THEN
          BEGIN
            WRITE(SAL,I:3,J);
            J:=ORDEN;
            I:=ORDEN;
          END;
        END;
      END;
    END;
  END;
  WRITELN(SAL);
  WHILE POSITION<>START DO
  BEGIN
    WRITELN(SAL,POSITION^.VAL:5:2,POSITION^.X,POSITION^.Y);
    POSITION:=POSITION^.UP;
  END;
  WRITELN(SAL);
END.

```

## PROGRAMA ASIGNACION DE RECURSOS.

EL PROGRAMA TIENE COMO OBJETIVOS ASIGNAR LOS RECURSOS DISPONIBLES EN UN ORIGEN 'I' A UN DESTINO 'J' A UN PEQUEÑO COSTO. EL PROGRAMA PARA LA ASIGNACION DE RECURSOS HACE USO DEL ALGORITMO BRANCH & BOUND DESARROLLADO POR JOHN D. C. LITTLE, ET AL. EL ALGORITMO SE BASA EN LA CREACION DE UN ARBOL BINARIO CON LAS POSIBLES ALTERNATIVAS DE SOLUCION QUE SE VAN OBTENIENDO AL ESTAR APLICANDO DICHO ALGORITMO.

PROGRAMA DESARROLLADO POR EL GRUPO DE TESIS:

ANASTACIO SOLIS M.  
GUILLERMO MUPCIO  
AGUSTIN LOVFA  
FIDEL ROMERO L.  
SALATHIEL

16 - III - 1984

\*)

PROGRAM LITTLE;

TYPE

```
DIME=ARRAY [1..50,1..50] OF REAL;
LINE=ARRAY [1..19] OF CHAR;
LINK="OBJETIVO";
OBJETIVO=RECORD
    VAL:REAL;
    X,Y:INTEGER;
    RIGHT,LEFT,UP:LINK;
```

END;

VAR

```
SALUDO,SAL,ENT:TEXT;
BORRA,QUITAR,BRINCA,ANTE,CAME,POSITION:LINK;
AA,UB,CC,INICIO,CAMINA,AQUI,START,DROUGHT,HERE:LINK;
INFILE,OUTFILE:LINE;
MATC:DIME;
VE,CHARZO,COND,I,J,SI,COS,IRFS,YA,ORDEN,UNO:INTEGER;
CUSTO,*X,*Y,H,ZO,*MAXR,VALOR:REAL;
```

(\*)

A CONTINUACION SE DECLARA EL PROCEDIMIENTO CONDINI. ESTE PROCEDIMIENTO TIENE COMO PROPOSITO LEER TOMAR DE UN ARCHIVO EN DISCO, LOS DATOS QUE INTEGRARAN A LA MATRIZ DE COSTOS. LOS DATOS DEL ARCHIVO EN DISCO ESTAN INTEGRADO POR REGISTROS QUE CONTIENEN LOS COSTOS QUE REPRESENTAN EL IF DE UNA CIUDAD A OTRA, CADA UNO DE ESTOS COSTOS DEBERA IR SEPARADAS UNAS DE OTRAS POR COMAS. ES DECIR EL ARCHIVO DE DATOS EN DISCO TRATA DE REPRESENTAR A LA MATRIZ DE COSTOS EN EL PROBLEMA, CON LA SALVEDAD DE QUE LOS ELEMENTOS IGUALES A CERO DEBERAN PROPORCIONARSE COMO UN NUMERO '-1', ESTO TIENE SU JUSTIFICACION EN OPERACIONES EN OPERACIONES INTERNAS DEL PROGRAMA. EL PROGRAMA NOS CREA UN ARCHIVO EN DISCO CON EL NOMBRE DE 'MATRIZ.FRM', EL CUAL CONTENDRA A LA MATRIZ DE COSTOS ORIGINAL, INDICANDOSE CON UN \* A LOS ELEMENTOS IGUALES A CERO. EN ESSENCIA EL PROCEDIMIENTO TIENE COMO OBJETIVOS EL ESTABLECER UNA MATRIZ DE COSTOS APROPIADA.

\*)

```
PROCEDURE CONDINI(VAR SALUDO,ENT:TEXT; VAR MATC:DIME; VAR ORDEN:INTEGER;
VAR INFILE:LINE; VAR MAXR:REAL);
```

VAR

```
DATO:REAL;
I,J,CONT,COLUMNA:INTEGER;
```

BEGIN

```
RESET(ENT,INFILE,'.DAT');
```

```
CONT:=0;
```

```
WHILE (NOT EOF(ENT))AND(CONT<ORDEN) DO
```

BEGIN

```
CONT:=CONT+1;
```

```
COLUMNA:=0;
```

```
WHILE (NOT EOLN(ENT))AND(COLUMNA<ORDEN) DO
```

BEGIN

```
READ(ENT,DATO);
```

```
COLUMNA:=COLUMNA+1;
```

```
IF DATO<0.0 THEN
```

```
    MATC(CONT,COLUMNA):=MAXR
```

```
ELSE
```

```
    MATC(CONT,COLUMNA):=DATO;
```

```
END;
```

```
READLN(ENT);
```

END;

