

1
2ij



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLAN

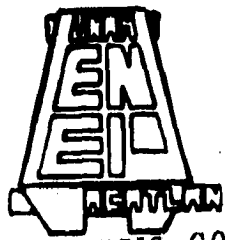


**METODOLOGIA PARA LA UBICACION
DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA
(ALVARO OBREGON)**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
P A Z C A N O L E A L

ASESOR: M. EN ING. JULIAN ALFREDO BUENO CONTRERAS



NAUCALPAN DE JUAREZ, EDO. DE MEX.

1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

METODOLOGIA PARA LA UBICACION

DE

ESTACIONES DE TRANSFERENCIA .
(ALVARO OBREGON)

Gracias a mis profesores y amigos por la ayuda y apoyo que me han brindado durante todo este tiempo, al Ing. Ricardo Estrada por darme la oportunidad de trabajar con él y la asesoría proporcionada para realizar este trabajo.

También gracias a mis compañeros del trabajo en especial a mis amigos de la Coordinación de Informática y principalmente a Angy.

INDICE

| | PAG |
|--|----------|
| PRESENTACION | 1 |
| OBJETIVO DEL ESTUDIO | 2 |
| ALCANCES | 3 |
| METODOLOGIA EMPLEADA | 4 |
| INTRODUCCION | 6 |
| | |
| CAPITULO 1 | |
| | |
| 1. DIAGNOSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO | 7 |
| 1.1 Aspectos Generales de la Delegación Alvaro Obregón | 9 |
| 1.2 Estructura Urbana | 10 |
| 1.3 Edafología | 13 |
| 1.4 Infraestructura y Equipamiento | 13 |
| 1.5 Servicios Urbanos | 14 |
| 1.6 Aspectos Socioeconómicos | 14 |
| 1.7 Contaminación | 17 |
| | |
| CAPITULO 2. | |
| | |
| 2. PROBLEMATICA DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS | |
| 2.1 Ciclo de los Residuos Sólidos | 24 |
| 2.2 Generación de Residuos Sólidos en la Delegación Alvaro Obregón | 28 |

CAPITULO 3.

3. NECESIDAD DE LA UBICACION DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA

| | |
|--|----|
| 3.1 Definición | 33 |
| 3.2 Justificación de la Ubicación de Estación de Transferencia | 36 |
| 3.3 Justificación económica de las Estaciones de Transferencia | 38 |

CAPITULO 4.

4. CRITERIOS PARA DEFINIR LA REGION FACTIBLE DONDE DEBERA UBICARSE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA.

| | |
|---|----|
| 4.1 Antecedentes | 49 |
| 4.2 Criterios para definir la Región Factible | 50 |
| 4.3 Definición de la zona de conveniencia para la ubicación de la estación de transferencia. | 58 |

CAPITULO 5.

5. CRITERIOS PARA LA EVALUACION Y SELECCION DE SITIOS

| | |
|--|-----|
| 5.1 Evaluación y Selección de Sitios Factibles en la Delegación Alvaro Obregón . | 90 |
| 5.2 Evaluación de Sitios y Selección del más Idóneo | 96 |
| 5.3 Interpretación de Resultados | 113 |

CONCLUSIONES

119

BIBLIOGRAFIA

121

ANEXO A

PRESENTACION

PRESENTACION

Uno de los principales problemas que enfrentan cotidianamente las grandes ciudades es la prestación de los servicios públicos. Referente al manejo de los residuos sólidos generados por los habitantes de la Ciudad de México, se puede decir que es uno de los más significativos y que más infraestructura requiere, por lo cual merece atención especial.

Ante esta situación y debido a la necesidad de fortalecer y eficientar los servicios para el control de los residuos sólidos, es imprescindible contar con la infraestructura idónea que posibilite en el corto plazo, el mejoramiento y la uniformidad de tales servicios en todo el Distrito Federal. Parte fundamental de dicha infraestructura, son las estaciones de transferencia; las cuales permiten incrementar la cobertura de los servicios de recolección, eficientándolos de manera integral, a fin de atenuar la contaminación ambiental generada por los tiraderos clandestinos.

OBJETIVO DEL ESTUDIO

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Desarrollar un estudio analítico de ingeniería conceptual y de sistemas, que permita llevar a cabo una adecuada y racional toma de decisiones, en relación a la identificación de sitios para ubicar la estación de transferencia, seleccionar la opción que brinde un mayor nivel de eficiencia, y de optimización económica y geográfica; así como conocer su potencial del impacto ambiental y su problemática de vialidad, con el fin de identificar respectivamente los elementos que permitan determinar la posibilidad de considerar ciertas medidas de mitigación o de capitalizar los beneficios que se deriven de las acciones por realizar.

Aplicación y desarrollo de un método de análisis y evaluación, que permita tanto identificar la razón de conveniencia para ubicar la estación de transferencia, como elegir aquél que ambientalmente hablando, sea el más adecuado, que asegure una optimización de costos operacionales, y la preservación de la salud pública, así como el menor impacto en la vialidad.

ALCANCES

ALCANCES

Los principales alcances que contempla el desarrollo de este estudio se describen a continuación:

- a) Investigación, análisis y descripción de los principales aspectos de tipo genérico que identifican a la delegación, tales como: Ubicación, estructura urbana, uso del suelo, demografía y características socio-económicas.
- b) Evaluación definición y descripción de la problemática que en materia de manejo de los residuos sólidos, presenta en la actualidad la delegación.
- c) Justificación de la necesidad de contar con una estación de transferencia que permita eficientar el sistema integral de manejo de los residuos sólidos en la delegación.
- d) Análisis de ingeniería de sistemas para definir la región de conveniencia, donde se podrá ubicar la estación de transferencia, así como para evaluar los diferentes sitios dentro de esta región con el fin de elegir el más adecuado.

METODOLOGIA EMPLEADA

METODOLOGIA EMPLEADA

Dentro de los métodos y procedimientos empleados en el presente estudio, es casi obligado mencionar que los de más importancia y por consiguiente los de más reflexión y análisis, resultaron ser los considerados para establecer la necesidad de contar con una estación de transferencia, así como los empleados para hallar el polígono o zona de conveniencia para la ubicación de la misma y para evaluar el sitio que presente más elementos favorables para ubicar dicha infraestructura.

Para establecer y formular la necesidad de ubicar una estación de transferencia, se utilizaron como elementos de comparación los indicadores que ha formulado la Oficina Panamericana (O.P.S./O.M.S.)*, en cuanto a los costos operacionales de la recolección de residuos sólidos en América Latina, con el fin de saber a través de dichos indicadores, el nivel de eficiencia con que cuenta actualmente la demarcación en cuestión. Para ello fue necesario obtener los costos operacionales unitarios de los servicios de recolección.

Para la definición de la zona de conveniencia para la ubicación de la estación de transferencia, se empleó el Método de Momentos para la ubicación de centroides geométricos, para cuatro niveles de precisión, poblacional, generación, vialidades y pendientes, obteniéndose una figura geométrica de conveniencia para la construcción de la estación de transferencia, si por cuestiones geográficas y/o poblacional no es posible la ubicación de está entonces podemos optar por radiar a 500, 1000, 1500, y 2000 ms.

Para Evaluar los sitios que se identificaron dentro de la figura geométrica de conveniencia, es importante mencionar que se desarrollaron funciones matemáticas de sensibilidad, para evaluar cada una de sus características propias, en una escala de 0 a 1, con el fin de poder conjuntar y realizar operaciones con tales valores, que permitan llegar a un determinado número bien definido, que indique una mayor o menor afectación en los elementos del entorno urbano. Para hallar tal "Número de Afectaciones o de Calidad del Entorno", se elaboró una "Matriz de Pagos" por cada sitio, en donde se relacionaron cada uno de los elementos impactantes de la estación de transferencia, con cada uno de los elementos del entorno urbano. Posteriormente dicha matriz se

planteó a través de la "Teoría de Juegos", como un enfrentamiento entre la estación de transferencia (Jugador 1) y el entorno urbano (Jugador 2), donde el objetivo fue conocer la mejor estrategia del jugador maximizante, quien será aquél que tratará de transformar una cierta situación o esquema bien definido, a través de sus acciones. En este caso especial el jugador maximizante será el número 1, o sea la estación de la misma, se generará un cambio que puede resultar benéfico, en las características del entorno urbano de la zona (Jugador 2) al determinar la estrategia del jugador maximizante, se conocerá implícitamente cuáles impactantes de la estación tendrán mayor efecto sobre el entorno urbano y cuáles elementos de este último se verán más afectados.

Después de establecer el juego en los términos antes mencionados, se estructuró como un problema de programación lineal, para poder ser resuelto mediante el empleo del Método Simplex.

De esta manera el sitio elegido, debe ser aquel cuyo valor del juego sea el más cercano a cero, ya que entre menor sea este valor, menor será la afectación hacia el entorno urbano.

*O.P.S. (Organización Panamericana de la Salud)

*O.M.S. (Organización Mundial de la Salud)

INTRODUCCION

INTRODUCCION

La Cd. de México es una de las más grandes y pobladas del mundo. Se estima una población de 20,000,000 de habitantes en el área metropolitana, que genera aproximadamente 19,000 toneladas de desechos sólidos diariamente. De esta cantidad se estima una generación domiciliaria de 11,000 ton/día en el D.F. para el presente año y una tendencia de aumento del 3.0% anual. Tales volúmenes de basura representan un enorme reto que se debe afrontar en todos sus aspectos: generación, transferencia, tratamiento y disposición final. En particular la recolección y transferencia de los desechos sólidos han sido aspectos muy problemáticos. Durante años se ha empleado el método clásico, en el que los camiones recolectores transportan la basura desde el sitio de recolección, cubriendo una ruta definida, hasta el sitio de disposición final, siendo por lo general una distancia de recorrido muy grande y por consiguiente repercutiendo en el número de viajes, el costo y la eficiencia del servicio.

Para contribuir en la solución de este problema se han implementado las Estaciones de Transferencia. El objetivo básico de éstas es reducir la distancia que recorren los vehículos recolectores mediante la transferencia de su carga a tractocamiones de mayor capacidad en un punto intermedio de la ruta hacia los sitios de disposición final. Esto representa un ahorro considerable que permite cubrir el costo de la construcción y operación de las Estaciones y adquisición del equipo, al mismo tiempo que se incrementa la capacidad de servicio.

Para que la Estación de Transferencia cumpla sus objetivos de la mejor forma debe estar ubicada en un sitio estratégico, es decir, el lugar elegido ha de contar con las características de ubicación vías de comunicación, disponibilidad de la propiedad y bajo costo, que resulte en un servicio mayor. Además de la elección del sitio, el proyecto debe incluir una estimación previa de los posibles efectos ambientales a producirse, denominada Evaluación de Impacto Ambiental, cuyos resultados conduzcan a proponer alternativas que los eviten o minimicen.

1. DIAGNOSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

CAPITULO 1.

1. DIAGNOSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

Con el fin de llevar a cabo un análisis geográfico preciso, es conveniente contar con toda la información general del Estado, Municipio, Localidad o Delegación, en la cual se prevea la necesidad de ubicar una o varias estaciones de transferencia, para lo anterior se debe delimitar el área de estudio con toda precisión anotando las diversas fronteras físicas o naturales que la confinan y calcular la superficie.

Adicionalmente a lo anterior, se debe considerar la información referente al plan de desarrollo existente, en el que se autoriza el uso de suelo, así como se definen las zonas aptas para el crecimiento urbano dimensionándolo, lo que permitirá prever zonas para la futura ubicación de infraestructura relacionada con los residuos sólidos.

Es conveniente contar con información topográfica de la región en estudio, esto con la finalidad de establecer las elevaciones, así como las características naturales o artificiales de la zona.

Como información complementaria se contará con los principales datos climáticos:

- Climas predominantes
- Temperatura promedio
- Temperatura máxima absoluta
- Temperatura mínima absoluta
- Precipitación pluvial
- Humedad relativa

1.1 Aspectos Generales de la Delegación Alvaro Obregón

La Delegación Alvaro Obregón se localiza al occidente del Distrito Federal. Esta colinda al norte con la delegación Miguel Hidalgo, al oriente con la delegación Benito Juárez y delegación Coyoacán, al sur con la delegación Tlalpan y delegación Magdalena Contreras y al poniente con la delegación Cuajimalpa Figura 1.1.1. Cuenta con 642,753 habitantes (cifras reportadas en censo 1990 INEGI).

Su territorio en general se caracteriza por una topografía muy accidentada, se desarrolla entre 2,250 y 2,350 mts. sobre el nivel del mar, en dirección a las tierras altas de las sierras de cruces y abarcando una superficie total de 94.5 km², que representa el 6.30% del total del territorio ocupado por el Distrito Federal.

Con lo que respecta al clima es posible dividir la delegación en dos secciones aproximadamente iguales, una al oriente y otra al occidente. La sección oriental se encuentra dentro de la zona subhúmeda, con una precipitación, pluvial oscilante entre 700 mm y 110 mm anuales y una temperatura media de 15 °C. La sección occidental, más elevada que la anterior, se ubica dentro de la zona húmeda de la cuenca y en ella la precipitación pluvial supera los 1,100 mm anuales, en tanto que la temperatura media resulta inferior a 15 °C. Es esta, precisamente, la sección de tierras altas y frías, le confiere su particular carácter forestal y la convierte en una de las más importantes zonas de reserva ecológica para el resto del D.F.

UBICACION DE LA DELEGACION ALVARO OBREGON

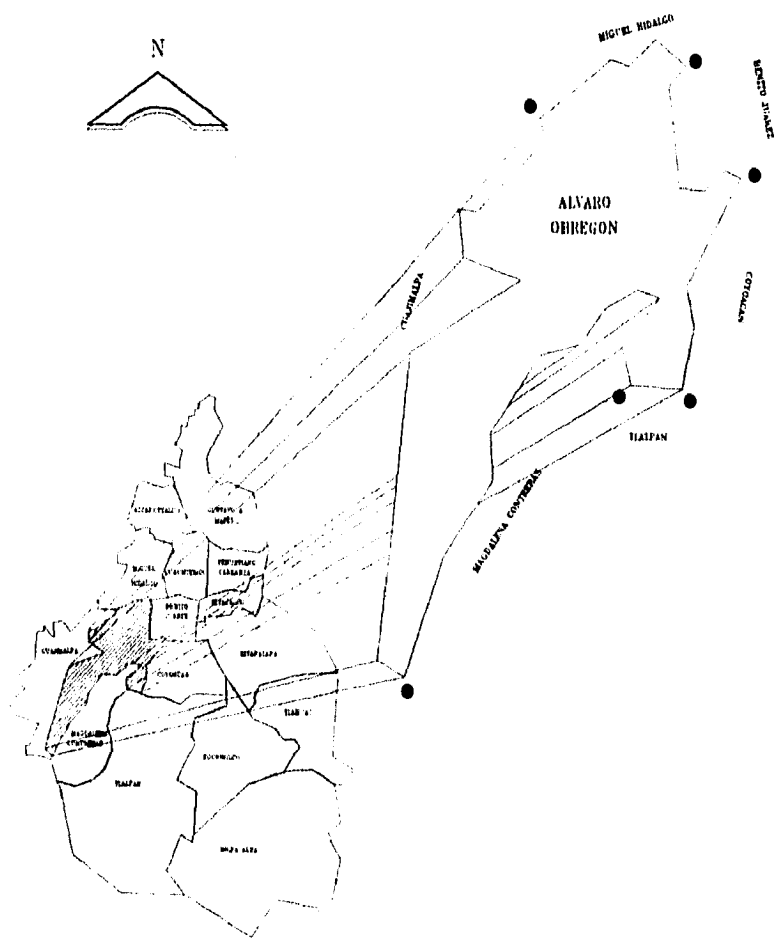


FIGURA 1.1.1

1.2 Estructura Urbana

Dentro de la delegación Alvaro Obregón se distinguen algunas zonas principales. La primera se caracteriza por un uso del suelo casi exclusivamente habitacional y comercial con un mínimo porcentaje de lotes baldíos, y se localiza en el ya mencionado sector de tierras bajas y relativamente plano del sureste. Dado que es en esta zona donde se ha experimentado con mayor intensidad el crecimiento urbano es posible observar altas densidades de habitación y una extensa red de arterias viales que la atraviesan en los 4 sentidos y que, además de articularla internamente, la vincula de manera directa con el resto de la ciudad. En dirección norte-sur, esta red se encuentra formada por el anillo periférico y las avenidas siguientes, al Sur. Revolución y Universidad en tanto que en dirección Oriente-Poniente está constituida por arterias de la importancia de Miguel Angel de Quevedo, Barranca del Muerto, Vito Alessio Robles y San Jerónimo.

En la zona Sur-Poniente de la delegación predominan, valores del suelo elevados y, por lo mismo, grupos sociales de ingresos altos y medios que se orientan en fraccionamientos y colonias residenciales. Así mismo, a los lados de la mayor parte de las arterias antes mencionadas se genera una intensa actividad comercial que paulatinamente ha provocado el desplazamiento de la vivienda unifamiliar por lujosos edificios de oficinas y departamentos, y más unos recientemente, por grandes complejos comerciales. Sin embargo es necesario señalar la existencia en esta zona de importantes asentamientos de equipo de menor ingreso, como el Antiguo Barrio de Loreto, la unidad habitacional Lomas de Plateros y el gran conjunto habitacional Torres de Mixcoac.

Parte de la delegación Alvaro Obregón se desarrolló en la periferia sur, en toda la periferia norte y noreste, así como en el centro del territorio delegacional. Ocupa tierras altas y escarpadas que particularmente en el norte estaban anteriormente dedicadas a la extracción y producción de arena y otros materiales de construcción, ya que presentan un subsuelo arenoso plagado de cavernas. Sin embargo, a raíz de la presión ejercida por el crecimiento físico y demográfico de la capital en las 4 últimas décadas ha proliferado en esta zona colonias para grupos de ingresos medios y bajos, que no en todos los casos cuentan con el equipamiento y los servicios urbanos necesarios.

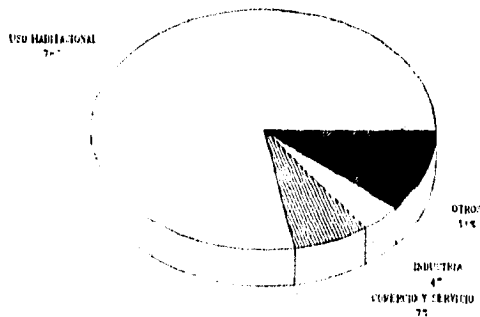
Las principales vías de comunicación con las que cuenta esta zona destacan por su extensión, el camino Real de Toluca, el camino a Santa Fe, la avenida del Rosal, la calzada de las Águilas y la avenida Constituyentes; en esta última, aunque en sentido estricto se ubica sólo parcialmente dentro de los límites delegacionales, representa una vía de acceso fundamental para toda la periferia norte de la delegación y ha sido un factor de gran importancia para el surgimiento de numerosos asentamientos de carácter precario levantados sobre antiguas minas de arena.

En la zona Sur-Poniente predominan la habitación residencial, correspondiente a estratos altos, en colonias como Guadalupe Inn, La Florida o Chimalistac. Aquí mismo se distinguen los ejes comerciales como Insurgentes y Revolución o el importante centro de actividad que es San Ángel.

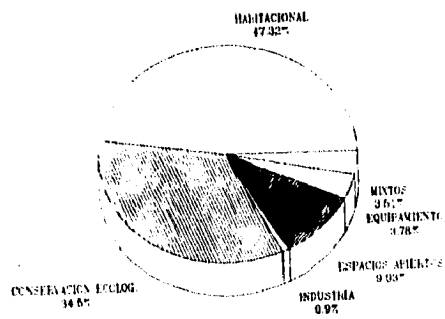
Hacia el Norte se destaca una zona característica para usos especiales, es la superficie que ocupa las instalaciones del Estado Mayor Presidencial, a los que se ha agregado el uso administrativo de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

Dentro de los límites de la Delegación se localiza 7 pueblos, 16 unidades habitacionales y 27 colonias, de las cuales 185 son consideradas como populares y van de los que carecen de todos los servicios hasta otros que se encuentran en proceso de regularización.

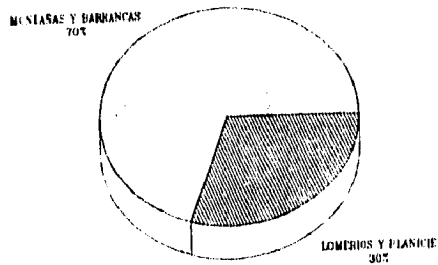
USO DEL SUELO



USO DEL SUELO PROPUESTO EN EL AREA URBANIZADA



CARACTERISTICAS DEL SUELO



1.3 Edafología

El relieve que se presenta en la zona de la Delegación es variable ya que existen zonas planas, lomeríos, cerros y montañas; un factor que ha contribuido a la formación de este tipo de suelos con la flora y la fauna, incluyendo al hombre, el cual ha alterado los procesos naturales de vegetación para construir caminos, áreas urbanas y de cultivo, esto afecta a que en la mayoría de estos suelos que generen fuertes pendientes y sufran de deslaves constantemente.

La delegación se localiza sobre una zona de transición entre terrenos montañosos de origen volcánico y la planicie del valle de México totalmente lacustre; abarca en una porción sur-occidente, una buena parte de la sierra de las cruces y parte del pie del monte del Desierto de los Leones.

La zona de transición consiste principalmente en extensas capas de materiales piroclásticos del terciario superior y sedimentarios (brechas pluviales) definidos como formación Tarango, compuestos por fragmentos angulosos de andesitas en una matriz de arena y limo.

1.4 Infraestructura y Equipamiento

Por lo que hace a la infraestructura y el equipamiento urbano con que cuenta la delegación Alvaro Obregón podemos señalar que la introducción de los diversos elementos que sustentan en este sentido de la vida urbana ha tenido que enfrentar serios obstáculos derivados de las características topográficas del terreno. Esto ha provocado que, en determinados aspectos, la satisfacción de las necesidades de infraestructura y equipamiento de ciertos sectores de la población se encuentre aún en niveles inadecuados. Sobresalen en este sentido la dotación de redes de drenaje sanitario y pluvial. Así mismo por lo que toca al alumbrado público, éste cubre más de 80% de las colonias de la delegación, disponiéndose además de energía eléctrica domiciliar en 99% de los que cuentan con alumbrado público.

En cuanto al equipamiento, se carecen en general de centros de educación inicial o jardines de niños, pero se tienen satisfechas las demandas de educación primaria y media en 90 y 60%

respectivamente. De la misma manera, la delegación Alvaro Obregón es autosuficiente en equipamiento para la recreación y la cultura. Sin embargo la delegación sufre de considerables carencias en materia de equipamiento para la salud y el abasto, aunque en este último aspecto cuenta con el mercado de San Angel, que sirve a un amplio sector de la parte del Distrito Federal.

1.5 Servicios Urbanos

La prestación de servicios públicos básicos presenta asimismo notables beneficios en algunos aspectos. Con este sentido, sobresale la ineficiencia del servicio de recolección de basura. Por el crecimiento demográfico experimentado por la delegación ha dado lugar a una saturación del servicio de registro civil y del servicio de correo, que se han tornado lentos. El servicio de vigilancia, si bien aceptable en la mayor parte del territorio poblado de la delegación, se ha vuelto insuficiente en la zona norte y centro, en las cuales la proliferación de asentamientos de carácter precario ha sido acompañada por un agudo incremento de la delincuencia y pandillerismo.

Pero entre los diversos problemas sociales que actualmente enfrenta la delegación Alvaro Obregón destaca quizá el de la degradación constante de su medio como resultado de factores tales como la carencia de drenaje, la expansión del área urbanizada a costa de las áreas verdes y de cultivo, el surgimiento de asentamiento precarios y la emisión de gases tóxicos por parte del gran número de vehículos que congestionan las principales arterias. A estos factores se une también la existencia de basureros a cielo abierto clandestinos que son bastantes en esta delegación.

1.6 Aspectos Socio-Económicos

Dentro de este rubro se zonifica el área de estudio de acuerdo al nivel de ingresos de la población con sus respectiva densidad de población. Resulta importante mencionar que esta información permitirá inferir la población por núcleo económico, con lo que se obtendrá la tasa de Generación de Residuos Sólidos.

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

De acuerdo a las últimas cifras reportadas por INEGI, se sabe que la delegación Alvaro Obregón cuenta con 642,723 habitantes, con una densidad poblacional de 13,353 hab/Km². En la Tabla 1.6.1 se observan las tendencias de crecimiento poblacional, que ha presentado en las últimas décadas la delegación Alvaro Obregón con respecto al Distrito Federal así como la proyección poblacional hasta el año 2,010.

TENDENCIA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL
(MILES/IAAB)

| DELEGACION | 1970 | 1980 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2010 |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| ALVARO OBREGON | 456,769 | 639,213 | 642,755 | 653,829 | 663,066 | 674,318 | 688,216 | 700,076 | 712,140 | 724,812 | 736,896 | 749,754 | 762,911 | 801,443 |
| AZCAPOTZALCO | 534,334 | 601,521 | 571,688 | 474,688 | 474,688 | 474,688 | 474,688 | 474,688 | 474,688 | 474,688 | 474,688 | 474,688 | 474,688 | 474,688 |
| BENITO JUAREZ | 605,962 | 544,882 | 407,811 | 407,811 | 407,811 | 407,811 | 407,811 | 407,811 | 407,811 | 407,811 | 407,811 | 407,811 | 407,811 | 407,811 |
| COYOACAN | 439,446 | 597,129 | 632,214 | 652,214 | 664,519 | 677,209 | 690,068 | 703,161 | 716,507 | 730,107 | 743,965 | 758,080 | 772,475 | 832,275 |
| CUAHMALPA | 36,200 | 01,200 | 127,041 | 127,041 | 134,868 | 145,177 | 151,997 | 161,361 | 171,302 | 181,856 | 193,039 | 204,959 | 217,580 | 261,999 |
| CUAHTEMOC | 927,242 | 814,953 | 595,960 | 595,960 | 595,960 | 595,960 | 595,960 | 595,960 | 595,960 | 595,960 | 595,960 | 595,960 | 595,960 | 595,960 |
| GUSTAVO A MADERO | 1,146,107 | 1,313,360 | 1,295,265 | 1,272,312 | 1,276,619 | 1,283,811 | 1,285,118 | 1,288,628 | 1,292,743 | 1,298,075 | 1,302,417 | 1,308,775 | 1,318,168 | 1,351,693 |
| IZTACALCO | 477,331 | 570,177 | 448,322 | 448,322 | 448,322 | 448,322 | 448,322 | 448,322 | 448,322 | 448,322 | 448,322 | 448,322 | 448,322 | 448,322 |
| IZTAPALAPA | 521,045 | 1,212,354 | 1,270,743 | 1,270,743 | 1,405,310 | 1,544,192 | 1,818,434 | 1,917,635 | 1,041,768 | 2,151,718 | 2,207,590 | 2,309,702 | 2,518,389 | 4,251,140 |
| MADALENA CONTRERAS | 75,428 | 178,103 | 204,529 | 204,529 | 214,459 | 224,913 | 235,854 | 247,324 | 259,560 | 271,677 | 283,507 | 296,082 | 313,615 | 341,328 |
| MEXICAL HIDALGO | 648,216 | 543,002 | 406,848 | 406,848 | 406,848 | 406,848 | 406,848 | 406,848 | 406,848 | 406,848 | 406,848 | 406,848 | 406,848 | 406,848 |
| MILPA ALTA | 13,691 | 53,610 | 67,777 | 67,777 | 67,833 | 70,027 | 72,320 | 74,627 | 77,038 | 79,529 | 82,098 | 84,742 | 87,491 | 120,294 |
| TLAHUAC | 61,019 | 146,923 | 219,471 | 219,455 | 232,693 | 247,368 | 263,434 | 279,814 | 296,058 | 314,303 | 333,695 | 354,294 | 376,192 | 444,485 |
| TEALPAN | 130,719 | 368,974 | 517,709 | 517,709 | 551,777 | 590,320 | 633,300 | 677,848 | 718,487 | 767,133 | 819,096 | 874,379 | 933,820 | 1,228,676 |
| VENUSTIANO CARRANZA | 731,329 | 692,696 | 316,628 | 316,628 | 316,628 | 316,628 | 316,628 | 316,628 | 316,628 | 316,628 | 316,628 | 316,628 | 316,628 | 316,628 |
| XOCHIMILCO | 116,443 | 217,481 | 271,151 | 282,850 | 293,035 | 307,765 | 321,085 | 334,916 | 349,369 | 364,445 | 380,168 | 396,571 | 413,682 | 431,195 |
| POBLACION FJA | 6,971,165 | 9,761,059 | 9,314,714 | 8,419,691 | 8,812,954 | 8,815,808 | 9,828,158 | 9,247,354 | 9,189,010 | 9,736,918 | 9,997,669 | 10,271,853 | 10,500,117 | 14,035,246 |

TABLA 1.6.1

Se observa que la población para 1994, la cual se necesita para este estudio es de 688,216 hab.

Dentro de la delegación Alvaro Obregón se encuentra que un 3.66% de la población pertenece al estrato alto, 39.96% al estrato medio y el 56.38% pertenece al estrato bajo. Esto se pudo clasificar de acuerdo a los ingresos que perciben dentro de la delegación:

ESTRATOS SOCIALES

| NIVEL | V.S.M. | % | POBLACION % |
|---------------|------------|-------|----------------|
| ESTRATO ALTO | MAS DE 60 | 1.26 | 3.66 |
| | DE 59 A 30 | 2.40 | |
| ESTRATO MEDIO | DE 29 A 10 | 12.05 | 39.96 |
| | DE 9 A 5 | 27.91 | |
| ESTRATO BAJO | MENOS DE 5 | 56.38 | 56.38 |

V.S.M. = Veces de salario mínimo.

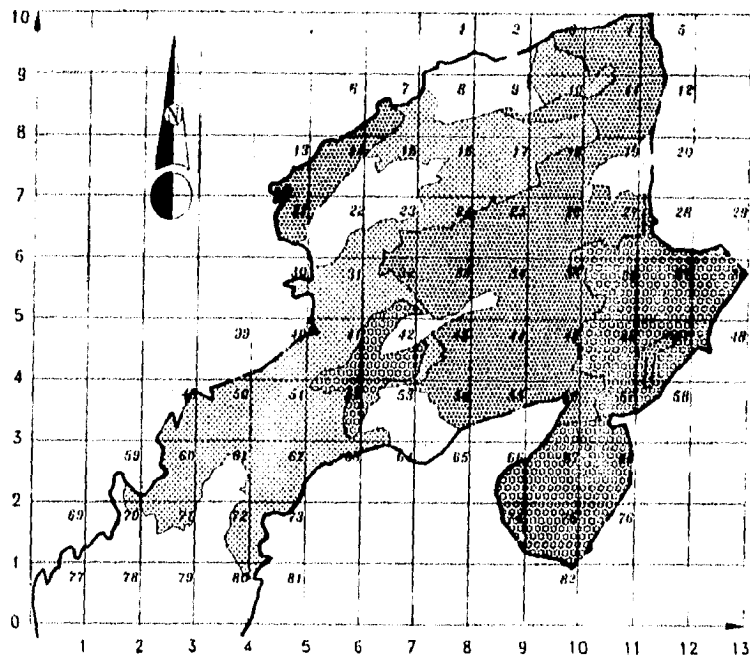
Estos datos se obtuvieron del estudio de mercado BIMSA. Se puede observar esta clasificación en la Figura 1.6.1

1.7 Contaminación

El contaminante principal es el Ozono, salvo en ocasiones en que domina el Bióxido de Azufre. El corredor de contaminación del aire lo forman la zona industrial de Mixcoac y los humos de fuentes móviles sobre las avenidas: Revolución, Patriotismo, Insurgentes y Anillo Periférico principalmente, así también los vientos del valle llevan contaminación a esta región.

También existe un alto grado de contaminación por desechos sólidos y tiraderos de basura a cielo abierto, como se puede apreciar en las fotografías siguientes:

ESTRATOS SOCIO-ECONOMICOS DE LA DELEGACION ALVARO OBREGON



SIMBOLOGIA






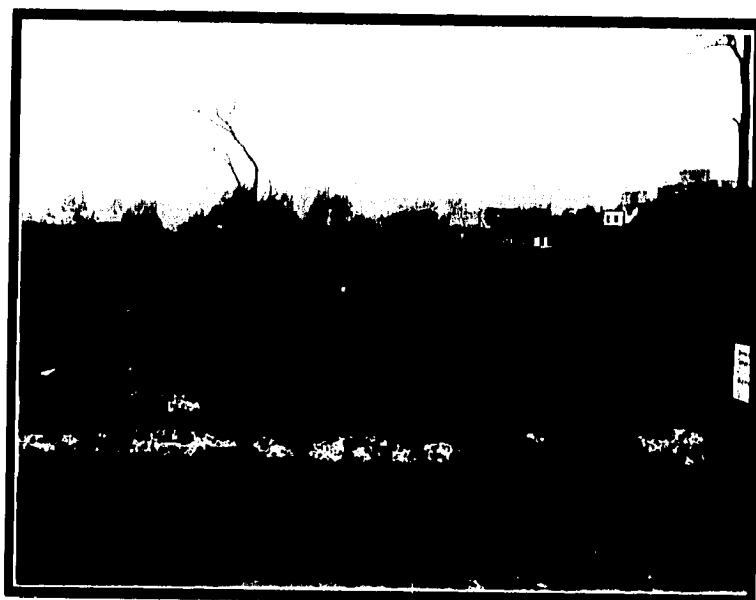
| ESTRATOS SOCIALES | | GENERACION PERCAPITA |
|--------------------------------------|---|----------------------|
| ALTO |  | 1.03 KG/DIA |
| MEDIO |  | 1.03 KG/DIA |
| BAJO |  | 1.00 KG/DIA |
| LIMITE DE LA ZONA DE ESTUDIO |  | |
| AREA DEL CUADRANTE 1 KM ² |  | |

FIGURA 1.6.1











**2. PROBLEMATICA DEL MANEJO DE LOS
RESIDUOS SOLIDOS**

CAPITULO 2.

2. PROBLEMÁTICA DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

2.1 Ciclo de los Residuos Sólidos

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

Las autoridades participantes prestan los servicios que la población demanda proporcionando la recolección, barrido manual, barrido mecánico, estaciones de transferencia, transporte, sitios de disposición final, así como fortaleciendo la implementación de sistemas de tratamiento de residuos sólidos, en los que una alternativa atractiva sería la concesión de este tipo de infraestructura debido a los altos costos de operación que requieren.

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

Los residuos sólidos conforman un ciclo, Figura 2.1.1, el cual considera todas las etapas dentro del manejo de los residuos sólidos, definiendo el ámbito de competencia de la población y autoridades.

CICLO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

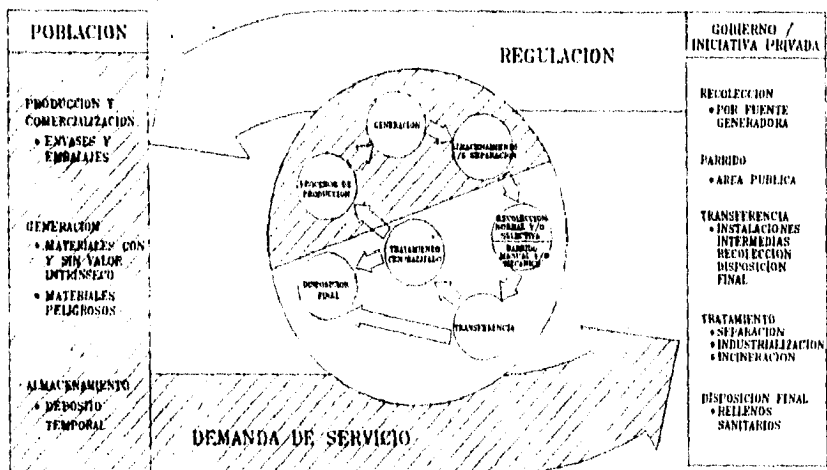


FIGURA 2.1.1

Todas las etapas antes mencionadas se encuentran estrechamente vinculadas, lo cual hace imprescindible realizar una planeación involucrando cada una de estas etapas.

