

0 1167

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

6
20J

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

UNAM

División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería

DEPI

"INTERACCION ENTRE TRANSPORTE Y EXPANSION URBANA IRREGULAR"
Uso de técnicas de Percepción Remota

Tesis de Maestría en Ingeniería, Planeación

Presenta
ING. CLEMENCIA SANTOS CERQUERA

México, D.F. Septiembre de 1993

1993

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

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



"En nuestras ciudades los pobres ocupan los peores suelos en términos de características adquiridas: las áreas más contaminadas con servicios mínimos y el peor transporte. A menudo ocupan las peores tierras en términos de las características inherentes, las áreas más propicias a inundaciones, sujetas a hundimientos y con las peores tierras. Cuando se desarrollan para los sectores más acomodados, en suelos de características inherentes pobres, la diferencia se produce porque los elementos negativos son rápidamente subsanados."

Alan Gilbert / Peter M. Ward.

CONTENIDO

PARTE 1 : UBICACION GEOGRAFICA DEL VALLE DE CHALCO Y DELIMITACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

INTRODUCCION

CAP. 1 INFORMACION GENERAL DEL VALLE DE CHALCO. Pg. 4

1.1 Localización geográfica

1.2 Datos históricos

1.3 Datos demográficos

1.4 Desarrollo agropecuario, comercial e industrial

1.5 Infraestructura y servicios públicos

1.6 Necesidades sentidas de la población

CAP. 2 DELIMITACION DE LA ZONA DE ESTUDIO. Pg. 8

2.1 Ubicación geográfica

2.2 Aspectos relevantes

2.3 Datos demográficos

2.4 Infraestructura y servicios públicos

PARTE 2: DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS EN EL VALLE DE CHALCO.

INTRODUCCION

CAP. 1 CARACTERIZACION Y RELEVAMIENTO DE RUTAS DE TRANSPORTE PUBLICO. Pg. 38

1.1 Aspectos metodológicos para realizar el relevamiento

1.1.1 Objetivos

1.1.1.1 General.

1.1.1.2 Particular.

- 1.1.2 Material y diseño del formulario
 - 1.1.2.1 Material
 - 1.1.2.2 Diseño del formulario para el relevamiento de rutas
 - 1.1.3 Procedimiento para el relevamiento de rutas
 - 1.1.3.1 Fechas de realización
 - 1.1.3.2 Encuestas realizadas
 - 1.1.3.3 Características de la recolección de la información
 - 1.1.4 Procesamiento
- 1.2. Rutas de transporte público de pasajeros
 - 1.2.1 Tipos según vehículo y según concesiones
 - 1.2.2 Itinerarios, capacidad y áreas servidas
 - 1.2.3 Puntos de conexión con sistemas de transporte de pasajeros de alta capacidad fuera del Valle de Chalco
 - 1.2.4 Tarifas
 - 1.2.5 Confrontación de la oferta en horas pico
 - 1.2.6 Calidad del servicio
- 1.3 Interacciones entre sistema de transporte y estructuras territoriales
 - 1.3.1 Recorridos preferenciales sobre el territorio
 - 1.3.2 Adaptabilidad de rutas y proceso de producción de espacio urbano
 - 1.3.3 Creación de nuevas rutas y atención de nuevos segmentos de mercado
 - 1.3.4 Nodos de transferencia y conectividad con la estructura espacial interna
 - 1.3.5 Diversificación de la oferta de servicio de transporte y cambios de uso y densidad de ocupación
 - 1.3.6 Relación entre sistemas de transporte y equipamiento social básico (escuelas, hospitales) y de servicios de gobierno
 - 1.3.7 Tecnología de transporte y contaminación ambiental
 - 1.3.8 Sistema de transporte e imagen urbana
- 1.4 Otros aspectos socioeconómicos vinculados al sistema de transporte
 - 1.4.1 Seguridad
 - 1.4.2 Calidad del transporte
 - 1.4.3 Costo del transporte
 - 1.4.4 Condiciones de producción del transporte
- 1.5 Segundo relevamiento de rutas
 - 1.5.1 Aspectos metodológicos para la realización del relevamiento
 - 1.5.2 Estudio comparativo

CAP. 2 MODALIDADES DE LA PRODUCCION DEL TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS EN EL VALLE DE CHALCO.