```
CLOSE(ENT);
```

```
REWRITE(SALUDO,'MATRIZ.FRM');
```

```
FOR I:=1 TO ORDEN DO
```

BEGIN

```
FOR J:=1 TO ORDEN DO
```

```
IF MATC(I,J)=MAXR THEN
```

```

        ELSE
            WRITE(SALURO, MATC[I, J]:7:2);
        WRITELN(SALURO);
    END;
    CLOSE(SALURO);
END; (* PROCEDURE CONDINI *)

PROCEDURE SALTAX(VAR BORRA, BRINCA:LINK; VAR I, SI:INTEGER);
VAR
    YA:INTEGER;
BEGIN
    BRINCA:=BORRA^.RIGHT;
    YA:=0;
    IF BRINCA^.RIGHT=NIL THEN
        YA:=YA+1;
    WHILE YA<2 DO
        BEGIN
            IF BRINCA^.X=1 THEN
                BEGIN
                    YA:=2;
                    SI:=1;
                END;
            IF (SI=0)AND(YA<1) THEN
                BRINCA:=BRINCA^.RIGHT;
            IF (SI=0)AND(BRINCA^.RIGHT=NIL) THEN
                YA:=YA+1;
        END;
    END; (* PROCEDURE SALTAX *)

PROCEDURE SALTAY(VAR BORRA, BRINCA:LINK; VAR J, SI:INTEGER);
VAR
    YA:INTEGER;
BEGIN
    BRINCA:=BORRA^.RIGHT;
    YA:=0;
    IF BRINCA^.RIGHT=NIL THEN
        YA:=YA+1;
    WHILE YA<2 DO
        BEGIN
            IF BRINCA^.Y=J THEN
                BEGIN
                    SI:=1;
                    YA:=2;
                END;
            IF (SI=0)AND(YA<1) THEN
                BRINCA:=BRINCA^.RIGHT;
            IF (SI=0)AND(BRINCA^.RIGHT=NIL) THEN
                YA:=YA+1;
        END;
    END; (* PROCEDURE SALTAY *)

PROCEDURE REDUCE(VAR H, MAXR:REAL; VAR ORDEN, UNO:INTEGER;
    VAR MATC:DINE; VAR BORRA, BRINCA:LINK);
VAR
    I, J, SI:INTEGER;
    VALOR:REAL;
BEGIN
    H:=0;
    FOR I:=1 TO ORDEN DO
        BEGIN
            SI:=0;
            IF UNO>0 THEN
                SALTAX(BORRA, BRINCA, I, SI);
            IF SI=0 THEN
                BEGIN
                    VALOR:=MAXR;
                    FOR J:=1 TO ORDEN DO
                        BEGIN
                            SI:=0;
                            IF UNO>0 THEN
                                SALTAY(BORRA, BRINCA, J, SI);
                            IF SI=0 THEN
                                IF (MATC[I, J]<VALOR)AND(MATC[I, J]<>MAXR) THEN
                                    VALOR:=MATC[I, J];
                        END;
                    IF VALOR<>MAXR THEN
                        BEGIN
                            FOR J:=1 TO ORDEN DO
                                BEGIN
                                    SI:=0;
                                    IF UNO>0 THEN
                                        SALTAY(BORRA, BRINCA, J, SI);
                                    IF SI=0 THEN
                                        IF (MATC[I, J]<>MAXR) THEN
                                            IF (MATC[I, J]=MATC[I, J]-VALOR);
                                END;
                            H:=H+VALOR;
                END;
            END;
        END;
    END;

```



```

404 END;
LOAD;
FOR J:=1 TO ORDEN DO
BEGIN
SI:=0;
IF UNO>0 THEN
SALTAY(BOPPA,BRINCA,J,SI);
IF SI=0 THEN
BEGIN
VALOR:=MAXR;
FOR I:=1 TO ORDEN DO
BEGIN
SI:=0;
IF UNO>0 THEN
SALTAX(BOPPA,BRINCA,I,SI);
IF SI=0 THEN
IF (MATC[I,J]<VALOR)AND(MATC[I,J]<>MAXR) THEN
VALOR:=MATC[I,J];
END;
IF VALOR<>MAXR THEN
BEGIN
FOR I:=1 TO ORDEN DO
BEGIN
SI:=0;
IF UNO>0 THEN
SALTAX(BOPPA,BRINCA,I,SI);
IF SI=0 THEN
IF (MATC[I,J]<MAXR) THEN
MATC[I,J]:=MATC[I,J]-VALOR;
END;
H:=H+VALOR;
END;
END;
END; (* PROCEDURE REDUCE *)

```