La descripción genérica que los identifica y caracteriza se describe a continuación.

a) Generación

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

b) Almacenamiento

Es la acción de retener temporalmente los residuos sólidos, en tanto se recolectan para su posterior transporte a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final; con o sin separación que sufren los residuos sólidos en la misma fuente generadora, antes de ser almacenados.

c) Recolección

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

d) Recolección con Separación Simultánea

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

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

Transporte Primario

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

e) Transferencia

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

f) Tratamiento Centralizado

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

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

· Transporte Secundario

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

g) Disposición Final

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

h) Procesos de Producción

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

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

2.2 Generación de Residuos Sólidos en la Delegación Alvaro Obregón

Las actividades relacionadas en la limpieza de la ciudad de México dan inicio propiamente en la época prehispánica, que se remota al periodo de Moctezuma I (1473) época en que ocurrió el apogeo de la antigua Tenochtitlán convirtiéndose de esta manera en el centro cultural, político, social y económico de muchas comunidades, lo que acarreo una demanda mayor de los servicios más esenciales para mantener un nivel de vida adecuado. De tal forma que el manejo de los residuos y la limpieza de la ciudad se convirtió en una de las preocupaciones más importantes de nobles y monarcas empleando mil personas que realizaban la limpieza de la ciudad, además ya se contaba con tiraderos, los cuales estaban ubicados en las zonas pantanosas.

Después de la Conquista (1526 - 1600) al construirse el primer ayuntamiento, el servicio de limpia se dio a contrato y las autoridades proporcionaban el equipo para cumplir con el servicio (carretones y mulas).

Fue hasta 1769 que se expiden las primeras reglas para el aseo de las calles, y ya existían catorce tiraderas distribuidas hacia los cuatro puntos cardinales, los materiales que se podían encontrar en la basura era en gran cantidad residuos alimenticios, flores, pasto, ramas y algunos otros productos de origen natural como algodón, lana y seda.

En la segunda mitad del siglo XIX cuando nació la industria basada en la química orgánica y en el uso de máquinas que funcionaban con combustibles fósiles, se desarrollaban nuevos métodos para obtener materiales sintéticos del carbón natural, del petróleo y de los productos agrícolas, ya se contaba con el problema social de los pepenadores, los cuales iniciaron separando vidrio, hilacha y metales en los primeros basureros. Pero la creación de materiales verdaderamente sintéticos empezó a principios del siglo XX, materiales construidos a partir del etileno y propileno, los cuales ofrecían una gran gama de posibilidades.

A finales de los 50's se recolectaban alrededor de 2,000 ton/día y se observaban variaciones en los patrones de consumo de los habitantes, debido a que los materiales de plásticos sustituyen otro tipo de materiales como el vidrio.

El incremento tan acelerado de residuos sólidos, que se dio en la década de los 70's fue reflejo del consumo masivo de artículos de plástico, que ya no sólo sustitulan materiales de vidrio sino también de madera e incluso algunos metales, a mediados de la década se generaban aproximadamente 7,000 ton/día. (Tomando en cuenta población fija y población flotante del D.F.).

A principios de los 80's se generaban 8,500 ton/día y se hacía más notorio el incremento de materiales sintéticos de una gran diversidad de resinas plásticas.

A la fecha se han fabricado miles de tipos de plásticos, pero menos del 50% son los que han logrado alcanzar el éxito por sus prioridades. Entre los más conocidos y en orden de producción mundial se encuentra el polietileno, policloruro de vinilo y poliestireno.

Se hace énfasis en este tipo de materiales porque son los más utilizados en la sociedad moderna y sus aplicaciones generan beneficios sociales, pero perjuicio a la ecología, ya que estos materiales son resistentes a la degradación biológica y ambiental.

De las toneladas que se generan al día de residuos sólidos aún es considerable el porcentaje de residuos alimenticios que se producen en el Distrito Federal, del orden del 50 al 60% y los plásticos alcanzan 10% de la generación total.

El incremento tan acelerado de la generación de residuos sólidos y la gran diversidad de materiales que componen la basura, demanda una mayor cobertura del sistema, así como nuevas alternativas de tratamiento de residuos sólidos, nuevos equipos y tecnología con la finalidad de obtener y mantener un nivel de vida adecuado para nuestra sociedad.

La generación diaria de los residuos sólidos en la delegación Alvaro Obregón, alcanza la cifra de 709 ton/día, Tabla 2.2.1, que representa aproximadamente el 6.45% del total generado en el Distrito Federal, (11,000.00 Ton).

PROYECCION DE GENERACION

(Ton/Día)

| DELEGACION | 1970 | 1980 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2010 |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ALVARO OBREGON | 2'102.4 | 4'711.1 | 648.810 | 661.699 | 677.140 | 692.912 | 709.112 | 725.660 | 742.590 | 759.912 | 777.630 | 795.804 | 814.372 | 1,027.567 |
| AZCAPOTZALCO | 320'732 | 457'148 | 477'530 | 480'401 | 483.284 | 486.181 | 489.101 | 492.051 | 494.987 | 497.957 | 500.941 | 503.951 | 506.974 | 510.027 |
| BENITO JUAREZ | 561'277 | 438'862 | 410.270 | 412'710 | 415.199 | 417'687 | 420.193 | 422'710 | 425.250 | 427'802 | 430.369 | 432.951 | 435.549 | 462.399 |
| BOYOACAN | 253'868 | 117'917 | 413'970 | 660.069 | 676.610 | 693.402 | 710.419 | 728.857 | 747.744 | 767.057 | 786.817 | 807.019 | 827.674 | 1,037'667 |
| CUAJIMALPA | 21'722 | 86'450 | 222'187 | 128'570 | 137'310 | 146.644 | 156.013 | 167.230 | 178.424 | 190'770 | 203'710 | 217'580 | 232'374 | 148'843 |
| CUAUTEMOC | 356'189 | 611'237 | 595'530 | 603'139 | 608'722 | 610.392 | 614.035 | 617'730 | 621.445 | 625.174 | 628.925 | 632.699 | 636.495 | 675'732 |
| JUSTAVO A. NADERO | 71'960 | 133'222 | 1,272'670 | 1,287'429 | 1,299.684 | 1,311.858 | 1,324.147 | 1,336.550 | 1,349.068 | 1,361.700 | 1,374.450 | 1,387.310 | 1,400.280 | 1,537'174 |
| ZITACALCO | 286.199 | 427'881 | 651.012 | 453'710 | 450.440 | 449.174 | 447.934 | 446.706 | 445.490 | 444.290 | 443.111 | 441.954 | 440.819 | 428.312 |
| ZITAPALAPA | 313'227 | 909'264 | 1,499'412 | 1,589.669 | 1,685.224 | 1,786.290 | 1,894.353 | 2,008.310 | 2,129.061 | 2,237.156 | 2,339.020 | 2,437.910 | 2,609'480 | 4,924'712 |
| MAADALENA OSTREBAS | 45'257 | 126'924 | 196.211 | 204.997 | 210.369 | 210.354 | 240.018 | 236.364 | 270.451 | 283.300 | 306.904 | 317'310 | 334.969 | 571'819 |
| MOJUEL HIDALGO | 385.912 | 407'297 | 409.300 | 411.760 | 414.230 | 416.721 | 419.233 | 421.737 | 424.267 | 426.819 | 429.374 | 431.951 | 434.542 | 461'520 |
| MILPA ALTA | 20.210 | 4.222 | 61.030 | 66.502 | 69.060 | 71.720 | 74.750 | 77.350 | 80.330 | 83.420 | 86.640 | 89.970 | 93.412 | 130.330 |
| TLAHUAC | 87'431 | 120'192 | 207'940 | 221.094 | 237.212 | 253.319 | 270.482 | 289.024 | 308.690 | 329.710 | 352.330 | 376.120 | 401.720 | 770'107 |
| TLALPAN | 7'813 | 27'673 | 487'770 | 523.410 | 563.787 | 608.310 | 648.310 | 697.470 | 749.190 | 804.530 | 864.400 | 928.490 | 997.330 | 2,019'312 |
| YENUSTIANO FARRANZA | 412'517 | 519'672 | 522'740 | 523.882 | 529.030 | 532.312 | 535.400 | 538.617 | 541.810 | 545.100 | 548.571 | 551.661 | 554.370 | 589'181 |
| XOCHIMILCO | 69.899 | 183'211 | 272'770 | 286.230 | 300.347 | 315.250 | 330.880 | 347.170 | 364.300 | 382.100 | 401.197 | 421.010 | 441.610 | 719'610 |
| GENERACION | 4,181,490 | 6,581,804 | 8,284,120 | 8,531,010 | 8,768,850 | 9,029,160 | 9,303,201 | 9,591,491 | 9,894,794 | 10,214,124 | 10,550,472 | 10,904,861 | 11,278,407 | 16,387,479 |
| GENERACION TOTAL | | | 6,000,000 | 10,300,000 | 10,800,000 | 10,930,310 | 11,000,000 | 11,180,001 | 11,423,810 | 11,835,950 | 11,948,530 | 12,381,420 | 12,637,660 | 17,720,740 |

TABLA 2.2.1

Lo anterior implica que cada habitante de la delegación genera un promedio de 1.03 Kg/día.

La mayor parte de los residuos generados en la delegación Alvaro Obregón tienen que recorrer un promedio de 99.5 Km (entre 79 y 120 Km ida y vuelta), hasta el sitio de disposición final Bordo Poniente o bien 84 Km. A Santa Catarina (entre 66 y 102 Km ida y vuelta). Con los

vehículos de transferencias se ahorrarían una distancia promedio de 29.5 Km (30 Km de ida y 29 Km de vuelta).

Lo anterior trae como consecuencia, que los vehículos puedan cumplir en promedio 1.0 viaje, lo cual hace deficiente el sistema de recolección ya que estos no podrán recoger todos los residuos generados por la población. La delegación cuenta con 113 unidades de recolección.

En la Tabla 2.2.2 se presentan los diversos tipos de unidades que componen el parque vehicular, así como sus capacidades.

PARQUE VEHICULAR DE LA DELEGACION ALVARO OBREGON

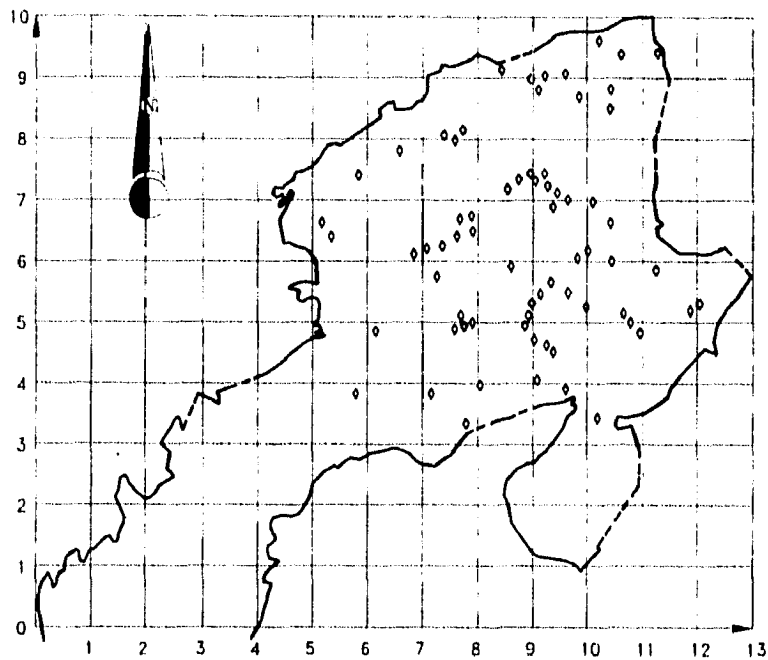
| VEHICULO | ASIGNADOS | FUERA DE SERVICIO | No. DE VEHICULOS | CAPACIDAD (Ton) | TOTAL (Ton/día) |
|-------------|-----------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| RECTANGULAR | 32 | 6 | 26 | 4.5 | 117 |
| TUBULAR | 19 | 11 | 8 | 4.5 | 36 |
| TRASERA | 27 | 2 | 25 | 5.0 | 125 |
| VOLTEO | 4 | 0 | 50 | 2.5 | 125 |
| FRONTAL | 58 | 8 | 4 | 6.0 | 24 |
| TOTAL | 140 | 27 | 113 | 22.5 | 427 |

TABLA 2.2.2

En promedio cada vehículo es capaz de recolectar por cada viaje realizado alrededor de 4.5 ton.

A causa de los recorridos tan largos que harán al sitio de disposición final. Esto provoca la proliferación de los tiraderos clandestinos. La Figura 2.2.1 hace referencia a los más significativos, por su volumen.

TIRADEROS CLANDESTINOS EN LA DELEGACION ALVARO OBREGON



SIMBOLOGIA




- TIRADEROS CLANDESTINOS 
- LIMITE DE LA ZONA DE ESTUDIO 
- AREA DEL CUADRANTE 1 KM² 

FIGURA 2.2.1

3. NECESIDAD DE LA UBICACION DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA

CAPITULO 3.

3. NECESIDAD DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA

3.1 Definición

A partir de 1985 se inicia el mejoramiento integral del manejo de los residuos sólidos, desarrollando acciones que establecían las bases para un cambio estructural y al mismo tiempo daban respuesta a las demandas de corto plazo. Es así que ante la necesidad de eficientar sustancialmente a la recolección, la intensificación de acciones de limpieza urbana en zonas críticas y la rehabilitación y mantenimiento del parque vehicular fue necesario fortalecer la infraestructura en zonas de alta generación y en delegaciones distantes a los sitios de disposición final que presentaban déficit en la recolección, se pensó entonces en las Estaciones de Transferencia.

Una ESTACION DE TRANSFERENCIA (E.T.), es el conjunto de equipos e instalaciones en donde se hace el transbordo de basura de un vehículo recolector a otro vehículo con mucha mayor capacidad de carga; este segundo vehículo, o transporte suplementario, es el que transporta la basura hasta los sitios de disposición final, estos grandes vehículos suelen ser camiones, vagones de ferrocarril o barcos, Figura 3.1.1.

En la actualidad el sistema de transferencia para residuos sólidos municipales se está volviendo una instalación necesaria en las grandes ciudades, debido al continuo alejamiento de los sitios de tratamiento y de disposición final, Fotografías 3.1.1.

**OPERACION DE UNA ESTACION DE TRANSFERENCIA
POR EL METODO DE DESCARGA DIRECTA**

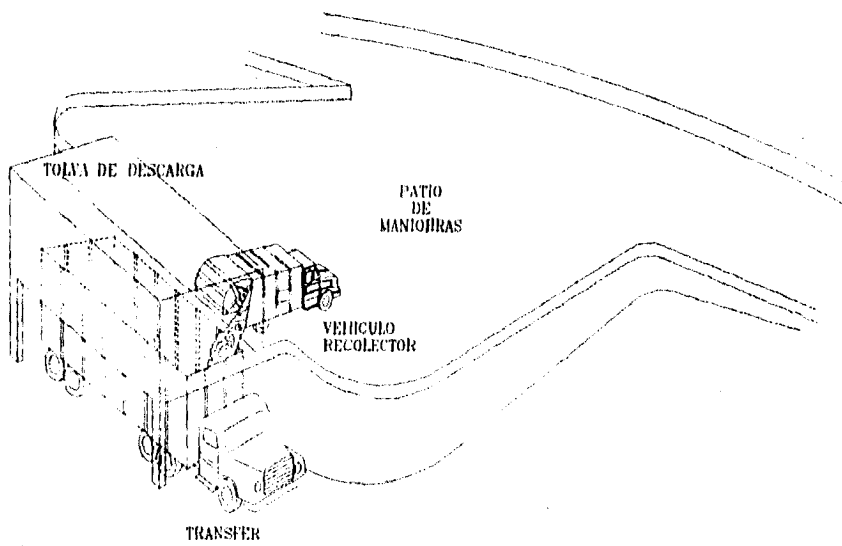
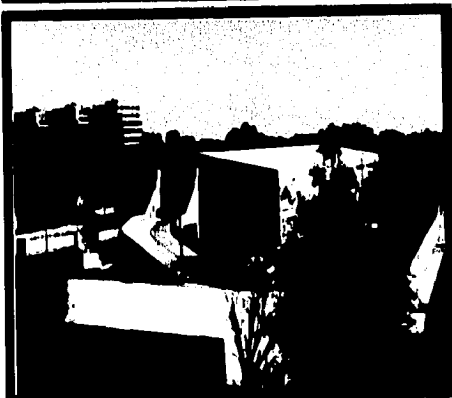
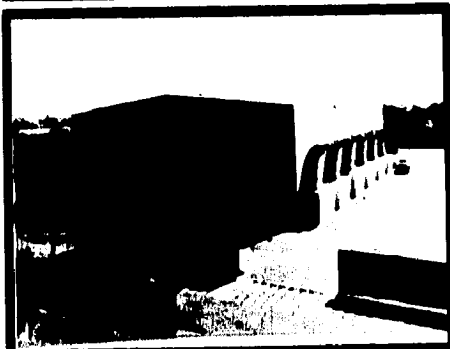
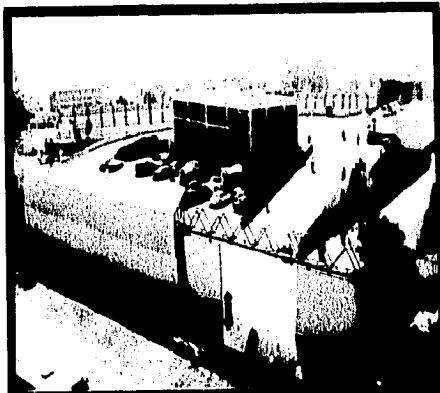


FIGURA 3.1.1

ESTACIONES DE TRANSFERENCIA



FOTOGRAFÍAS 3.1.1

Los trailers de transferencia generalmente transportan una carga útil aproximada de 20-25 toneladas de residuos, recibiendo un promedio de 5 a 6 vehículos recolectores. Las principales ventajas que presenta un sistema de transferencia se describen a continuación:

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

3.2 Justificación de la Estación de Transferencia

El gran tonelaje de residuos sólidos generados diariamente en la Delegación Alvaro Obregón, así como los enormes recorridos que deberán realizar los vehículos de recolección, les imposibilitará cumplir cuando menos con el número de viajes actuales por jornada; esta situación demanda la creación de una infraestructura que permita acabar con la actual subutilización de dicho equipamiento, lo cual redundará en un mejor aprovechamiento del mínimo para incrementar la cobertura del servicio de recolección, con el fin de eficientar integralmente todo el sistema de manejo de los residuos sólidos y reducir los costos operacionales de dicho servicio.

Para lograr lo anterior, el único camino es contar con una estación de transferencia, que venga a fungir como un paso intermedio entre las fuentes generadoras de basura y el sitio de disposición final.

El empleo de estaciones de transferencia en el sistema de transporte de basura no es novedad, habiendo referencias de estaciones de transferencia marítima en ciudades como Nueva York y Lisboa desde el siglo pasado, así como de instalaciones ferroviarias en París y Sao Paulo.

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

El objetivo básico de las estaciones de transferencia es incrementar la eficiencia global del servicio de recolección, a través de la economía, en el sistema de transporte y por la disminución del tiempo ocioso a través de la mano de obra empleada en la prestación del servicio; como consecuencia, se logra una disminución general en los costos de recolección y una mayor utilización de la mano de obra y de los equipos disponibles.

Considerando el equipamiento indicado y la necesidad de la estación de transferencia en el capítulo anterior, así como el tonelaje de basura que se puede recolectar, se determinó el costo unitario de manejo de basura en la delegación Alvaro Obregón, para lo cual fue necesario calcular los costos-horarios de los equipos de recolección que operan actualmente, Tabla 3.2.1. Ver Anexo A.

COSTO HORARIO DEL PARQUE VEHICULAR

| VEHICULO | N.º DE HORAS | CAPACIDAD DE CARGA (TON) | COSTO HORARIO (N\$) | COSTO HORARIO GLOBAL | COSTO HORARIO GLOBAL | COSTO UNITARIO (N\$/TON) | GENERACION (TON/DIA) | COSTO UNITARIO (N\$/TON) | CONSUMO (%) 200-110-100% |
|-------------|--------------|--------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| RECTANGULAR | 26 | 4.5 | 70.90 | 1,843.40 | 14,747.20 | 367.20 | 11" | 116.04 | 16.50 |
| TUBULAR | 8 | 4.5 | 72.36 | 578.88 | 4,631.04 | 578.88 | 50 | 128.64 | 5.08 |
| TRASERA | 33 | 5.0 | 82.03 | 2,050.15 | 16,404.00 | 618.24 | 123 | 191.25 | 17.63 |
| VOLTEO | 50 | 2.5 | 39.62 | 1,981.00 | 15,848.00 | 476.96 | 125 | 180.78 | 17.63 |
| FRONTAL | 4 | 6.0 | 121.53 | 486.12 | 3,921.60 | 980.40 | 14 | 161.40 | 9.38 |
| TOTAL | 111 | | 407.46 | 7,941.23 | 61,513.84 | 5,259.68 | 427 | 727.12 | 20.22 |
| PROMEDIO | | | 61.49 | | | | | 148.02 | |

TABLA 3.2.1

De esta forma el costo promedio de recolección que se obtuvo es de N\$ 148.02 ton/ día.

3.3 Justificación Económica de la Instalación de Estaciones de Transferencia

Las Estaciones de Transferencia se pueden usar con éxito con casi cualquier tipo de sistema de recolección. Los factores que tienden a hacer atractivo el uso de operaciones de transferencia incluyen:

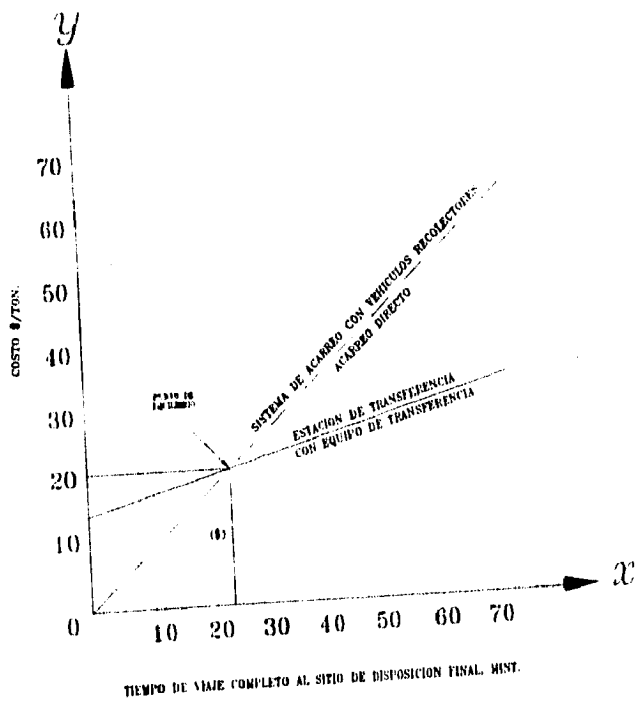
- La presencia de tiraderos clandestinos y grandes cantidades de desperdicios dispersos.
- La localización de sitios de disposición final relativamente distantes de las rutas de recolección.
- El uso de vehículos de recolección de poca capacidad.

Las operaciones de transferencia y transporte se vuelven necesarias cuando las distancias de transporte a sitios de disposición final o centros de procesamiento aumentan hasta el punto en que el acarreo directo no es factible económicamente.

Hoy en día con el aumento de los costos de mano de obra, operación, combustibles y los sitios de disposición final cada vez más alejados han generado costos muy altos, por lo cual la decisión de emplear estaciones de transferencia esta basada principalmente en economía y contaminación ya que se mejora el servicio de limpia con lo cual se disminuyen tiraderos clandestinos a cielo abierto, ríos, barrancas, que es una fuente de contaminación a los suelos y aguas subterráneas; expresado esto simplemente que es más barato acarrear un gran volumen de desechos en vehículos grandes con mayor capacidad sobre una distancia, que acarrear un gran volumen de desechos en pequeños vehículos de menor capacidad sobre esa misma distancia.

Expresado gráficamente se tendría:

**DETERMINACION DE LA NECESIDAD DE CONTAR
CON UNA ESTACION DE TRANSFERENCIA**



Existen varios criterios para evaluar los costos, entre ellos podemos mencionar el criterio contable, el financiero, el fiscal y el ingenieril. En este trabajo se considerará, solo el último de los criterios mencionados.

Si averiguamos con cierto cuidado, encontraremos que las municipalidades tienen un conocimiento muy limitado de los costos del servicio de aseo. Las más de las veces solamente pueden proporcionar las nóminas del personal y si acaso los gastos de gasolina, o sea que si cobran una tarifa, esta generalmente no tiene ninguna relación con los costos del servicio. Un control efectivo de costos, tanto totales del servicio como unitarios por componentes, es la única base sólida y objetiva que se tiene en la toma de decisiones y en la formulación de planes y programas para el control de los residuos sólidos.

El costo en sí no es la única base para decidir por un cierto equipo de recolección o disposición final, sino que también se tienen que tomar en cuenta factores tales como:

- 1 Fabricación nacional, extranjera o integrada, para proteger la industria nacional dentro de límites razonables.
- 2 Desempleo, para ver si se usan tecnologías con uso extensivo o intensivo de mano de obra.
- 3 Salida de divisas, si el equipo es extranjero, se afecta desfavorablemente la balanza de pago del país.
- 4 Otros, como facilidades de financiamiento, tipo de interés, aspectos políticos, sociales, ecológicos y de relaciones públicas.

Estos factores influyen mucho dentro del proceso de toma de decisiones, sobre todo en donde priva el "criterio nacional de costos" como son las agencias de gobierno. Cuando se trata de empresas privadas, generalmente priva el "criterio empresarial de costos", el cual basa las decisiones en los costos, en sí, tomando en cuenta poco o nada los otros factores, a menos que la política del gobierno los obligue a hacerlo.

Para la evaluación técnico-económica de la Estación de Transferencia es necesario determinar los siguientes costos:

- Costo de operación del equipo de recolección que incluye los cargos fijos, de consumo y de personal.
- Costo de operación del equipo de transporte y transferencia, que considere los cargos fijos, de consumo y de personal.
- Costos fijos de la estación de transferencia, que sólo tomen en cuenta, los costos de inversión de la instalación.
- Costos variables de la estación de transferencia, que incluyen exclusivamente al personal que la opera.

Para el cálculo de los costos antes mencionados, se considerará la siguiente información:

a) Costos de los Equipos de Recolección y Transferencia

Costo Horario Activo del Equipo de Recolección en minutos-máquina

- Volteo
- Carga Lateral o Rectangular
- Carga Tubular
- Carga Trasera
- Carga Frontal

b) Costo Horario Activo del Equipo de Transferencia en minutos-máquina

- Transferencia de Caja Abierta
- Transferencia de Caja Cerrada

c) Costo Fijo de la Estación de Transferencia (E.T.)

- | | |
|---|---|
| · Caseta de control | · Cimentación de rampa |
| · Caseta de pesaje | · Estructura de rampa |
| · Drenaje pluvial | · Basculas |
| · Alumbrado público | · Techumbre |
| · Instalación eléctrica | · Equipo de purificación |
| · Vialidades de acceso | · Estructura de la transferencia |
| · Tolva de lámina y perfiles estructurales | · Lote |
| · Estructura del edificio administrativo | · Cimentación del edificio |
| · Instalaciones internas en general y otros | · Agua potable, drenaje, electricidad, jardinería, acabados, etc. |
| · Tanque elevado de agua potable (10 m ³) | |

Nota: Para el análisis de costos, sólo se considerará el monto global de las instalaciones, sin hacer desglose, anexo A.

d) Cargos Fijos por Inversión y Depreciación

- Capacidad de transbordo (Ton/día)
- Tasa de interés mensual (i %)
- Valor de rescate
- Vida útil (días)
- Período hábil de trabajo (días al mes)

Cargos por Inversión

$$C_i = (\text{Costos fijos de la E.T.} * i \%) / \text{Período hábil de trabajo}$$

Cargos por Depreciación

$$C_d = \text{Costos fijos de la E.T.} / \text{Vida útil}$$

Costos Fijos en pesos' día

$$Cf = Ci + Cd$$

Costos fijos en toneladas

$$Cf = Cf / \text{Capacidad de transbordo}$$

e) Costos Variables

- * Cantidad de empleados trabajando
- * Salario que perciben estos trabajadores

Costo Variable en pesos/ día

$$Cv = \# \text{ de empleados} * \text{Salario}$$

Costo Variable en pesos/ tonelada

$$Cv = \# \text{ de empleados} * \text{Salario} / \text{Cap.de transbordo}$$

f) Costo de Operación de la Estación de Transferencia

$$Co = Cf (\$/\text{ton}) + Cv (\$/\text{ton})$$

Los resultados que nos arroja estos cálculos son:

Costo de Operación del Equipo de Recolección (ton/mint.)

Costo de Operación del Equipo de Transferencia (ton/mint.)

Costo de Operación Fijo de la Estación de Transferencia (\$/ton)

Costo de Operación Variable de la Estación de Transferencia (\$/ton)

Costo de operación de la Estación de Transferencia (\$/ton)

El cálculo, se realizó empleando un programa de computadora cuyas hojas de resultados se presentan en el anexo A. Los resultados obtenidos con dicho programa se reportan a continuación:

- * Costo del equipo de transferencia \$/hr. 90.00
- * Costo del equipo de recolección \$/hr. 81.43

Expresado estos costos en \$/ton-min. tenemos:

$$90/60/20 = 0.07 \text{ \$/ton-min}$$

$$81.43/60/4.5 = 0.31 \text{ \$/ton-min}$$

Costo fijo de la Estación de Transferencia = \$/día

$$Cf = Ci + Cd = 3,703.70 + 1,541.21 = 5,246.9 \text{ \$/día}$$

Expresando este costo en términos del tonelaje de basura que podrá manejar la estación, se tiene:

$$Cf = 5,246.91/800 = 6.56 \text{ \$/ton}$$

Costo variable de la Estación de Transferencia = 2,500 \$/día

Expresado este costo, en función del tonelaje de basura a manejar en la estación, se tiene:

$$Cv = 2,500/800 = 3.13 \text{ \$/ton}$$

Tomando los datos del parque vehicular que se tiene en la delegación Alvaro Obregón así como el tonelaje de residuos que genera; obteniendo un dato aproximadamente del costo de la estación de transferencia y el costo variable en términos de pesos por día de los trabajadores que operan en está se pudo obtener el Gráfico 3.3.1.

**DETERMINACION DE CONTAR CON UNA ESTACION DE
TRANSFERENCIA OPERANDO CON 427 ton.**

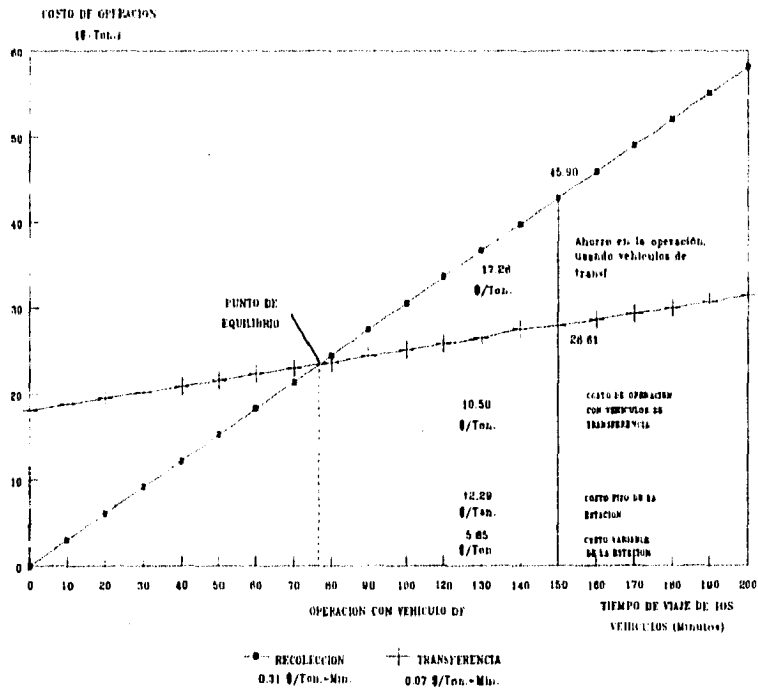


GRAFICO 3.3.1

**DETERMINACION DE CONTAR CON UNA ESTACION DE
TRANSFERENCIA OPERANDO CON 800 ton/día**

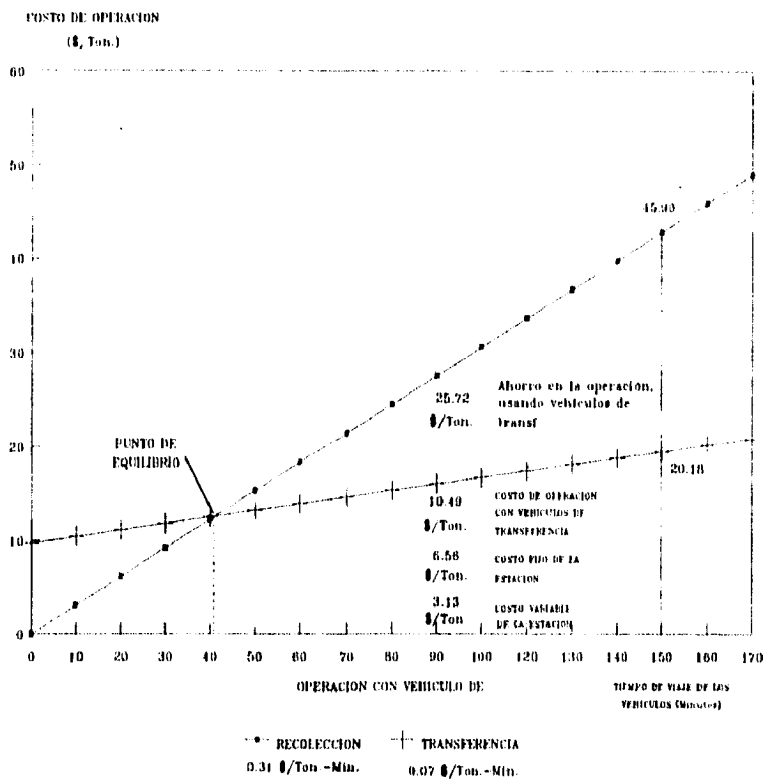


GRAFICO 3.3.2

El punto de equilibrio del Gráfico 3.3.1, el cual establece el tiempo de transporte a partir del cual debe considerarse la posibilidad de contar con una estación de transferencia, se ubicó sobre los 40 minutos, tiempo máximo aceptable para que un vehículo recolector realice un viaje de "ida-vuelta" hasta el Relleno Sanitario. Por otro lado, según estimaciones promedio registradas por la Delegación Alvaro Obregón, un vehículo recolector realiza un viaje por turno dependiendo de la ruta de recolección que tenga asignada, hasta el Relleno Sanitario. Considerando lo anterior, queda plenamente justificada la necesidad de contar con una estación de transferencia de residuos sólidos municipales, para la Delegación Alvaro Obregón.