Pg. 53

- 2.1 Aspectos metodológicos para el levantamiento de la encuesta

PARTE 3: ESTUDIO Y APLICACION DE LOS SENSORES REMOTOS EN EL ANALISIS URBANO

INTRODUCCION

CAP. 1 INFORMACION BASICA SOBRE SENSORES REMOTOS. Pg. 99

- 1.1 Definiciones
 - 1.1.1 Percepción remota
 - 1.1.2 Sensor remoto
- 1.2 Comportamiento físico de los sensores remotos.
- 1.3 Clasificación general de los sensores remotos
 - 1.3.1 Clasificación de los sensores remotos según la banda espectral utilizada
 - 1.3.2 Clasificación de los sensores remotos según la fuente emisora
 - 1.3.3 Clasificación de los sensores remotos según la ubicación de la fuente emisora y de la fuente receptora
 - 1.3.4 Clasificación de los sensores remotos en base a la información registrada
 - 1.3.5 Clasificación de los sensores remotos según el mecanismo utilizado para captar información
- 1.4 El espectro electromagnético
 - 1.4.1 Definición
 - 1.4.2 Propiedades y limitaciones de las diversas regiones del espectro
 - 1.4.3 Interacciones entre la energía electromagnética y los cuerpos naturales
 - 1.4.3.1 Interacción entre la energía electromagnética y la atmósfera
 - 1.4.3.2 Interacción entre energía electromagnética y los materiales sólidos
 - 1.4.3.3 Interacción entre la energía electromagnética y la ionósfera
 - 1.4.4 Resolución, detectabilidad y reconocimiento
- 1.5 Información básica del sistema SPOT
- 1.6 Aplicaciones, ventajas y limitaciones
 - 1.6.1 Aplicaciones
 - 1.6.1.1 Recursos naturales
 - 1.6.1.2 Urbanismo
 - 1.6.1.3 Proyecciones energéticas
 - 1.6.1.4 Ingeniería civil
 - 1.6.1.5 Vida silvestre
 - 1.6.1.6 Arqueología
 - 1.6.1.7 Prevención de daños ocasionados por desastres naturales
 - 1.6.1.8 Planificación regional
 - 1.6.1.9 Manejo de praderas
 - 1.6.1.10 Inteligencia militar

- 1.6.2 Ventajas
- 1.6.3 Limitaciones

CAP. 2 ESTUDIO Y APLICACION DE LOS SENSORES REMOTOS EN EL ANALISIS URBANO. Pg. 123

- 2.1 Comportamiento general de las curvas de refractancia para la tipificación de las estructuras urbanas
 - 2.1.1 Naturaleza espectral para el uso del suelo urbano
 - 2.1.2 Fotografía aérea pancromática
- 2.2 Reconocimiento de los factores urbanos en las imágenes de sensores remotos
- 2.3 Estudio de casos urbanos analizados con imágenes de sensores remotos

CAP.3 ANALISIS DE LA ZONA DE ESTUDIO CON FOTOGRAFIAS AEREAS. Pg.139

- 3.1 Metodología
 - 3.1.1 Recopilación de información
 - 3.1.2 Reconocimiento general del área y manejo de las fotografías aéreas
 - 3.1.3 Determinación del nivel de análisis
 - 3.1.4 La fotointerpretación
- 3.2 Materiales
 - 3.2.1 El mapa base
 - 3.2.2 Elaboración del mapa base
- 3.3 Procedimiento de la fotointerpretación
 - 3.3.1 Cobertura y uso del suelo
 - 3.3.1.1 Selección del nivel de levantamiento
 - 3.3.1.2 Elaboración de la leyenda
 - 3.3.1.3 Fotointerpretación
 - 3.3.2 Carta topográfica básica
 - 3.3.2.1 Selección del nivel de levantamiento
 - 3.3.2.2 Elaboración de la leyenda
 - 3.3.2.3 Fotointerpretación
 - 3.3.3 Zonificación urbana e infraestructura
 - 3.3.3.1 Elaboración de la leyenda y fotointerpretación
 - 3.3.3.2 Interpretación
 - 3.3.4 Crecimiento de la mancha urbana
 - 3.3.4.1 Elaboración de leyenda y fotointerpretación
 - 3.3.5 Límite de ejidos y colonias
 - 3.3.6 Control de campo

CAP. 4 PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA ZONA DE ESTUDIO SOBRE PLANOS E IMAGENES DIGITALES. Pg. 146

CAP. 5 RESULTADOS DEL ESTUDIO EN LA APLICACION AL CASO CHALCO. Pg. 160

PARTE 4: DISEÑO METODOLOGICO PARA EL ANALISIS DE LA INTERACCION ENTRE EL SISTEMA DE TRANSPORTE Y LA ESTRUCTURA TERRITORIAL METROPOLITANA, UTILIZANDO TECNICAS DE PERCEPCION REMOTA

INTRODUCCION

ESQUEMA METODOLOGICO	Pg.164
CONCLUSIONES DE LA APLICACION DE LA METODOLOGIA AL CASO DEL VALLE DE CHALCO	Pg.176
RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE LA APLICACION DE LA METODOLOGIA	Pg.180
CONTRIBUCIONES DE LA TESIS	Pg.182
REFERENCIAS	Pg.184

PARTE 5: ANEXOS

UNO	Información bibliográfica.
DOS	Documentación gráfica. Juego de planos obtenidos de la fotointerpretación Juego de planos del primer relevamiento de rutas Juego de planos del segundo relevamiento de rutas
TRES	Información estadística de las imágenes

MAPAS

Mapa 1. Ubicación geográfica y división política municipal.	Pag.12
Mapa 2. Crecimiento histórico de la mancha urbana.	Pag.13
Mapa 3. Plano índice del sector vías terrestres.	Pag.14