```

PROCEDURE CHOOSE(VAR ORDEN,UNO:INTEGER; VAR MAXR:REAL; VAR MATC:DIME;
VAR INICIO,CAMINA,AQUI,OROPA,BRINCA:LINK);

```

```

VAR
SI, YA, I, J, K: INTEGER;
H, VALOR: REAL;
BEGIN
NEW(INICIO);
INICIO^.VAL:=MAXR;
INICIO^.X:=0;
INICIO^.Y:=0;
INICIO^.RIGHT:=NIL;
INICIO^.LEFT:=NIL;
AQUI:=INICIO;
H:=0;
FOR I:=1 TO ORDEN DO
BEGIN
SI:=0;
IF UNO>0 THEN
SALTAX(BOPPA,BRINCA,I,SI);
IF SI=0 THEN
FOR J:=1 TO ORDEN DO
BEGIN
SI:=0;
IF UNO>0 THEN
SALTAY(BOPPA,BRINCA,J,SI);
IF (SI=0)AND(MATC[I,J]=0) THEN
BEGIN
H:=0;
VALOR:=MAXR;
FOR K:=1 TO ORDEN DO
BEGIN
SI:=0;
IF UNO>0 THEN
SALTAX(BOPPA,BRINCA,K,SI);
IF SI=0 THEN
IF (MATC[I,K]<=VALOR)AND(K<>J) THEN
VALOR:=MATC[I,K];
END;
H:=VALOR;
VALOR:=MAXR;
FOR K:=1 TO ORDEN DO
BEGIN
SI:=0;
IF UNO>0 THEN
SALTAX(BOPPA,BRINCA,K,SI);
IF SI=0 THEN
IF (MATC[I,J]<=VALOR)AND(K<>I) THEN
VALOR:=MATC[K,J];
END;
NEW(CAMINA);

```

```

        CAMINA^.VAL:=#*X#
    ELSE CAMINA^.VAL:=#+VALOF;
    CAMINA^.X:=1;
    CAMINA^.Y:=3;
    CAMINA^.LEFT:=AQUI;
    AQUI^.RIGHT:=CAMINA;
    CAMINA^.RIGHT:=NIL;
    AQUI:=CAMINA;
END;
END;
END;
NEW(AQUI);
AQUI^.VAL:=0;
AQUI^.X:=0;
AQUI^.Y:=0;
CAMINA:=INICIO^.RIGHT;
YA:=0;
IF CAMINA^.RIGHT=NIL THEN
    YA:=1;
WHILE YA<2 DO
    BEGIN
        IF CAMINA^.VAL>AQUI^.VAL THEN
            AQUI:=CAMINA;
        IF YA<1 THEN
            CAMINA:=CAMINA^.RIGHT;
        IF CAMINA^.RIGHT=NIL THEN
            YA:=YA+1;
    END;
END; (* PROCEDURE CHOOSE *)

PROCEDURE SELECT(VAR POSITION,AQUI,ANTE,CAME,DROUGHT,START,HERE:LINK);
VAR
    YA:INTEGER;
BEGIN
    DROUGHT:=START;
    AQUI:=POSITION;
    WHILE DROUGHT^.RIGHT<>NIL DO
        BEGIN
            YA:=0;
            HERE:=DROUGHT;
            WHILE YA<1 DO
                BEGIN
                    WHILE HERE^.LEFT<>NIL DO
                        HERE:=HERE^.LEFT;
                    CAME:=HERE^.UP;
                    IF (HERE^.VAL<=POSITION^.VAL)AND(HERE^.VAL<=AQUI^.VAL) THEN
                        AQUI:=HERE;
                    IF CAME<>DROUGHT THEN
                        BEGIN
                            IF CAME^.RIGHT=HERE THEN
                                BEGIN
                                    ANTE:=HERE;
                                    WHILE (ANTE=HERE)AND(YA<1) DO
                                        BEGIN
                                            ANTE:=CAME;
                                            CAME:=CAME^.UP;
                                            IF CAME<>DROUGHT THEN
                                                HERE:=CAME^.RIGHT;
                                            ELSE
                                                YA:=1;
                                            IF (ANTE=HERE)AND(YA<1) THEN
                                                BEGIN
                                                    ANTE:=CAME;
                                                    CAME:=CAME^.UP;
                                                    IF CAME<>DROUGHT THEN
                                                        HERE:=CAME^.RIGHT;
                                                    ELSE
                                                        YA:=1;
                                                END;
                                            END;
                                        END;
                                    END;
                                END;
                            HERE:=CAME^.RIGHT;
                        END;
                    END;
                END;
            END;
            DROUGHT:=DROUGHT^.RIGHT;
        END;
        IF (DROUGHT^.VAL<=POSITION^.VAL)AND(DROUGHT^.VAL<=AQUI^.VAL) THEN
            AQUI:=DROUGHT;
        END; (* PROCEDURE SELECT *)

```