Ahora bien, tomando un valor promedio de 2 Hr y 30 minutos para un viaje de "ida-vuelta" de cualquier vehículo recolector, sin la estación de transferencia, la operación con vehículos de recolección está costando actualmente alrededor de N\$ 45.90/ ton; valor que se vería reducido en N\$ 17.26/ ton; mediante el empleo de la multicitada estación, ya que su operación costaría N\$ 28.64/ ton; lo cual significa un ahorro de N\$ 7,370 por día para la situación actual que implica un manejo de 427 ton/ día

Este ahorro puede llegar a N\$ 20.576/día, si la cobertura en el manejo de los residuos sólidos alcanza la cifra de 800 ton/ día, Gráfico 3.3.2. Para estas condiciones, los costos de operación con el sistema de transferencia estarían compuestos de la siguiente manera:

| | |
|----------------|---|
| 3.13 N\$/ton. | Costo variable por la operación de la estación |
| 6.56 N\$/ton. | Costo fijo debido a la inversión y depreciación de la instalación |
| 10.49 N\$/ton. | Costo de operación del equipo de transferencia y transporte. |
| 20.18 N\$/ton. | |

Finalmente, se debe mencionar que no solamente debe dársele importancia a la reducción en costo y tiempo que se puede lograr con una estación de transferencia, ya que este tipo de instalaciones cuando son bien planeadas y operadas generan una serie de bondades complementarias, de entre las cuales podemos mencionar las siguientes:

- El tiempo no-productivo de los vehículos de recolección se reduce, ya que estos vehículos no transitan de ida y vuelta al sitio de disposición final.
- Cualquier reducción en el kilometraje recorrido por los vehículos de recolección, origina un ahorro en los costos de operación.
- El costo de mantenimiento que se apliquen a los vehículos de recolección, puede reducirse cuando estos vehículos no transiten más al sitio de disposición final, ya que muchos de los daños a suspensiones, ejes y llantas ocurren en los sitios de disposición final.
- El período de vida útil de los vehículos se incrementa, puesto que la flotilla de recolección estará transitando por calles y caminos por lo regular en buenas condiciones, a fin de efectuar un trabajo más ligero al no transitar con cargas hasta el sitio de disposición final.

**4. CRITERIOS PARA DEFINIR LA REGION FACTIBLE
DONDE DEBERA UBICARSE LA ESTACION DE
TRANSFERENCIA.**

CAPITULO 4.

4. CRITERIOS PARA DEFINIR LA REGION FACTIBLE DONDE DEBERA UBICARSE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA

4.1 Antecedentes

El acelerado crecimiento poblacional de los asentamientos humanos, trae como consecuencia inmediata, una demanda de servicios que normalmente se cubre a un ritmo mucho más pausado de como se da este crecimiento. Esto es debido a que la regularización de los servicios después de la explosión poblacional, es un fenómeno típico de nuestra realidad urbana, el cual se ha venido presentando con mayor incidencia a partir de la década de los 40's, acrecentándose a últimas fechas. Aunado a lo anterior, las dificultades de orden geográfico urbano para proporcionar los servicios en forma adecuada, complican aún más la problemática, elevando los costos de inversión y agravando la gestión socio-política, que normalmente acompaña a este tipo de procesos.

La problemática antes mencionada, ejemplifica la necesidad de establecer estaciones de transferencia de residuos sólidos, cerca de zonas urbanas densamente pobladas. Esto se debe a que los sitios de disposición final se hallan tan alejados de los centros de generación, que los de transportación de los residuos sólidos, alcanzan niveles verdaderamente prohibitivos.

La problemática que implica el establecimiento de una estación de transferencia de residuos sólidos, radica básicamente en el propio desarrollo poblacional, se reducen las posibilidades de contar con espacios suficientes para la ubicación de estas instalaciones en áreas urbanas, la cual se vuelve más crítica cuando existe población cercana o colindante a los sitios elegidos para tal fin, esquema que se presenta cada vez con mucha más frecuencia y que no debe parecer extraño, puesto que la filosofía que debe prevalecer cuando se pretenda definir la ubicación de una estación de transferencia de residuos sólidos, es que se halle dentro de las zonas que presenten deficiencias en la prestación del servicio de recolección de basura, con el fin de incrementar la frecuencia, oportunidad de atención y cobertura del mismo.

En el pasado, la elección del sitio para la ubicación de una estación de transferencia de residuos sólidos, no presentaban los niveles tan críticos que se registran en la actualidad, debido a que el interés por los temas relacionados con la ecología, no propiciaban la inquietud poblacional que ahora provocan, por lo que mediante sencillos análisis donde se cuidaba principalmente que la instalación estuviera dentro de la zona por servir, se definía la ubicación de este tipo de instalaciones, haciendo como omiso las afectaciones que el entorno urbano/ambiental, pudiera generar.

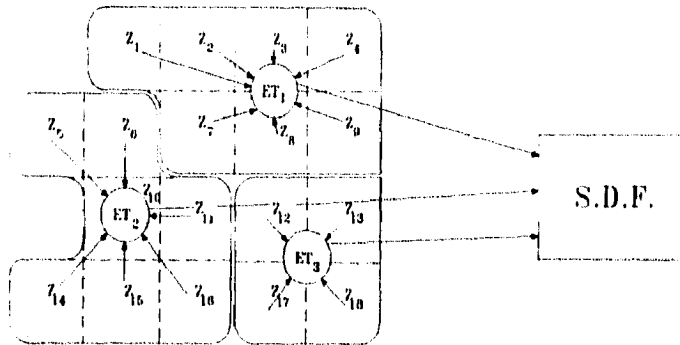
En la actualidad, la gestión para establecimiento de una estación de transferencia, se ha complicado sobremanera, debido principalmente a la crisis ambiental que permanentemente se vive en la Ciudad de México, a la que se debe agregar la creciente participación ciudadana, algunas veces con información escasa, imprecisa y/o equivocada, sobre los procesos relacionados con los problemas ecológicos ambientales que se presentan en el territorio nacional; y principalmente en el Distrito Federal.

La selección del sitio más adecuado para la ubicación de una estación de transferencia, conlleva un particular análisis de alternativas, de manera tal que el sitio asegure la disminución de los impactos potenciales que la operación de la instalación pueda generar hacia el entorno urbano/ambiental y que además requiera de una menor inversión para el control de dichos impactos a través de acciones mitigantes, que deberán ser incluidos dentro del programa constructivo de la instalación. Independientemente de las exigencias que haya que atender, en los procesos de concertación con la ciudadanía.

4.2 Criterios para Definir la Región Factible

El objetivo básico de las instalaciones de transferencia, es incrementar la eficiencia global del servicio de recolección de residuos sólidos, a través de la economía que se logra tanto al disminuir los costos y tiempos de transporte, como en la disminución del tiempo ocioso de la mano de obra y de los equipos disponibles. En la Figura 4.2.1 se ilustra en forma gráfica la función de una Estación de Transferencia

**DESCRIPCION GRAFICA DE FUNCION DE UNA
ESTACION DE TRANSFERENCIA**



Z: ZONA DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS
 ET: ESTACION DE TRANSFERENCIA
 S.D.F.: SITIO DE DISPOSICION FINAL

FIGURA 4.2.1

En la actualidad, la tendencia de crecimiento que se ha dado en las grandes conurbaciones y en las áreas metropolitanas, en donde los sitios de disposición final, están cada vez más alejados de las zonas de generación de residuos sólidos, obligan a utilizar las instalaciones de transferencia para eficientar los sistemas de recolección de estos residuos.

La definición del centro de gravedad geográfico de una determinada región con problemas en cuanto al servicio de recolección de residuos sólidos, es el punto de partida para el establecimiento de una estación de transferencia. Es decir, la premisa fundamental es que una instalación de este tipo, siempre debe quedar lo más cerca posible al centro de gravedad geográfico de la región por atender, con el fin de disminuir la suma de los recorridos de las rutas de recolección hacia dicha instalación.

La determinación del centro de gravedad geográfico, implica la definición de las zonas o sectores de población, el cálculo de su superficie y de sus coordenadas centrales en un sistema cartesiano; para después determinar los momentos de transporte de cada una de las zonas o sectores; es decir, la distancia de los centros de gravedad de ello hasta los ejes cartesianos, por la superficie que ocupa la mancha urbana en cada una de dichas zonas o sectores. Los momentos resultantes divididos entre la superficie total de la mancha urbana, serán las coordenadas del centro de gravedad de toda la región considerada.

La descripción gráfica de esta metodología, se presenta en la Figura 4.2.2.

CENTRO DE GRAVEDAD DE LA REGION CONSIDERADA

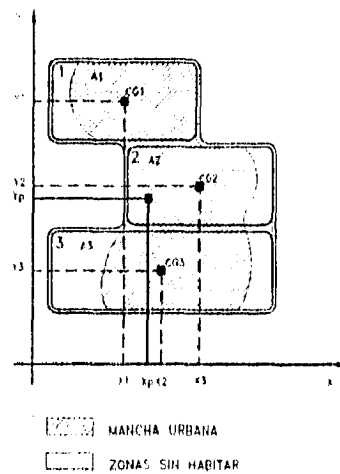


FIGURA 4.2.2

Algebraicamente, la definición del centro de gravedad geográfico, quedará definido por las siguientes expresiones:

$$X_p = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i X_i)}{\sum_{i=1}^n (A_i)} \dots \text{ec (4.2.1)}$$

$$Y_p = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i Y_i)}{\sum_{i=1}^n (A_i)} \dots \text{ec (4.2.2)}$$

Donde:

- X_p, Y_p = Coordenadas del centro de gravedad geográfico.
- n = No. de poligonos que componen la región por atender.
- A_i = Superficie que ocupa la mancha urbana en poligonos "i".
- X_i = Distancia del centro de gravedad del poligono "i", al eje cartesiano "y".
- Y_i = Distancia del centro de gravedad del poligono "i", al eje cartesiano "x".

De lo anterior se deduce que se deberá definir una región factible donde pueda instalarse la estación de transferencia, considerando las alteraciones que el centro de gravedad geográfico pueda sufrir, por restricciones obligadas del sistema, como es la ubicación de los sitios de encierro de los equipos de recolección; o bien, las desviaciones o desplazamientos que pudiera sufrir al agregar a las variables geográficas, otro tipo de variables, como son: la densidad de población, la generación de los residuos sólidos, las pendientes promedio del terreno, la traza urbana de la localidad, la cercanía con áreas forestales, o cualquier otra que puede ser de consideración según sean las características de la localidad que se trate.

La determinación de cualquier otro centro de gravedad puede expresarse de la siguiente manera, a partir de la ec. 4.2.1 y 4.2.2.

$$X_p = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i F_j X_i)}{\sum_{i=1}^n (A_i)} \dots \text{ec (4.2.3)}$$

$$Y_p = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i F_j Y_i)}{\sum_{i=1}^n (A_i)} \dots \text{ec (4.2.4)}$$

Donde:

F_j = Factor de ajuste que engloba dentro de la superficie de la mancha urbana del polígono "i", otros aspectos complementarios que además de los puramente geográficos, permitan incluir en el análisis, algunas otras consideraciones que sean de vital importancia por la situación que se trate. Ejemplo de estas consideraciones, podrían ser las siguientes variables:

- Variable poblacional
- Variable que considere la producción de residuos
- Variable topográfica
- Variables urbanísticas
- Variables ecológicas

n = No. de variables consideradas en el análisis.

En la Tabla 4.2.1 se presenta la descripción del factor de ajuste del centro de gravedad, para diferentes variables urbanas.

**FACTORES DE AJUSTE PARA LA CORRECCION DEL CENTRO DE GRAVEDAD
GEOGRAFICO, DEBIDO A DIFERENTES VARIABLES URBANISTICAS**

| TIPO DE VARIABLE | FORMULACION DEL FACTOR DE AJUSTE | DESCRIPCION DE LA FORMULACION |
|-------------------------------|----------------------------------|--|
| GEOGRAFICA | $F = 1$ | EL FACTOR ES IGUAL A LA UNIDAD |
| POBLACIONAL | $F = D$ | EL FACTOR ES IGUAL A LA DENSIDAD DE POBLACION "D", EXPRESADA EN HABSKM ² . |
| POR GENERACION DE RESIDUOS | $F = D \cdot G$ | EL FACTOR ES EL PRODUCTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION "D" EN HABSKM ² , POR LA GENERACION PERCAPITA DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES EN KG/AB-DIA |
| POR VIALIDAD | $F = D \cdot G \cdot N$ | EL FACTOR ES EL PRODUCTO DEL FACTOR ANTERIOR, MULTIPLICADO POR EL No. ADIMENSIONAL "N" QUE ES LA SUMATORIA DE LAS CALIFICACIONES DE LAS VIALIDADES DETECTADAS. LA CALIFICACION DE LAS VIALIDADES PUEDE HACERSE SEGUN LA IMPORTANCIA DE LA VIALIDAD, SU No. DE CARRILES Y EL TRANSITO EN HORAS PICOS. |
| POR PENDIENTES DEL TERRITORIO | $F = D \cdot G \cdot P$ | EL FACTOR ES EL PRODUCTO DEL FACTOR OBTENIDO PARA LA VARIABLE REFERENTE A LA GENERACION DE RESIDUOS, MULTIPLICADO POR EL No. ADIMENSIONAL "P" QUE ES LA PENDIENTE EN % DIVIDIDA ENTRE 10. |

TABLA 4.2.1

Agregar este tipo de variables dentro del análisis para definir la región donde debe ser ubicada la estación de transferencia, permitirá que la elección del sitio, se haga implícitamente de manera racional, lo cual es difícil de lograr cuando se considera únicamente la variable geográfica ya que por lo regular las actividades que se dan en el asentamiento humano, son tan disímiles y de orden tan diverso, que le dan una gran heterogeneidad, tanto a su densidad poblacional, como a su distribución geográfica y socioeconómica, a fin de que las propias diferencias que trae consigo el desarrollo urbano y la dotación de infraestructura para la prestación de los servicios públicos.

Se obtendrá un centro de gravedad por cada variable complementaria que se agregó al análisis para la definición de la Región Factible, la cual se determinará entonces conectando los centros de gravedad de cada una de las variables consideradas en el análisis, obteniéndose por tanto un polígono cerrado, en la Figura 4.2.3, se presenta la descripción de un ejemplo hipotético.

DEFINICION DE LA REGION FACTIBLE

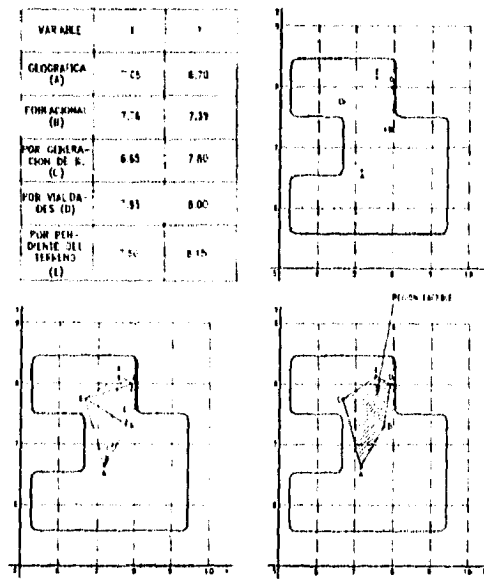


FIGURA 4.2.3

La definición de la Región Factible puede expresarse algebraicamente de la siguiente manera:

$$R = \{ (X_{pj}, Y_{pj}) \mid j = 1, 2, \dots, m-1, m \} \dots \text{ec. (4.2.5)}$$

$$R = \{ (X_{p1}, Y_{p1}) (X_{p2}, Y_{p2}), \dots (X_{pm-1}, Y_{pm-1}) (X_{pm}, Y_{pm}) \} \dots \text{ec. (4.2.6)}$$

De todo lo anterior, se puede concluir que cualquier sitio que se halle dentro de la Región Factible, podrá ser considerado para la ubicación de una Estación de Transferencia, sin menoscabo de la eficiencia del sistema.

Cuando no exista sitio alguno dentro de la Región Factible, deberán trazarse círculos concéntricos a partir del centroide del polígono de dicha región (estos pueden ser a 500, 1,000, 1,500 y 2,000

mts.) de manera tal que vaya envolviéndolo hasta encontrar uno o más sitios, para proceder a su revisión y análisis, como se indica en la Figura 4.2.4. En teoría, el sitio con mayor viabilidad desde el punto de vista económico, será aquel que se halle más cerca de los linderos de la Región Factible.

SITIOS PROBABLES DE LA REGION FACTIBLE PARA UBICAR LA ESTACION DE TRANSFERENCIA

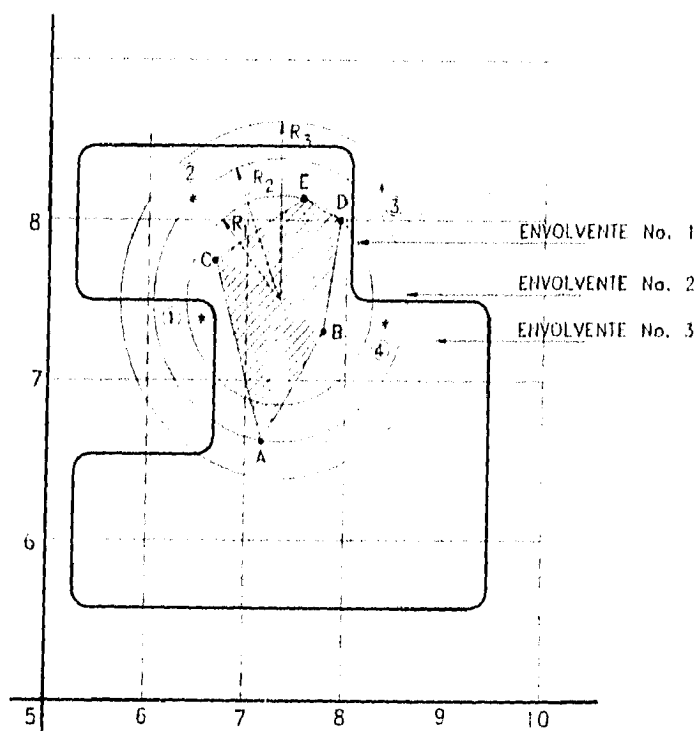


FIGURA 4.2.4

4.3 Definición de la Zona de Conveniencia para la Ubicación de la Estación de Transferencia.

La ubicación de la estación de transferencia, debe de estar lo más cerca posible del centro de gravedad de las zonas de recolección a fin de disminuir la suma de periodos de los restos de recolección hasta la estación. Para la selección del sitio probable de ubicación de la estación de transferencia Alvaro Obregón, se utilizó el método de momento aplicado para las siguientes variables:

1. Geográfico
2. Población
3. Generación
4. Vialidades
5. Pendientes

El método de momentos consiste en definir la zona de estudio, dividiendola en figuras geométricas localizando el centro de gravedad de cada una. Con lo anterior se determinan los momentos de transporte sobre un eje cartesiano cualquiera.

ECUACIONES DE MOMENTOS

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

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

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

$$\bar{X} = \frac{Aa + Bb + Cc}{A+B+C} \dots\dots\dots \text{ec. (4.3.1)}$$

$$\bar{Y} = \frac{Aa' + Bb' + Cc'}{A+B+C} \dots\dots\dots \text{ec. (4.3.2)}$$

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

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

Los cálculos se pueden efectuar mediante procedimientos computacionales, en este caso es un sistema llamado "Sistema para el Cálculo de Centroides". En las Tablas 4.3.1 a 4.3.5, se presentan las corridas, mostrándose el cálculo y los resultados obtenidos para la determinación del centro de gravedad de cada una de las variables.

4.3.1 Cálculo de Centroides Geográficos para la Ubicación de la Estación de Transferencia

La descripción de los criterios empleados para la ubicación de los centros de gravedad para cada variable, se mencionan a continuación:

Geográfico

Aplicando el método a esta variable, se calcula primero el área de cada una de las cuadrículas que es el porcentaje de llenado, además se necesitan los centros de gravedad de cada una de las figuras que se ven en los cuadros enumerados del 1 al 82 se toman las distancias a los ejes cartesianos que se pondrán en las columnas del eje x y del eje y. Estos tres datos se capturan en la base de datos del programa centroide y éste calcula el centroide geográfico dando por resultado un punto que está definido por las coordenadas $X = 7.99$ y $Y = 5.37$. (Tabla 4.3.1).

CALCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD GEOGRAFICO

| Sector | Porcentaje de llenado | Distancia X | Distancia Y |
|--------|-----------------------|-------------|-------------|
| 1 | 0.15 | 7.71 | 9.09 |
| 2 | 0.17 | 8.61 | 9.17 |
| 3 | 0.71 | 9.52 | 9.35 |
| 4 | 0.91 | 10.52 | 9.47 |
| 5 | 0.16 | 11.21 | 9.40 |
| 6 | 0.02 | 5.95 | 8.05 |
| 7 | 0.46 | 6.55 | 8.25 |
| 8 | 1.00 | 7.51 | 8.51 |
| 9 | 1.00 | 8.50 | 8.50 |
| 10 | 1.00 | 9.50 | 8.50 |
| 11 | 1.00 | 10.50 | 8.50 |
| 12 | 0.40 | 11.19 | 8.53 |
| 13 | 0.20 | 4.71 | 7.16 |
| 14 | 0.79 | 5.60 | 7.40 |
| 15 | 1.00 | 6.50 | 7.50 |
| 16 | 1.00 | 7.50 | 7.50 |
| 17 | 1.00 | 8.50 | 7.50 |
| 18 | 1.00 | 9.50 | 7.50 |
| 19 | 1.00 | 10.50 | 7.50 |
| 20 | 0.23 | 11.11 | 7.50 |
| 21 | 0.38 | 4.80 | 6.58 |
| 22 | 1.00 | 5.52 | 6.42 |
| 23 | 1.00 | 6.50 | 6.50 |
| 24 | 1.00 | 7.50 | 6.50 |
| 25 | 1.00 | 8.50 | 6.50 |
| 26 | 1.00 | 9.50 | 6.50 |
| 27 | 1.00 | 10.50 | 6.50 |
| 28 | 0.42 | 11.26 | 6.36 |
| 29 | 0.19 | 12.38 | 6.11 |
| 30 | 0.05 | 4.89 | 5.43 |
| 31 | 1.00 | 5.55 | 5.50 |
| 32 | 1.00 | 6.50 | 5.50 |
| 33 | 1.00 | 7.50 | 5.50 |
| 34 | 1.00 | 8.50 | 5.50 |
| 35 | 1.00 | 9.50 | 5.50 |
| 36 | 1.00 | 10.50 | 5.50 |
| 37 | 1.00 | 11.50 | 5.50 |
| 38 | 0.84 | 12.40 | 5.54 |
| 39 | 0.01 | 1.95 | 4.03 |
| 40 | 0.16 | 4.64 | 4.21 |
| 41 | 1.00 | 5.55 | 4.48 |
| 42 | 1.00 | 6.50 | 4.50 |
| 43 | 1.00 | 7.50 | 4.50 |
| 44 | 1.00 | 8.50 | 4.50 |
| 45 | 1.00 | 9.50 | 4.50 |
| 46 | 1.00 | 10.50 | 4.50 |
| 47 | 1.00 | 11.47 | 4.52 |
| 48 | 0.11 | 12.16 | 4.03 |
| 49 | 0.24 | 2.78 | 3.24 |
| 50 | 0.94 | 3.53 | 3.45 |
| 51 | 1.00 | 4.50 | 3.50 |
| 52 | 1.00 | 5.50 | 3.58 |
| 53 | 1.00 | 6.50 | 3.60 |
| 54 | 1.00 | 7.49 | 3.52 |
| 55 | 0.44 | 8.45 | 3.72 |
| 56 | 0.67 | 9.62 | 3.58 |
| 57 | 0.98 | 10.44 | 3.59 |
| 58 | 0.18 | 11.20 | 3.82 |
| 59 | 0.17 | 1.72 | 2.16 |
| 60 | 0.69 | 2.64 | 2.44 |

TABLA 4.3.1

(continuación)

| | | | |
|----|------|-------|------|
| 61 | 1.00 | 3.50 | 2.50 |
| 62 | 0.99 | 4.49 | 2.51 |
| 63 | 0.35 | 5.16 | 2.79 |
| 64 | 0.13 | 6.66 | 2.90 |
| 65 | 0.13 | 7.22 | 2.86 |
| 66 | 0.25 | 8.78 | 2.25 |
| 67 | 0.99 | 9.55 | 2.44 |
| 68 | 0.96 | 10.42 | 2.54 |
| 69 | 0.00 | 0.70 | 1.60 |
| 70 | 0.02 | 1.62 | 1.39 |
| 71 | 0.30 | 2.50 | 1.50 |
| 72 | 0.36 | 3.83 | 1.50 |
| 73 | 0.36 | 4.26 | 1.65 |
| 74 | 0.27 | 8.81 | 1.60 |
| 75 | 0.98 | 9.53 | 1.53 |
| 76 | 0.24 | 10.23 | 1.66 |
| 77 | 0.00 | 0.54 | 0.46 |
| 78 | 0.00 | 1.50 | 0.50 |
| 79 | 0.00 | 2.50 | 0.50 |
| 80 | 0.02 | 3.50 | 0.50 |
| 81 | 0.04 | 4.08 | 0.60 |
| 82 | 0.01 | 9.89 | 0.99 |

| Centros | Coordenadas | |
|------------|-------------|------|
| | X | Y |
| Geográfico | 7.99 | 5.37 |

Población

Para aplicar el Método a esta variable, primero se determina la población existente en cada una de las cuadrículas de la retícula, estas se enumeran de un modo progresivo en este caso desde el número 1 hasta el 82. Obteniendo la población y el área de cada una de las cuadrículas se calculó la densidad (hab/km^2), también se obtuvo el porcentaje de área de llenado de cada uno de los sectores ya que no toda la cuadrícula tiene el 100 % de llenado como se puede observar la Figura 4.3.1.1.

Obteniendo los datos de cada uno de los sectores como son: porcentaje del área de llenado, la densidad y sus correspondientes distancias a los ejes cartesianos de cada una de las cuadrículas, se substituyen en las ecuaciones de momentos 4.3.1 y 4.3.2 para determinar el centro de gravedad para esta variable de población, el cual correspondió al punto definido por las coordenadas: $X = 8.65$ y $Y = 6.40$. (Tabla 4.3.2).

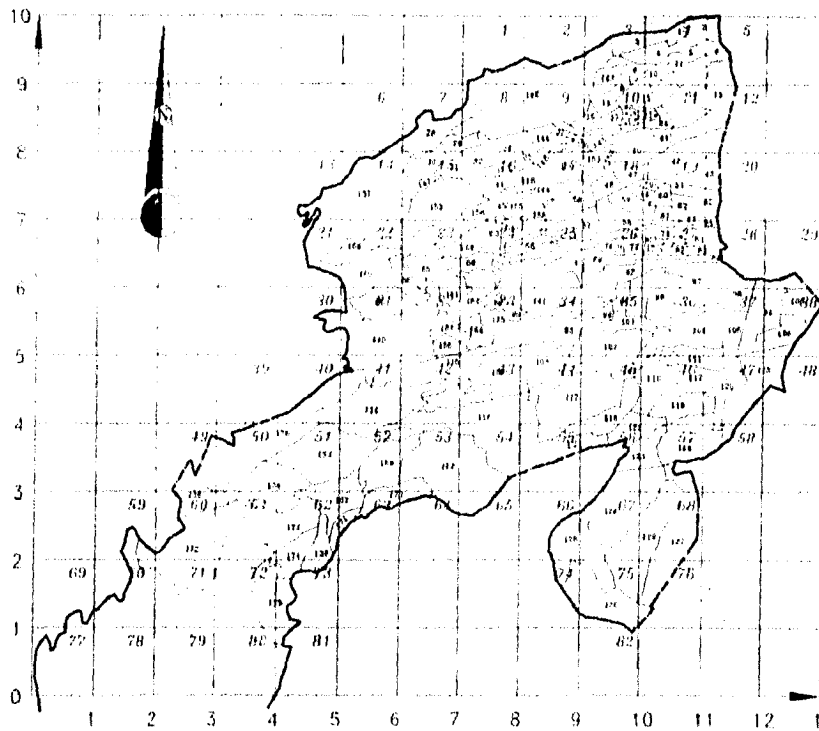
Generación

Se zonificó la delegación de acuerdo a la estratificación socioeconómica establecida en la Figura 1.5.1 mostrada en el Capítulo 1, de tal manera que conociendo la generación per cápita por estrato y la población calculada, se esta en posibilidad de estimar una generación per cápita promedio por cada cuadrícula de la retícula, obteniendo esta información se capturan los datos de generación per cápita promedio, la densidad, el porcentaje del área de llenado y las distancias a los ejes cartesianos, se substituyen en las ecuaciones de momentos 4.3.1 y 4.3.2. El sistema calcula la generación de residuos sólidos para cada una de las cuadrículas, el total de kilogramos y el centro de gravedad para la variable generación, este punto esta definido por las coordenadas $X = 8.66$ y $Y = 6.40$. (Tabla 4.3.3).

Vialidades.

La metodología consistió en localizar y ubicar las vías rápidas, ejes viales, avenidas y calles principales de la delegación, asignándoles a cada una de ellas, un factor de importancia con base al nivel de flujo vehicular y capacidad de tránsito como se muestra en la Tabla 4.3.6.

POBLACION DE LA DELEGACION ALVARO OBREGON



SIMBOLOGIA

| | |
|--------------------------------------|--|
| POBLACION | |
| LIMITE DE LA ZONA DE ESTUDIO | |
| NUMERO DEL CUADRANTE | |
| AREA DEL CUADRANTE 1 KM ² | |

FIGURA 4.3.1

**CALCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD PARA LA
VARIABLE DE POBLACION**

| Sector | Densidad hab / km² | Porcentaje de llanado | Población hab | Distancia X | Distancia Y |
|--------|-----------------------|--------------------------|------------------|----------------|----------------|
| 1 | 1,627.67 | 15.00 | 244 | 7.71 | 9.09 |
| 2 | 1,627.03 | 37.00 | 602 | 8.68 | 9.17 |
| 3 | 23,980.28 | 71.00 | 17,026 | 9.52 | 9.35 |
| 4 | 35,961.54 | 91.00 | 23,625 | 10.52 | 9.47 |
| 5 | 28,291.67 | 16.00 | 10,185 | 11.21 | 9.40 |
| 6 | 850.00 | 2.00 | 17 | 5.95 | 8.05 |
| 7 | 6,319.57 | 46.00 | 2,907 | 6.55 | 8.25 |
| 8 | 9,796.00 | 100.00 | 9,796 | 7.81 | 8.53 |
| 9 | 21,077.00 | 100.00 | 21,077 | 8.50 | 8.50 |
| 10 | 40,529.00 | 100.00 | 40,529 | 9.50 | 8.50 |
| 11 | 26,993.00 | 100.00 | 26,993 | 10.50 | 8.50 |
| 12 | 5,652.50 | 40.00 | 2,261 | 11.19 | 8.53 |
| 13 | 345.00 | 20.00 | 69 | 4.73 | 7.16 |
| 14 | 349.37 | 79.00 | 276 | 5.60 | 7.40 |
| 15 | 14,619.00 | 300.00 | 14,619 | 6.50 | 7.50 |
| 16 | 34,512.00 | 100.00 | 34,512 | 7.50 | 7.50 |
| 17 | 35,509.00 | 100.00 | 35,509 | 8.50 | 7.50 |
| 18 | 44,668.00 | 100.00 | 44,668 | 9.50 | 7.50 |
| 19 | 31,859.00 | 100.00 | 31,859 | 10.50 | 7.50 |
| 20 | 27,986.96 | 23.00 | 6,437 | 11.11 | 7.50 |
| 21 | 805.26 | 38.00 | 306 | 4.80 | 6.58 |
| 22 | 5,671.00 | 100.00 | 5,671 | 5.52 | 6.42 |
| 23 | 14,001.00 | 100.00 | 14,001 | 6.50 | 6.50 |
| 24 | 18,832.00 | 100.00 | 18,832 | 7.50 | 6.50 |
| 25 | 13,474.00 | 100.00 | 13,474 | 8.50 | 6.50 |
| 26 | 19,595.00 | 100.00 | 19,595 | 9.50 | 6.50 |
| 27 | 27,149.00 | 100.00 | 27,149 | 10.50 | 6.50 |
| 28 | 13,152.38 | 42.00 | 5,524 | 11.26 | 6.36 |
| 29 | 8,078.95 | 19.00 | 3,515 | 12.38 | 6.13 |
| 30 | 5,680.00 | 5.00 | 284 | 4.89 | 5.43 |
| 31 | 8,343.00 | 100.00 | 8,343 | 5.55 | 5.50 |
| 32 | 13,756.00 | 100.00 | 13,756 | 6.50 | 5.50 |
| 33 | 17,541.00 | 100.00 | 17,541 | 7.50 | 5.50 |
| 34 | 11,516.00 | 100.00 | 11,516 | 8.50 | 5.50 |
| 35 | 7,596.00 | 100.00 | 7,596 | 9.50 | 5.50 |
| 36 | 11,021.00 | 100.00 | 11,021 | 10.50 | 6.50 |
| 37 | 9,456.00 | 100.00 | 9,456 | 11.50 | 5.50 |
| 38 | 7,850.00 | 84.00 | 6,594 | 12.40 | 6.84 |
| 39 | 2,308.00 | 1.00 | 23 | 3.95 | 4.03 |
| 40 | 2,597.22 | 36.00 | 935 | 4.64 | 4.23 |
| 41 | 4,030.00 | 100.00 | 4,030 | 5.55 | 4.48 |
| 42 | 5,419.00 | 100.00 | 5,419 | 6.50 | 4.50 |
| 43 | 11,158.00 | 100.00 | 11,158 | 7.50 | 4.50 |
| 44 | 19,011.00 | 100.00 | 19,011 | 8.50 | 4.50 |
| 45 | 9,272.00 | 100.00 | 9,272 | 9.50 | 4.50 |
| 46 | 11,219.00 | 100.00 | 11,219 | 10.50 | 4.50 |
| 47 | 4,655.08 | 100.00 | 4,655 | 11.47 | 4.52 |
| 48 | 3,830.77 | 13.00 | 498 | 12.16 | 4.81 |
| 49 | 7,362.50 | 24.00 | 1,719 | 2.78 | 3.24 |
| 50 | 4,392.55 | 94.00 | 4,329 | 3.53 | 3.45 |
| 51 | 5,881.00 | 100.00 | 5,881 | 4.50 | 3.50 |
| 52 | 6,619.00 | 100.00 | 6,619 | 5.50 | 3.50 |
| 53 | 7,936.00 | 100.00 | 7,936 | 6.50 | 3.50 |
| 54 | 7,250.00 | 100.00 | 7,250 | 7.49 | 3.52 |
| 55 | 9,540.94 | 48.00 | 4,119 | 4.45 | 3.72 |
| 56 | 12,079.10 | 67.00 | 8,091 | 9.42 | 3.58 |
| 57 | 8,640.20 | 98.00 | 8,487 | 10.46 | 3.59 |
| 58 | 6,638.89 | 18.00 | 1,195 | 11.20 | 3.82 |
| 59 | 405.88 | 17.00 | 69 | 1.72 | 2.16 |
| 60 | 3,963.77 | 69.00 | 2,715 | 2.64 | 2.44 |