CUADROS

Cuadro 1. Características generales.	Pag.15
Cuadro 2. Uso del suelo, ciclo primavera-verano 1984.	Pag.16
Cuadro 3. Industrias de transformación.	Pag.17
Cuadro 4. Salud.	Pag.18
Cuadro 5. Vías terrestres.	Pag.19
Cuadro 6. Localidades con infraestructura urbana.	Pag.20
Cuadro 7. Localidades con líneas de conducción.	Pag.20
Cuadro 8. Número de encuestas por ruta.	Pag.60
Cuadro 9. Edad de los operadores.	Pag.61
Cuadro 10. Escolaridad de los operadores.	Pag.62
Cuadro 11. Lugar de origen de los operadores.	Pag.63
Cuadro 12. Lugar de residencia de los operadores.	Pag.64
Cuadro 13. Empleo anterior al de operador de colectivos.	Pag.65
Cuadro 14. Formas de conseguir el trabajo.	Pag.66
Cuadro 15. Rango de rentas por tipo de vehículo.	Pag.67
Cuadro 16. Horas de trabajo al día.	Pag.68
Cuadro 17. Días trabajados a la semana.	Pag.69
Cuadro 18. Antigüedad de laborar como operador.	Pag.70

Cuadro 19. Transporte usado por los operadores que rentan la unidad.	Pag.71
Cuadro 20. Mejoras propuestas por los operadores.	Pag.72
Cuadro 21. Edades de los usuarios.	Pag.80
Cuadro 22. Ocupación de los usuarios entrevistados.	Pag.81
Cuadro 23. Tiempo de residir en el Valle de Chalco.	Pag.82
Cuadro 24. Origen-destino de los usuarios del Valle de Chalco, entre las 10:00 a.m. y 3:00 p.m.	Pag.83
Cuadro 25. Cadenas de transporte urbano de pasajeros en el Valle de Chalco.	Pag.84
Cuadro 26. Costos de viajes cerrados (ida y vuelta).	Pag.85
Cuadro 27. Mejoras propuestas por los usuarios al sistema de transporte en el Valle de Chalco.	Pag.86

TABLAS

Tabla 1.1 Relación entre bandas y longitudes de onda utilizadas en percepción remota.	Pag.109
Tabla 1.2 Ventanas atmosféricas.	Pag.110
Tabla 2.1 Matriz comparativa del tipo de clasificación en una imagen digital vs. atributos del terreno.	Pag.125
Tabla 2.2 Fórmulas.	Pag.126

GRAFICOS

Gráfico 1. Número de habitantes por casa (Chalco Viejo).	Pag.87
Gráfico 2. Número de habitantes por casa (San Martín Xico).	Pag.88

FIGURAS

- Figura 1. Diagrama del principio de adquisición de datos de percepción remota. Pag.118
- Figura 2. Trayectoria de la radiación para la formación de fotografías aéreas convencionales. Pag.118
- Figura 3. Diagrama lógico de la captura, registro y análisis de una imagen raster. Pag.119
- Figura 4. Regiones del espectro electromagnético según las propiedades físicas de la radiación electromagnética. Pag.120
- Figura 5. Medida simultánea en varias bandas de un CIV. (Campo Instantáneo de Vista) Pag.121
- Figura 6. Medida de varios CIV, cada uno en diferente banda. Pag.121
- Figura 7. Arreglos lineales de detectores para medir en varias bandas un CIV a la vez. Pag.122
- Figura 8. Sistema avanzado para medir simultáneamente todos los CIV de una escena en varias bandas. Pag.122
- Figura 9. Curvas generales de reflectancia para factores típicos urbanos/suburbanos. Pag.128

INTRODUCCION GENERAL

El problema de la expansión urbana irregular y del sistema de transporte urbano, representan un reto científico para obtener propuestas y soluciones viables de su interacción.

Dicha interacción es cambiante y el seguimiento de su transformación y regulación es muy costosa por métodos tradicionales.

Esta tesis propone una metodología para el análisis de interacciones entre sistemas de transporte urbano de pasajeros informal y procesos de expansión de la mancha urbana en el contexto de asentamiento irregular empleando técnicas de percepción remota.

La investigación se estructuró metodológicamente en cinco partes. En las dos primeras partes y hasta la mitad de la tercera, se presenta un acercamiento a los diferentes aspectos teóricos necesarios que serán la base para el desarrollo del trabajo. En el resto de la investigación, se expone y establece la interacción de los aspectos teóricos que fundamentan esquemáticamente los pasos realizados, permitiendo presentar en forma concreta la nueva propuesta metodológica, empleando así los procesos de percepción remota, para estudiar el sistema de transporte urbano de pasajeros en zonas de asentamientos irregulares.

La primera parte presenta la ubicación e historia general de la zona de estudio.

En la segunda parte se realiza el diagnóstico del sistema de transporte urbano de pasajeros, exponiendo en forma detallada el proceso seguido en los dos relevamientos de rutas, presentando algunas estadísticas.