```

WRITE(LI('
*RIFILE('
PEADUE(LI('FILE);
*RIFILE('
WRITE(LI('
PEADUE(LI('OTFILE);
*RIFILE('
PEADUE(LI('ORRA);
REWRIT(LI('SALUDU,'LISTADU.DAT');
MAXR:=999999999,99;
CORDIN(LI('SALUDU,EMT,MATC,ORDEN,LI('FILE,MAXR);
ZO:=MAXR;
UNO:=0;
REDUCE(H,'MAXR,ORDEN,UNO,MATC,HORRA,BRINCA);
NEW(STAFF);
STAFF^.VAL:=H;
STAFF^.RIGHT:=NIL;
STAFF^.LEFT:=NIL;
STAFF^.X:=0;
STAFF^.Y:=0;
MX:=H;
DEW(POSITION);
POSITION:=STAFF;
NEW(AQUI);
AQUI^.X:=0;
AQUI^.Y:=0;
AQUI^.VAL:=H;
DEW(HORRA);
HORRA^.X:=0;
HORRA^.Y:=0;
HORRA^.RIGHT:=NIL;
HORRA^.LEFT:=NIL;
DEW(QUITAR);
QUITAR:=HORRA;
NEW(CAME);
NEW(CABE);
CUARZO:=1;
WHILE (NOT (ZO<=MX))OR((AQUI^.X<>POSITION^.X)AND(AQUI^.Y<>POSITION^.Y)
OR(CUARZO=1)
DO
BEGIN
IF (AQUI^.X=POSITION^.X)AND(AQUI^.Y=POSITION^.Y)
AND(AQUI^.VAL=POSITION^.VAL) THEN
BEGIN
DEW(HERE);
CHOOSE(ORDEN,UNO,MAXR,MATC,INICIO,CABINA,AQUI,HORRA,BRINCA);
IF AQUI^.VAL=MAXR THEN
HERE^.VAL:=MAXR
ELSE
HERE^.VAL:=MX+AQUI^.VAL;
HERE^.X:=AQUI^.X;
HERE^.Y:=AQUI^.Y;
HERE^.RIGHT:=NIL;
HERE^.LEFT:=NIL;
POSITION^.LEFT:=HERE;
HERE^.UP:=POSITION;
NEW(HERE);
HERE^.X:=AQUI^.X;
HERE^.Y:=AQUI^.Y;
HERE^.RIGHT:=NIL;
HERE^.LEFT:=NIL;
NEW(BRINCA);
BRINCA^.X:=AQUI^.X;
BRINCA^.Y:=AQUI^.Y;
BRINCA^.RIGHT:=NIL;
BRINCA^.LEFT:=QUITAR;
QUITAR^.RIGHT:=BRINCA;
QUITAR:=BRINCA;
UNO:=UNO+1;
AQUI^.X:=BRINCA^.X;
AQUI^.Y:=BRINCA^.Y;
YA:=0;
IF BRINCA^.LEFT<>HORRA THEN
BEGIN
BRINCA:=BRINCA^.LEFT;
IF BRINCA^.LEFT=HORRA THEN
YA:=YA+1;
END ELSE
YA:=2;
VER:=1;
WHILE VER=1 DO
BEGIN
VER:=0;
WHILE YA<2 DO
BEGIN
IF AQUI^.X=BRINCA^.Y THEN
BEGIN

```