TABLA 4.3.2

(continuación)

| | | | | | |
|---------|-----------|----------|---------|-------|------|
| 61 | 3,487.00 | 100.00 | 3,487 | 3.50 | 2.50 |
| 62 | 13,416.16 | 99.00 | 13,282 | 4.49 | 2.51 |
| 63 | 22,557.14 | 15.00 | 7,895 | 5.36 | 2.79 |
| 64 | 9,751.85 | 13.00 | 1,268 | 6.66 | 2.90 |
| 65 | 4,592.31 | 13.00 | 597 | 7.22 | 2.88 |
| 66 | 4,096.00 | 25.00 | 1,024 | 8.78 | 2.25 |
| 67 | 4,055.58 | 99.00 | 4,015 | 9.55 | 2.44 |
| 68 | 4,169.79 | 96.00 | 4,003 | 10.42 | 2.56 |
| 69 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.78 | 1.60 |
| 70 | 1,000.00 | 2.00 | 20 | 1.62 | 1.39 |
| 71 | 981.33 | 30.00 | 295 | 2.50 | 1.52 |
| 72 | 4,486.11 | 16.00 | 1,615 | 3.83 | 1.50 |
| 73 | 8,688.89 | 16.00 | 2,408 | 4.26 | 1.65 |
| 74 | 1,717.04 | 27.00 | 1,009 | 4.61 | 1.68 |
| 75 | 1,712.65 | 98.00 | 1,658 | 9.53 | 1.53 |
| 76 | 4,167.65 | 14.00 | 1,417 | 10.21 | 1.66 |
| 77 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.54 | 0.46 |
| 78 | 0.00 | 0.00 | 0 | 1.50 | 0.50 |
| 79 | 0.00 | 0.00 | 0 | 2.50 | 0.50 |
| 80 | 1,850.00 | 1.00 | 37 | 3.50 | 0.50 |
| 81 | 1,850.00 | 4.00 | 74 | 4.08 | 0.60 |
| 82 | 3,500.00 | 1.00 | 35 | 9.89 | 0.98 |
| S U M A | | 5,199.00 | 680,216 | | |

| Centroide | Coordenadas | |
|-----------|-------------|------|
| | X | Y |
| Población | 8.65 | 6.40 |

**CALCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD
PARA LA VARIABLE DE GENERACION**

| Sector | Generación kg/día/hab | Porcentaje de llenado | Generación kg / día | Distancia X | Distancia Y |
|--------|--------------------------|--------------------------|------------------------|----------------|----------------|
| 1 | 1.03 | 15.00 | 252.45 | 7.71 | 9.09 |
| 2 | 1.03 | 17.00 | 422.47 | 8.68 | 9.17 |
| 3 | 1.03 | 71.00 | 17,404.88 | 9.52 | 9.35 |
| 4 | 1.03 | 91.00 | 24,381.00 | 10.52 | 9.47 |
| 5 | 1.03 | 16.00 | 10,490.55 | 11.21 | 9.40 |
| 6 | 1.03 | 2.00 | 17.58 | 5.95 | 8.05 |
| 7 | 1.03 | 46.00 | 3,005.84 | 6.55 | 8.25 |
| 8 | 1.03 | 100.00 | 10,099.68 | 7.51 | 8.51 |
| 9 | 1.03 | 100.00 | 21,709.31 | 8.50 | 8.50 |
| 10 | 1.03 | 100.00 | 41,744.87 | 9.50 | 8.50 |
| 11 | 1.03 | 100.00 | 27,910.74 | 10.50 | 8.50 |
| 12 | 1.03 | 40.00 | 2,328.83 | 11.19 | 8.51 |
| 13 | 1.03 | 20.00 | 71.07 | 4.73 | 7.16 |
| 14 | 1.03 | 79.00 | 284.28 | 5.60 | 7.40 |
| 15 | 1.03 | 100.00 | 15,057.57 | 6.50 | 7.50 |
| 16 | 1.03 | 100.00 | 35,547.36 | 7.50 | 7.50 |
| 17 | 1.03 | 100.00 | 36,574.27 | 8.50 | 7.50 |
| 18 | 1.03 | 100.00 | 46,214.04 | 9.50 | 7.50 |
| 19 | 1.03 | 100.00 | 32,814.77 | 10.50 | 7.50 |
| 20 | 1.03 | 23.00 | 6,630.11 | 11.11 | 7.50 |
| 21 | 1.03 | 38.00 | 316.40 | 4.80 | 6.58 |
| 22 | 1.03 | 100.00 | 5,841.13 | 5.52 | 6.42 |
| 23 | 1.03 | 100.00 | 14,421.03 | 6.50 | 6.50 |
| 24 | 1.03 | 100.00 | 19,396.96 | 7.50 | 6.50 |
| 25 | 1.03 | 100.00 | 13,878.22 | 8.50 | 6.50 |
| 26 | 1.03 | 100.00 | 20,382.85 | 9.50 | 6.50 |
| 27 | 1.03 | 100.00 | 27,983.47 | 10.50 | 6.50 |
| 28 | 1.03 | 42.00 | 5,689.72 | 11.24 | 6.36 |
| 29 | 1.03 | 19.00 | 1,581.05 | 12.38 | 6.13 |
| 30 | 1.03 | 5.00 | 292.52 | 4.88 | 5.42 |
| 31 | 1.03 | 100.00 | 8,593.29 | 5.55 | 5.50 |
| 32 | 1.03 | 100.00 | 14,168.68 | 6.50 | 5.50 |
| 33 | 1.03 | 100.00 | 38,067.23 | 7.50 | 5.50 |
| 34 | 1.03 | 100.00 | 11,882.08 | 8.50 | 5.50 |
| 35 | 1.03 | 100.00 | 7,821.83 | 9.50 | 5.50 |
| 36 | 1.03 | 100.00 | 11,351.43 | 10.50 | 5.50 |
| 37 | 1.03 | 100.00 | 9,739.69 | 11.50 | 5.50 |
| 38 | 1.03 | 84.00 | 6,791.82 | 12.48 | 5.54 |
| 39 | 1.03 | 1.00 | 23.69 | 1.95 | 4.03 |
| 40 | 1.03 | 16.00 | 963.05 | 4.64 | 4.23 |
| 41 | 1.03 | 100.00 | 4,350.90 | 5.55 | 4.48 |
| 42 | 1.03 | 100.00 | 5,581.57 | 6.50 | 4.50 |
| 43 | 1.03 | 100.00 | 11,492.74 | 7.50 | 4.50 |
| 44 | 1.03 | 100.00 | 19,581.33 | 8.50 | 4.50 |
| 45 | 1.03 | 100.00 | 9,550.16 | 9.50 | 4.50 |
| 46 | 1.03 | 100.00 | 11,555.57 | 10.50 | 4.50 |
| 47 | 1.03 | 100.00 | 4,794.65 | 13.47 | 4.52 |
| 48 | 1.03 | 13.00 | 512.94 | 12.16 | 4.93 |
| 49 | 1.03 | 24.00 | 1,770.57 | 2.78 | 3.24 |
| 50 | 1.03 | 94.00 | 4,252.87 | 3.51 | 3.45 |
| 51 | 1.03 | 100.00 | 6,057.43 | 4.50 | 3.50 |
| 52 | 1.03 | 100.00 | 6,817.57 | 5.50 | 3.50 |
| 53 | 1.03 | 100.00 | 8,174.08 | 6.50 | 3.50 |
| 54 | 1.03 | 100.00 | 7,467.50 | 7.49 | 3.52 |
| 55 | 1.03 | 64.00 | 6,302.57 | 8.45 | 3.72 |
| 56 | 1.03 | 67.00 | 8,335.79 | 9.62 | 3.58 |
| 57 | 1.03 | 98.00 | 8,741.61 | 10.46 | 3.59 |
| 58 | 1.03 | 18.00 | 1,230.85 | 11.20 | 3.82 |
| 59 | 1.03 | 17.00 | 71.07 | 1.72 | 2.16 |
| 60 | 1.03 | 69.00 | 2,817.05 | 2.64 | 2.44 |

TABLA 4.3.3

(continuación)

| | | | | | |
|---------|------|--------|------------|-------|------|
| 61 | 1.03 | 100.00 | 3,591.61 | 1.50 | 2.50 |
| 62 | 1.03 | 99.00 | 13,690.46 | 4.49 | 2.51 |
| 63 | 1.03 | 15.00 | 8,131.85 | 5.36 | 2.79 |
| 64 | 1.03 | 17.00 | 1,306.04 | 6.66 | 2.90 |
| 65 | 1.03 | 13.00 | 614.91 | 7.22 | 2.86 |
| 66 | 1.03 | 25.00 | 1,054.72 | 8.78 | 2.25 |
| 67 | 1.03 | 99.00 | 4,135.65 | 9.55 | 2.44 |
| 68 | 1.03 | 96.00 | 4,123.09 | 10.42 | 2.56 |
| 69 | 1.03 | 0.00 | 0.00 | 0.78 | 1.60 |
| 70 | 1.01 | 2.00 | 20.60 | 1.62 | 1.39 |
| 71 | 1.03 | 30.00 | 303.85 | 2.50 | 1.50 |
| 72 | 1.01 | 16.00 | 1,663.45 | 3.83 | 1.50 |
| 73 | 1.03 | 16.00 | 2,440.24 | 4.26 | 1.65 |
| 74 | 1.03 | 27.00 | 1,039.27 | 8.81 | 1.68 |
| 75 | 1.03 | 98.00 | 3,767.74 | 9.53 | 1.53 |
| 76 | 1.03 | 14.00 | 1,459.51 | 10.21 | 1.66 |
| 77 | 1.01 | 0.00 | 0.00 | 0.54 | 0.46 |
| 78 | 1.03 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 0.50 |
| 79 | 1.03 | 0.00 | 0.00 | 2.50 | 0.50 |
| 80 | 1.03 | 2.00 | 38.13 | 3.50 | 0.50 |
| 81 | 1.01 | 4.00 | 76.22 | 4.08 | 0.60 |
| 82 | 1.01 | 1.00 | 36.05 | 9.89 | 0.98 |
| # U N A | | | 709,112.06 | | |

| Centroide | Coordenadas | |
|------------|-------------|------|
| | X | Y |
| Generación | 8.66 | 6.40 |

VIALIDADES

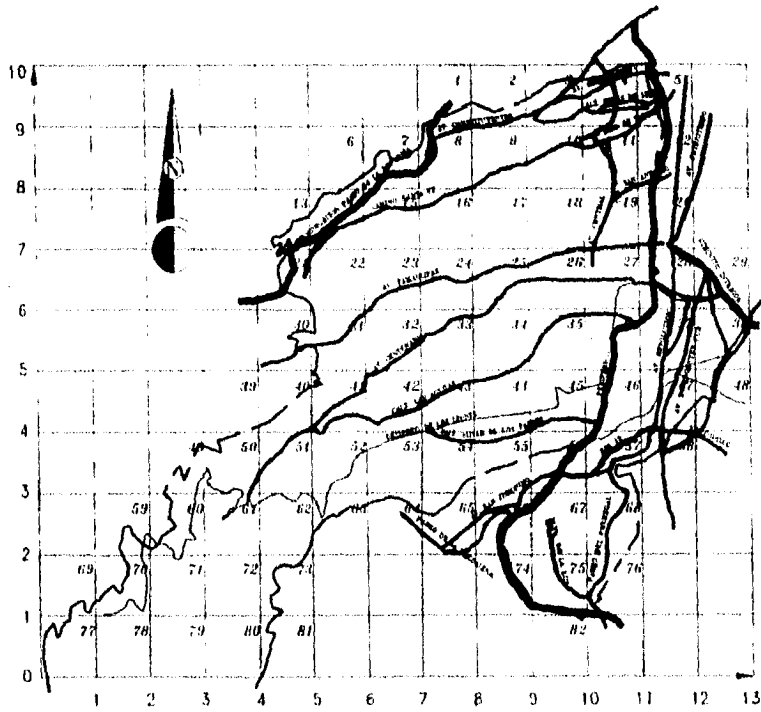
| TIPO DE VIALIDAD | VIALIDADES CONSIDERADAS | FACTOR DE IMPORTANCIA |
|----------------------|--|-----------------------|
| VIAS RAPIDAS | * ANILLO PERIFERICO * PROLONGACION REFORMA | 1.00 |
| EJES VIALES | * EJE VIAL 10 SUR | 0.75 |
| AVENIDAS PRINCIPALES | * AVENIDA INSURGENTES SUR * AVENIDA REVOLUCION * AVENIDA SAN ANTONIO * AVENIDA ESCUADRON 201 * AVENIDA TAMAULIPAS * PASEOS DEL PEDREGAL * AVENIDA CONSTITUYENTES * AVENIDA OBSERVATORIO * CALZADA OLIVAR DE LOS PADRES * CALZADA MINAS ARENA * AVENIDA TACUBAYA * BULEVAR DE LA LUZ * CAMINO SANTA FE * CALZADA DE LA AGUILAS * CENTENARIO | 0.50 |
| CALLES PRINCIPALES | * CAMINO AL DESIERTO DE LOS LEONES | 0.25 |

TABLA 4.3.6

Posteriormente, se sumaron los factores de importancia correspondientes al tipo y número de unidades que atraviesan cada cuadrícula, para encontrar una cantidad que multiplicada por la densidad, el porcentaje del área de llenado y las distancias a los ejes cartesianos de cada uno de los sectores se capturan en el sistema de centroide y nos determina el valor de la variable de vialidades para cada una de estas cuadrículas de la retícula.

El criterio para considerar esta variable, fue dar mayor prioridad a las áreas de la delegación que cuenten con una mayor infraestructura vial para facilitar el acceso y salida de vehículos de recolección y transferencia a la estación y es afectado por la población para dar mayor seguridad que el centroide se localice en el sitio donde se tengan las mejores vialidades con la mayor población. (Figura 4.3.1.2).

VIALIDAD DE LA DELEGACION ALVARO OBREGON



INFRAESTRUCTURA VIAL

VIAS RAPIDAS

EJES VIALES

AVENIDAS PRINCIPALES

CALLES PRINCIPALES

LIMITE DE LA ZONA DE ESTUDIO

AREA DE CUADRANTE 1 KM²

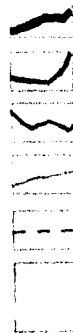


FIGURA 4.3.1.2

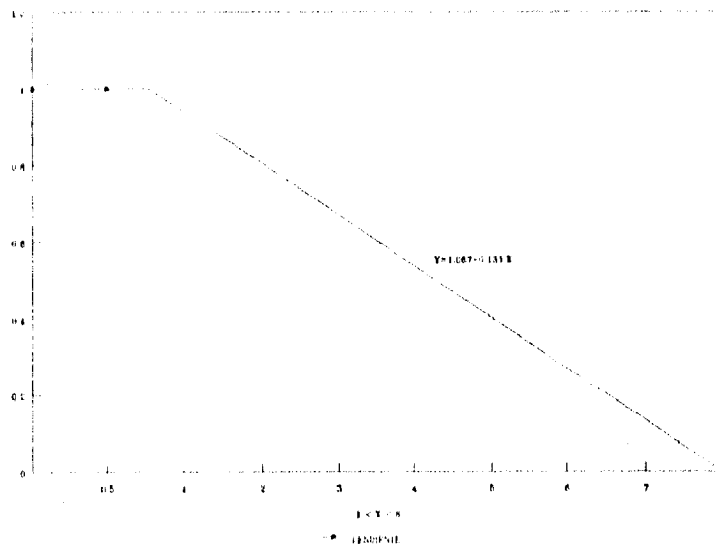
El centro de gravedad para la variable de vialidades, correspondió al punto definido por las coordenadas $X = 9.17$ y $Y = 5.58$. (Tabla 4.3.4).

Pendientes.

Se empleo el criterio de considerar una pendiente óptima entre el 0 y 0.5 %, y una pendiente crítica del 8 %. (Gráfica 4.3.1.1)

Bajo estas premisas se obtuvo una función ($y = 1.067 - 0.133 X$), que relaciona un factor de importancia (Y), con el valor de la pendiente (X) en por ciento, de cada cuadrícula de la retícula.

FACTOR DE IMPORTANCIA DE PENDIENTES



GRAFICA 4.3.1

CALCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD PARA LA VARIABLE DE VIALIDADES

| Sector | Vialidad | Porcentaje de llenado | Vialidad | Distancia X | Distancia Y |
|--------|----------|-----------------------|-----------|-------------|-------------|
| 1 | 1.50 | 15.00 | 178.68 | 7.71 | 9.09 |
| 2 | 0.50 | 37.00 | 111.23 | 8.68 | 9.17 |
| 3 | 1.00 | 71.00 | 17,604.88 | 9.53 | 9.35 |
| 4 | 1.50 | 91.00 | 16,571.58 | 10.52 | 9.47 |
| 5 | 2.00 | 16.00 | 20,981.10 | 11.21 | 9.40 |
| 6 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 5.95 | 8.05 |
| 7 | 1.00 | 46.00 | 1,005.84 | 6.55 | 8.25 |
| 8 | 1.50 | 100.00 | 15,199.51 | 7.51 | 8.51 |
| 9 | 1.00 | 100.00 | 21,709.31 | 8.50 | 8.50 |
| 10 | 0.50 | 100.00 | 20,872.44 | 9.50 | 8.50 |
| 11 | 1.50 | 100.00 | 41,866.14 | 10.50 | 8.50 |
| 12 | 2.00 | 40.00 | 4,657.66 | 11.19 | 8.53 |
| 13 | 1.00 | 20.00 | 71.07 | 4.73 | 7.16 |
| 14 | 2.00 | 79.00 | 568.56 | 5.60 | 7.40 |
| 15 | 1.50 | 100.00 | 22,586.16 | 6.50 | 7.50 |
| 16 | 0.50 | 100.00 | 17,773.68 | 7.50 | 7.50 |
| 17 | 0.50 | 100.00 | 18,287.14 | 8.50 | 7.50 |
| 18 | 0.50 | 100.00 | 23,107.02 | 9.50 | 7.50 |
| 19 | 1.50 | 100.00 | 49,222.16 | 10.50 | 7.50 |
| 20 | 1.50 | 23.00 | 9,945.17 | 11.11 | 7.50 |
| 21 | 1.50 | 38.00 | 474.60 | 4.80 | 6.58 |
| 22 | 1.00 | 100.00 | 5,841.13 | 5.62 | 6.42 |
| 23 | 0.50 | 100.00 | 7,210.52 | 6.50 | 6.50 |
| 24 | 0.50 | 100.00 | 9,698.46 | 7.50 | 6.50 |
| 25 | 0.75 | 100.00 | 10,408.47 | 8.50 | 6.50 |
| 26 | 0.75 | 108.00 | 15,137.14 | 9.50 | 6.50 |
| 27 | 1.00 | 100.00 | 27,963.47 | 10.50 | 6.50 |
| 28 | 1.75 | 42.00 | 9,957.01 | 11.26 | 6.16 |
| 29 | 2.25 | 19.00 | 1,557.36 | 12.18 | 4.11 |
| 30 | 0.50 | 5.80 | 144.26 | 4.89 | 5.43 |
| 31 | 0.50 | 100.80 | 4,296.65 | 5.55 | 5.50 |
| 32 | 0.75 | 100.00 | 10,426.51 | 6.50 | 5.50 |
| 33 | 0.25 | 100.00 | 4,516.81 | 7.50 | 5.50 |
| 34 | 0.50 | 100.00 | 5,941.06 | 8.50 | 5.50 |
| 35 | 0.25 | 100.00 | 1,955.97 | 9.50 | 5.50 |
| 36 | 1.50 | 100.00 | 17,027.48 | 10.50 | 6.50 |
| 37 | 2.00 | 100.00 | 19,479.16 | 11.50 | 6.50 |
| 38 | 2.75 | 84.00 | 18,677.51 | 12.40 | 5.54 |
| 39 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 3.95 | 4.03 |
| 40 | 0.00 | 16.00 | 0.00 | 4.64 | 4.23 |
| 41 | 0.50 | 180.00 | 2,075.45 | 5.55 | 4.48 |
| 42 | 0.50 | 100.00 | 2,790.79 | 6.50 | 4.50 |
| 43 | 1.00 | 100.00 | 11,492.74 | 7.50 | 4.50 |
| 44 | 1.00 | 100.00 | 19,581.11 | 8.50 | 4.50 |
| 45 | 0.75 | 100.00 | 7,162.62 | 9.50 | 4.50 |
| 46 | 2.00 | 100.00 | 23,111.14 | 10.50 | 4.50 |
| 47 | 3.00 | 300.00 | 14,383.95 | 11.47 | 6.52 |
| 48 | 0.75 | 13.00 | 384.71 | 12.16 | 6.83 |
| 49 | 0.25 | 24.00 | 442.64 | 2.78 | 1.24 |
| 50 | 0.25 | 91.00 | 1,063.22 | 3.61 | 1.45 |
| 51 | 0.25 | 100.00 | 1,514.16 | 4.50 | 1.50 |
| 52 | 0.50 | 100.00 | 1,408.79 | 5.50 | 1.50 |
| 53 | 0.25 | 100.00 | 2,043.52 | 6.50 | 1.50 |
| 54 | 0.75 | 100.00 | 5,600.63 | 7.49 | 1.52 |
| 55 | 0.50 | 64.00 | 3,151.29 | 8.45 | 1.72 |
| 56 | 2.00 | 67.00 | 16,671.57 | 9.62 | 1.58 |
| 57 | 3.00 | 98.00 | 26,224.82 | 10.46 | 1.69 |
| 58 | 2.25 | 18.00 | 2,769.41 | 11.20 | 1.82 |
| 59 | 0.25 | 17.00 | 17.77 | 1.72 | 2.16 |
| 60 | 0.25 | 69.00 | 704.26 | 2.64 | 2.44 |

TABLA 4.3.4

(continuación)

| | | | | | |
|---------|------|--------|------------|-------|------|
| 61 | 0.25 | 100.00 | 897.90 | 3.50 | 2.50 |
| 62 | 0.25 | 99.00 | 3,420.11 | 4.49 | 2.51 |
| 63 | 0.25 | 35.00 | 2,012.96 | 5.16 | 2.79 |
| 64 | 0.00 | 13.00 | 0.00 | 6.66 | 2.90 |
| 65 | 0.00 | 13.00 | 0.00 | 7.22 | 2.86 |
| 66 | 1.50 | 25.00 | 1,582.08 | 8.78 | 2.25 |
| 67 | 1.50 | 99.00 | 6,203.18 | 9.55 | 2.44 |
| 68 | 0.50 | 96.00 | 2,061.54 | 10.42 | 2.56 |
| 69 | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 0.78 | 1.40 |
| 70 | 0.25 | 2.00 | 5.15 | 1.62 | 1.39 |
| 71 | 0.25 | 10.00 | 75.96 | 2.50 | 1.50 |
| 72 | 0.00 | 36.00 | 0.00 | 3.83 | 1.50 |
| 73 | 0.00 | 36.00 | 0.00 | 4.26 | 1.65 |
| 74 | 1.00 | 27.00 | 1,039.27 | 8.81 | 1.68 |
| 75 | 1.50 | 98.00 | 5,651.61 | 9.53 | 1.53 |
| 76 | 2.00 | 14.00 | 2,919.02 | 10.23 | 1.64 |
| 77 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.54 | 0.66 |
| 78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 0.50 |
| 79 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.50 | 0.50 |
| 80 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 1.50 | 0.50 |
| 81 | 0.00 | 4.00 | 0.00 | 4.08 | 0.60 |
| 82 | 1.00 | 1.00 | 16.05 | 9.89 | 0.98 |
| S U M A | | | 668,105.20 | | |

| Centroide | Coordenadas | |
|-----------|-------------|------|
| | X | Y |
| Vialidad | 9.45 | 6.55 |

Necesitamos el centroide de pendientes ya que este punto nos indica las zonas menos abruptas y por lo tanto más considerables para la ruta de los transportes.

Para obtener las pendientes, se consideraron primeramente las curvas de nivel de la delegación, para posteriormente estimar las pendientes particulares de cada cuadrícula, las cuales se sustituyeron en la ecuación antes descrita, para encontrar una cantidad (Figura 4.3.1.3).

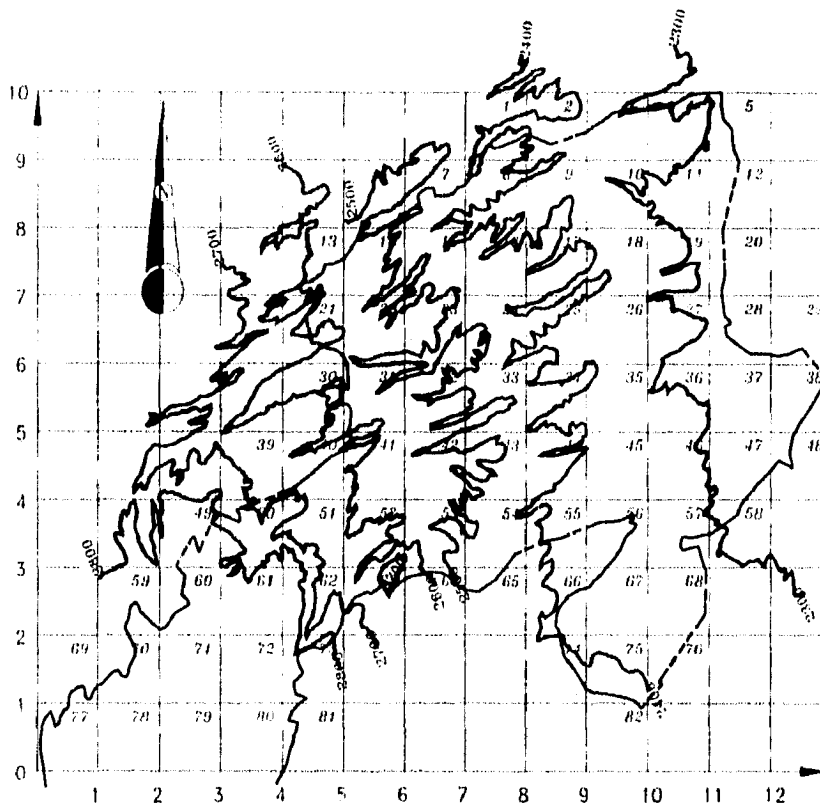
Esa cantidad sería la que se captura en el sistema de centroide, junto con el dato de porcentaje de área de llenado y las coordenadas del centro de gravedad de cada uno de los sitios, con estos datos el sistema determina el centro de gravedad para la variable de pendientes, el cual correspondió al punto definido por las coordenadas $X = 9.11$ y $Y = 6.72$. (Tabla 4.3.1.5).

Una vez definidos los centroides de cada una de las variables, se procedió a la unión de los mismos, formando un polígono, al cual se le calculó el centro de gravedad que es el centroide general del cálculo. (Figura 4.3.1.4)

Este centroide correspondió físicamente su ubicación en la Avenida Centenario en la Colonia Rinconada de Tarango en la parte noreste de la Delegación Alvaro Obregón.

Esta zona se encuentra densamente poblada, vialidades estrechas y una topografía muy irregular, razón por la cual se optó, a partir de este punto, radiar círculos concéntricos con el objeto de localizar predios que reunieron las características para la construcción de la estación de transferencia, los radios considerados fueron de 500, 1000, 1500 y 2000 m, como se puede observar en el Plano 4.3.1.1.

CURVAS DE NIVEL DE LA DELEGACION ALVARO OBREGON



SIMBOLOGIA

CURVAS DE NIVEL A CADA 100 MTS.



LMITE DE LA ZONA DE ESTUDIO



AREA DEL CUADRANTE KM²



FIGURA 4.3.1.3

CALCULO DEL CENTRO DE GRAVEDAD PARA LA VARIABLE DE PENDIENTE

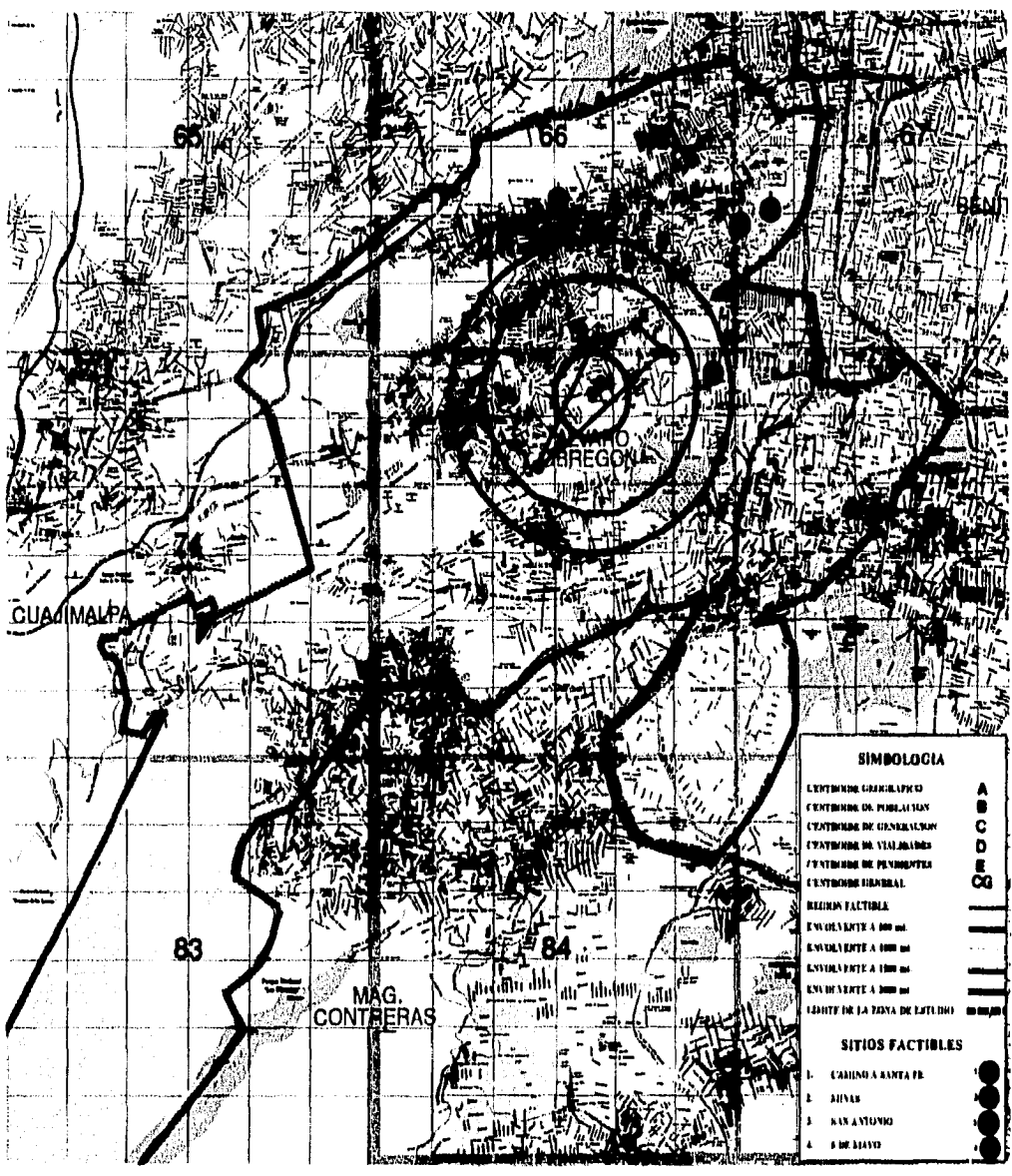
| Sector | Pendiente i | Porcentaje de llenado | Pendiente | Distancia X | Distancia Y |
|--------|----------------|--------------------------|-----------|----------------|----------------|
| 1 | 0.65 | 15.00 | 164.09 | 7.71 | 9.09 |
| 2 | 0.65 | 17.00 | 404.60 | 8.68 | 9.17 |
| 3 | 0.57 | 71.00 | 10,074.78 | 9.52 | 9.16 |
| 4 | 0.57 | 91.00 | 13,897.17 | 10.52 | 9.47 |
| 5 | 0.97 | 16.00 | 9,756.21 | 11.21 | 9.40 |
| 6 | 0.65 | 2.00 | 11.43 | 5.95 | 8.05 |
| 7 | 0.65 | 46.00 | 1,953.80 | 6.55 | 8.25 |
| 8 | 0.54 | 100.00 | 5,452.83 | 7.51 | 8.51 |
| 9 | 0.64 | 100.00 | 11,893.96 | 8.50 | 8.50 |
| 10 | 0.61 | 100.00 | 25,464.17 | 9.50 | 8.50 |
| 11 | 0.75 | 100.00 | 20,933.07 | 10.50 | 8.50 |
| 12 | 0.93 | 40.00 | 2,165.01 | 11.19 | 8.51 |
| 13 | 0.56 | 20.00 | 39.80 | 8.73 | 7.16 |
| 14 | 0.57 | 79.00 | 162.04 | 5.60 | 7.40 |
| 15 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 6.50 | 7.50 |
| 16 | 0.75 | 100.00 | 26,660.52 | 7.50 | 7.50 |
| 17 | 0.60 | 100.00 | 21,944.56 | 8.50 | 7.50 |
| 18 | 0.30 | 100.00 | 11,864.21 | 9.50 | 7.50 |
| 19 | 0.68 | 100.00 | 21,001.45 | 10.50 | 7.50 |
| 20 | 0.64 | 21.00 | 4,243.27 | 11.11 | 7.50 |
| 21 | 0.50 | 38.00 | 158.20 | 4.80 | 6.58 |
| 22 | 0.44 | 100.00 | 2,570.10 | 5.52 | 6.42 |
| 23 | 0.57 | 100.00 | 7,754.71 | 6.50 | 6.50 |
| 24 | 0.57 | 100.00 | 11,056.27 | 7.50 | 6.50 |
| 25 | 0.57 | 100.00 | 7,910.59 | 8.50 | 6.50 |
| 26 | 0.75 | 100.00 | 7,064.00 | 9.80 | 6.50 |
| 27 | 0.75 | 100.00 | 9,783.21 | 10.50 | 6.50 |
| 28 | 0.93 | 42.00 | 5,291.44 | 11.26 | 6.36 |
| 29 | 0.93 | 19.00 | 1,470.38 | 13.38 | 6.13 |
| 30 | 0.42 | 5.00 | 125.78 | 4.89 | 5.43 |
| 31 | 0.43 | 100.00 | 3,695.11 | 5.55 | 5.50 |
| 32 | 0.56 | 100.00 | 7,934.46 | 6.50 | 5.50 |
| 33 | 0.36 | 100.00 | 6,504.20 | 7.50 | 5.50 |
| 34 | 0.36 | 100.00 | 4,277.55 | 8.50 | 5.50 |
| 35 | 0.48 | 100.00 | 3,755.46 | 9.50 | 5.50 |
| 36 | 0.48 | 100.00 | 5,444.78 | 10.50 | 5.50 |
| 37 | 0.93 | 100.00 | 9,057.90 | 11.50 | 5.50 |
| 38 | 0.93 | 84.00 | 6,316.19 | 12.40 | 5.54 |
| 39 | 0.50 | 1.00 | 11.85 | 3.95 | 4.03 |
| 40 | 0.46 | 16.00 | 443.00 | 4.64 | 4.23 |
| 41 | 0.51 | 100.00 | 2,116.96 | 5.66 | 4.44 |
| 42 | 0.57 | 100.00 | 3,181.49 | 6.60 | 4.50 |
| 43 | 0.35 | 100.00 | 4,022.46 | 7.50 | 4.50 |
| 44 | 0.39 | 100.00 | 7,436.72 | 8.50 | 4.50 |
| 45 | 0.47 | 100.00 | 4,488.58 | 9.50 | 4.50 |
| 46 | 0.55 | 100.00 | 6,385.54 | 10.40 | 4.50 |
| 47 | 0.93 | 100.00 | 4,459.02 | 11.47 | 4.52 |
| 48 | 0.93 | 13.00 | 477.03 | 12.14 | 4.81 |
| 49 | 0.00 | 24.00 | 0.00 | 2.78 | 3.24 |
| 50 | 0.44 | 94.00 | 2,041.38 | 3.61 | 3.45 |
| 51 | 0.39 | 100.00 | 2,742.40 | 4.50 | 3.50 |
| 52 | 0.54 | 100.00 | 3,681.49 | 6.60 | 3.60 |
| 53 | 0.32 | 100.00 | 2,635.71 | 6.50 | 3.50 |
| 54 | 0.40 | 100.00 | 2,987.00 | 7.49 | 3.53 |
| 55 | 0.40 | 84.00 | 2,621.03 | 8.45 | 3.72 |
| 56 | 0.57 | 67.00 | 5,584.98 | 9.62 | 3.68 |
| 57 | 0.69 | 98.00 | 6,011.71 | 10.46 | 3.59 |
| 58 | 0.93 | 18.00 | 1,148.49 | 11.20 | 3.82 |
| 59 | 0.00 | 17.00 | 0.00 | 1.72 | 2.15 |
| 60 | 0.00 | 89.00 | 0.00 | 2.88 | 2.44 |

TABLA 4.3.5

(continuación)

| | | | | | |
|---------|------|--------|------------|-------|------|
| 61 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 1.50 | 2.50 |
| 62 | 0.00 | 99.00 | 0.00 | 4.49 | 2.52 |
| 63 | 0.00 | 35.00 | 0.00 | 5.34 | 2.79 |
| 64 | 0.00 | 11.00 | 0.00 | 6.66 | 2.90 |
| 65 | 0.23 | 11.00 | 141.43 | 7.22 | 2.86 |
| 66 | 0.68 | 25.00 | 717.21 | 8.78 | 2.25 |
| 67 | 0.68 | 99.00 | 2,812.11 | 9.55 | 2.44 |
| 68 | 0.68 | 96.00 | 2,803.70 | 10.42 | 2.56 |
| 69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.78 | 1.60 |
| 70 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 1.62 | 1.39 |
| 71 | 0.00 | 10.00 | 0.00 | 2.50 | 1.50 |
| 72 | 0.00 | 16.00 | 0.00 | 3.81 | 1.50 |
| 73 | 0.00 | 36.00 | 0.00 | 4.26 | 1.65 |
| 74 | 0.71 | 27.00 | 737.68 | 4.81 | 1.68 |
| 75 | 0.71 | 98.00 | 2,675.09 | 9.53 | 1.53 |
| 76 | 0.71 | 36.00 | 1,036.25 | 10.23 | 1.66 |
| 77 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.54 | 0.46 |
| 78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 0.50 |
| 79 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.50 | 0.50 |
| 80 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 3.50 | 0.50 |
| 81 | 0.00 | 4.00 | 0.00 | 4.08 | 0.60 |
| 82 | 0.76 | 1.00 | 27.40 | 9.89 | 0.34 |
| S U M A | | | 364,941.66 | | |

| Centroides | Coordenadas | |
|------------|-------------|------|
| | X | Y |
| Pendiente | 3.11 | 6.72 |



SIMBOLOGIA

- LENTIMO CENKILUPKO
- CENTRINO DE PUBLICIDAD
- CENTRINO DE CENKILUPKO
- CENTRINO DE VILAJAYAS
- CENTRINO DE PUNTOVITA
- CENTRINO SIBIRAL
- REGINA FACTIBLE
- ENVALANTE A 100 m
- ENVALANTE A 200 m
- ENVALANTE A 300 m
- ENVALANTE A 400 m
- ENVALANTE A 500 m
- LENTIMO DE LA TAYVA DE ESTUDIO

A
B
C
D
E
G

SITIOS FACTIBLES

- 1. CABINA SANTA FE
- 2. JIVAN
- 3. SAN ANTONIO
- 4. S. DE JAYAS

**5. CRITERIOS PARA LA EVALUACION Y
SELECCION DE SITIOS**

CAPITULO 5

5. CRITERIOS PARA LA EVALUACION Y SELECCION DE SITIOS

La selección del sitio más adecuado para la ubicación de una Estación de Transferencia de entre un conjunto de sitios factibles, se puede efectuar mediante un análisis de tipo económico que considere el costo que representa el transporte de los residuos sólidos, desde los centros de generación hasta los sitios factibles para la ubicación de la Estación de Transferencia, como lo establece la siguiente expresión:

$$\text{MIN: } ZI = \sum_{k=1}^{n1} P(k) D(k,l) Ck \dots \text{ ec.(5.1)}$$

Donde:

- ZI = Costo de transportación de los residuos sólidos desde los sectores de generación "k", hasta el sitio "l", propuesto para ubicar la Estación de Transferencia.
- Ck = Costo unitario de la tonelada de residuos sólidos recolectada en el sector "k"
- P(k) = Tonelaje de basura generada en el sector "k"
- D(k,l) = Distancia promedio entre el centro de gravedad del sector "k" y el sitio "l"

Cuando no se cuente con la información necesaria para determinar el costo unitario de la tonelada de basura recolectada en cada uno de los sectores de recolección, el análisis puede efectuarse solamente con los tonelajes de basura generados en los sectores de recolección con las distancias promedio de los centros de gravedad hacia cada uno de los sitios propuestos.