En la tercera parte se presenta una introducción a los sensores remotos y un análisis retrospectivo de los estudios urbanos realizados, remembranza que atestigua la poca aplicación de la percepción remota para estudios del transporte urbano de pasajeros y la estructura urbana; en los capítulos 3ro y 4to se realiza la aplicación al estudio de caso "Valle de Chalco", ofreciendo buenos resultados, en el 5to capítulo se exponen los resultados de dicha aplicación.

La cuarta parte presenta mediante esquemas la metodología en conjunto, la cual ofrece varias propuestas de acuerdo a las diferentes alternativas que se pueden encontrar en la realización de estudios, tanto de acceso a información como capacidad real de recursos financieros; también se presentan las conclusiones de la aplicación de la metodología al estudio de caso del Valle de Chalco en el área metropolitana de la Ciudad de México y se ofrecen recomendaciones generales sobre la aplicación de la metodología para otros estudios; las contribuciones de la tesis y referencias concluyen esta cuarta parte.

La quinta parte contiene información gráfica y estadística de la aplicación al caso "Valle de Chalco", se presenta a manera de anexo por el tamaño y relevancia de dichos documentos.

Es necesario destacar la importancia que esta metodología implementada posee para su aplicación en la planeación de futuros desarrollos urbano, estudiando los servicios públicos, como el sistema de transporte urbano de pasajeros, con nuevas herramientas; es así como se ofrece una alternativa real y funcional que permite obtener resultados inmediatos, y de una calidad científica comprobable.

PARTE 1: UBICACION GEOGRAFICA DEL VALLE DE CHALCO Y DELIMITACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

Introducción

Con el objetivo de entender la dinámica de crecimiento de las grandes metrópolis, así como su estructura interna, se seleccionó el Valle de Chalco, en la periferia de la Ciudad de México, la zona que presenta el asentamiento irregular más grande de Latinoamérica (OEA).

Es la concentración de la población uno de los factores más críticos. La ciudad de México es la más grande megalópolis del mundo, con más de 19.2 millones de habitantes alojados en 1290 km²; 20% de la población total del país en solo 1% del territorio. El crecimiento demográfico ha multiplicado las necesidades de transporte (Legorreta, 1989).

Algunos estudios han demostrado que alrededor del 30% de todos los asentamientos populares de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, se desarrollaron sobre ejidos o tierras comunales (Iracheta et al, 1985), tendiendo a incrementarse, constituyendo, la forma más frecuente de asentamiento popular (Schteingart, 1989)

En los últimos años, sobre todo en los ochenta, los asentamientos ilegales más importantes se presentaron en el Valle de Chalco, .., básicamente sobre los terrenos ejidales (Castañeda, 1988), confirmando lo expuesto por Schteingart; y motivando más el interés por esta zona.

Para lograr el objetivo es necesario tener conocimiento del objeto, es éste el significado de los siguientes capítulos, donde se presentará una ubicación general, la formación socioeconómica, la transformación del medio ambiente, conformando así los elementos estructuradores del espacio.

Se hace necesario tener bien definido el objeto de estudio y sus alrededores para poder realizar la incursión a las imágenes de satélite, en ellas se representará y definirá toda una metodología para tratar el transporte y su interacción con la estructura territorial.

Como las redes de transporte se inscriben sobre el territorio y su rigidez induce una cierta estructuración de las relaciones espaciales, definiendo así patrones de recorrido concientes sobre el territorio en expansión urbano y permitiendo la conexión con las diferentes localidades aledañas (Antún, 1989), se necesita para su interpretación y análisis de la interacción una clara conceptualización de la ubicación geográfica de la zona de estudio.

CAP.1: INFORMACION GENERAL DEL VALLE DE CHALCO

1.1 Localización geográfica

El Valle de Chalco se encuentra ubicado en la provincia del eje Neovolcánico, subprovincia lagos y volcanes del Anáhuac y enclavado en la cuenca del río Moctezuma-Pánuco, teniendo en la parte Este centro las estribaciones de la Sierra Nevada y Oeste en las partes bajas de las mismas. Comprende 5 de los 17 municipios conurbados de la Ciudad de México, (Mapa 1) estos son: Chalco, Chicoloapan, Chimalhuacán, Ixtapaluca y La Paz; esta región geográfica tiene una superficie total de 728 Km², dentro de los cuales el 16% actualmente ya es área urbana carente, en su mayoría, de la infraestructura básica.

Para fines de estudios estadísticos es necesario hacer referencia al Municipio de Chalco, ésta es la división política que contiene la zona de estudio del presente proyecto, ocupa el segundo lugar por extensión de los 17 municipios conurbados de la Ciudad de México, su cabecera municipal Chalco no se sabe cuando fué fundada pero modificó su nombre el 14 de Noviembre de 1861, agregando los apellidos de Díaz Covarrubias; el clima general de la zona es Templado-Subhúmedo, con una altitud media de 2,550 MSNM, ocupa una superficie de 274.43 Km² en un total de 16 localidades. (Cuadro 1).

En este municipio existen dos importantes centros arqueológicos, el de Xico y Tlapacoya; limita al Norte Ixtapaluca, al Sur esta Cocotitlán, Temamatla, Tlalmanalco, al Este se encuentra Ixtapaluca y al Oeste el Distrito Federal.