```

      VFR:=VFR+1;
END ELSE
  IF AQUI^.Y=BRINCA^.X THEN
    BEGIN
      AQUI^.Y:=BRINCA^.Y;
      VFR:=VFR+1;
    END;
  IF YA<1 THEN
    BRINCA:=BRINCA^.LEFT;
  IF BRINCA^.LEFT=ROPPA THEN
    YA:=YA+1;
  END;
  YA:=0;
  IF BRINCA^.LEFT<>ROPPA THEN
    BEGIN
      BRINCA:=BRINCA^.LEFT;
      IF BRINCA^.LEFT=ROPPA THEN
        YA:=1;
      END ELSE
        YA:=2;
    END;
  MATC(AQUI^.Y,AQUI^.X):=MAXR;
  IF (OPEN=000)>=2 THEN
    REDUCE(H,PAIP,OPEN,000,MATC,BORRA,BRINCA)
  ELSE
    H:=0;
  HERE^.UP:=POSITION;
  HERE^.VAL:=X+M;
  POSITION^.RIGHT:=HERE;
  POSITION:=HERE;
  IF (OPEN=000)<=2 THEN
    IF POSITION^.VAL<Z0 THEN
      Z0:=POSITION^.VAL;
    SELECT(POSITION,AQUI,ARTE,CAME,DROUGHT,START,HERE);
    A:=AQUI^.VAL;
    CUABZ0:=0;
  END ELSE
  BEGIN
    CUABZ0:=1;
    UP:=0;
    POSITION:=AQUI;
    BORRA^.RIGHT:=NIL;
    CURRIN(SAL,000,EST,MATC,ORDEN,INFILE,MAXR);
    CAME:=POSITION^.UP;
    IF CAME^.RIGHT<>POSITION THEN
      QUITAR:=POSITION^.UP
    ELSE
      QUITAR:=POSITION;
    COSTO:=0;
    IF QUITAR<>START THEN
      BEGIN
        BE(AA);
        AA^.X:=0;
        AA^.Y:=0;
        AA^.RIGHT:=NIL;
        AA^.LEFT:=NIL;
        BE(CC);
        CC^.X:=QUITAR^.X;
        CC^.Y:=QUITAR^.Y;
        AA^.RIGHT:=CC;
        CC^.LEFT:=AA;
        CC^.RIGHT:=NIL;
        BE(BB);
        BB:=CC;
        COSTO:=COSTO+MATC(QUITAR^.X,QUITAR^.Y);
        QUITAR:=QUITAR^.UP;
        WHILE QUITAR<>START DO
          BEGIN
            COSTO:=COSTO+MATC(QUITAR^.X,QUITAR^.Y);
            BE(CC);
            CC^.X:=QUITAR^.X;
            CC^.Y:=QUITAR^.Y;
            CC^.RIGHT:=NIL;
            CC^.LEFT:=BB;
            BB^.RIGHT:=CC;
            BB:=CC;
            QUITAR:=QUITAR^.UP;
          END;
        BB:=AA;
        WHILE BB^.RIGHT<>NIL DO
          BEGIN
            YA:=0;
            BB:=BB^.RIGHT;
            QUITAR:=BB;
            SI:=0;
            IF BB^.RIGHT<>NIL THEN

```

```

BB^.LEFT^.RIGHT:=BB^.RIGHT;
BB^.RIGHT^.LEFT:=BB^.LEFT;
BB:=BB^.RIGHT;
END ELSE
BEGIN
SI:=2;
AA^.RIGHT:=NIL;
END;
IF BB^.RIGHT=NIL THEN
SI:=SI+1;
COND:=0;
WHILE SI<2 DO
BEGIN
IF QUITAR^.X=BB^.Y THEN
BEGIN
QUITAR^.X:=BB^.X;
IF BB^.RIGHT<>NIL THEN
BEGIN
BB^.LEFT^.RIGHT:=BB^.RIGHT;
BB^.RIGHT^.LEFT:=BB^.LEFT;
BB:=BB^.RIGHT;
COND:=1;
END ELSE
BEGIN
BB^.LEFT^.RIGHT:=NIL;
SI:=2;
END;
END ELSE
BEGIN
IF QUITAR^.Y=BB^.X THEN
BEGIN
QUITAR^.Y:=BB^.Y;
IF BB^.RIGHT<>NIL THEN
BEGIN
BB^.LEFT^.RIGHT:=BB^.RIGHT;
BB^.RIGHT^.LEFT:=BB^.LEFT;
BB:=BB^.RIGHT;
COND:=1;
END ELSE
BEGIN
BB^.LEFT^.RIGHT:=NIL;
SI:=2;
END;
END;
IF (SI<1)AND(COND=0) THEN
BB:=BB^.RIGHT;
IF BB^.RIGHT=NIL THEN
SI:=SI+1;
COND:=0;
END;
MATC(QUITAR^.Y,QUITAR^.X):=MAXR;
BB:=AA;
END;
END;
QUITAR:=BORRA;
CAME:=POSITION^.UP;
MATC(CAME^.LEFT^.X,CAME^.LEFT^.Y):=MAXR;
ANTE:=CAME;
WHILE CAME<>START DO
BEGIN
CAME:=CAME^.UP;
IF CAME^.LEFT=ANTE THEN
MATC(CAME^.RIGHT^.X,CAME^.RIGHT^.Y):=MAXR
ELSE
MATC(CAME^.LEFT^.X,CAME^.LEFT^.Y):=MAXR;
ANTE:=CAME;
END;
COND:=0;
NEW(AA);
AA^.X:=0;
AA^.Y:=0;
AA^.LEFT:=NIL;
AA^.RIGHT:=NIL;
NEW(BB);
BB:=AA;
CAME:=POSITION^.UP;
IF CAME^.RIGHT=POSITION THEN
BEGIN
NEW(CC);
CC^.X:=POSITION^.X;
CC^.Y:=POSITION^.Y;
BB^.RIGHT:=CC;
CC^.LEFT:=BB;
CC^.RIGHT:=NIL;
CC:=CC;
COND:=1;
END;
END;
WHILE CAME<>START DO

```