A pesar de que este tipo de análisis asegura encontrar la solución óptima en términos de productividad, en ocasiones no resulta ser suficiente para tomar la decisión sobre la mejor ubicación que debe tener una estación de transferencia, ya que hay otros aspectos de tipo social, político, ambiental, de salud pública y de percepción ciudadana, que son importantes de considerar.

El objetivo fundamental de esta metodología, es lograr a través de su aplicación, que el sitio elegido sea aquel que por sus propias características, asegure que las implicaciones ambientales que la instalación genere durante su operación, sean las menores. Para fines meramente descriptivos de la metodología, se establecieron dos conjuntos de variables, uno compuesto por los aspectos ambientales al que se le denominó "ELEMENTOS DEL ENTORNO URBANO", mientras que al conjunto que reúne las características de los sitios, se le designó "IMPACTANTES POTENCIALES DE LA INSTALACION".

Ahora bien, para identificar los componentes del primer conjunto, se realizó una detallada inspección de la operación de las actuales instalaciones de transferencia, así como una revisión de las notas periodísticas relacionadas con el tema de los residuos sólidos, además de considerar las opciones de diferentes grupos de la sociedad en general. De lo anterior, se derivó la siguiente lista de variables:

- **Ambiente:** Aire, Agua, Suelo, Zonas arboladas, Areas protegidas, etc.
- **Salud:** De toda la población en general, incluyendo sobremanera la de los sectores más desprotegidos, ya sea por su condición y características, o por su inaccesibilidad a los servicios médicos.
- **Bienestar:** Afectaciones y molestias sobre los diferentes ámbitos en lo que se congrega la población en general: casas-habitación, escuelas, hospitales, centros deportivos, etc.
- **Infraestructura Urbana:** Vialidad, Servicios, Parques y Jardines.

Con la relación del conjunto de variables denominadas "IMPACTANTES POTENCIALES DE LA INSTALACION", se debe mencionar que para precisar sus componentes, fue necesario identificar los agentes derivados de la operación de una estación de transferencia, que potencialmente puede generar algún riesgo sobre cada uno de los elementos del entorno urbano, definidos anteriormente.

Estos agentes se mencionan a continuación:

- Ambiente:** Emisión de agentes contaminantes físicas, químicas y biológicas, que puedan llegar a contaminar el ambiente en general. En especial al aire y suelo.
- Salud:** Generación de polvos, microorganismos y otros agentes físicos, químicos y biológicos, que pueden ir directamente al ser humano y a sus animales domésticos; o bien, dispersarse sobre los elementos del ambiente, en ocasiones en concentraciones por encima de los niveles normativos.
- Bienestar:**
- Generación de polvos, ruido y olores.
 - Alto flujo vehicular sobre vialidades secundarias.
 - Dispersión de residuos sólidos en el ambiente.
 - Afectación de la estética por las actividades propias de la instalación.
- Infraestructura:**
- Afectación de la infraestructura vial (carpeta asfáltica, banquetas, guarniciones, mobiliario urbano, etc.).
 - Incremento del mantenimiento en los servicios complementarios.

De acuerdo con el listado anterior, las características propias de los sitios se pueden propiciar que los agentes de riesgo antes anotados sean menos impactantes y más fácilmente controlados. Se indican a continuación las siguientes recomendaciones:

- Ampliar distancia de amortiguamiento a zonas habitadas
- Dirección e Incidencia de vientos
- Menores pendiente de Acceso al sitio
- Accesos viables al sitio
- Suficiente superficie disponible

Después del análisis anterior, se ve con claridad que entre las variables de los dos conjuntos mencionados, existe una cierta relación causa-efecto que puede ser identificada con un enfoque sistemático, para tratar de reducir al máximo la subjetividad que este tipo de valoraciones conllevan implícitamente.

Es así que entonces, puede proponerse a la "Teoría de Juegos" como marco metodológico para el análisis, con el fin de formular un "Juego de Suma Cero" entre el "HOMBRE" y su "ENTORNO", a través del cual ambos buscarán definir aquellas estrategias que respectivamente, les permitan obtener las máximas ganancias y las menores pérdidas. En este juego, el "HOMBRE" estará representado por el conjunto de variables denominado "IMPACTANTES POTENCIALES DE LA INSTALACION", ya que los componentes de este conjunto se refieren a las características de los sitios donde se pretenda instalar una estación de transferencia, cuya operación correrá por cuenta del "HOMBRE" pudiendo esta operación modificar el estado actual que guarde el entorno urbano en los sitios factibles para ubicación de la estación de transferencia. Así mismo, el conjunto de variables designado "ELEMENTOS DEL ENTORNO URBANO", es obvio que representará al "ENTORNO", ya que como se mencionó anteriormente, las variables que lo integran se refieren a los componentes del entorno urbano que pueden verse impactados con la operación de la estación de transferencia. También es obvio que en este enfrentamiento, el "HOMBRE" fungirá como un jugador maximizante, pues con sus acciones o estrategias modificará al "ENTORNO"; mientras que este nunca alterará la estrategia del primero, puesto que siempre estará a la espera de que el "HOMBRE" lleve a cabo cualquiera de sus acciones. Con base en lo anterior, se puede concluir que permanentemente el "HOMBRE" buscará aquellas estrategias que maximicen sus ganancias; mientras que el "ENTORNO" por su parte, tratará de hallar las estrategias que minimicen sus pérdidas.

Para lograr lo anterior, es necesario plantear el juego a través de una "MATRIZ DE PAGOS", que relacione los dos conjuntos de variables, el primero con las acciones del "HOMBRE", (impactantes potenciales de la instalación); y el segundo con las acciones del "ENTORNO" (elementos del entorno urbano).

Se deberá obtener por cada uno de los sitios que se pretendan analizar, una matriz de pagos, la cual se formará mediante la multiplicación de dos matrices, una que engloba el impacto de las acciones que el "HOMBRE" tiene sobre los elementos del "ENTORNO" (Matriz de contribuciones proporcionales), y la otra la "CALIFICACION" de cada uno de los impactantes.

La "MATRIZ DE CONTRIBUCIONES PROPORCIONALES" que se presenta en la Tabla 5.1, relaciona los dos conjuntos de variables, evaluando el impacto que cada una de las acciones del "HOMBRE" que tiene sobre cada uno de los elementos del "ENTORNO". Por ejemplo, una escasa distancia de amortiguamiento puede alterar de algún modo el Bienestar de la población circundante, así como afectar la salud de los mismos, mientras que la incidencias de los vientos, pueden también afectar el bienestar de la población, así como deteriorar e impactar al ambiente.

MATRIZ DE CONTRIBUCIONES PROPORCIONALES

| IMPACTANTES ELEMENTOS URBANOS | DISTANCIA DE AMORTIGUA MIENTO. | VIENTOS | PENDIENTE DE ACCESO | ACCESOS VIALES | SUPERFICIE | SUMA | (%) |
|-------------------------------------|---|---------|------------------------|-------------------|------------|------|------|
| BIENESTAR | 0.6 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 1.7 | 0.34 |
| AMBIENTE | ... | 0.3 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.9 | 0.18 |
| INFRAESTRUCTURA URBANA | ... | — | 0.1 | 0.6 | 0.5 | 1.2 | 0.24 |
| SALUD | 0.4 | 0.4 | 0.3 | ... | 0.1 | 1.2 | 0.24 |
| SUMA | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 |

TABLA 5.1

Esta matriz que será la misma para cualquier sitio que se pretenda analizar, se construyó promediando los valores de contribución reportados por diferentes profesionistas con distintas especialidades, tanto del ramo de la ingeniería, como de las ciencias sociales.

En todo caso si no se está de acuerdo con los valores reportados en la Tabla 5.1, estos pueden ser modificados aplicando el criterio que se crea más conveniente, pero estos criterios deberán ser validados por una asociación civil de expertos en el manejo de residuos sólidos por el colegio de Ingenieros Ambientales y por la parte académica de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. La afectación de los elementos del "ENTORNO" por los impactantes considerados, presentan los siguientes porcentajes:

| | |
|------------------------|------|
| Bienestar | 34 % |
| Ambiente | 18 % |
| Infraestructura urbana | 24 % |
| Salud | 24 % |
| Suma | 100% |

La matriz de "CALIFICACIÓN" de los impactantes, (Tabla 5.2.1) se formó a partir de la evaluación de las características de los sitios (Tabla 5.1.1) mediante funciones de sensibilidad, cuyos tipos y límites corresponden a las características específicas de la región. Estos límites se fijaron tomando como fundamento la normatividad existente y criterios de afectación ambiental. Así por ejemplo una escasa distancia de amortiguamiento puede alterar de algún modo los hábitos de los ciudadanos de área vecinas habitadas, así como alterar la salud y afectar la imagen urbana, la incidencia de vientos puede afectar las áreas afectadas y la salud de sus moradores.

Los tipos de función, fundamentos de límites y expresiones matemáticas que identifican a las funciones de sensibilidad utilizadas, se presentan en la Tabla 5.2, mientras que en las Gráficas 5.1 a 5.5 se ilustran dichas funciones, así como sus valores numéricos.

TIPO, CARACTERISTICAS Y FUNDAMENTOS DE LAS FUNCIONES DE SENSIBILIDAD PROPUESTAS

| IMPACTANTE POTENCIAL | TIPO DE FUNCION | FUNDAMENTOS DE LÍMITES | EXPRESION DE LÍMITES |
|------------------------------|-----------------|---|--|
| DISTANCIA DE AMORTIGUAMIENTO | LINEAL | LA E.P.A RECOMIENDA UNA DISTANCIA MÍNIMA DE 50 m. A DISTANCIAS IGUALES O MAYORES DE 200 m., SE ASIGNO UNA CALIFICACION DE 0. | $f(x) = 1.33 \cdot \frac{x}{150}, \quad 50 < x < 200$ $f(x) = 1 \quad x < 50$ $f(x) = 0 \quad x > 200$ |
| VIENTOS | LINEAL | LA CALIFICACION ASIGNADA CORRESPONDE AL PORCINTAJE DE DIAS DE VIENTOS DESTAVORABLES QUE INCIDEN EN CADA SITIO, ENTRE EL NUMERO DE DIAS DEL AÑO | $f(x) = \frac{x}{365}, \quad 0 < x < 365$ |
| PENDIENTES DE ACCESO | LINEAL | PENDIENTES MENORES DE 3% NO IMPACTAN (CALIF. = 0) PENDIENTES MAYORES DEL 12% SON FUERTEMENTE IMPACTANTES (CALIF. = 1). A LA PENDIENTE DEL 0% SE LE ASIGNO UNA CALIFICACION DE 0.25. | $f(x) = \frac{x}{9} + 0.33, \quad 3 < x < 12$ $f(x) = 1 \quad x > 12$ $f(x) = 0 \quad x < 3$ |
| ACCESOS VIALES | LINEAL | CUANDO SE TENGA UN SOLO ACCESO SE ASIGNO UNA CALIF. = 0.75. CUANDO SE TENGAN DOS Y TRES ACCESOS SE ASIGNAN CALIFICACIONES RESPECTIVAS DE 0.5 Y 0.25. | $f(x) = 1 - \frac{x}{4}, \quad 0 < x < 4$ |
| SUPERFICIE | LINEAL | CUANDO LA RELACION DE AREAS NECESARIA ENTRE AREA DISPONIBLE SEA DE 10 SE CONSIDERO UNA CALIF. = 0. CUANDO LA RELACION SEA DE 0.40, SE ASIGNO UNA CALIF. = 1. | $f(x) = (1.66(1-x)), \quad 0.4 < x < 10$ $f(x) = 1 \quad x < 0.4$ $f(x) = 0 \quad x > 10$ |

E.P.A - AGENCIA PARA PROTECCION DEL AMBIENTE

TABLA 5.2

El objetivo de utilizar las funciones de sensibilidad es eliminar al máximo la subjetividad al calificar cada uno de los impactantes considerados.

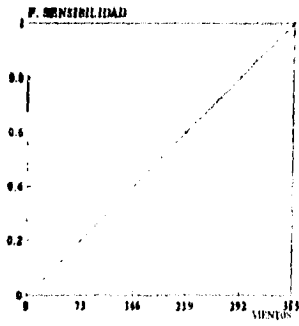
Finalmente el producto de la "MATRIZ DE CALIFICACION" por la "MATRIZ DE CONTRIBUCIONES PROPORCIONALES" dará origen a la MATRIZ DE PAGOS del sitio que se trate; en la cual los valores de cada renglón constituirán los coeficientes de las restricciones del problema lineal en que se transformará dicha matriz de pagos, según la metodología de Newmann-Dantzig, que se describe a continuación:

Aunque existen varios métodos para resolver un determinado juego, en este caso se empleó el de Neumann-Dantzing; el cual, haciendo las transformaciones pertinentes, resuelve el juego con programación lineal. La programación lineal es un medio matemático que proporciona decisiones fundamentadas en la resolución de alternativas operativas complejas. Es aplicable a una categoría general de problemas de optimización que implican la interacción de muchas variables que están sujetas a determinadas restricciones. Estas restricciones existen usualmente, ya que las actividades consideradas compiten en recursos escasos. La programación lineal es, por lo tanto, un procedimiento cuantitativo para determinar la mejor afectación de recursos limitados para alcanzar un objetivo dado.

Una suposición fundamental en la programación lineal es la existencia de linealidad enunciado formalmente, el objeto buscado es la optimización de una función de eficiencia lineal, sujeta a restricciones lineales. Esto puede reunir la minimización de tiempo, la distancia, el costo o la maximización de beneficio, dependiendo del problema considerado. El resultado del procedimiento de cálculo es un programa trazando un plan de acción determinado.

- Se toman las cifras reportadas en la Matriz de Pagos, ordenándolas por renglones
- Se formula un primer cuadro inicial de restricciones, una por cada renglón de la Matriz de Pagos. La formulación incluirá que las restricciones sean desigualdades "mayor o igual" comparados con un cierto valor del juego "V".
- Se agregan variables de holgura a las restricciones, para convertirlas en igualdades.
- Se toma cualquiera de las restricciones del problema, para continuar la función objetivo y restarla de las demás restricciones. Este proceso de transformación, presenta finalmente un problema lineal que puede ser resuelto mediante la aplicación de los técnicos de programación lineal existentes en la actualidad.

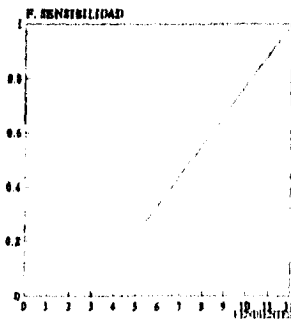
**FUNCION DE SENSIBILIDAD
VIENTOS**



$f(x) = x / 323$ $0 \leq x \leq 323$

GRAFICA 3.1

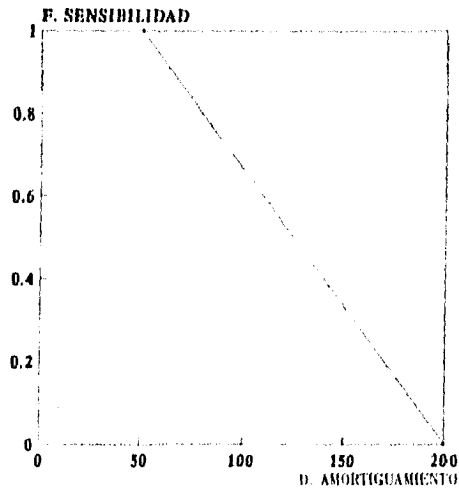
**FUNCION DE SENSIBILIDAD
PENDIENTES**



$f(x) = (x/6 - 0.25)$ $6 \leq x \leq 12$
 $f(x) = 1$ $x = 12$
 $f(x) = 0$ $x < 6$

GRAFICA 3.2

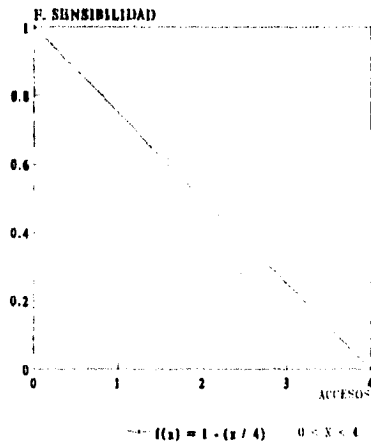
**FUNCION DE SENSIBILIDAD
DISTANCIA DE AMORTIGUAMIENTO**



$f(x) = (1.33 \cdot (x/150))$ $50 \leq x \leq 200$
 $f(x) = 1$ $x < 50$
 $f(x) = 0$ $x > 200$

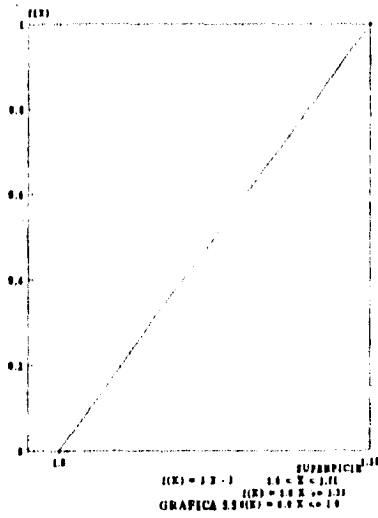
GRAFICA 3.3

**FUNCION DE SENSIBILIDAD
ACCESOS**



GRAFICA 8.4

**FUNCION DE SENSIBILIDAD
SUPERFICIE**



GRAFICA 8.5

Se requiere entonces, hallar aquella solución que optimice la función objetivo formulada en términos de maximizar las estrategias del jugador activo o maximizante, que en este caso es el "HOMBRE", para identificar las acciones que mayormente impactarán el entorno. Los resultados que se obtendrán después de resolver el problema lineal, serán los siguientes:

- a) Valor de la función objetivo, que será el valor del juego planteado.
- b) Valores asignados a las variables consideradas que optimizan la función objetivo y cuya suma será igual a la unidad, con lo cual se intuye que los valores hallados, establecen la importancia que dichas variables tienen entre si.

De lo anterior se desprende el hecho de que se obtendrá un valor del juego y una combinación de variables, por cada sitio considerado

El sitio más adecuado será aquel que presente un menor valor del juego, ya que entre mayor sea el valor del juego o de la función objetivo, mayor será el impacto que sobre el entorno urbano generará la operación de la estación de transferencia.

Aunado a lo anterior, esta metodología, permite no solamente elegir el mejor sitio con base al menor daño ambiental esperado durante la operación de la Estación de Transferencia, sino también identificar las variables primales, los impactantes que pueden propiciar una situación ambiental crítica y su valor de importancia, así como los elementos del entorno que se pueden ver afectados y su valor de afectación, a través de las variables duales.

5.1 Evaluación y Selección de Sitios Factibles en la Delegación Alvaro Obregón.

Una vez definido el polígono que delimita la zona de conveniencia, para la ubicación de la estación de transferencia se efectuó una detallada inspección de la zona de conveniencia, para identificar los sitios factibles de vibración.

De este recorrido se identificaron los siguientes sitios:

Sitio 1 Camino a Santa Fe

Sitio 2 Minas

Sitio 3 San Antonio

Sitio 4 5 de Mayo

La ubicación de estos cuatro sitios se muestra en el Plano 4.3.1.1.

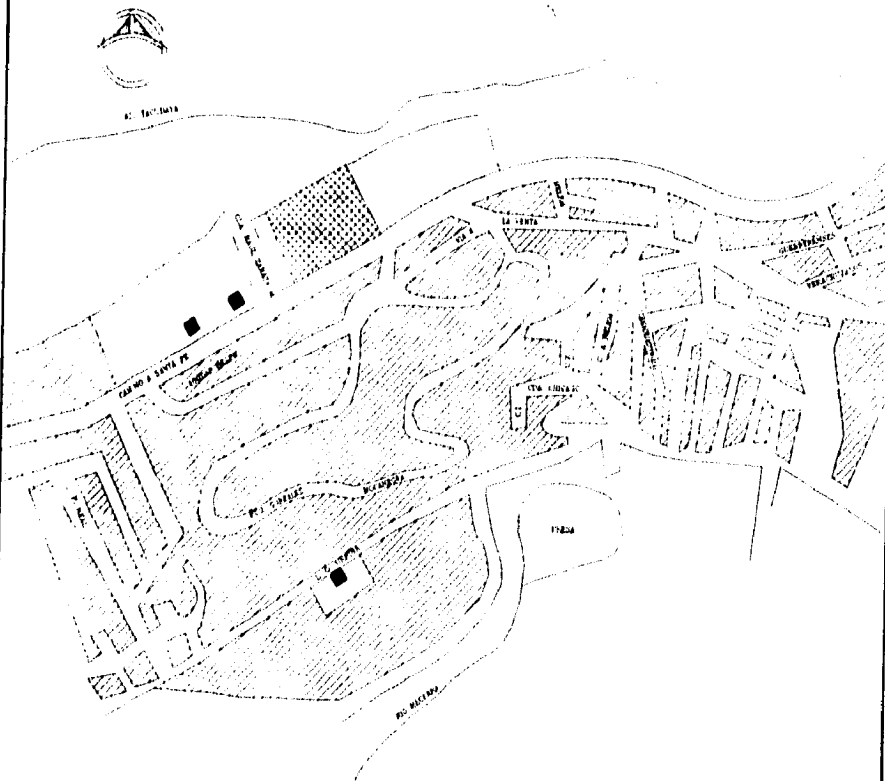
De las visitas de campo a cada uno de los sitios se obtuvieron los croquis 5.1.1 al 5.1.4 donde se puede ver la infraestructura que rodea a estos lugares y las características de cada uno de ellos se presenta a continuación en la Tabla 5.1.1.

CARACTERISTICAS DE LOS SITIOS







| FACTORES DE CAMPO | SITIOS | | | |
|------------------------------|--|--|--|--|
| | CAMINO A SANTA FE | MINAS | SAN ANTONIO | 5 DE MAYO |
| DISTANCIA DE AMORTIGUAMIENTO | 30 M | 20 M | 230 M | 160 M |
| VIENTOS | 32 DIAS OESTE 37 DIAS NORTE 296 DIAS CALMA | 32 DIAS OESTE 37 DIAS NORTE 296 DIAS CALMA | 32 DIAS OESTE 37 DIAS NORTE 296 DIAS CALMA | 32 DIAS OESTE 37 DIAS NORTE 296 DIAS CALMA |
| PENDIENTES | 8 % | 5 % | 3.5 % | 7 % |
| Nº. DE ACCESO AL SITIO | 1 | 2 | 2 | 1 |
| SUPERFICIE REQUERIDA | 9,000 | 9,000 | 9,000 | 9,000 |
| SUPERFICIE DISPONIBLE | 8,500 -1.06 | 7,000 -1.29 | 12,000 +0.75 | 10,500 -0.86 |
| TOPOGRAFIA | ACCIDENTADO | SIMPLANO | PLANO | ACCIDENTADO |
| PROF. DEL MANTO ACUIFERO | 100 M | 85 M | 85 M | 90 M |
| NIVEL TOPOGRAFICO | 2,340 | 2,305 | 2,300 | 2,320 |
| NIVEL DEL ACUIFERO | 2,240 | 2,220 | 2,215 | 2,230 |
| COLINDANCIAS | UNIDAD HABITACIONAL INDUSTRIAS | CENTRO COMUNITARIO HABITACIONAL INST DEPORTIVA | INDUSTRIA | INDUSTRIA CAMPAMENTO R-100 |
| USO DEL SUELO | HABITACIONAL INDUSTRIA MEZCLADA SERVICIOS | AREAS VERDES | INDUSTRIA VECINA | HABITACIONAL SERVICIOS BASICOS |
| SITIO DE DISPOSICION FINAL | 64.2 Km | 57.9 Km | 57.3 Km | 58.2 Km |
| UBICACION | CAMINO A SANTA FE No 19-B COLONIA TOMAS DE RECERRA | AV MINAS ESQ NICANOR ARVIDE COL NICANOR ARVIDE | AV SAN ANTONIO No 124 COL CAROLA | HILPA ALTA Y 3 DE MAYO COL MERCED GOMEZ |

TABLA 5.1.1

CROQUIS DE LOCALIZACION DEL PREDIO UBICADO EN CAMINO A
 SANTA FE COLONIA LOMAS DE BECERRA
 DELEGACION ALVARO OBREGON

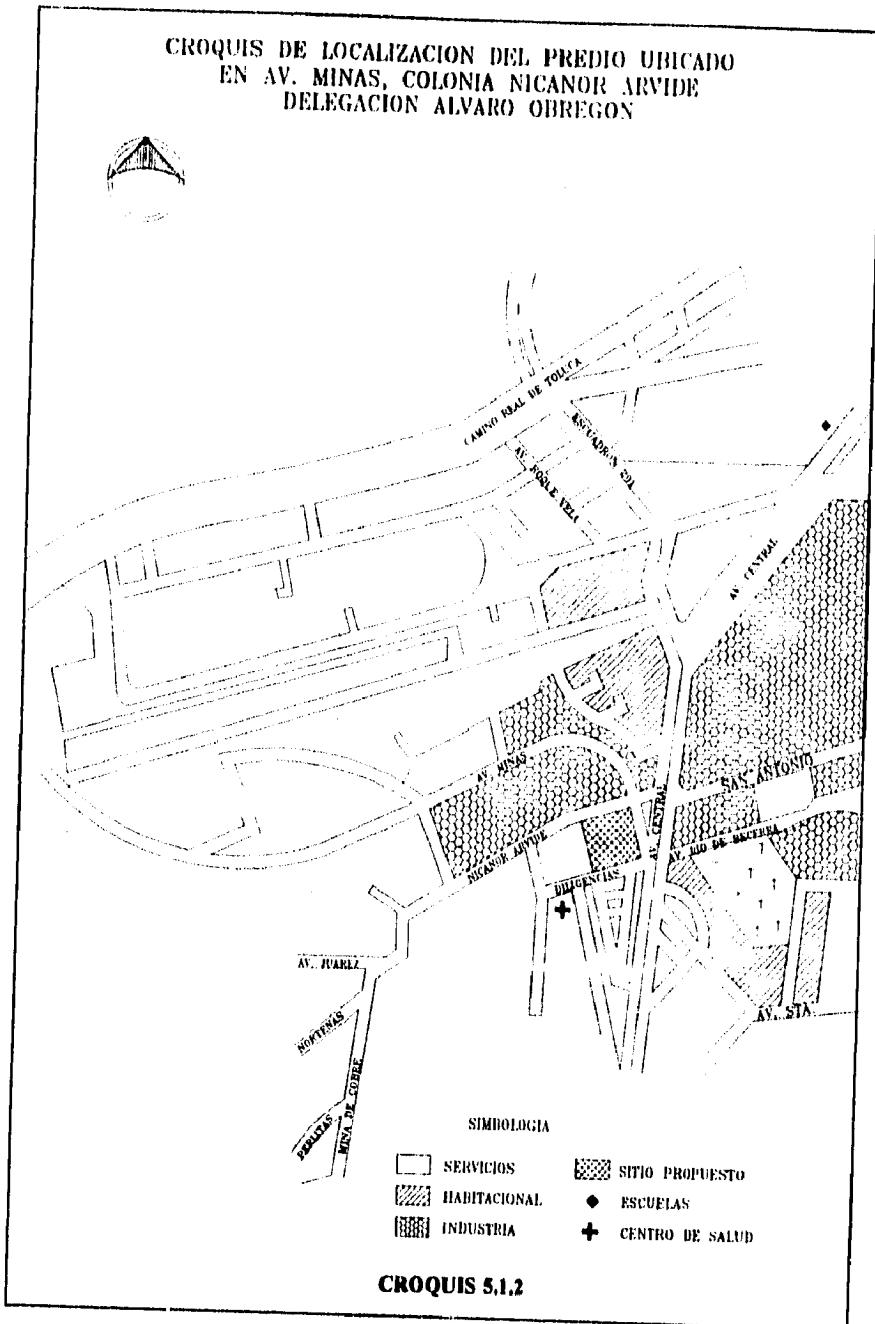


S I M B O L O G I A


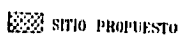




- | | | | |
|---|--------------|---|-----------------|
|  | SERVICIOS |  | SITIO PROPUESTO |
|  | HABITACIONAL |  | ESCUELAS |
|  | INDUSTRIAL |  | CENTRO DE SALUD |