Presenta tres tipos de relieve: El 47% de su territorio es plano al Oeste donde se encuentra Chalco de Díaz Covarrubias y San Pedro Atlazálpa, un 33% pertenece a las zonas de topografía accidentadas en la sierra nevada que pertenece al parque nacional de Zoquiapan, el 20% es de zonas semiplanas al Oeste de San Martín Cuautlalpan y Santa María Huexculoco.

Tiene dos ríos principales, el Miraflores (adelante es San Rafael) y el río Santo Domingo, la zona está cubierta de canales primarios y secundarios, tiene arroyos intermitentes y cuatro pozos que abastecen de agua a la población.

Con respecto al Estado de México ocupa la región Centro-Este, al Sur-Este del Distrito Federal. La cabecera municipal está a 98 grados 41 minutos 02 segundos Longitud Oeste y 19 grados 20 minutos 05 segundos Latitud Norte.

1.2 Datos históricos

El nombre Chalco proviene de "Challi" (cerco, rodete, parte sólida que circuye una cavidad) significando "en el borde de los lagos". Fue fundado por Chichimecas hacia el año 1000 D.C. junto al lago de Chalco.

Esta región fue habitada en la época prehispánica por el grupo de los "Chalca". En 1485 fué sometida por los aztecas, durante la conquista los habitantes se aliaron a los españoles en contra de Tenochtitlán. En la colonia se convirtió en una región de importancia por su rápida comunicación en canoas con la ciudad de México y la fertilidad de su suelo. El lago de Chalco fue desecado hacia la primera mitad del siglo pasado.

En 1868 Julio López Chávez, inició el movimiento agrario en el municipio de Chalco.

1.3 Datos demográficos

La dinámica demográfica contrasta con la de los otros municipios del Valle de Chalco, ya que en 1950 contaba con el mayor número de habitantes y registraba el menor ritmo de crecimiento, para 1960 su población aumentó en 8000 habitantes, en 1970 ya tenía 44,215 y en 1980 aumento ésta cifra en 37,000 habitantes con una densidad de población de 68 habitantes por hectárea; para 1985 era de 108.863 Hab. y una densidad de población de 397 Hab/Km²; para 1988 y 1990 se calcula mediante hipótesis medias (Composterga, S. 1984), con base a la estimación de datos anteriores en 259.900 Hab. y 271.700 Hab. respectivamente, (Cuadro 2).

La tasa de crecimiento anual entre 1950-70 estaba en 3.0%, de 1970-80 ya era de 6.1%, de 1980-88 se calcula de 12.32%; (tasa de crecimiento geométrica), su comportamiento en las tasas de mortalidad y natalidad determinan la existencia de población de tipo joven.

1.4 Desarrollo agropecuario comercial e industrial

El cultivo más importante durante el ciclo primavera-verano 1984-84 fue el maíz, le continua la cebada y la avena grano.

La superficie total se distribuye en su ocupación de mayor a menor extensión así: Agrícola, pecuario, forestal, urbana y erosionada.

En la ganadería sobresale la existencia del ganado bovino dividido en los rubros de carne y leche así como porcino.

Los establecimientos de bienes de consumo básico son: tiendas DICONSA y campesinas CONASUPO, molinos y tortillerías, por último

tiendas afiliadas a IMPECSA; tienen actualmente el servicio de mercados ambulante TIANGUIS y no cuenta con rastro municipal.

En el sector industrial se destacan las industrias de productos alimenticios, bebida y tabaco. También tiene industrias de transformación en agroindustrial no alimentaria como la industria de textiles, prendas de vestir e industria de cuero, industria de madera y productos de madera, productos de papel, celulosa y cartón, sustancias químicas derivadas del petróleo, productos de caucho y plástico, productos de minería no metálicos, exceptuando derivados del petróleo y carbón, productos metálicos, maquinaria y equipo, otras industrias manufactureras, (Cuadro 3).

El equipamiento en salud lo conforman dos clínica hospital, tres clínicas, un hospital y ocho consultorios; sin tener en cuenta la medicina privada, (Cuadro 4).

1.5 Infraestructura y servicios públicos

La estructura urbana del municipio presenta grandes desequilibrios, (Cuadros 5, 6 y 7), la cabecera municipal aglutina todos los servicios de infraestructura y equipamiento, en el resto del Valle su distribución no responde (en la mayoría de los casos) a una infraestructura mínima requerida para un asentamiento humano.

En el presente reporte se presentan solamente los datos concernientes al municipio de Chalco por ser éste el que contiene la zona de estudio:

Agua potable: De las 16 localidades 5 tienen servicio completo, 10 servicio parcial y 1 no cuenta con el servicio. Hay 3,415 tomas de agua, dando servicio al 89% del área urbana.

Drenaje y alcantarillado: Con servicio completo ninguna localidad, 12 con servicio parcial y 4 sin servicio. El sistema de alcantarillado solo el 60% funciona por gravedad y el 40% por bombeo.