```

NEW(CC);
CC^.X:=CAME^.X;
CC^.Y:=CAME^.Y;
CC^.RIGHT:=NIL;
CC^.LEFT:=BB;
BB^.RIGHT:=CC;
BB:=CC;
CAME:=CAME^.UP;
COND:=1;
END;
IF COND=1 THEN
BEGIN
  NEW(BRINCA);
  BRINCA^.X:=CC^.X;
  BRINCA^.Y:=CC^.Y;
  QUITAR^.RIGHT:=BRINCA;
  BRINCA^.RIGHT:=NIL;
  BRINCA^.LEFT:=QUITAR;
  QUITAR:=BRINCA;
  URD:=1;
  CC:=CC^.LEFT;
  WHILE CC<>AA DO
  BEGIN
    NEW(BRINCA);
    BRINCA^.X:=CC^.X;
    BRINCA^.Y:=CC^.Y;
    BRINCA^.RIGHT:=NIL;
    QUITAR^.RIGHT:=BRINCA;
    BRINCA^.LEFT:=QUITAR;
    QUITAR:=BRINCA;
    URD:=URD+1;
    CC:=CC^.LEFT;
  END;
END;
REPLACE(H,MAXE,ORDEN,URD,MATC,BORRA,BRINCA);
POSITION^.VAL:=COSTO+H;
WX:=POSITION^.VAL;
END; (* IF (AQUI^.X=POSITION^.X)AND(AQUI^.Y=POSITION^.Y) *)
END; (* WHILE NOT (ZU<WX) DO *)
REWRITE(SAL,OUTFILE,'.DAT');
IF (URDEN=URD)=1 THEN
FOR I:=1 TO URDEN DO
BEGIN
  SI:=0;
  SALTAX(BORRA,BRINCA,I,SI);
  IF SI=0 THEN
  FOR J:=1 TO URDEN DO
  BEGIN
    SI:=0;
    SALTAY(BORRA,BRINCA,J,SI);
    IF SI=0 THEN
    BEGIN
      WRITE(SAL,1:3,J);
      J:=ORDEN;
      I:=ORDEN;
    END;
  END;
END;
END;
WRITELN(SAL);
WHILE POSITION<>START DO
BEGIN
  WRITELN(SAL,POSITION^.VAL:5:2,POSITION^.X,POSITION^.Y);
  POSITION:=POSITION^.UP;
END;
WRITELN(SAL);
END.

```

PAZIF CON LOS TIEMPOS ENTRE-ESTACIONES DEL  
CAMION RECOLECTOR. ( EN MINUTOS )

*	11.50	11.50	13.10	12.70	12.10	11.50	12.30	12.50	13.00	13.35
11.50	*	*	*	*	*	*	0.80	0.90	1.48	1.83
11.50	0.30	*	*	*	*	*	0.90	1.10	1.58	1.93
12.30	0.50	0.36	*	*	*	*	*	1.66	2.14	2.49
12.70	1.00	0.36	0.40	*	*	*	1.86	0.90	1.06	1.43
13.10	1.44	1.14	0.74	0.36	*	*	2.24	0.84	1.40	1.81
13.70	1.85	1.49	1.09	0.71	0.30	*	2.65	1.39	1.47	0.60
12.60	1.06	0.76	0.40	1.76	1.38	1.63	*	0.20	0.68	1.03
14.20	2.62	2.32	1.92	1.54	0.84	1.79	*	*	0.48	0.83
16.40	2.14	1.84	1.44	1.06	0.70	0.95	*	*	*	0.35
14.00	2.45	2.15	1.79	1.39	1.01	0.60	*	*	*	*
14.50	3.02	2.72	2.36	1.46	1.58	1.17	*	*	0.88	1.23
14.20	2.62	2.32	1.19	1.56	1.18	1.43	*	*	0.48	0.83

EL PUNTO '1' INDICA EL INICIO Y LLEGADA  
DEL CAMION RECOLECTOR ( U. DE T.).

SE ESCRIBEN LOS RESULTADOS DEL PROGRAMA

27.21	12	13
28.01	2	1
28.01	6	5
28.01	10	11
28.01	7	6
28.01	11	7
28.01	13	10
28.01	9	12
28.01	1	8
28.01	3	2
28.01	4	3
28.01	5	4
28.01	8	9

CON LO ANTERIOR SE ESTABLECE QUE EL RECORRIDO  
O RUTA DEL CAMION, SERA EL SIGUIENTE.

1 - 8 - 9 - 12 - 13 - 10 - 11 - 7 - 6 - 5 - 4 - 3 - 2 -

TIEMPOS EN CADA ESQUINA DEL CAMION RECOLECTOR

ESQUINA	TIEMPO (MIN. )
2	5.06
3	5.60
4	6.40
5	8.66
6	7.86
7	7.73
8	7.06
9	7.33
10	8.13
11	9.60
12	6.40
13	5.33

TIEMPO DE COMPACTACION = 0.8 MIN.

\* CADA TRES PASADAS EL CAMION DEBE  
COMPACTAR LA BASURA.

HORA(S) 4.

## G. Cementerio Industrial.

### DEFINICION

Un cementerio industrial, debe considerarse como un método de disposición-final de residuos industriales, el cual podrá funcionar en un momento dado como almacenamiento temporal de tales residuos, hasta que el desarrollo -- tecnológico permita el aprovechamiento y reutilización de ellos.

### ESTUDIOS PREVIOS

#### ANTECEDENTES:

Se elaborará un diagnóstico de la situación actual de los residuos sólidos industriales, en cuanto a su disposición final. Se deberán mencionar los estudios y proyectos al respecto, que existan a la fecha.