CROQUIS 5.1.1

**CROQUIS DE LOCALIZACION DEL PREDIO UBICADO
EN AV. MINAS, COLONIA NICANOR ARVIDE
DELEGACION ALVARO OBREGON**

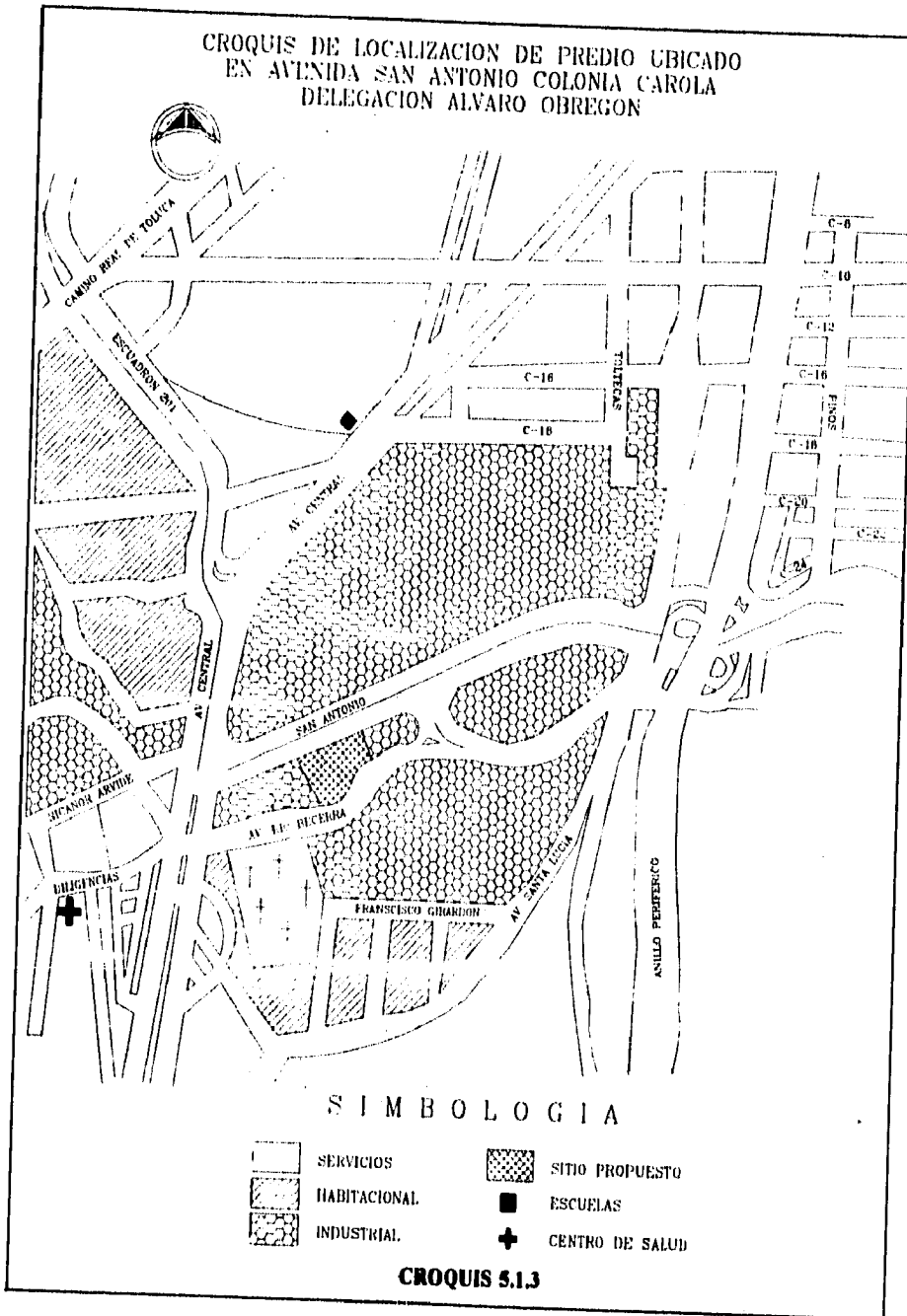


SIMBOLOGIA







- | | |
|--|---|
|  SERVICIOS |  SITIO PROPUESTO |
|  HABITACIONAL |  ESCUELAS |
|  INDUSTRIA |  CENTRO DE SALUD |

CROQUIS 5.1.2

CROQUIS DE LOCALIZACION DE PREDIO UBICADO
 EN AVENIDA SAN ANTONIO COLONIA CAROLA
 DELEGACION ALVARO OBREGON

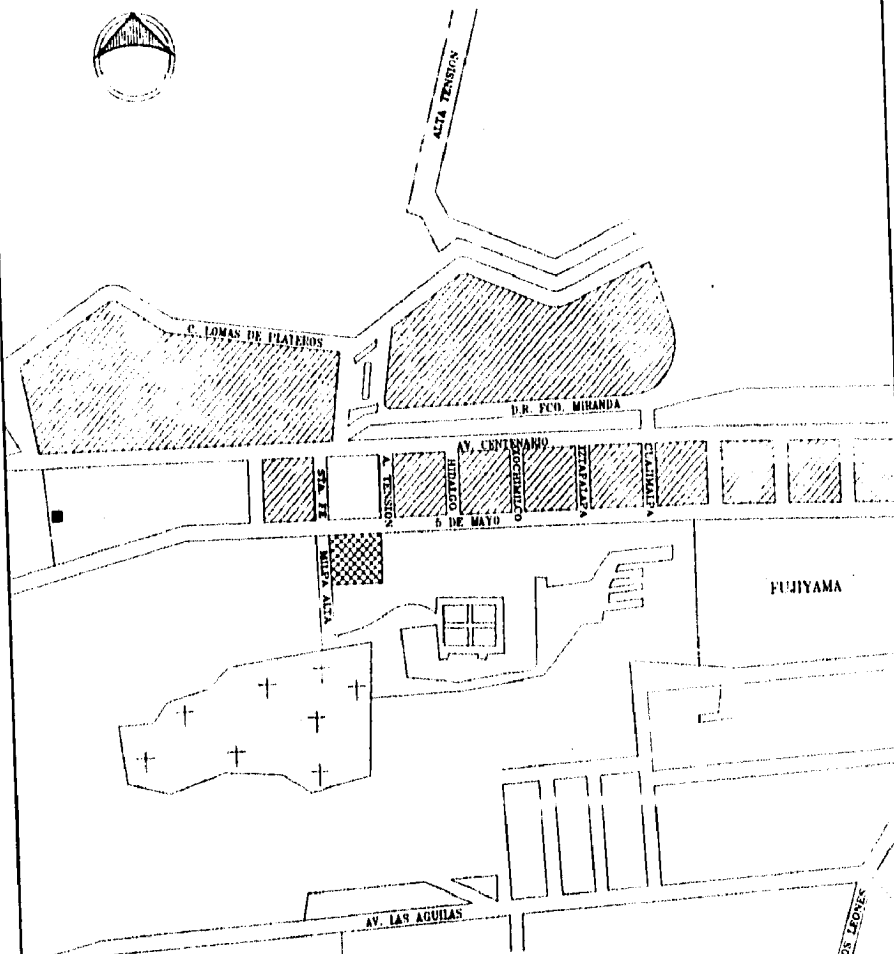


SIMBOLOGIA

- | | | | |
|---|--------------|---|-----------------|
|  | SERVICIOS |  | SITIO PROPUESTO |
|  | HABITACIONAL |  | ESCUELAS |
|  | INDUSTRIAL |  | CENTRO DE SALUD |

CROQUIS 5.1.3

CROQUIS DE LOCALIZACION DEL PREDIO URBANO
 EN 5 DE MAYO COLONIA MERCED GOMEZ
 DELEGACION ALVARO OBREGON



SIMBOLOGIA

- | | |
|--------------|-----------------|
| SERVICIOS | SITIO PROPUESTO |
| HABITACIONAL | ESCUELAS |
| INDUSTRIA | CENTRO DE SALUD |

CROQUIS 5.1.4

5.2 Evaluación de Sitios y Selección del más Idóneo

Una vez identificados los sitios factibles para la ubicación de la estación de transferencia, se desarrolló una metodología para seleccionar el más idóneo, basada en la teoría de juegos. estableciendo el "juego entre dos adversario (hombre y naturaleza)", donde ambos buscan definir aquellas estrategias que les permitan maximizar y minimizar sus ganancias y pérdidas respectivamente dichas estrategias podrán alcanzarse si se toman en cuenta las afectaciones que sufrirán cada uno de los elementos del entorno urbano por la incidencia de los elementos impactantes de la estación de transferencia.

Para poder establecer el juego entre la "Estación de Transferencia y el Entorno Urbano" se seleccionarán como "Impactantes de la Estación", los siguientes componentes:

- Distancia de amortiguamiento a zonas habitadas
- Dirección e incidencia de vientos
- Pendientes de acceso a la estación
- Accesos viales a la estación
- Superficie disponible

Estos factores involucran la totalidad de los eventos que intervienen en la operación de una estación de transferencia y que están relacionadas íntimamente con el entorno urbano.

Por otro lado, como elementos del entorno urbano, se considera a los siguientes elementos:

- Bienestar
- Ambiente
- infraestructura vial
- Salud

Estos elementos son los que principalmente se pueden ver modificados por la implantación de una estación de transferencia

MATRIZ DE CALIFICACIONES

| IMPACTANTE POTENCIAL | SITIO 1 CAMINO A SANTA FE | SITIO 2 MINAS | SITIO 3 SAN ANTONIO | SITIO 4 5 DE MAYO |
|------------------------------|------------------------------|------------------|------------------------|----------------------|
| DISTANCIA DE AMORTIGUAMIENTO | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.27 |
| VIENTOS | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 |
| PENDIENTES DE ACCESO | 0.56 | 0.23 | 0.06 | 0.45 |
| ACCESOS VIALES | 0.75 | 0.50 | 0.50 | 0.75 |
| SUPERFICIE | 0.00 | 0.00 | 0.42 | 0.23 |

TABLA 5.2.1

En las tablas 5.2.2 a 5.2.5, se presentan las matrices de pagos, para cada uno de los sitios analizados, que resultaron de multiplicar la Matriz de Contribuciones Proporcionales por la Matriz de Calificaciones.

MATRIZ DE PAGOS SITIO 1 CAMINO A SANTA FE

| IMPACTANTES ELEMENTO DEL ENTORNO URBANO | DISTANCIA DE AMORTIGUA- MIENTO | VIENTOS | PENDIENTE DE ACCESO | ACCESOS VIALES | SUPERFICIE | SUMA |
|---|--------------------------------------|---------|------------------------|-------------------|------------|-------|
| BIENESTAR | 0.600 | 0.057 | 0.112 | 0.225 | 0.00 | 0.990 |
| AMBIENTE | 0.000 | 0.057 | 0.224 | 0.075 | 0.00 | 0.360 |
| INFRAESTRUCTURA URBANA | 0.000 | 0.000 | 0.056 | 0.450 | 0.00 | 0.510 |
| SALUD | 0.400 | 0.056 | 0.168 | 0.00 | 0.00 | 0.640 |
| SUMA | 1.000 | 0.190 | 0.560 | 0.750 | 0.00 | 2.500 |

TABLA 5.2.2

MATRIZ DE PAGOS

SITIO 2

MINAS

| IMPACTANTES | DISTANCIA DE AMORTIGUAMIENTO | VIENTOS | PENDIENTE DE ACCESO | ACCESOS VIALES | SUPERFICIE | SUMA |
|-----------------------------|------------------------------|---------|---------------------|----------------|------------|-------|
| ELEMENTO DEL ENTORNO URBANO | | | | | | |
| BIENESTAR | 0.600 | 0.057 | 0.046 | 0.150 | 0.00 | 0.853 |
| AMBIENTE | 0.000 | 0.057 | 0.092 | 0.050 | 0.00 | 0.199 |
| INFRAESTRUCTURA URBANA | 0.600 | 0.000 | 0.023 | 0.100 | 0.00 | 0.723 |
| SALUD | 0.400 | 0.076 | 0.069 | 0.000 | 0.00 | 0.545 |
| SUMA | 1.000 | 0.190 | 0.230 | 0.500 | 0.00 | 1.920 |

TABLA 5.2.3

MATRIZ DE PAGOS

SITIO 3

SAN ANTONIO

| IMPACTANTES | DISTANCIA DE AMORTIGUAMIENTO | VIENTOS | PENDIENTE DE ACCESO | ACCESOS VIALES | SUPERFICIE | SUMA |
|-----------------------------|------------------------------|---------|---------------------|----------------|------------|-------|
| ELEMENTO DEL ENTORNO URBANO | | | | | | |
| BIENESTAR | 0.60 | 0.057 | 0.012 | 0.150 | 0.126 | 0.945 |
| AMBIENTE | 0.00 | 0.057 | 0.024 | 0.050 | 0.642 | 0.773 |
| INFRAESTRUCTURA URBANA | 0.00 | 0.000 | 0.006 | 0.300 | 0.210 | 0.516 |
| SALUD | 0.00 | 0.076 | 0.018 | 0.000 | 0.042 | 0.136 |
| SUMA | 0.60 | 0.190 | 0.060 | 0.500 | 0.420 | 1.170 |

TABLA 5.2.4.

MATRIZ DE PAGOS

SITIO 4

5 DE MAYO

| IMPACTANTES ELEMENTO DEL ENTORNO URBANO | DISTANCIA DE AMORTIGUA- MIENTO | VIBRACIONES | PENDIENTE DE ACCESO | ACCESOS VIALES | SUPERFICIE | SUMA |
|--|--------------------------------------|-------------|------------------------|-------------------|------------|-------|
| BIENESTAR | 0.156 | 0.057 | 0.090 | 0.225 | 0.069 | 0.597 |
| AMBIENTE | 0.000 | 0.057 | 0.110 | 0.075 | 0.021 | 0.313 |
| INFRAESTRUCTURA URBANA | 0.000 | 0.000 | 0.045 | 0.450 | 0.115 | 0.610 |
| SALUD | 0.104 | 0.076 | 0.135 | 0.000 | 0.021 | 0.336 |
| SUMA | 0.260 | 0.190 | 0.450 | 0.750 | 0.230 | 1.880 |

TABLA 5.2.5

Para resolver la matriz de pagos, se empleó un sistema de computadora el cual resuelve problemas de programación lineal mediante el método simplex (el método simplex es un algoritmo que hace posible la solución numérica del problema general de la programación lineal. No está restringido a problemas de tres actividades o menos, como los métodos gráficos de solución. El método simplex es un proceso iterativo que empieza con una solución realizable, comprueba su viabilidad de optimización y procede hacia una solución mejorada. Puede demostrarse que el algoritmo alcanzará finalmente una solución óptima, si tal solución existe). Se plantean las ecuaciones a partir de la matriz de pagos, de la siguiente manera:

Se obtiene un sistema de ecuaciones, a partir de la matriz de pagos, del sitio 1.

Sistema de Ecuaciones.

$$\begin{array}{rcccccc}
 0.600X_1 & - & 0.037X_2 & + & 0.112X_3 & - & 0.225X_4 & + & 0X_5 & & \geq & t \\
 0.000X_1 & + & 0.057X_2 & - & 0.224X_3 & + & 0.075X_4 & + & 0X_5 & & \geq & t \\
 0.000X_1 & - & 0.000X_2 & - & 0.056X_3 & - & 0.450X_4 & + & 0X_5 & & \geq & t \\
 0.400X_1 & + & 0.076X_2 & - & 0.168X_3 & - & 0.000X_4 & + & 0X_5 & & \geq & t \\
 X_1 & + & X_2 & - & X_3 & + & X_4 & + & X_5 & & \geq & t
 \end{array}$$

$$\forall X_i \geq 0$$

Restando variables de holgura no negativos tenemos:

$$0.600X_1 - 0.057X_2 - 0.112X_3 - 0.225X_4 - 0X_5 - X_6 = r \quad ec(1)$$

$$0.000X_1 - 0.057X_2 - 0.224X_3 - 0.075X_4 - 0X_5 - X_7 = r \quad ec(2)$$

$$0.000X_1 - 0.000X_2 - 0.056X_3 - 0.450X_4 - 0X_5 - X_8 = r \quad ec(3)$$

$$0.400X_1 - 0.076X_2 - 0.168X_3 - 0.000X_4 - 0X_5 - X_9 = r \quad ec(4)$$

$$X_1 - X_2 - X_3 - X_4 - X_5 = 1$$

$$\forall X_i \geq 0$$

Restando la ec.(1) de la ec.(2),(3) y (4) se obtiene lo siguiente:

$$Z = 0.600 X_1 - 0.057 X_2 - 0.112 X_3 - 0.225 X_4 - 0X_5 - X_6 = 0 \quad ec(1)$$

$$-0.600X_1 - 0.000 X_2 - 0.112 X_3 - 0.150 X_4 - 0X_5 - X_6 - X_7 = 0 \quad ec(2)$$

$$-0.600X_1 - 0.057 X_2 - 0.056 X_3 + 0.225 X_4 - 0X_5 - X_6 + X_8 = 0 \quad ec(3)$$

$$-0.200X_1 - 0.019 X_2 - 0.056 X_3 - 0.225 X_4 - 0X_5 - X_6 - X_9 = 0 \quad ec(4)$$

$$X_1 - X_2 - X_3 + X_4 - X_5 = 1$$

$$\forall X_i \geq 0$$

La matriz a ingresar al programa tendrá la siguiente forma:

| | | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|--------|-----|-----|-----|-----|---|
| -0.600, | 0.000, | 0.112, | -0.150, | 0.000, | 1, | -1, | 0, | 0, | 0 |
| -0.600, | -0.057, | -0.056, | 0.225, | 0.000, | 1, | 0, | -1, | 0, | 0 |
| -0.200, | 0.019, | 0.056, | -0.225, | 0.000, | 1, | 0, | 0, | -1, | 0 |
| 1, | 1, | 1, | 1, | 1, | 0, | 0, | 0, | 0, | 1 |
| 0.600, | 0.057, | 0.112, | 0.225, | 0.000, | -1, | 0, | 0, | 0, | 0 |

Se obtiene un sistema de ecuaciones, a partir de la matriz de pagos, del sitio 2.

Sistema Inicial de Ecuaciones

$$\begin{array}{rcccccc}
 0.600X_1 & - 0.057X_2 & - 0.046X_3 & - 0.150X_4 & - 0X_5 & \geq t \\
 0.000X_1 & - 0.057X_2 & - 0.092X_3 & - 0.050X_4 & - 0X_5 & \geq t \\
 0.000X_1 & - 0.000X_2 & - 0.023X_3 & - 0.300X_4 & - 0X_5 & \geq t \\
 0.400X_1 & - 0.076X_2 & - 0.069X_3 & - 0.000X_4 & - 0X_5 & \geq t \\
 X_1 & - X_2 & - X_3 & + X_4 & - X_5 & \geq t \\
 & & & & & \forall X_i \geq 0
 \end{array}$$

Restando variables de holgura no negativos tenemos:

$$\begin{array}{rccccccccc}
 0.600X_1 & - 0.057X_2 & + 0.046X_3 & + 0.150X_4 & + 0X_5 & - X_6 & = t & \text{ec.(1)} \\
 0.000X_1 & - 0.057X_2 & + 0.092X_3 & + 0.050X_4 & + 0X_5 & - X_7 & = t & \text{ec.(2)} \\
 0.000X_1 & + 0.000X_2 & - 0.023X_3 & + 0.300X_4 & + 0X_5 & - X_8 & = t & \text{ec.(3)} \\
 0.400X_1 & - 0.076X_2 & - 0.069X_3 & + 0.000X_4 & + 0X_5 & - X_9 & = t & \text{ec.(4)} \\
 X_1 & - X_2 & - X_3 & + X_4 & + X_5 & & & \\
 & & & & & & & \forall -X_i \geq 0
 \end{array}$$

Restando la ec.(1) de la ec. (2),(3) y (4) se obtiene lo siguiente:

$$\begin{array}{rccccccccc}
 Z = & 0.600 X_1 & + 0.057 X_2 & - 0.046 X_3 & - 0.150 X_4 & + 0 X_5 & - X_6 & = 0 & \text{ec.(1)} \\
 - 0.600 X_1 & + 0.000 X_2 & + 0.046 X_3 & - 0.100 X_4 & - 0 X_5 & + X_6 & - X_7 & = 0 & \text{ec.(2)} \\
 - 0.600 X_1 & + 0.057 X_2 & + 0.023 X_3 & + 0.150 X_4 & + 0 X_5 & + X_6 & - X_8 & = 0 & \text{ec.(3)} \\
 - 0.200 X_1 & + 0.019 X_2 & + 0.021 X_3 & - 0.150 X_4 & + 0 X_5 & + X_6 & - X_9 & = 0 & \text{ec.(4)} \\
 X_1 & + X_2 & + X_3 & + X_4 & + X_5 & & & = 1 & \\
 & & & & & & & & \forall X_i \geq 0
 \end{array}$$

La matriz a ingresar al programa tendrá la siguiente forma:

| | | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|-------|-----|-----|-----|-----|---|
| -0.600, | 0.000, | 0.046, | -0.100, | 0.00, | 1, | -1, | 0, | 0, | 0 |
| -0.600, | -0.057, | -0.023, | 0.150, | 0.00, | 1, | 0, | -1, | 0, | 0 |
| -0.200, | 0.019, | 0.023, | -0.150, | 0.00, | 1, | 0, | 0, | -1, | 0 |
| 1, | 1, | 1, | 1, | 1, | 0, | 0, | 0, | 0, | 1 |
| 0.600, | 0.057, | 0.046, | 0.150, | 0.00, | -1, | 0, | 0, | 0, | 0 |

Se obtiene un sistema de ecuaciones, a partir de la matriz de pagos, del sitio 3.

Sistema Inicial de ecuaciones

$$\begin{array}{rclclcl}
 0.00X_1 & + & 0.057X_1 & + & 0.012X_1 & + & 0.150X_1 & + & 0.126X_1 & \geq & r \\
 0.00X_1 & + & 0.057X_1 & + & 0.024X_1 & + & 0.050X_1 & + & 0.042X_1 & \geq & r \\
 0.00X_1 & + & 0.000X_1 & + & 0.006X_1 & + & 0.300X_1 & + & 0.210X_1 & \geq & r \\
 0.00X_1 & + & 0.076X_1 & + & 0.018X_1 & + & 0.000X_1 & + & 0.420X_1 & \geq & r \\
 X_1 & + & X_1 & + & X_1 & + & X_1 & + & X_1 & \geq & r \\
 & & & & & & & & & & \forall X_i \geq 0
 \end{array}$$

Restando variables de holgura no negativos tenemos:

$$\begin{array}{rclclcl}
 0.00X_1 & + & 0.057X_1 & + & 0.012X_1 & + & 0.150X_1 & + & 0.126X_1 & - & X_4 & = & r & \text{ec.(1)} \\
 0.00X_1 & + & 0.057X_1 & + & 0.024X_1 & + & 0.050X_1 & + & 0.042X_1 & - & X_4 & = & r & \text{ec.(2)} \\
 0.00X_1 & + & 0.000X_1 & + & 0.006X_1 & + & 0.300X_1 & + & 0.210X_1 & - & X_4 & = & r & \text{ec.(3)} \\
 0.00X_1 & + & 0.076X_1 & + & 0.018X_1 & + & 0.000X_1 & + & 0.420X_1 & - & X_4 & = & r & \text{ec.(4)} \\
 X_1 & + & X_1 & + & X_1 & + & X_1 & + & X_1 & & & = & r & \\
 & & & & & & & & & & & & & \forall X_i \geq 0
 \end{array}$$

Restando la ec.(1) de la ec. (2),(3) y (4) se obtiene lo siguiente:

$$\begin{array}{rcl}
 Z = & 0.00 X_1 & -0.057 X_2 & -0.012 X_3 & +0.150 X_4 & +0.126 X_5 & -X_6 & = 0 & \text{ec.(1)} \\
 0.00 X_1 & +0.000 X_2 & +0.012 X_3 & -0.100 X_4 & -0.084 X_5 & +X_6 & -X_7 & = 0 & \text{ec.(2)} \\
 0.00 X_1 & -0.057 X_2 & -0.006 X_3 & +0.150 X_4 & +0.084 X_5 & +X_6 & -X_7 & = 0 & \text{ec.(3)} \\
 0.00 X_1 & +0.019 X_2 & -0.006 X_3 & -0.150 X_4 & -0.084 X_5 & +X_6 & -X_7 & = 0 & \text{ec.(4)} \\
 X_1 & +X_2 & -X_3 & +X_4 & +X_5 & & & = 1 & \\
 \end{array}$$

$\forall X_i \geq 0$

La matriz a ingresar al programa tendrá la siguiente forma:

| | | | | | | | | | |
|-------|---------|---------|---------|---------|-----|-----|-----|-----|---|
| 0.00, | 0.000, | 0.012, | -0.100, | -0.084, | 1, | -1, | 0, | 0, | 0 |
| 0.00, | -0.057, | -0.006, | 0.150, | 0.084, | 1, | 0, | -1, | 0, | 0 |
| 0.00, | 0.019, | 0.006, | -0.150, | -0.084, | 1, | 0, | 0, | -1, | 0 |
| 1, | 1, | 1, | 1, | 1, | 0, | 0, | 0, | 0, | 1 |
| 0.00, | 0.057, | 0.012, | 0.150, | 0.126, | -1, | 0, | 0, | 0, | 0 |

Se obtiene un sistema de ecuaciones, a partir de la matriz de pagos, del sitio 4.

Sistema de ecuaciones

$$\begin{array}{rcl}
 0.156 X_1 & +0.057 X_2 & +0.090 X_3 & +0.225 X_4 & +0.069 X_5 & \geq 1 \\
 0.000 X_1 & +0.057 X_2 & +0.180 X_3 & +0.075 X_4 & +0.023 X_5 & \geq 1 \\
 0.000 X_1 & +0.000 X_2 & +0.045 X_3 & +0.450 X_4 & +0.115 X_5 & \geq 1 \\
 0.104 X_1 & -0.076 X_2 & -0.135 X_3 & +0.000 X_4 & +0.023 X_5 & \geq 1 \\
 X_1 & +X_2 & +X_3 & +X_4 & +X_5 & \geq 1 \\
 \end{array}$$

$\forall X_i \geq 0$

Restando variables de holgura no negativos tenemos:

$$0.156X_1 - 0.057X_2 - 0.090X_3 - 0.225X_4 - 0.069X_5 - X_6 = r \quad \text{ec. (1)}$$

$$0.000X_1 - 0.057X_2 - 0.180X_3 - 0.075X_4 - 0.023X_5 - X_7 = r \quad \text{ec. (2)}$$

$$0.000X_1 - 0.000X_2 - 0.045X_3 - 0.450X_4 - 0.115X_5 - X_8 = r \quad \text{ec. (3)}$$

$$0.104X_1 - 0.076X_2 - 0.135X_3 - 0.000X_4 - 0.023X_5 - X_9 = r \quad \text{ec. (4)}$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = 1$$

$$\forall X_i \geq 0$$

Restando la ec.(1) de la ec. (2),(3) y (4) se obtiene lo siguiente:

$$Z \rightarrow 0.156 X_1 - 0.057 X_2 - 0.090 X_3 - 0.225 X_4 + 0.069 X_5 - X_6 = 0 \quad \text{ec. (1)}$$

$$-0.156 X_1 + 0.000 X_2 - 0.090 X_3 - 0.150 X_4 - 0.046 X_5 + X_6 - X_7 = 0 \quad \text{ec. (2)}$$

$$-0.156 X_1 - 0.057 X_2 - 0.045 X_3 - 0.225 X_4 + 0.046 X_5 + X_6 - X_8 = 0 \quad \text{ec. (3)}$$

$$-0.052 X_1 + 0.019 X_2 - 0.045 X_3 - 0.225 X_4 - 0.046 X_5 + X_6 - X_9 = 0 \quad \text{ec. (4)}$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = 1$$

$$\forall X_i \geq 0$$

La matriz a ingresar al programa tendrá la siguiente forma:

| | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|---|
| -0.156 | 0.000 | 0.090 | -0.150 | -0.046 | 1. | -1. | 0. | 0. | 0 |
| -0.156 | -0.057 | -0.045 | 0.225 | 0.046 | 1. | 0. | -1. | 0. | 0 |
| -0.052 | 0.019 | 0.045 | -0.225 | -0.046 | 1. | 0. | 0. | -1. | 0 |
| 1. | 1. | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1 |
| 0.156 | 0.057 | 0.090 | 0.225 | 0.069 | -1. | 0. | 0. | 0. | 0 |

Después de ingresar los datos al programa Salma los resultados se presentan a continuación:

PROGRAMA SALMA
PROGRAMA PARA RESOLVER PROBLEMAS DE PROGRAMACION LINEAL
(Maximización y Minimización), CON EL METODO SIMPLEX

EL LISTADO DARA EL ARREGLO SIMPLEX Y BASE EN CADA ITERACION

SUS VARIABLES 1 HASTA 9
VARIABLES ARTIFICIALES 10 HASTA 13
ARREGLO SIMPLEX DESPUES DE 0 ITERACIONES

| | | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| -0.6000 | 0.0000 | 0.01120 | -0.1500 | -0.0000 | 1.0000 | -1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 |
| 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |
| -0.6000 | -0.0570 | -0.0560 | 0.2250 | 0.0000 | 1.0000 | 0.0000 | -1.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |
| -0.2030 | -0.0000 | 0.0560 | -0.2250 | 0.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -1.0000 | 0.0000 |
| 0.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |
| 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | | | |
| -0.6000 | -0.0570 | -0.1120 | -0.2250 | 0.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |
| 0.4000 | -0.9620 | -1.1120 | -0.8500 | -1.0000 | -3.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 |
| 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |

BASE ANTES DE LA ITERACION 1
 VARIABLE VALOR
 10 0
 11 0
 12 0
 13 1
 VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 0

BASE ANTES DE LA ITERACION 2
 VARIABLE VALOR
 10 0
 11 0
 6 0
 13 1
 VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 0

BASE ANTES DE LA ITERACION 3
 VARIABLE VALOR
 10 0
 9 0
 6 0
 13 1
 VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 0

BASE ANTES DE LA ITERACION 4
 VARIABLE VALOR
 3 0
 9 0
 6 0
 13 1
 VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 0

BASE ANTES DE LA ITERACION 5
 VARIABLE VALOR
 3 1
 9 .112
 6 .056
 7 .168
 VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 5.600001E-02

BASE ANTES DE LA ITERACION 6
 VARIABLE VALOR
 3 .8007118
 4 .1992883
 6 0
 7 5.978649E-02
 VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = .1345196

RESPUESTAS
 VARIABLE VALOR
 3 .5980861
 4 .2679426
 6 5.358852E-02
 1 .1339713

VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = .154067

VARIABLES DUALES
 VARIABLE VALOR
 10 -3.269537
 11 -2.878788
 12 -3.851674
 13 .154067

ARREOLO SIMPLEX DESPUES DE 6 ITERACIONES

| | | | | | | | | | |
|---------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 0.0000 | 0.6776 | 1.0000 | 0.0000 | 0.5981 | 0.0000 | -3.3892 | 1.8939 | 1.4952 | 3.3892 |
| -1.8939 | -1.4952 | 0.5981 | 0.5981 | | | | | | |
| 0.0000 | 0.1516 | 0.0000 | 1.0000 | 0.2679 | 0.0000 | 1.1483 | -1.8182 | 0.6699 | -1.1483 |
| 1.8182 | -0.6699 | 0.2679 | 0.2679 | | | | | | |
| 0.0000 | 0.0493 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0536 | 1.0000 | 0.8963 | -0.5303 | -1.3660 | -0.8963 |
| 0.5303 | 1.3660 | 0.0536 | 0.0536 | | | | | | |
| 1.0000 | 0.1708 | 0.0000 | 0.0000 | 0.1340 | 0.0000 | 2.2408 | -0.0758 | -2.1651 | -2.2408 |
| 0.0758 | 2.1651 | 0.1340 | 0.1340 | | | | | | |
| 0.0000 | 0.1062 | 0.0000 | 0.0000 | 0.1541 | 0.0000 | 0.3270 | 0.2879 | 0.3852 | -0.3270 |
| -0.2879 | -0.3852 | 0.1541 | 0.1541 | | | | | | |

NOTA: Cuando su problema sea de minimización y el signo de la función objetivo obtenida del cómputo sea negativo, deberá cambiarse a positivo.

PROGRAMA SALMA

PROGRAMA PARA RESOLVER PROBLEMAS DE PROGRAMACION LINEAL
(Maximización y Minimización), CON EL METODO SIMPLEX

EL LISTADO DARA EL ARREGLO SIMPLEX Y BASE EN CADA ITERACION

SUS VARIABLES 1 HASTA 9
VARIABLES ARTIFICIALES 10 HASTA 13
ARREGLO SIMPLEX DESPUES DE 0 ITERACIONES

| | | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| -0.6000 | 0.0000 | 0.0460 | -0.1000 | 0.0000 | 1.0000 | -1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 |
| 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |
| -0.6000 | -0.0570 | -0.0230 | 0.1500 | 0.0000 | 1.0000 | 0.0000 | -1.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |
| -0.2000 | 0.0190 | 0.0230 | -0.1500 | 0.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -1.0000 | 0.0000 |
| 0.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |
| 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | | | |
| -0.6000 | -0.0570 | -0.0460 | -0.1500 | 0.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |
| 0.4000 | -0.9620 | -1.1460 | -0.9000 | -1.0000 | -3.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 |
| 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |

BASE ANTES DE LA ITERACION 1

| VARIABLE | VALOR |
|----------|-------|
| 10 | 0 |
| 11 | 0 |
| 12 | 0 |
| 13 | 1 |

VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 0

BASE ANTES DE LA ITERACION 2

| VARIABLE | VALOR |
|----------|-------|
| 10 | 0 |
| 11 | 0 |
| 6 | 0 |
| 13 | 1 |

VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 0

BASE ANTES DE LA ITERACION 3

| VARIABLE | VALOR |
|----------|-------|
| 10 | 0 |
| 9 | 0 |
| 6 | 0 |
| 13 | 1 |

VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 0

BASE ANTES DE LA ITERACION 4

| VARIABLE | VALOR |
|----------|-------|
| 3 | 0 |
| 9 | 0 |
| 6 | 0 |
| 13 | 1 |

VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 0

BASE ANTES DE LA ITERACION 5

| VARIABLE | VALOR |
|----------|-------|
| 3 | 1 |
| 9 | 0.46 |
| 6 | 0.23 |
| 7 | 0.69 |

VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = .023

BASE ANTES DE LA ITERACION 6

| VARIABLE | VALOR |
|----------|----------|
| 3 | .867052 |
| 4 | 132948 |
| 6 | 0 |
| 7 | 0.265896 |

VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 5.982659E-02

RESPUESTAS

| VARIABLE | VALOR |
|----------|--------------|
| 3 | 7309942 |
| 4 | 2017544 |
| 6 | 2.690038E-02 |
| 1 | 6.723145E-02 |

VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 7.733919E-02

VARIABLES DUALES

| VARIABLE | VALOR |
|----------|--------------|
| 10 | -.6586259 |
| 11 | -.1480262 |
| 12 | -.1933479 |
| 13 | 7.733919E-02 |

ARREGLO SIMPLEX DESPUES DE 6 ITERACIONES

| | | | | | | | | | |
|---------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 0.0000 | 0.8838 | 1.0000 | 0.0000 | 0.7310 | 0.0000 | -5.1170 | 3.2895 | 1.8275 | 5.1170 |
| -3.2895 | -1.8275 | 0.7310 | 0.7310 | | | | | | |
| 0.0000 | 0.0159 | 0.0000 | 1.0000 | 0.2018 | 0.0000 | 2.5877 | -3.0921 | 0.5041 | -2.5877 |
| 3.0921 | -0.5044 | 0.2018 | 0.2018 | | | | | | |
| 0.0000 | 0.0211 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0269 | 1.0000 | 1.0117 | -0.5789 | -1.4327 | -1.0117 |
| 0.5789 | 1.4327 | 0.0269 | 0.0269 | | | | | | |
| 1.0000 | 0.1003 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0673 | 0.0000 | 2.5292 | -0.1974 | -2.3319 | -2.5292 |
| 0.1974 | 2.3319 | 0.0673 | 0.0673 | | | | | | |
| 0.0000 | 0.0251 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0773 | 0.0000 | 0.6586 | 0.1480 | 0.1933 | -0.6586 |
| -0.1480 | -0.1933 | 0.0773 | 0.0773 | | | | | | |

NOTA: Cuando su problema sea de minimización y el signo de la función objetivo obtenida del cómputo sea negativo, deberá cambiarse a positivo

PROGRAMA SALMA

**PROGRAMA PARA RESOLVER PROBLEMAS DE PROGRAMACION LINEAL
(Maximización y Minimización), CON EL METODO SIMPLEX**

EL LISTADO DARA EL ARREGLO SIMPLEX Y BASE EN CADA ITERACION

**SUS VARIABLES 1 HASTA 9
VARIABLES ARTIFICIALES 10 HASTA 13
ARREGLO SIMPLEX DESPUES DE 0 ITERACIONES**

| | | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| -0.0000 | 0.0000 | 0.0120 | -0.1000 | -0.0840 | 1.0000 | -1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 |
| 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |
| 0.0000 | -0.0570 | 0.0060 | 0.1500 | 0.0840 | 1.0000 | 0.0000 | -1.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |
| 0.0000 | 0.0190 | 0.0060 | -0.1500 | -0.0840 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -1.0000 | 0.0000 |
| 0.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |
| 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | | | |
| 0.0000 | -0.0570 | -0.0120 | -0.1500 | -0.1260 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |
| -1.0000 | -0.9620 | -1.0240 | -0.9000 | -0.9160 | -3.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 |
| 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |

BASE ANTES DE LA ITERACION 1
 VARIABLE VALOR
 10 0
 11 0
 12 0
 13 1
 VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 0

BASE ANTES DE LA ITERACION 2
 VARIABLE VALOR
 10 0
 11 0
 6 0
 13 1
 VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 0

BASE ANTES DE LA ITERACION 3
 VARIABLE VALOR
 10 0
 9 0
 6 0
 13 1
 VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 0

BASE ANTES DE LA ITERACION 4
 VARIABLE VALOR
 2 0
 9 0
 6 0
 13 1
 VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 0

BASE ANTES DE LA ITERACION 5

| VARIABLE | VALOR |
|----------|--------------|
| 3 | .9999999 |
| 9 | 7.599999E-02 |
| 6 | 5.699999E-02 |
| 7 | 5.699999E-02 |

VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 0

RESPUESTAS

| VARIABLE | VALOR |
|----------|--------------|
| 2 | .8143322 |
| 9 | 6.188923E-03 |
| 6 | 1.856677E-02 |
| 4 | .1856677 |

VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 5.570032E-02

VARIABLES DUALES

| VARIABLE | VALOR |
|----------|---------------|
| 10 | -.9771988 |
| 11 | -2.280119E-02 |
| 12 | 0 |
| 13 | 5.570032E-02 |

ARREGLO SIMPLEX DESPUES DE 5 ITERACIONES

| | | | | | | | | | |
|---------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|
| 0.8143 | 1.0000 | 0.8339 | 0.0000 | 0.2671 | 0.0000 | -3.2573 | 3.2573 | 0.0000 | 3.2573 |
| -3.2573 | 0.0000 | 0.8143 | 0.8143 | | | | | | |
| 0.0062 | 0.0000 | 0.0135 | 0.0000 | -0.0316 | 0.0000 | -1.2248 | 0.2248 | 1.0000 | 1.2248 |
| -0.2248 | -1.0000 | 0.0062 | 0.0062 | | | | | | |
| 0.0186 | 0.0000 | 0.0286 | 0.0000 | -0.0107 | 1.0000 | -0.6743 | -0.3257 | 0.0000 | 0.6743 |
| 0.3257 | 0.0000 | 0.0186 | 0.0186 | | | | | | |
| 0.1857 | 0.0000 | 0.1661 | 1.0000 | 0.7329 | 0.0000 | 3.2573 | -3.2573 | 0.0000 | -3.2573 |
| 3.2573 | 0.0000 | 0.1857 | 0.1857 | | | | | | |
| 0.0557 | 0.0000 | 0.0318 | 0.0000 | 0.0099 | 0.0000 | 0.9772 | 0.0228 | 0.0000 | -0.9772 |
| -0.0288 | 0.0000 | 0.0557 | 0.0557 | | | | | | |

NOTA: Cuando su problema sea de minimización y el signo de la función objetivo obtenida del cómputo sea negativo, deberá cambiarse a positivo.