Pavimento: No tienen servicio completo las localidades, parcial 5 y sin servicio 11.

Alumbrado Público: Ninguna de las localidades cuentan con servicio completo, 13 con servicio parcial y en 3 no hay servicio.

Electrificación: Disponen del servicio las 16 localidades

Teléfono: Existe el servicio en 10 localidades

Caminos: Cuenta el municipio con 69,0 kms. de carreteras pavimentadas, siendo la más importante México-Puebla, y 12,0 kms.

de carreteras revestidas, siendo la más importante Chalco-Cuautzingo-Miraflores.

Telégrafo: Hay servicio en la cabecera municipal

Correo: Se tiene en 9 localidades

Equipamiento escolar ciclo (1984-1985):

Nivel	No. de Escuelas
Preescolar	41
Primarias	68
Secundarias	25
Técnico	1
Normal Primaria	1
Total	<u>136</u>

1.6 Necesidades sentidas de la población

Uno de los problemas más graves que enfrenta el municipio de Chalco es el de los asentamientos irregulares, ésto a su vez se traduce en falta de servicios, especulación en el abastecimiento del agua, despojos, hacinamiento de la población, desplazamiento del campesinado, mal uso del suelo, etc. Por tales motivos los habitantes de la región han constituido diferentes agrupaciones con el fin de encontrar soluciones a sus problemas; enseguida se listan algunos.

Introducir las redes de agua potable y alcantarillado en las localidades que carecen de ellas y completar los servicios en donde existen parcialmente.

Realizar la conservación de caminos existentes, mejorar y ampliar los ejes principales.

Ampliar e introducir los servicios de alumbrado público, energía eléctrica y teléfono en las localidades que lo necesiten.

Aumentar la cobertura en los servicios de salud y seguridad pública.

Ejercer estricto control en el desarrollo urbano de las localidades conurbadas, así como de las que se encuentran en proceso de conurbación con el Distrito Federal.

CAP 2: DELIMITACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1 Ubicación geográfica

La zona de estudio pertenece al Valle de Chalco presentado en el capítulo anterior; (ver plano "Delimitación Ejidos y Colonias"), su delimitación obedece a los siguientes aspectos:

- (1) Se busca la región en el Valle de Chalco que mayor crecimiento ha desarrollado en los últimos años.
- (2) La zona de estudio se analiza hasta realizar un punto de conexión con algunas vía importantes de la red existente en el Valle de Chalco.
- (3) La región escogida tendrá gran parte de zona rural para realizar el seguimiento requerido en su transformación en el cambio de uso y apropiación social del suelo urbano.
- (4) Debe tener parámetros de comparación con procesos de producción de estructuras urbanas diferentes.

Teniendo en cuenta los anteriores aspectos, la zona de estudio queda delimitada de la siguiente forma:

- . En su parte Norte la limita la Carretera Federal México-Puebla, a la altura del Cerro del Elefante, entra a encontrarse con la Autopista México-Pluebla.
- . Al occidente la limita el Canal General.
- . En su parte Sur-Oeste está limitada por la Av. Tláhuac.
- . Al Sur-Este limita con la localidad de Chalco de Diaz Covarrubias, (incluyéndola).
- . En el oriente limita con el Ejido Ixtapaluca y el Ejido San Gregorio Cuauhtzingo. Este límite necesariamente lo determina el margen del plano disponible de la zona.

Dentro de la zona de estudio se pueden destacar los siguientes rasgos geográficos, el cerro de Xico y el cerro del Elefante; en su parte Norte, fuera de la zona de estudio, se localizan el cerro el Pino y Tejolote Chico, los Volcanes, La Caldera y Guadalupe.

Como infraestructura de importancia dentro de la zona de estudio se tiene un tramo de la Autopista México-Puebla, el Canal de la Compañía y un tramo de la línea férrea que va de México a Cautla.

2.2 Aspectos relevantes

Aspectos socioeconómicos: Según los datos obtenidos en el Ayuntamiento del municipio de Chalco, 1984; en la cabecera municipal, durante el año de 1975, la PEA representaba el 25.1% de la población total, y su distribución por sectores se conformaba así: el 46% del total de la PEA pertenece al sector primario, el 25% del total es para cada uno del sector secundario y terciario, finalmente el 4% queda como no especificado. En el Valle, se calcula que la PEA constituye el 28% del total de la población, de los cuales el 5% se dedica a las actividades primarias, el 50% al sector secundario y el 45% al sector terciario.

La distribución del ingreso se presenta así: En el Valle de Chalco, el 52% de la PEA percibe el salario mínimo, el 22% tiene ingresos menores al salario mínimo, el 26% mayores. Estos ingresos además no son constantes, el 48% de los de la PEA tienen trabajo permanente. Para la cabecera municipal la distribución no es tan irregular, en ésta se distinguen tres grupos de habitantes con ingresos mayores al salario mínimo, los que ganan entre 1.1 y 2.5 veces el salario mínimo, de 2.6 a cinco veces el salario mínimo y los que ganan más del quintuple del salario mínimo.