#### PLANES ACTUALES Y FUTUROS:

Se elaborará un catastro del número probable de industrias a servir y se estudiarán los planes a 5 y 10 años, con respecto a la capacidad de instalación de industrias que pueda aceptar el desarrollo industrial.



## INCOMPATIBILIDAD DE LOS RESIDUOS

En caso de que el cementerio industrial acepte una gran variedad de residuos sólidos, deberá establecerse la incompatibilidad que pueda existir entre ellos, con el fin de no mezclarlos en una misma celda.

## DISEÑO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS

### CAPA FINAL.-

De acuerdo con el tipo de residuos por disponer, se especificará una "capa final", indicando el espesor, material o materiales, la topografía de obra terminada y su impermeabilización necesaria para evitar la infiltración de agua hacia el cementerio.

## CAMINOS INTERIORES Y CAMINOS DE ACCESOS:

### CAMINOS INTERIORES.-

Los caminos dentro del área del cementerio industrial podrán ser permanentes o temporales. Los caminos permanentes serán aquellos que se usarán durante toda la vida útil del cementerio.

### CAMINOS ACCESO.-

Se proyectará un camino de acceso desde la vía o carretera pública más próxima hasta el relleno. Deberá ser transitable en todo tiempo y contará con un diseño apropiado para el tráfico del número de viaje esperado.

**OBRAS DE DRENAJE.-**

Se diseñarán hidráulicamente las obras de desvío de corrientes superficiales, para evitar su contacto con los residuos sólidos. También se diseñarán las obras de captación y conducción de las aguas pluviales, cuando el cementerio se encuentre completamente terminado.

**POZOS.-**

Se diseñarán dos pozos, uno aguas arriba y otro aguas abajo del cementerio y fuera del límite de propiedad de Este, para monitorear la calidad del acuífero.

**CURVA ALTURA VOLUMEN.-**

Se elaborará de acuerdo con la topografía y un diseño preliminar el cementerio, una curva que indique el volumen ocupado para diferentes alturas.

**IMPERMEABILIZACION**

El sitio deberá ser impermeabilizado de tal manera que se evite la percolación de residuos líquidos o lixiviados al suelo subyacente y a los mantos freáticos.

Para este efecto será necesario efectuar un estudio de costos comparando -

la utilización de arcillas vs. materiales sintéticos. Este estudio deberá comprender costos de materiales, transporte, instalación y mantenimiento.

#### PLAN OCUPACION DE AREAS, CAPAS Y CELDA DIARIA

De acuerdo con la cantidad de residuos que recibirá diariamente el cementerio industrial, se diseñaría la secuencia de ocupación del cementerio, el número de capas que resultarían y las celdas diarias.

- Estudios granulométricos, de permeabilidad y la capacidad de intercambio catiónico para muestras integradas a cada 2 m. de profundidad.
- Muestreos de suelo superficial (hasta 2 m.) uno por cada hectárea, -- con análisis granulométricos y de permeabilidad de muestra integrada.

#### ESTUDIO PLUVIOGRAFICO.-

Se recopilará toda la información pluviográfica y pluviométrica del sitio-- necesaria para contar con la lluvia promedio anual y las curvas intensidad-frecuencia.

#### DISEÑO DEL CEMENTERIO INDUSTRIAL.

El diseño del cementerio industrial, se basará en los siguientes criterios:

## NECESIDADES VOLUMETRICAS

Se determinará el volumen anual de residuos sólidos, por lo menos durante los próximos 10 años a partir de la fecha en que se establecerá el cementerio.