PROGRAMA SALMA

PROGRAMA PARA RESOLVER PROBLEMAS DE PROGRAMACION LINEAL
(Maximización y Minimización), CON EL METODO SIMPLEX

EL LISTADO DARA EL ARREGLO SIMPLEX Y BASE EN CADA ITERACION

SUS VARIABLES 1 HASTA 9
VARIABLES ARTIFICIALES 10 HASTA 13
ARREGLO SIMPLEX DESPUES DE 0 ITERACIONES

| | | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| -0.1560 | 0.0000 | 0.0900 | -0.1500 | -0.0460 | 1.0000 | -1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 |
| 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |
| -0.1560 | -0.0570 | -0.0450 | 0.2250 | 0.0460 | 1.0000 | 0.0000 | -1.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |
| -0.0520 | 0.0190 | 0.0450 | -0.2250 | -0.0460 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -1.0000 | 0.0000 |
| 0.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |
| 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | 1.0000 | | | | | | |
| -0.1560 | -0.0570 | -0.0900 | -0.2250 | -0.0690 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |
| -0.6360 | -0.9620 | -1.0900 | -0.8500 | -0.9540 | -3.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0000 |
| 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |

BASE ANTES DE LA ITERACION 1
VARIABLE VALOR
10 0
11 0
12 0
13 1
VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 0

BASE ANTES DE LA ITERACION 2
VARIABLE VALOR
10 0
11 0
6 0
13 1
VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 0

BASE ANTES DE LA ITERACION 3
VARIABLE VALOR
10 0
9 0
6 0
13 1
VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 0

BASE ANTES DE LA ITERACION 4
VARIABLE VALOR
3 0
9 0
6 0
13 1
VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = 0

BASE ANTES DE LA ITERACION 5

| VARIABLE | VALOR |
|----------|-------|
| 3 | 1 |
| 9 | .09 |
| 6 | .045 |
| 7 | .135 |

VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = .045

BASE ANTES DE LA ITERACION 6

| VARIABLE | VALOR |
|----------|----------|
| 3 | .8333333 |
| 9 | 0 |
| 4 | .1666667 |
| 7 | .05 |

VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = .1125

BASE ANTES DE LA ITERACION 7

| VARIABLE | VALOR |
|----------|----------|
| 3 | .8333333 |
| 8 | 0 |
| 4 | .1666667 |
| 7 | .05 |

VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = .1125

RESPUESTAS

| VARIABLE | VALOR |
|----------|----------|
| 3 | .8333333 |
| 1 | 0 |
| 4 | .1666667 |
| 7 | .05 |

VALOR DE LA FUNCION OBJETIVO = .1125

VARIABLES DUALES

| VARIABLE | VALOR |
|----------|---------------|
| 10 | 0 |
| 11 | -8.413461E-02 |
| 12 | -.5841345 |
| 13 | .1125 |

ARREGLO SIMPLEX DESPUES DE 5 ITERACIONES

| | | | | | | | | | |
|---------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|
| 0.0000 | 0.7866 | 1.0000 | 0.0000 | 0.6630 | 9.8647 | 0.0000 | -3.0805 | -6.7842 | 0.0000 |
| 3.0805 | 6.7842 | 0.8333 | 0.8333 | | | | | | |
| 1.0000 | 0.1827 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -9.6154 | 0.0000 | 4.8077 | 4.8077 | 0.0000 |
| -4.8077 | -4.8077 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | |
| 0.0000 | 0.0307 | 0.0000 | 1.0000 | 0.3370 | -0.2493 | 0.0000 | -1.7272 | 1.9765 | 0.0000 |
| 1.7272 | -1.9765 | 0.1667 | 0.1667 | | | | | | |
| 0.0000 | 0.0377 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0551 | 1.4252 | 1.0000 | -0.7682 | -1.6571 | -1.0000 |
| 0.7682 | 1.6571 | 0.0500 | 0.0500 | | | | | | |
| 0.0000 | 0.0492 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0665 | 0.3317 | 0.0000 | 0.0841 | 0.5841 | 0.0000 |
| -0.0841 | -0.5841 | 0.1125 | 0.1125 | | | | | | |

NOTA: Cuando su problema sea de minimización y el signo de la función objetivo obtenida del cómputo sea negativo, deberá cambiarse a positivo

5.3 Interpretación de Resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos en las corridas del programa de computadora SALMA, se tiene lo siguiente:

5.3.1 Estrategias del Hombre.

La estrategia obtenida para el juego en cuestión, tanto para el sitio 1,2,3 y 4, es la siguiente:

| SITIO | DISTANCIA DE AMORTIGUAMIENTO (α_1) | VIENTOS (α_2) | PENDIENTE DE ACEBO (α_3) | ACCESOS VIALES (α_4) | SUPERFICIE (α_5) | SUMA |
|-------|---|------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------|
| 1 | 0.134 | 0.000 | 0.598 | 0.268 | 0.000 | 1.00 |
| 2 | 0.067 | 0.000 | 0.731 | 0.202 | 0.000 | 1.00 |
| 3 | 0.000 | 0.814 | 0.000 | 0.186 | 0.000 | 1.00 |
| 4 | 0.000 | 0.000 | 0.833 | 0.167 | 0.000 | 1.00 |

De manera tal que se cumple la condición:

$$X = \sum_{i=1}^n x_i = 1$$

donde $n=5$, para este caso.

$$\sum_{i=1}^5 x_i = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = 1$$

El valor del juego para los sitios analizados fueron los siguientes:

Sitio 1 Camino a Santa Fe = 0.154067 = τ
 Sitio 2 Minas = 0.07733919 = τ
 Sitio 3 San Antonio = 0.05570032 = τ
 Sitio 4 5 de Mayo = 0.1125 = τ

Esto es fácil de corroborar, si se analiza y desarrolla la función objetivo:

$$\text{Max. } Z = \sum_{i=1}^5 a_i x_i = \tau$$

$$\sum_{i=1}^5 x_i = a(X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5) = \tau \quad \sum_{i=1}^5 x_i = a(X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5) = \tau$$

Las estrategias indicadas anteriormente para los sitios, son las que maximizan las "ganancias" del hombre, es decir, son las acciones que mayormente afectarían a la naturaleza.

Para los 4 Sitios, existe una estrategia mixta, que maximiza las ganancias del hombre, donde las acciones de mayor afectación ambiental se reportan a continuación, en orden jerárquico o de importancia:

| SITIO 1 CAMINO A SANTA FE | | SITIO 2 MINAS | | SITIO 3 SAN ANTONIO | | SITIO 4 5 DE MAYO | |
|------------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| IMPACTANTES | VALOR DE AFECTACION | IMPACTANTES | VALOR DE AFECTACION | IMPACTANTES | VALOR DE AFECTACION | IMPACTANTES | VALOR DE AFECTACION |
| PENDIENTES DE ACCESO | 0.598 | PENDIENTES DE ACCESO | 0.711 | VIENTOS | 0.7814 | PENDIENTES DE ACCESO | 0.831 |
| ACCESOS VIALES | 0.268 | ACCESOS VIALES | 0.202 | ACCESOS VIALES | 0.186 | ACCESOS | 0.167 |
| DISTANCIA DE AMORTIGUAMIENTO | 0.134 | DISTANCIA DE AMORTIGUAMIENTO | 0.067 | | | | |

Estos Valores son los que Maximizan la Afectación Ambiental para los 4 Sitios.

5.3.2 Estrategias del Entorno

La solución a todo problema de programación lineal, contiene dentro de la misma, una solución al problema "dual"; que para este caso representan las estrategias del entorno para el juego en cuestión, las cuales se presentan a continuación:

| ELEMENTOS DEL ENTORNO URBANO | SITIO 1 CAMINO A SANTA FE | SITIO 2 MINAS | SITIO 3 SAN ANTONIO | SITIO 4 5 DE MAYO |
|------------------------------|------------------------------|------------------|------------------------|----------------------|
| | VALOR DE AFECTACION | | | |
| INFRAESTRUCTURA (X_{11}) | 0.327 | 0.659 | 0.977 | 0.000 |
| BIENESTAR (X_{11}) | 0.288 | 0.148 | 0.023 | 0.084 |
| AMBIENTE (X_{12}) | 0.385 | 0.193 | 0.000 | 0.584 |
| SALUD (X_{11}) | 0.154 | 0.077 | 0.056 | 0.113 |

Como el problema primal tiene restricciones de igualdad las variables duales no están restringidas en cuanto al signo, por lo que la magnitud del impacto en los elementos de la naturaleza estará definida por su valor absoluto.

De lo anterior puede verse que se cumple con la función objetivo del dual, la cual al desarrollarse con los valores de las variables duales, se obtiene el mismo valor del juego para los sitios 1, 2, 3 y 4, encontrado con el primal.

Las estrategias indicadas anteriormente para los sitios son los que minimizan las "pérdidas del entorno; es decir, son los elementos del entorno afectados por las acciones del hombre, que minimizan en forma global, la afectación ambiental por el efecto alterador del hombre.

Para el sitio 1, se deberá cuidar EL AMBIENTE Y LA INFRAESTRUCTURA.

Para el sitio 2, se deberá poner especial cuidado con LA INFRAESTRUCTURA Y EL AMBIENTE.

Para el sitio 3, se deberá cuidar LA INFRAESTRUCTURA.

Para el sitio 4, se deberá tener cuidado especial CON EL AMBIENTE y en segundo término con LA SALUD.

5.3.3 Selección del Mejor Sitio

La definición del sitio más idóneo para establecer la Estación de Transferencia, se hace comparando los valores del juego obtenidos para los sitios, eligiendo aquel cuyo valor sea menor, o sea aquel sitio que involucre una menor ganancia para las acciones alteradoras del hombre hacia el entorno.

De acuerdo con lo anterior, de los cuatro sitios hipotéticos empleados para el análisis, se optaría por establecer la Estación de Transferencia en el clasificado por el sitio 3, llamado SAN ANTONIO y se encuentra ubicado en la Av. San Antonio esq. Av. Río Becerra No. 424, Col. Carola en la zona Nor-este de la delegación Alvaro Obregón, con un área de 12,000 m², limitado al norte por la Av. San Antonio, al sur por la Av. Río Becerra, al oriente por Anillo Periférico y al poniente por la Av. central y alta tensión.

Localizado en zona predominante industrial, ya que se encuentra al norte la concretera "Concretos Alta Resistencia S.A." al sur el parque vehicular de Ruta 100, al oriente la Embotelladora "Coca Cola" y diversas industrias menores mientras que al poniente se halla el panteón Guadalupe e igualmente, diversas industrias menores.

5.3.4 Comentarios Finales

Un método más sencillo de aplicar e implementar, sin tener que desarrollar toda la estructura metodológica que involucra la aplicación de un método de solución de problemas de programación lineal: Es aquel en donde tan sólo se requiere, obtener las sumatorias de los renglones de la matriz de pagos, para después obtener la suma global de los resultados de tales sumatorias; con lo cual se hallará una sola cifra, que debe interpretarse como el valor de la afectación ambiental del sitio analizado. De la misma manera, este procedimiento se aplicará a los demás sitios, con el fin de comparar su "Valor de Afectación Ambiental" o valor del juego

en cuestión; para elegir aquel sitio cuyo valor de afectación, sea mínimo.

Efectuando lo antes descrito se tiene:

| SITIO | VALOR DE AFECTACION AMBIENTAL | IERARQUIA |
|---------------------|-------------------------------|-----------|
| 3 SAN ANTONIO | 1.170 | 1ª Opción |
| 4 5 DE MAYO | 1.880 | 2ª Opción |
| 2 MINAS | 1.920 | 3ª Opción |
| 1 CAMINO A SANTA FE | 2.500 | 4ª Opción |

Observando la tabla anterior, se concluye que el sitio 3, es el más favorable para la implantación de la Estación de Transferencia, ya que el valor de su afectación ambiental, es menor que para el sitio 1, 2 y 4.

La metodología descrita, además de que permite seleccionar el mejor sitio para una Estación de Transferencia de entre varios propuestos; proporciona elementos para lograr una adecuada toma de decisiones en el control de la afectación ambiental del sitio elegido, ya que precisa aquellos elementos del entorno a los que se les debe poner más cuidado, así como las acciones alteradoras del hombre que pueden impactar al entorno con mayor grado, de manera que puedan tomarse medidas preventivas o correctivas, según sea el caso.

El establecimiento de funciones de sensibilidad reduce la subjetividad en la asignación de calificaciones del efecto que tiene cada factor de campo sobre los elementos del ambiente. No obstante existe cierta subjetividad en la formación de la matriz de "Contribuciones Proporcionales", que puede reducirse, si se desarrollan ciertas funciones de sensibilidad y se establecen convenientemente sus límites para la formación de dicha matriz.

En la aplicación del método, la información necesaria puede obtenerse fácil y económicamente, mediante ciertos análisis rutinarios de suelos e inspecciones de campo.

El método es lo suficientemente flexible, que permite modificar tanto los elementos del ambiente como los factores de campo de acuerdo a condiciones especiales y al criterio del analista.

La teoría de juegos es una herramienta muy poderosa que debe ser utilizada en el tratamiento de problemas de impacto ambiental

La forma en que se planteó el problema de programación lineal para resolver el juego con el método simplex, asegura la obtención de las estrategias óptimas para ambos jugadores. Esto es importante mencionarlo, ya que existen otras formas para el planteamiento del análisis, con las cuales no necesariamente se encuentran las estrategias óptimas.

Ahora bien, desde el punto de vista individual, en términos generales, se puede decir que para los cuatro sitios analizados, los elementos del entorno urbano menos afectados, son la salud y el bienestar.

Lo anterior corrobora la íntima relación que guarda la construcción de una instalación de transferencia, el mejoramiento de la calidad ambiental y la preservación de la salud, a fin de demostrar que una obra de ingeniería de este tipo, no representa riesgo alguno para elementos tan importantes del entorno urbano como son: la salud y el bienestar.

Para el caso particular del sitio de Alvaro Obregón, los impactantes detectados de mayor importancia, quedan cubiertos con las características de la obra que a continuación se citan, que vendrán a fungir como acciones mitigantes.

| IMPACTANTE | CARACTERISTICAS MITIGANTES |
|-----------------------------------|---|
| DIRECCION E INCIDENCIA DE VIENTOS | TECHUMBRE EN RAMPAS Y PLATAFORMA DE TRANSFERENCIA |
| PENDIENTE DE ACCESO A LA ESTACION | SE TENDRAN PENDIENTES DE ACCESO MENOS DEL 3% |
| ACCESOS VIALES A LA ESTACION | LA ESTACION CONTARA CON 3 ACCESOS INDEPENDIENTES |

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

La metodología aquí presentada constituye un primer acercamiento para el estudio de un problema complejo, dada la variedad de criterios, factores y variables que se toman en cuenta.

Un caso que ilustra a la perfección lo antes mencionado, es la problemática que implica el establecimiento de la Estación de Transferencia, esto radica básicamente en que por el propio desarrollo poblacional, se reducen las posibilidades de contar con espacios adecuados para la ubicación de estas instalaciones en áreas urbanas, la cual se vuelve más crítica cuando existe población cercana o colindante a los sitios elegidos para tal fin, esquema que se presenta cada vez con mucha más frecuencia y que no debe parecer extraño; puesto que la filosofía que debe prevalecer cuando se pretenda definir la ubicación de una Estación de Transferencia, es que se halle dentro de las zonas favorables determinadas previamente.

Se recomienda continuar con la aplicación de la metodología citada, con el fin de enriquecer y mejorarla, a fin de fortalecer los criterios de asignación y calificación de los impactantes sobre los elementos del entorno urbano.

Llevar a cabo investigaciones apegadas a la realidad, con el fin de medir para distintos esquemas de operación de estaciones de transferencia, el deterioro que hacia los elementos del entorno urbano, tiene cada uno de los diferentes impactantes. Lo anterior servirá para establecer y definir con cierto conocimiento y detalles, cuales deber ser las distancias de amortiguamiento a los que los diferentes impactantes ya no representan ningún riesgo para el entorno urbano.

Como se puede observar en los resultados del estudio, se identificó como el sitio más factible el sitio denominado San Antonio, el cual fue uno de los sitios propuestos aunque este no se encontraba dentro de las envolventes, fue tomado en cuenta ya que el terreno pertenecía al Departamento del Distrito Federal el cual fue donado para considerarlo dentro de la calificación de los sitios al igual que el sitio llamado camino a Santa Fe. Se consideró también el sitio llamado minas ya que se encontraba muy cercano al de San Antonio y presentaba características propias para ser propuesto como uno más ya que no fue posible encontrar variedad sitios dentro

de las envolventes propuestas porque la zona presentaba en algunas casos densidad alta, vialidades angostas lo cual complicaría el acceso a los vehículos de transferencia. La topografía es muy irregular casi en toda la delegación este fue el factor que complico la selección de sitios que se encontraban en las envolventes.

Como conclusión general y la experiencia que se ha obtenido al aplicar esta metodología para ubicar estaciones de transferencia nos proporciona más que el sitio adecuado la zona factible económica y ambientalmente donde se puede empezar a buscar los sitios óptimos, sobre todo en zonas, delegaciones, estados o ciudades que se encuentran con densidades de población altas o lugares restringidos no aptos para estas actividades como lo marcan las cartas de uso de suelo, que esto es común en la ciudad de México..

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. D.D.F., 1990. Información proporcionada por la Dirección Técnica de Desechos Sólidos, México.
2. D.D.F., 1987. Atlas de la Ciudad de México. D.D.F.-Colegio de México, México.
3. D.D.F., 1985. Imagen de la gran Ciudad, Enciclopedia de México, S.A. de C.V., México.
4. D.D.F., 1988. Evaluación del Impacto Ambiental del proyecto de la Estación de Transferencia en la Delegación Alvaro Obregón; D.T.D.S., México.
5. INEGI, 1990. XI Censo General de Población y Vivienda (Resultados Finales), México.
6. García, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Köeppen (para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana), Instituto de Geografía, UNAM, México.
7. D.D.F., 1990. Programa Parcial de Desarrollo Urbano, Delegación Alvaro Obregón, CGRUPE, México.
8. Técnicas de higiene urbana, recogida y tratamiento de basura limpieza de las vías públicas. Presidida por Roger Dorfmann. Traducida por Francisco Sahabria Celis. Instituto de estudios de administración Madrid 1977, 701.p.p.
9. Ingeniería Urbana y Servicios Técnicos Municipales William S. Foster Instituto de estudios de Administración Local Madrid 1979, 711 p.p.
10. "Sistema para la consulta de información censal" (SCINCE). Resultados Definitivos. XI Censo general de población de población y vivienda, INEGI, 1990 versión 2.0, México, D.F.

11. **Coordinación General del Transporte, "Aniversario de vialidad y Transporte del Distrito Federal 1983", D.D.F., México, D.F., octubre 1984.**
12. **Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda "Programa parcial de Desarrollo Urbano" delegación "Alvaro Obregon", D.D.F., impresión 1990, No. 112**
13. **"Cuaderno Estadístico Delegacional". "Alvaro Obregon" Distrito Federal. Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. INEGI, Edición 1990, México, D.F.**
13. **"Anuario de vialidad y Transporte 1994". Departamento del Distrito Federal, D.D.F., coordinación de transporte, México, D.F., octubre de 1994.**
14. **"Programa integral de lucha contra la contaminación del aire en la zona metropolitana de la ciudad de México" (Anexos)**
15. **"Programa de Desarrollo Urbano", D.D.F.**
16. **Gómez Ortega Cesar, "Mapa Mercadológico de la Mega Ciudad de México". BIMSA, Buro de Investigación de mercados, S.A. de C.V. Edición 1993, México, 1993**
17. **"Imagen de la Gran Capital". Almacenes para los trabajadores del Departamento Ciudad de México. Enciclopedia de México, S.A. de C.V., México 21, D.F.**
18. **"Distrito Federal". Sistema para la consulta de información censal (SCINCE). Resultados definitivos. IX censo general de población y vivienda, 1990. Versión 2.0, INEGI**

ANEXO A

CALCULO PARA LA JUSTIFICACION ECONOMICA DE LA UBICACION DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA OPERANDO CON 800 TON.

CALCULO DE LOS COSTOS DE OPERACION DE LOS EQUIPOS DE RECOLECCION Y TRANSFERENCIA

RECOLECCION

| | |
|--|--------|
| COSTO HORARIO MINTS MAQUINA (ACTIVO) DE UN | \$0.31 |
| VOLTEO | \$0.40 |
| LATERAL O RECTANGULAR | \$0.26 |
| TUBULAR | \$0.26 |
| TRASERA | \$0.27 |
| FRONTAL | \$0.34 |

TRANSFERENCIA

| | |
|--|--------|
| COSTO HORARIO MINTS MAQUINA (ACTIVO) DE UN | \$0.07 |
| TRANSFERENCIA DE CAJA ABIERTA | \$0.07 |
| TRANSFERENCIA DE CAJA CERRADA | \$0.00 |

CALCULO DEL COSTO DE INVERSION (FLUJO) DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA

SUMA DE COSTOS FIJOS DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA \$10,000,000.00

CARGOS FIJOS POR INVERSION Y DEPRECIACION

| | | | |
|-----------------------------------|--------|----------------------------------|----|
| Capacidad de Transporte (Ton/Dia) | 800 | Periodo Habit. de Trabajo (Dias) | 52 |
| Tasa de Interes Mensual (%) | 0.01 | semanas al año | 27 |
| Valor de Rescate (\$) | \$0.00 | dias al mes | 8 |
| Vida Util (Años) | 20 | dias por semana | 8 |
| Vida Util (Dias) | 8400 | | |

| | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| CARGOS POR INVERSION (Ci) | CARGOS POR DEPRECIACION (Cd) |
| Ci = 3,703.70 \$/Dia | Cd = 1,543.21 \$/Dia |

| | |
|------------------------|---------------------------------|
| COSTO FIJO (Cf) | EN TERMINOS DE TONELADAS |
| Cf = 5,248.91 \$/Dia | Cf = 6.56 \$/TON |

COSTOS VARIABLES (Principalmente por personal)
 POR EXPERIENCIA SE TIENE UN COSTO DE: 7,500.00 \$/DIA

EN TERMINOS DE TONELADAS 3.13 \$/TON
 SUMA CARGOS INVERSION MAS CARGO D OPERACION DE \$9.68 \$/TON

R E S U L T A D O S

| | |
|--|-------------------|
| COSTO DE OPERACION DEL EQUIPO DE RECOLECCION | \$0.31 \$/Ton-Min |
| COSTO DE OPERACION DEL EQUIPO DE TRANSFERENCIA | \$0.07 \$/Ton-Min |
| COSTO DE INVERSION DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA | \$0.68 \$/Ton |
| COSTO DE INVERSION DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA | \$1.13 \$/Ton |

T A B L A (para graficar)

| Hi-Minutos | Costo de Operacion Equipo de Recoleccion (\$/Ton-Min) | Costo de Operacion Equipo de Transferencia (\$/Ton-Min) | Minutos |
|------------|---|---|---------|
| 0 | \$0.00 | \$0.68 | 0 |
| 10 | \$3.06 | \$10.36 | 10 |
| 20 | \$6.12 | \$13.06 | 20 |
| 30 | \$9.18 | \$15.76 | 30 |
| 40 | \$12.24 | \$18.46 | 40 |
| 50 | \$15.30 | \$21.16 | 50 |
| 60 | \$18.36 | \$23.86 | 60 |
| 1:10 | \$21.42 | \$26.56 | 70 |
| 1:20 | \$24.48 | \$29.26 | 80 |
| 1:30 | \$27.54 | \$31.96 | 90 |
| 1:42 | \$30.00 | \$34.66 | 100 |
| 1:50 | \$33.06 | \$37.36 | 110 |
| 2:00 | \$36.12 | \$40.06 | 120 |
| 2:10 | \$39.18 | \$42.76 | 130 |
| 2:20 | \$42.24 | \$45.46 | 140 |
| 2:30 | \$45.30 | \$48.16 | 150 |
| 2:42 | \$48.36 | \$50.86 | 160 |
| 2:50 | \$51.42 | \$53.56 | 170 |
| 3:00 | \$54.48 | \$56.26 | 180 |
| 3:10 | \$57.54 | \$58.96 | 190 |
| 3:20 | \$60.60 | \$61.66 | 200 |

CALCULO PARA LA JUSTIFICACION ECONOMICA DE LA UBICACION DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA OPERANDO CON

427 TON.

CALCULO DE LOS COSTOS DE OPERACION DE LOS EQUIPOS DE RECOLECCION Y TRANSFERENCIA

RECOLECCION

| | |
|---|--------|
| COSTO HORARIO MINTS -MAQUINA (ACTIVO) DE UN | \$0.31 |
| VOLTEO | \$0.40 |
| LATERAL O RECTANGULAR | \$0.26 |
| TUBULAR | \$0.26 |
| TRASERA | \$0.27 |
| FRONTAL | \$0.34 |

TRANSFERENCIA

| | |
|---|--------|
| COSTO HORARIO MINTS -MAQUINA (ACTIVO) DE UN | \$0.07 |
| TRANSFERENCIA DE CAJA ABIERTA | \$0.07 |
| TRANSFERENCIA DE CAJA CERRADA | \$0.00 |

CALCULO DEL COSTO DE INVERSION (FIJO) DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA

SUMA DE COSTOS FIJOS DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA **\$10,000,000.00**

CARGOS FIJOS POR INVERSION Y DEPRECIACION

| | | | |
|-----------------------------------|--------|---------------------------------|--|
| Capacidad de Transbordo (Ton/Dia) | 427 | Periodo Habil de Trabajo (Dias) | |
| Tasa de Interes Mensual (%) | 0.01 | 52 semanas al año | |
| Valor de Rescate (\$) | \$0.00 | 27 dias al mes | |
| Vida Util (Años) | 20 | 6 dias por semana | |
| Vida Util (Dias) | 6480 | | |

| | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| CARGOS POR INVERSION (Ci) | CARGOS POR DEPRECIACION (Cd) |
| Ci = 3,703.70 \$/Dia | Cd = 1,543.21 \$/Dia |

| | |
|------------------------|---------------------------------|
| COSTO FIJO (Cf) | EN TERMINOS DE TONELADAS |
| Cf = 5,246.91 \$/Dia | Cf = 12.29 \$/TON |

COSTOS VARIABLES (Principalmente por personal) POR EXPERIENCIA SE TIENE UN COSTO DE: 2,500.00 \$/DIA

| | |
|---|-----------------------|
| EN TERMINOS DE TONELADAS | 5.65 \$/TON |
| SUMA CARGOS INVERSION MAS CARGO D OPERACION DE | \$18.14 \$/TON |

R E S U L T A D O S

| | |
|---|--------------------------|
| COSTO DE OPERACION DEL EQUIPO DE RECOLECCION | \$0.31 \$/Ton-Min |
| COSTO DE OPERACION DEL EQUIPO DE TRANSFERENCIA | \$0.07 \$/Ton-Min |
| COSTO DE INVERSION DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA | \$12.29 \$/Ton |
| COSTO DE OPERACION DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA | \$8.86 \$/Ton |

T A B L A (para graficar)

| En Minutos | Costo de Operacion Equipo de Recoleccion (\$/Ton-Min) | Costo de Operacion Equipo de Transferencia (\$/Ton-Min) | Minutos |
|------------|---|---|---------|
| 0 | \$0.00 | \$18.14 | 0 |
| 10 | \$3.06 | \$18.84 | 10 |
| 20 | \$6.12 | \$19.54 | 20 |
| 30 | \$9.18 | \$20.24 | 30 |
| 40 | \$12.24 | \$20.94 | 40 |
| 50 | \$15.30 | \$21.64 | 50 |
| 60 | \$18.36 | \$22.34 | 60 |
| 1:10 | \$21.42 | \$23.04 | 70 |
| 1:20 | \$24.48 | \$23.74 | 80 |
| 1:30 | \$27.54 | \$24.44 | 90 |
| 1:40 | \$30.60 | \$25.14 | 100 |
| 1:50 | \$33.66 | \$25.84 | 110 |
| 2:00 | \$36.72 | \$26.54 | 120 |
| 2:10 | \$39.78 | \$27.24 | 130 |
| 2:20 | \$42.84 | \$27.94 | 140 |
| 2:30 | \$45.90 | \$28.64 | 150 |
| 2:40 | \$48.96 | \$29.34 | 160 |
| 2:50 | \$52.02 | \$30.04 | 170 |
| 3:00 | \$55.08 | \$30.74 | 180 |
| 3:10 | \$58.14 | \$31.44 | 190 |
| 3:20 | \$61.20 | \$32.14 | 200 |

CÁLCULO DE LOS COSTOS DE OPERACION DE LOS EQUIPOS DE RECOLECCION Y TRANSFERENCIA

| | | | |
|--|-------------------------------|--------|---------|
| Recolección | | | |
| Costo Horario mints.-máquina (ACTIVO) de un: | | | |
| | VOLTEO | \$0.91 | 113 |
| | | \$0.40 | 50 |
| LATERAL O | RECTANGULAR | \$0.26 | 26 |
| | TUBULAR | \$0.26 | 8 |
| | TRASERA | \$0.27 | 25 |
| | FRONTAL | \$0.34 | 4 |
| | | | \$36.86 |
| | | | \$20.00 |
| | | | \$6.76 |
| | | | \$2.08 |
| | | | \$6.75 |
| | | | \$1.36 |
| Transferencia | | | |
| Costo Horario mints.-máquina (ACTIVO) de un: | | | |
| | TRANSFERENCIA DE CAJA ABIERTA | \$0.07 | 20 |
| | TRANSFERENCIA DE CAJA CERRADA | \$0.07 | 20 |
| | | \$0.00 | |
| | | | \$1.40 |
| | | | \$1.40 |
| | | | \$0.00 |

Suma de Costos Fijos de la Estación de Transferencia (C.F. de la E.T.) **\$10,000,000.00**

Cargos Fijos por Inversión y Depreciación

| | | | |
|------------------------------------|--------|---------------------------------|---|
| Capacidad de Transferido (Ton/Día) | 427 | Periodo Hábil de Trabajo (Días) | 6 |
| Tasa de Interés Mensual (%) | 0.01 | 52 semanas al año | |
| Valor de Rescate (v) | \$0.00 | 27 días el mes | |
| Vida Útil (Años) | 20 | | |
| Vida Útil (Días) | 6,480 | | |

| | | | |
|---|----------|--|----------|
| Ci = Cargos por Inversión (\$/día) | | Cd = Cargos por depreciación (\$/día) | |
| CI = ((Cf de la E.T.) / (días de op. al mes)) | 3,703.70 | Cd = (C.F. de la E.T. / Vida Útil en días) | 1,543.21 |
| Cf = Costo fijo (\$/día) | | En términos de toneladas (\$/ton) | |
| CI = (CI + Cd) | 5,246.91 | CI = (CI + Cd) / Capacidad de transferido) | 12.29 |

Costos variables (Principalmente por personal)
 Por experiencia se tiene un costo de: **2,500.00 \$/DIA**
 En términos de toneladas **6.85 \$/TON**

R E S U L T A D O S

| | |
|---|--------------------------|
| COSTO DE OPERACION DEL EQUIPO DE RECOLECCION | \$0.31 \$/Ton-Min |
| COSTO DE OPERACION DEL EQUIPO DE TRANSFERENCIA | \$0.07 \$/Ton-Min |
| COSTO DE INVERSION DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA | \$12.29 \$/Ton |
| COSTO DE OPERACION DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA | \$5.86 \$/Ton |
| SUMA DE CARGOS DE INVERSION MAS CARGOS DE OPERACION DE LA E.T. | \$19.74 \$/Ton |

| Tiempo (H-mint) | T A B L A (para graficar) | | Minutos |
|-----------------|---|---|---------|
| | Costo de Operación Equipo de Recolección (\$/Ton-Min) | Costo de Operación Equipo de Transferencia (\$/Ton-Min) | |
| 0 | \$0.00 | \$18.14 | 0 |
| 10 | \$3.06 | \$18.84 | 10 |
| 20 | \$6.12 | \$19.54 | 20 |
| 30 | \$9.18 | \$20.24 | 30 |
| 40 | \$12.24 | \$20.94 | 40 |
| 50 | \$15.30 | \$21.64 | 50 |
| 60 | \$18.36 | \$22.34 | 60 |
| 70 | \$21.42 | \$23.04 | 70 |
| 80 | \$24.48 | \$23.74 | 80 |
| 90 | \$27.54 | \$24.44 | 90 |
| 100 | \$30.60 | \$25.14 | 100 |
| 110 | \$33.66 | \$25.84 | 110 |
| 120 | \$36.72 | \$26.54 | 120 |
| 130 | \$39.78 | \$27.24 | 130 |
| 140 | \$42.84 | \$27.94 | 140 |
| 150 | \$45.90 | \$28.64 | 150 |
| 160 | \$48.96 | \$29.34 | 160 |
| 170 | \$52.02 | \$30.04 | 170 |
| 180 | \$55.08 | \$30.74 | 180 |
| 190 | \$58.14 | \$31.44 | 190 |
| 200 | \$61.20 | \$32.14 | 200 |
| 210 | \$64.26 | \$32.84 | 210 |
| 220 | \$67.32 | \$33.54 | 220 |
| 230 | \$70.38 | \$34.24 | 230 |
| 240 | \$73.44 | \$34.94 | 240 |
| 250 | \$76.50 | \$35.64 | 250 |

* Datos proporcionados por el Director Técnico de Operación S.M.S.