2.3 Datos demográficos

La dinámica demográfica de la zona de estudio es un fiel reflejo de la expuesta para el municipio de Chalco, ya que ésta es una de las zonas que más incrementa sus estadísticas en los últimos años.

El mayor desarrollo lo alcanzan a partir del 85, donde el proceso de redensificación y ocupación de los lotes libres se realizan con mayor fuerza y rapidez, sus pobladores son jóvenes. (Ver plano del "Crecimiento de la mancha urbana" y Mapa 2).

Según encuestas realizadas por el grupo de Demografía de la ENEP - ACATLAN, se encuentra que en la colonia San Miguel Xico, el grupo familiar esta en un 65.2% integrado por 4 o 7 personas, el 21.7% corresponde a las familias que tienen entre 7 y 9 integrantes, el 8.7% a las familias con 3 o menos integrantes y solo el 4.3% corresponde a las familias que poseen mas de 9, (Gráficos 1 y 2). Obteniendo así un promedio de 6 personas por familia. Otro dato interesante obtenido fue el saber que la mayoría de los habitantes de esta colonia provienen del D.F., confirmando la expulsión de los habitantes de escasos recursos de la gran ciudad pero sin soltar la mano de obra.

Se presentan los datos de San Miguel Xico, por ser ésta una de las colonias mas representativas del fenómeno desde sus inicios, hasta obtener en la actualidad uno de los mayores logros de infraestructura y servicios en general de la zona.

2.4 Infraestructura y servicios públicos

En el sector vías terrestres cuenta con caminos federales pavimentados (autopista México-Puebla, carretera federal México-Puebla y Chalco-Cuautla), caminos estatales pavimentados (Chalco-Tláhuac, Chalco-Mixquic y Chalco-San Martín Cuautlalpan), las vialidades internas de la zona de estudio son terracería; contiene un tramo de la línea ferrea México-Cuautla, (Mapa 3).

El camino estatal pavimentado Chalco-Tláhuac representa un riesgo latente de accidentes por ser éste muy angosto y estar un gran tramo rodeado por el lago, presenta deslizamiento del material que la conforma, además de no recibir el mantenimiento apropiado para el tránsito de vehículos que circulan diariamente, se ha convertido en una vía de real importancia en la comunicación del Valle de Chalco con el D.F., (plano base general).

Con esta red Chalco de Díaz Covarrubias realiza su enlace regional mediante las carreteras Chalco-Cuautla y Chalco-Cuautzingo. Existen dos accesos de terracería que provienen del pueblo San Miguel Xico Viejo. En el Valle el acceso principal se localiza por la autopista México-Puebla, por una carretera que comunica al pueblo de Santa Catarina Yecahuizotl y por el camino Chalco Tláhuac.

Agua potable: En contraste con el servicio ofrecido para el municipio, en las colonias del Valle, el abastecimiento del agua potable se realiza por medio de pipas y satisface al 93% de la población y el 7% restantes lo hacen mediante los pozos, con el plan de solidaridad se compensa un poco esta demanda y reducen los costos de adquisición del líquido.

Drenaje y alcantarillado: La localidad de Chalco de Díaz Covarrubias si cuenta con los servicios, en el Valle solamente se cubre el 5% de sus necesidades. En la actualidad a las colonias que rodean el Cerro de Xico les están dando el servicio, no se dispone todavía con los datos estadísticos de su cubrimiento.

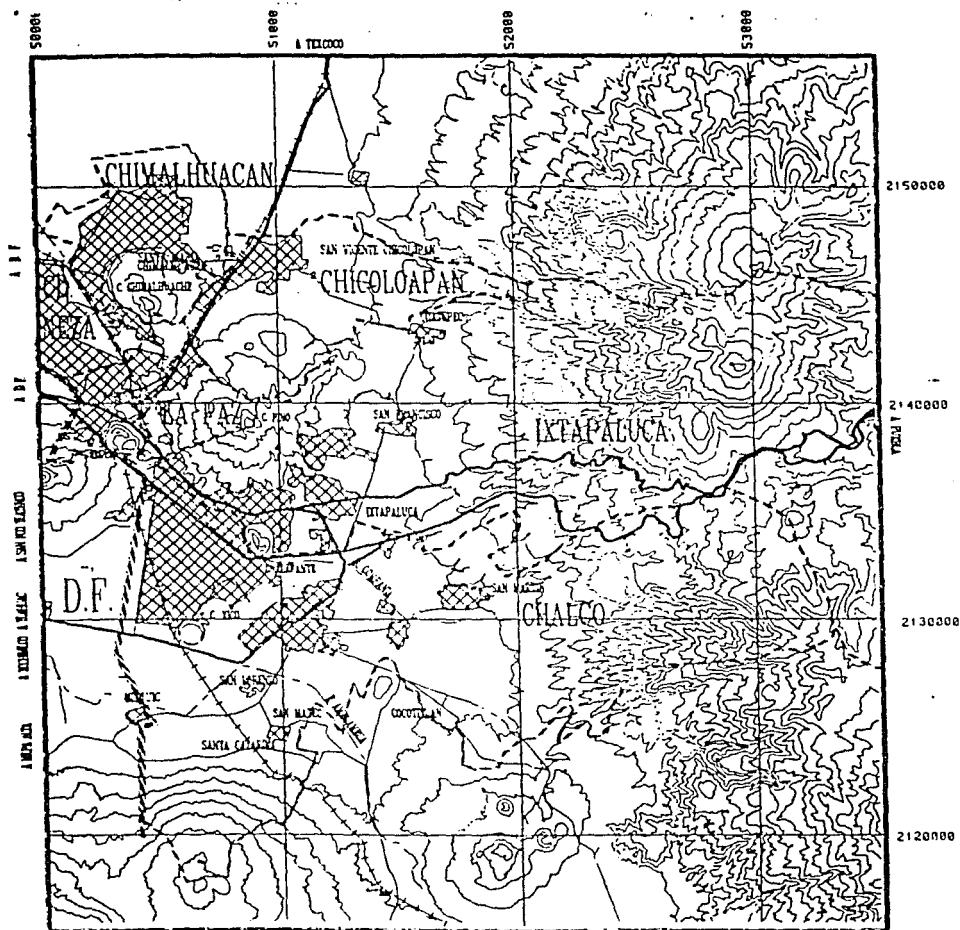
Alumbrado público: Cuenta con alumbrado la localidad de Chalco de Díaz Covarrubias, pero el Valle no dispone en su totalidad de él, en el presente año (1990) por motivos políticos han logrado dar servicio a toda la parte que rodea el cerro de Xico, invirtiendo cuantiosas sumas de dinero para realizarlo en corto tiempo.