El responsable del proyecto definirá el mejor sitio con base en los criterios anteriores, tomando además en cuenta las recomendaciones de la SEDUE al respecto.

Una vez seleccionado el sitio donde se establecerá el cementerio industrial, se realizarán los siguientes estudios:

## ESTUDIO TOPOGRAFICO.-

Se realizará un estudio topográfico del sitio de acuerdo con los siguientes lineamientos:

- Sitios planos.
- Hondonadas naturales.
- Terrenos ligeramente sinuosos.
- Planimetría Esc. 1:500 (hasta 8 Ha.), Esc. 1:100 (más de 8 Ha.)
- Altimetría: Curvas de nivel a/c 50 cm.
- Sitios sinuosos.
- Hondanadas muy profundas.



#### USOS DEL SUELO:

*Se investigarán los usos actuales y futuros del desarrollo industrial, para poder localizar adecuadamente el sitio o sitios para establecer el cementerio industrial.*

#### LOCALIZACIÓN DE SITIOS:

*Se localizarán tres tipos para establecer el cementerio industrial.*

#### ESTUDIOS ESPECIALES

##### SELECCION DEL SITIO:

*La selección del sitio definitivo para establecer el cementerio industrial, se hará con base en los siguientes criterios:*

- Distancia media al desarrollo industrial.*
- Protección de mantos freáticos.*
- Situación legal de los predios.*
- Vientos dominantes.*
- Ubicación dentro de los planes de desarrollo urbano.*

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

1. "Operations Research"  
Hillier and Lieberman  
Ed. Prentice Hall  
pp. 1-25.
2. "Integer Programming"  
Robert S. Garfinkel  
George L. Newhauser  
pp. 85-87.
3. "Linear Programming and Network Flows".  
Mokhtar S. Bazaraa  
Jhon J. Jarvis  
E. Limusa  
pp. 13-33.
4. "Fundamentos de Investigación de Operaciones"  
Ackoff, R. L. y Sasieni, Mv.  
Ed. Wiley 1968.
5. "Fundamentos de Técnicas de Muestreo"  
Curso del Centro de Educación Continua. Facultad de Ingeniería U.N.A.M  
1982.

6. "Investigación de Operaciones"  
Shamblin Javes E.  
Mc. Graw Hill
7. "Diseño de Macrorutas y Microrutas de recolección de Basura Doméstica"  
M.I. Vidales Albarrán Humberto.
8. "An algorithm for the traveling salesman problem"  
Little D.C. John et al.  
Operations Research. Vol. II, 1963.  
pp. 972-989.
9. "Ingeniería de Sistemas"  
Flores Zavala Victor.  
Tesis, Facultad de Ingeniería, 1983.
10. "Ingeniería Industrial"  
Benjamin W. Niebel  
Representaciones y servicios de Ingeniería S.A. México.
11. *Statistical Analysis*  
*For Business Decisions*  
Sputt and Barini  
Richard D. IRWIN. INC.
12. *Manual de Mantenimiento Industrial*  
Marrow  
CECSA



13. *Introducción al Estudio del Trabajo*  
O.I.T.
14. "Programas, juegos y sistemas de transporte"  
Bergue, C. y Ghouila, H.A.  
CECSA 1a. Ed. 1965.
15. "Statistical processes and reliability engineering"  
Chorafas, D.N.  
D. Van Nostrand Co. Inc., 1960.
16. "Reglamento de Tránsito del Distrito Federal"  
Diario Oficial de la Federación  
Diario Oficial del 28 de julio 1976.
17. "Métodos de Optimización"  
Jauffred, F. J. et. al,  
Representaciones y Servicios de Ingeniería 2a. reimpresión 1975.
18. "Los Fenómenos de espera. Teoría y Aplicaciones"  
Kaufmann, A. y Crown, R.  
CECSA 1a. Ed. 1964.
19. "Heuristic Routing for solid waste collection vehicles"  
Kenneth, A.S. y Schur, D.A,  
U.S. Environment Protection Agency 1974.