CALCULO DE LOS COSTOS DE OPERACION DE LOS EQUIPOS DE RECOLECCION Y TRANSFERENCIA

| | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| Recolección | | | |
| Costo Horario místa.-máquina (ACTIVO) de un: | | | |
| | VOLTEO | \$0.31 | 113 |
| | RECTANGULAR | \$0.40 | 50 |
| LATERAL O | TUBULAR | \$0.26 | 26 |
| | TRASERA | \$0.28 | 8 |
| | FRONTAL | \$0.27 | 25 |
| | | \$0.35 | 4 |
| | | | \$1.38 |
| Transferencia | | | |
| Costo Horario místa.-máquina (ACTIVO) de un: | | | |
| | TRANSFERENCIA DE CAJA ABIERTA | \$0.07 | 20 |
| | TRANSFERENCIA DE CAJA CERRADA | \$0.07 | 20 |
| | | | \$0.00 |
| Suma de Costos Fijos de la Estación de Transferencia (Cf. de la E.T.) | | | \$10,000,000.00 |
| Cargos Fijos por Inversión y Depreciación | | | |
| Capacidad de Traslado (Ton/Día) | 800 | Periodo Hábil de Trabajo (Días) | 6 |
| Tasa de Interés Mensual (%) | 0.01 | 52 semanas al año | |
| Valor de Resaca (vr) | \$0.00 | 27 días al mes | |
| Vida Útil (Años) | 20 | | |
| Vida Útil (Días) | 6,480 | | |
| Cf= Cargos por inversión (\$/a) | | Cd= Cargos por depreciación (\$/día) | |
| Cf=(Cf. de la E.T.)/(Vida útil en años) | 3,703.70 | Cd=(Cf. de la E.T.)/Vida Útil en días | 1,543.21 |
| Cf= Costo fijo (\$/a) | | En términos de toneladas (\$/ton) | |
| Cf = (Cf + Cd) | 5,246.91 | Cf = (Cf + Cd)/Capacidad de traslado | 6.56 |
| Costos variables (Principalmente por personal) | | | |
| Por experiencia se tiene un costo de * | 2,500.00 | \$/DIA | |
| En términos de toneladas | 3.13 | \$/TON | |

R E S U L T A D O S

| | |
|---|-------------------|
| COSTO DE OPERACION DEL EQUIPO DE RECOLECCION | \$0.31 \$/ton-Min |
| COSTO DE OPERACION DEL EQUIPO DE TRANSFERENCIA | \$0.07 \$/ton-Min |
| COSTO DE INVERSION DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA | \$6.56 \$/ton |
| COSTO DE OPERACION DE LA ESTACION DE TRANSFERENCIA | \$3.13 \$/ton |
| SUMA DE CARGOS DE INVERSION MAS CARGOS DE OPERACION DE LA E.T. | \$6.68 \$/ton |

| T A B L A (para graficar) | | | |
|----------------------------------|---|---|---------|
| Tiempo (Hr.-min.) | Costo de Operación Equipo de Recolección (\$/Ton-Min) | Costo de Operación Equipo de Transferencia (\$/Ton-Min) | Minutos |
| 0 | \$0.00 | \$9.00 | 0 |
| 10 | \$3.00 | \$10.30 | 10 |
| 20 | \$6.12 | \$11.06 | 20 |
| 30 | \$9.16 | \$11.78 | 30 |
| 40 | \$12.24 | \$12.46 | 40 |
| 50 | \$15.30 | \$13.16 | 50 |
| 60 | \$18.36 | \$13.83 | 60 |
| 1:10 | \$21.42 | \$14.59 | 70 |
| 1:20 | \$24.48 | \$15.28 | 80 |
| 1:30 | \$27.54 | \$15.98 | 90 |
| 1:40 | \$30.60 | \$16.66 | 100 |
| 1:50 | \$33.66 | \$17.33 | 110 |
| 2:00 | \$36.72 | \$18.06 | 120 |
| 2:10 | \$39.78 | \$18.70 | 130 |
| 2:20 | \$42.84 | \$19.48 | 140 |
| 2:30 | \$45.90 | \$20.18 | 150 |
| 2:40 | \$48.96 | \$20.88 | 160 |
| 2:50 | \$52.02 | \$21.58 | 170 |
| 3:00 | \$55.08 | \$22.28 | 180 |
| 3:10 | \$58.14 | \$22.98 | 190 |
| 3:20 | \$61.20 | \$23.68 | 200 |
| 3:30 | \$64.26 | \$24.38 | 210 |
| 3:40 | \$67.36 | \$25.08 | 220 |
| 3:50 | \$70.44 | \$25.78 | 230 |
| 4:00 | \$73.50 | \$26.48 | 240 |
| | | \$27.18 | 250 |

* Datos proporcionados por el Director Técnico de Inversión S.A.S.

ANALISIS DE COSTO HORARIO

| | | | |
|------------------------|-----------------------------|---------|-----|
| MAQUINA | TRACTOR LAMION CAJA ABIERTA | HOJA | DE |
| MARCA | DAHA | MODELO | 18M |
| PRESTADOR DEL SERVICIO | | FORMULA | |
| CAPACIDAD DE LA CAJA | 20 TONELADAS | CLAVE | |

| DATOS GENERALES | | | | | |
|---|------|--------------|------------------------------------|--------|--------|
| Vi = Valor de adquisición | \$ | 333 900.00 | hp = Potencia Nominal | hp | 210 |
| Vn = Valor Neto | \$ | 333 900.00 | Tipo de Combustible | Diésel | |
| lee de Llamas | | 18 | Pc = Precio Combustible | \$/l | 0.95 |
| Costo por Litro | \$ | 800.00 | Fc = Factor Operación | | 0.1 |
| Va = Valor de Llamas | \$ | 10 800.00 | Grupos (I & II) | | |
| IVA = Valor económica de llamas | hr | 2.48 | Cc = Capacidad de Carter | l | 32 |
| V = Valor por litro (Vn + Va + Fa - Vn) | \$ | 327 700.00 | Ta = Tiempo entre cambio de aceite | hr | 200 |
| Vl = Valor de Reserva % | 17% | \$ 82 270.00 | Ft = Factor de Lubricante | \$/l | 0.0034 |
| Ti = Tasa de Interés | % | 12% | Po = Precio del Aceite | \$/l | 6 |
| Ta = Tasa de Deprecio | % | 2% | Ea = Equipo accesorial | l | 0 |
| Vida útil en años | años | 6 | Fm = Factor de Mantenimiento | % | 80% |
| Días trabajados al año | días | 312 | Chofar | l | 82.78 |
| Horas trabajadas al día | hr | 8 | Ayudante | l | 32.25 |
| Va = Valor Económico | hr | 12.480 | Horas trabajadas al día | hr | 8 |
| Ho = Tiempo Trabajo a día | hr | 2.48 | | | |

| CARGOS FIJOS | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------------|---------|--------|---|--------|----------|-----------|-------|
| | | | | | ACTIVA | INACTIVA | EN ESPERA | |
| Depreciación | D = (Vn - Vn) / Va | 333 900 | 32 270 | + | 24.14 | 24.14 | 3.82 | |
| Interés | I = (Vn - Vn) / Va * Ti | 333 900 | 4 802 | + | 8.78 | 8.78 | 8.78 | |
| Paguro | B = (Vn - Vn) / Va * Ta | 333 900 | 32 270 | + | 1.81 | 1.81 | 1.81 | |
| Mantenimiento | M = Fm * V | 8.80 | 24.14 | + | 18.31 | 14.68 | 2.80 | |
| SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA | | | | | + | 53.70 | 48.84 | 16.77 |

| CONSUMOS | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------|--------------------------|---|------|-------|------|------|
| Combustible | Ca = Fc * Pn * Pc | 0.1 | 210 | + | 0.95 | 18.90 | 2.80 | 0.00 |
| Lubricante | L = (Cc / Ta) * (Ft * P) / (Pc * Ho) | 32 | (0.1 * 8 * 0.0034) * 210 | + | 0.95 | 1.30 | 0.21 | 0.00 |
| Llamas | V = Vn / Va | 10 800.00 | 2.48 | + | | 4.31 | 0.00 | 0.00 |
| SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA | | | | | + | 25.87 | 8.20 | 0.00 |

| CARGOS POR OPERACION | | | | | | | | |
|-----------------------------------|----|-------|-------|-----------|-----|----------|-------|-------|
| Operador | \$ | 82.78 | Turno | Operación | O = | Bo | | |
| Ayudante | \$ | 32.25 | Turno | | | 8 Turnos | | |
| Bo | \$ | 85.04 | Turno | | C = | 85.04 | | |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | | | | + | 10.83 | 10.83 | 10.83 |

| | | ACTIVA | INACTIVA | EN ESPERA |
|------------------------------------|--|--------|----------|-----------|
| COSTO DIRECTO HORA MAQUINA | | 53.70 | 48.84 | 16.77 |
| COSTO DIRECTO MINTS-MAQUINA | | 8.87 | 8.06 | 8.82 |

ANÁLISIS DE COSTO HORARIO

| | |
|---|--|
| MAQUINA <u>VEHICULO DE VOLTEO</u> MARKA _____ RESERVA DEL SERVIDOR _____ PRECIO DE LA CASH <u>35 TONELADAS</u> | HORA _____ MODELO <u>1994</u> FORMULA _____ CLAVE _____ |
|---|--|

| DATOS GENERALES | | | |
|---|------------------|---|-----------|
| V ₀ = Valor de adquisición | \$ 180,890.00 | P ₀ = Precio Nominal | \$ 170 |
| V ₁ = Valor Reso | \$ 180,890.00 | T ₀ = Tipo de Combustible | Gasoline |
| W ₀ = Valor de Libranza | \$ 800.00 | P ₀ = Precio Combustible | \$/M 1.03 |
| C ₀ = Costo por 1 hora | \$ 8,800.00 | F ₀ = Factor Operación | 0.1 |
| V ₀ = Valor de Libranza | \$ 2,498 | G ₀ = Grupo (1 a 8) | |
| W ₀ = Valor promedio de servicio | hr 177,250.00 | C ₀ = Capacidad de Carga | K 18 |
| V ₀ = Valor total (V ₀ + W ₀ + E ₀ + H ₀) | \$ 177,250.00 | T ₀ = Tiempo entre cambios de aceite | hr 200 |
| V ₀ = Valor del Reso en % | 10% \$ 17,725.00 | F ₀ = Factor de Liberación | hr 0.0034 |
| T ₀ = Tasa de Interés | % 12% | P ₀ = Precio del Aceite | \$/M 6 |
| T ₀ = Tasa de Depreciación | % 2% | E ₀ = Equipo personal | \$ 0.00 |
| W ₀ = Valor del año | \$/HOR 6 | F ₀ = Factor de Mantenimiento | % 50% |
| W ₀ = Horas trabajadas al año | hrs 312 | Costo | \$ 52.79 |
| W ₀ = Horas trabajadas al día | hr 6 | Ayudante | \$ 32.25 |
| W ₀ = Horas Estándar | hr 12,480 | Horas trabajadas = día | hr 8 |
| W ₀ = Tiempo Trabajo a día | hr 2,080 | | |

| CARGOS FIJOS | | | | ACTIVA | INACTIVA | EN ESPERA |
|--------------------------------------|---|------------------|---------|----------|----------|-----------|
| Depreciación | D = (V ₀ -W ₀)/T | 180,890 - 11,680 | 169,210 | \$ 13.07 | 13.07 | 1.98 |
| Interés | I = (W ₀ -V ₁)/T | 180,890 - 4,972 | 175,918 | \$ 1.76 | 4.77 | 4.77 |
| Seguro | S = (W ₀ -V ₁)/T | 180,890 - 4,972 | 175,918 | \$ 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| Mantenimiento | M = F ₀ x D | 2.50 | 4 | \$ 13.07 | 4.80 | 0.58 |
| SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA | | | | \$ 25.13 | 23.44 | 8.13 |

| COMBUSTIBLE | | | | ACTIVA | INACTIVA | EN ESPERA |
|---|--|------|------|----------|----------|-----------|
| Combustible | C ₀ = F ₀ x P ₀ x T ₀ | 0.1 | 176 | \$ 1.03 | 17.01 | 2.63 |
| Lubricantes | L = (C ₀ /T ₀) x (F ₀ + F ₁)/P ₀ x L ₀ | 18 | 200 | \$ 0.83 | 0.83 | 0.83 |
| Libranza | V = W ₀ /T | 1800 | 2498 | \$ 1.44 | 0.00 | 0.00 |
| SUMA DE CARGOS DE COMBUSTIBLE POR HORA | | | | \$ 19.78 | 2.73 | 8.00 |

| CARGOS POR OPERACION | | | | ACTIVA | INACTIVA | EN ESPERA |
|-----------------------------------|---|--------|--------|----------|----------|-----------|
| Operario | O = (C ₀ - F ₀ - I - S - M) / T | 57.79 | 60 | \$ 14.88 | 14.88 | 14.88 |
| Ayudante | A = (C ₀ - F ₀ - I - S - M) / T | 84.50 | 117.25 | \$ 14.88 | 14.88 | 14.88 |
| Ba | B = (C ₀ - F ₀ - I - S - M) / T | 117.25 | 0 | \$ 14.88 | 14.88 | 14.88 |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | | | \$ 14.88 | 14.88 | 14.88 |

| | ACTIVA | INACTIVA | EN ESPERA |
|-------------------------------------|----------|----------|-----------|
| COSTO DIRECTO HORA MAQUINA | \$ 66.82 | 40.85 | 23.17 |
| COSTO DIRECTO MINTS. MAQUINA | 0.80 | 0.27 | 0.15 |

ANALISIS DE COSTO HORARIO

| MAQUINA | | VEHICULO DE CARGA RECTANGULAR | | HOJA | | DE | |
|---|--|-------------------------------|-----------|--|----------|----------|-------|
| MARCA | | | | MODELO | | 1988 | |
| PRESTADOR DEL SERVICIO | | | | FORMULA O | | | |
| CAPACIDAD DE LA CARGA | | 4.5 TONELADAS | | CURVE | | | |
| DATOS GENERALES | | | | | | | |
| V ₀ = Valor de adquisición | 0 | 248,100.00 | | P ₀ = Potencia Nominal | hp | 170 | |
| V ₀ = Valor Neto | 0 | 248,100.00 | | T ₀ = Tipo de Combustible | Gasolina | | |
| N ₀ = No. de Litros | 0 | 0 | | P ₀ = Precio Combustible | \$/l | 1.88 | |
| C ₀ = Costo por Litro | 0 | 800.00 | | P ₀ = Factor Capacitativo | | 0.1 | |
| V ₀ = Valor de Litros | 0 | 3,800.00 | | θ = Ángulo (1.6 θ) | | | |
| V ₀ = Valor económica de Litros | 0 | 3,800.00 | | C ₀ = Capacidad de Carga | kg | 50 | |
| V ₀ = Valor total (V ₀ + V ₀ + E ₀ + I ₀) | 0 | 248,800.00 | | T ₀ = Tiempo en el camino de escape | hr | 300 | |
| V ₀ = Valor de Pasaje % | 0% | 24,880.00 | | P ₀ = Factor de Lubricación | litro | 1,000.00 | |
| T ₀ = Tasa de Interés | 0% | 12% | | P ₀ = Precio del Aceite | \$/l | 0 | |
| T ₀ = Tasa de Seguro | 0% | 2% | | E ₀ = Equipo adicional | \$ | 0.00 | |
| V ₀ = Valor en años | 0 años | 0 | | P ₀ = Factor de Mantenimiento | % | 80% | |
| I ₀ = Interés en años | 0 años | 311 | | Conducir | 0 | 82.79 | |
| H ₀ = Horas trabajadas al día | hr | 0 | | Ayudante | 0 | 64.50 | |
| V ₀ = Valor Económico | 0 | 12,480 | | No se trabajada al día | hr | 0 | |
| H ₀ = Tiempo Tránsito al día | hr | 2.888 | | | | | |
| CARGOS FIJOS | | | | | | | |
| Depreciación | C ₀ = (V ₀ - V ₀) / N | 248,100 | 24,810.00 | ACTIVA | 17.88 | 17.88 | 3.70 |
| | | | 12.405 | INACTIVA | | | |
| Impuesto | I ₀ = (V ₀ - V ₀) / N | 248,100 | 24,810.00 | | 0.58 | 0.58 | 0.58 |
| | | | 12.405 | | | | |
| Seguro | S ₀ = (V ₀ - V ₀) / N | 248,100 | 24,810.00 | | 1.10 | 1.10 | 1.10 |
| | | | 12.405 | | | | |
| Mantenimiento | M ₀ = P ₀ * C ₀ | 0.80 | 17.88 | | 0.10 | 0.10 | 1.82 |
| | | | | | 30.18 | 39.78 | 11.88 |
| SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA | | | | | | | |
| COMBUSTIBLE | | | | | | | |
| Combustible | C ₀ = T ₀ * P ₀ * P ₀ | 0.1 | 170 | | 17.81 | 2.81 | 0.00 |
| | | | | | | | |
| Lubricación | L ₀ = (C ₀ * T ₀) / (P ₀ * P ₀) | 15 | 0.1 | | 2.82 | 0.12 | 0.00 |
| | | | | | | | |
| Litros | L ₀ = V ₀ * C ₀ | 3,800 | | | 1.44 | 0.00 | 0.00 |
| | | 2,488 | | | | | |
| | | | | | 19.78 | 2.75 | 0.00 |
| SUMA DE CARGOS DE COMBUSTIBLE POR HORA | | | | | | | |
| CARGOS POR OPERACION | | | | | | | |
| Operador | O ₀ = T ₀ * P ₀ | 0 | 0 | | 14.88 | 14.88 | 14.88 |
| | | | | | | | |
| Ayudante | A ₀ = T ₀ * P ₀ | 0 | 0 | | 14.88 | 14.88 | 14.88 |
| | | | | | | | |
| Bo | B ₀ = T ₀ * P ₀ | 0 | 0 | | 14.88 | 14.88 | 14.88 |
| | | | | | | | |
| | | | | | 14.88 | 14.88 | 14.88 |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | | | | | | |
| COSTO DIRECTO HORA MAQUINA | | | | | | | |
| | | | | ACTIVA | 70.80 | 11.10 | 28.88 |
| COSTO DIRECTO HORA MANTENIMIENTO MAQUINA | | | | | | | |
| | | | | | 0.18 | 0.10 | 0.10 |

ANALISIS DE COSTO HORARIO

| | | | |
|------------------------------------|--|-------------|--|
| MAQUINA VEHICULO DE CARGA TUMBUKAR | | HORA 07 | |
| MARCA | | MODELO 1994 | |
| PRESTACION DEL SERVICIO | | TURNO | |
| CAPACIDAD DE LA CAJA 4.5 TONELADAS | | CLAVE | |

| | | | | | |
|--------------------------------------|------|------------|------------------------------------|----------|--------|
| DATOS GENERALES | | | | | |
| Ve = Valor de adquisición | \$ | 246,000.00 | Pt = Potencia nominal | hp | 170 |
| Va = Valor Acto | \$ | 240,000.00 | Tp = Tipo de Combustible | Gasolina | |
| Nu = No. de Horas | | 8 | Tc = Precio Combustible | \$/lt | 1.00 |
| Ca = Costo por Litro | | 900.00 | Pa = Precio Operación | | 0.11 |
| Vu = Valor de Usos | \$ | 240,000.00 | Pr = Precio (1/4 B) | | |
| Hu = Vida útil en horas de trabajo | hr | 2,000 | Cc = Capacidad de Cilindros | | 4 |
| V = Valor Actual (Va + Vu + Ea + Vt) | \$ | 240,500.00 | Ta = Tiempo entre cambio de aceite | hr | 200 |
| Ta = Tasa de Interés | % | 12% | Fl = Factor de Lubricación | litro | 0.0034 |
| Tc = Tasa de Depreciación | % | 5% | Es = Factor de Aceite | % | 0 |
| Vida útil en años | años | | Ea = Factor de Mantenimiento | % | 0.00 |
| Días trabajados al año | días | 312 | Pr = Factor de Mantenimiento | % | 0.75 |
| Horas trabajadas al día | hr | 8 | Ar = Factor de Ajuste | % | 1.75 |
| Va = Valor Económico | \$ | 12,450 | Ajustante | | 12.25 |
| Ta = Tiempo Total de Vida | hr | 1,992 | Horas trabajadas al día | hr | 8 |

| | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------|---------|--------|-----------|--------------|
| CARGOS FIJOS | | | | | |
| Depreciación | D = (Va - V) / Nu | 240,000 | 31,200 | ACTIVA | 12.00 |
| Mantenimiento | M = (V - Vt) / Nu | 18,000 | 2,250 | INACTIVA | 0.75 |
| Seguro | S = (V - Vt) / Nu | 24,000 | 3,000 | EN ESPERA | 1.50 |
| Mantenimiento | M = (V - Vt) / Nu | 18,000 | 2,250 | | 0.75 |
| SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA | | | | | 16.50 |

| | | | | | |
|---|--------------------------------|--------|------|-----------|--------------|
| CONSUMOS | | | | | |
| Combustible | C = (Pt * Ta) / (Cc * 24) | 170 | 1.00 | ACTIVA | 17.00 |
| Lubricación | L = (Fl * Es * Pr) / (Ta * 24) | 0.0034 | 170 | INACTIVA | 0.58 |
| Empleo | E = (V - Vt) / Nu | 240 | 3.00 | EN ESPERA | 12.00 |
| SUMA DE CARGOS DE CONSUMO POR HORA | | | | | 30.00 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|---|----------|--------------|
| CARGOS POR OPERACION | | | | | |
| Operador | O = (Ar * Pa) / Nu | 1.75 | 8 | ACTIVA | 14.00 |
| Ajustante | A = (Ar * Pa) / Nu | 1.75 | 8 | INACTIVA | 14.00 |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | | | | 28.00 |

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|--------|----------|-----------|-------|
| COSTO DIRECTO HORA MAQUINA | | | | ACTIVA | INACTIVA | EN ESPERA | |
| COSTO DIRECTO HORA MAQUINA | | | | \$ | 20.00 | 14.00 | 28.00 |
| COSTO DIRECTO HORA MAQUINA | | | | | 0.75 | 0.75 | 0.00 |

ANALISIS DE COSTO HORARIO

| | | | |
|------------------------|---------------------------|---------|------|
| MAQUINA | VEHICULO DE CARGA TRASERA | HQM | DE |
| MARCA | | MODELO | 1964 |
| PRESTADOR DEL SERVICIO | | FORMULA | |
| CAPACIDAD DE LA CARGA | 3 TONELADAS | CLAVE | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|--------------|------------|-----------------------------|----|------------|--------------|--|---|-----------------|--|--------|----------------------------------|----|----------|--|----|------|---|----|------------|------------------------------------|-----|--------------|----------------------------------|---|-----|---------------------------------|---|----|----------------|------|---|------------------------|------|-----|-------------------------|----|---|--|----|--------|--|----|-------|--|------------------------|--|------------------------------------|----|-----|--------------------------------------|--|----------|-------------------------------------|------|------|-----------------------------------|--|-----|----------------|--|---|-------------------------------------|-----|----|---|----|-----|---------------------------------------|-----|--------|------------------------------------|------|---|----------------------------------|----|------|--|---|-----|--------|----|-------|----------|----|-------|-------------------------|----|---|
| <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>V₁ = Valor de adquisición</td><td>\$</td><td>264 350.00</td></tr> <tr><td>V₂ = Valor Neto</td><td>\$</td><td>256 310.00</td></tr> <tr><td>No de Litros</td><td></td><td>8</td></tr> <tr><td>Costo por Litro</td><td></td><td>800.00</td></tr> <tr><td>V₃ = Valor de Litros</td><td>\$</td><td>3 840.00</td></tr> <tr><td>V₄ = Valor económico de llantas (dash)</td><td>\$</td><td>2.80</td></tr> <tr><td>V₅ = Valor total (V₂ + V₃ + E₁ + V₄)</td><td>\$</td><td>261 750.00</td></tr> <tr><td>V₆ = Valor de Resaca %</td><td>10%</td><td>\$ 26 175.00</td></tr> <tr><td>T₁ = Tasa de Interés</td><td>%</td><td>12%</td></tr> <tr><td>T₂ = Tasa de Seguro</td><td>%</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Valor en otros</td><td>días</td><td>8</td></tr> <tr><td>Días trabajados al año</td><td>días</td><td>312</td></tr> <tr><td>Horas trabajadas al día</td><td>hr</td><td>8</td></tr> <tr><td>V₇ = Valor Económico (dash) (dash)</td><td>hr</td><td>12 480</td></tr> <tr><td>T₃ = Tiempo trabajo al año</td><td>hr</td><td>7 488</td></tr> </table> | V ₁ = Valor de adquisición | \$ | 264 350.00 | V ₂ = Valor Neto | \$ | 256 310.00 | No de Litros | | 8 | Costo por Litro | | 800.00 | V ₃ = Valor de Litros | \$ | 3 840.00 | V ₄ = Valor económico de llantas (dash) | \$ | 2.80 | V ₅ = Valor total (V ₂ + V ₃ + E ₁ + V ₄) | \$ | 261 750.00 | V ₆ = Valor de Resaca % | 10% | \$ 26 175.00 | T ₁ = Tasa de Interés | % | 12% | T ₂ = Tasa de Seguro | % | 2% | Valor en otros | días | 8 | Días trabajados al año | días | 312 | Horas trabajadas al día | hr | 8 | V ₇ = Valor Económico (dash) (dash) | hr | 12 480 | T ₃ = Tiempo trabajo al año | hr | 7 488 | <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2">DATOS GENERALES</td></tr> <tr><td>P₁ = Distancia Nominal</td><td>hp</td><td>170</td></tr> <tr><td>I₁ = Tipo de Combustible</td><td></td><td>Gasolina</td></tr> <tr><td>P₂ = Precio Combustible</td><td>\$/l</td><td>1.03</td></tr> <tr><td>F₁ = Factor Operación</td><td></td><td>0.1</td></tr> <tr><td>Grupos (1.6 h)</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>C₁ = Capacidad de Cámbi</td><td>lit</td><td>18</td></tr> <tr><td>T₄ = Tiempo entre cambios de aceite</td><td>hr</td><td>200</td></tr> <tr><td>F₂ = Factor de Lubricante</td><td>lit</td><td>0.0075</td></tr> <tr><td>P₃ = Precio del Aceite</td><td>\$/l</td><td>6</td></tr> <tr><td>E₁ = Equipo auxiliar</td><td>\$</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>F₃ = Factor de Mantenimiento</td><td>%</td><td>80%</td></tr> <tr><td>Chofer</td><td>\$</td><td>62.70</td></tr> <tr><td>Ayudante</td><td>\$</td><td>32.70</td></tr> <tr><td>Horas trabajadas al día</td><td>hr</td><td>8</td></tr> </table> | DATOS GENERALES | | P ₁ = Distancia Nominal | hp | 170 | I ₁ = Tipo de Combustible | | Gasolina | P ₂ = Precio Combustible | \$/l | 1.03 | F ₁ = Factor Operación | | 0.1 | Grupos (1.6 h) | | 1 | C ₁ = Capacidad de Cámbi | lit | 18 | T ₄ = Tiempo entre cambios de aceite | hr | 200 | F ₂ = Factor de Lubricante | lit | 0.0075 | P ₃ = Precio del Aceite | \$/l | 6 | E ₁ = Equipo auxiliar | \$ | 0.00 | F ₃ = Factor de Mantenimiento | % | 80% | Chofer | \$ | 62.70 | Ayudante | \$ | 32.70 | Horas trabajadas al día | hr | 8 |
| V ₁ = Valor de adquisición | \$ | 264 350.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| V ₂ = Valor Neto | \$ | 256 310.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No de Litros | | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Costo por Litro | | 800.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| V ₃ = Valor de Litros | \$ | 3 840.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| V ₄ = Valor económico de llantas (dash) | \$ | 2.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| V ₅ = Valor total (V ₂ + V ₃ + E ₁ + V ₄) | \$ | 261 750.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| V ₆ = Valor de Resaca % | 10% | \$ 26 175.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T ₁ = Tasa de Interés | % | 12% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T ₂ = Tasa de Seguro | % | 2% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Valor en otros | días | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Días trabajados al año | días | 312 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Horas trabajadas al día | hr | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| V ₇ = Valor Económico (dash) (dash) | hr | 12 480 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T ₃ = Tiempo trabajo al año | hr | 7 488 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P ₁ = Distancia Nominal | hp | 170 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I ₁ = Tipo de Combustible | | Gasolina | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P ₂ = Precio Combustible | \$/l | 1.03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F ₁ = Factor Operación | | 0.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Grupos (1.6 h) | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C ₁ = Capacidad de Cámbi | lit | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T ₄ = Tiempo entre cambios de aceite | hr | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F ₂ = Factor de Lubricante | lit | 0.0075 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P ₃ = Precio del Aceite | \$/l | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E ₁ = Equipo auxiliar | \$ | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F ₃ = Factor de Mantenimiento | % | 80% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chofer | \$ | 62.70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ayudante | \$ | 32.70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Horas trabajadas al día | hr | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | |
|--------------------------------------|---|------------|-------------|-----------------|
| CARGOS FUJOS | | | | |
| Deprecación | L = (V ₅ - V ₆) / T ₃ | 261 750.00 | - 2 175.00 | + \$ 21.33 |
| Inversión | M = (V ₅ - V ₆) / (T ₃ * 12) | 261 750.00 | + 29 175.00 | + \$ 7.80 |
| Seguro | B = (V ₅ - V ₆) / (T ₃ * 365) | 261 750.00 | + 29 175.00 | + \$ 1.30 |
| Mantenimiento | M + F ₃ * V ₅ | 0.80 | + 21.33 | + \$ 17.05 |
| SUMA DE CARGOS FUJOS POR HORA | | | | \$ 47.48 |

| | | | | |
|---|---|-------|-------|-----------------|
| CONSUMOS | | | | |
| Combustible | C ₁ * F ₁ * P ₁ * P ₂ | 0.1 | + 170 | + \$ 17.61 |
| Lubricante | L = ((C ₁ * F ₁) * (F ₂ * P ₃)) / (T ₄ * 12) | 16 | + 0.1 | + \$ 1.25 |
| Litros | V = V ₄ / V ₇ | 3.082 | | + \$ 1.44 |
| SUMA DE CARGOS DE CONSUMO POR HORA | | | | \$ 20.30 |

| | | | | |
|-----------------------------------|-------------|-------|---------|-----------------|
| CARGOS POR OPERACION | | | | |
| Conductor | C = \$ / hr | 62.70 | + 14.88 | + 14.88 |
| Ayudante | \$ / hr | 32.70 | + 14.88 | + 14.88 |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | | | \$ 44.64 |

| | | | |
|------------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | ACTIVA | INACTIVA | EN ESPERA |
| COSTO DIRECTO HORA MAQUINA | \$ 82.35 | 80.70 | 29.32 |
| COSTO DIRECTO MINTS-MAQUINA | 0.77 | 0.20 | 0.16 |

ANALISIS DE COSTO HORARIO

| MADINA MARCA PRESTADOR DEL SERVICIO CAPACIDAD DE LA CARGA | VEHICULO DE CARGA FRONTA TONELAJAS | HOJA MODELO FORMA CLAVE | DC 1954 | |
|---|--|---|----------------|-----------|
| DATOS GENERALES | | | | |
| V ₀ = Valor de adquisición | \$ 523 800 00 | Fn = Potencia Nominal | hp = 170 | |
| V ₁ = Valor Neto | \$ 523 800 00 | T _g = Tipo de Combustible | Gasolina | |
| N ₀ = No de Litros | 10 | P ₀ = Precio Combustible | \$/l = 1.03 | |
| C ₀ = Costo por Litro | 800 00 | F ₀ = Factor Operación | 0.1 | |
| V ₂ = Valor de Litros | \$ 8 000 00 | S ₀ = Grupo (I & R) | | |
| N ₁ = No de Litros de Normas | 2.486 | C ₀ = Capacidad de Cálculo | l = 16 | |
| V ₃ = Valor Inicial (V ₀ - V ₁ + E ₀ - V ₂) | \$ 517 800 00 | T ₀ = Tiempo entre cambios de aceite | hr = 200 | |
| V ₄ = Valor del Rescate % | 10% = 51 780 00 | F ₁ = Factor de Lubricante | litro = 0.0334 | |
| T ₁ = Tasa de Interés | % = 12% | P ₁ = Precio del Aceite | \$/l = 0 | |
| V ₅ = Valor de Seguro | % = 2% | E ₀ = Equivalencia | \$/l = 0 | |
| V ₆ = Valor de Mantenimiento | \$/hr = 0 | F ₂ = Factor de Mantenimiento | % = 0.07 | |
| C ₁ = Costo de Seguro a año | 0.44 = 317 | Chofe | \$ 52 79 | |
| M ₀ = Horas Trabajadas a año | hr = 2 436 | Ayudante | \$ 37 25 | |
| V ₇ = Valor Económico | hr = 12 430 | Horas Trabajadas a día | hr = 8 | |
| T ₂ = Tiempo Trabajo a día | hr = 7 436 | | | |
| CARGOS FIJOS | | | | |
| Depreciación | D = (V ₀ - V ₇) / T ₂ | ACTIVA | INACTIVA | EN ESPERA |
| | 523 800 - 51 780 = 472 020 / 12 430 = 37 97 | | 37 97 | 0 07 |
| Inversión | I = (V ₀ - V ₇) / T ₂ | | 13 83 | 13 83 |
| | 523 800 - 51 780 = 472 020 / 12 430 = 37 97 | | | |
| Seguro | S = (V ₀ - V ₇) / T ₂ | | 2 11 | 0 31 |
| | 0.44 = 317 / 12 430 = 0 025 | | | |
| Mantenimiento | M = F ₂ * V ₀ | | 28 83 | 6 10 |
| | 0.07 * 523 800 = 36 266 | | | |
| SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA | | | | |
| | | | 87 87 | 28 81 |
| CONSUMOS | | | | |
| Combustible | C ₀ = F ₀ * P ₀ * T ₂ | | 17 51 | 0 00 |
| | 800 * 1.03 * 170 = 139 600 | | | |
| Lubricante | L = ((C ₀ / T ₀) * (F ₁ / F ₀) * T ₂) * P ₁ | | 0 12 | 0 00 |
| | (139 600 / 200) * (0.0334 / 1.03) * 170 = 36 266 | | | |
| Litros | V ₅ = V ₆ * T ₂ | | 0 00 | 0 00 |
| | 2.486 * 170 = 422 620 | | | |
| SUMA DE CARGOS DE CONSUMO POR HORA | | | | |
| | | | 20 74 | 0 00 |
| CARGOS POR OPERACION | | | | |
| Operador | O = 52 79 | Operación | 14 86 | 14 86 |
| Ayudante | A = 37 25 | | 14 86 | 14 86 |
| | | | 14 86 | 14 86 |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | | | |
| | | | 14 86 | 14 86 |
| COSTO DIRECTO HORA MAQUINA | | | | |
| | | ACTIVA | INACTIVA | EN ESPERA |
| | | \$ 122 37 | 86 83 | 41 57 |
| COSTO DIRECTO MINTS. MAQUINA | | | | |
| | | 0 34 | 0 27 | 0 12 |