Electrificación: Chalco de Díaz Covarrubias está cubierta satisfactoriamente; en cambio en el Valle es una de las carencias más agudas junto a la del drenaje y alcantarillado el servicio de energía eléctrica se da por autoabastecimiento por medio de cables, transformadores, postes provisionales; generando una maraña de cables entrelazados de diversos colores y tamaños

(tendido de "Diablitos") con un alto riesgo de accidentes. El autoabastecimiento está cambiado a medida que electrifican la Zona del Valle, si no en su totalidad, en gran parte de ella. Se pueden comparar las fotografías panorámicas de 1990 y 1992

Teléfono: La Localidad de Chalco, como ya se mencionaba, cuenta con el servicio tanto a nivel interno como externo; el Valle de Chalco sólo a mediados de 1990 dispone de cabinas para comunicarse a nivel externo pues internamente no se cuenta con una red.

Correo: Este servicio, para la zona de estudio, sólo se ofrece en la localidad de Chalco.

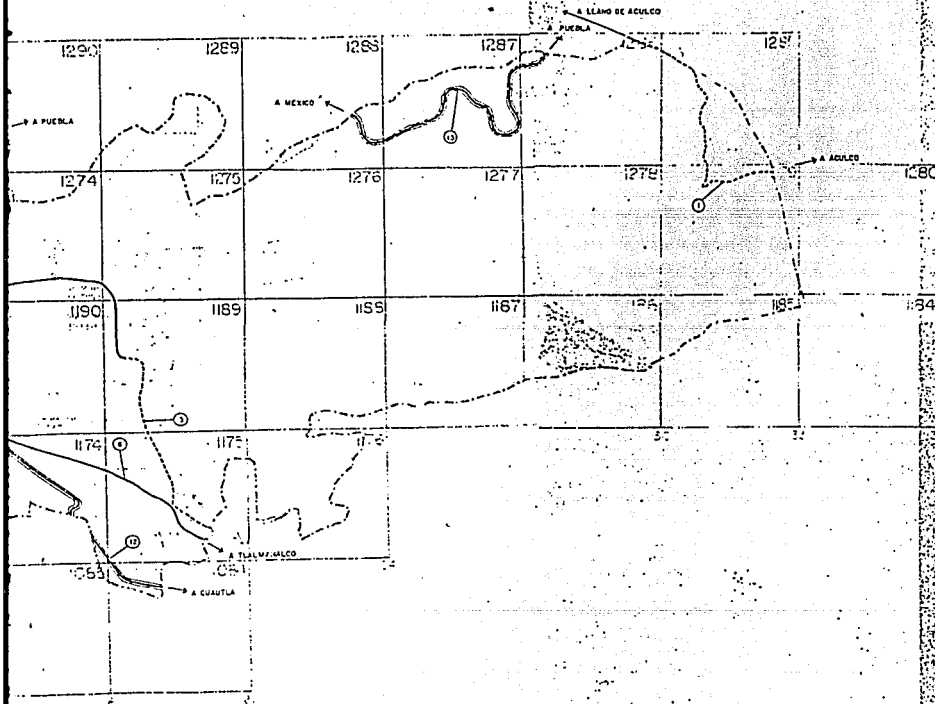


MAPA 1. UBICACION GEOGRAFICA Y DIVISION POLITICA MUNICIPAL



GOBIERNO
DEL
ESTADO
DE
MEXICO

SECRETARIA DE PLANEACION
DIRECCION DEL SISTEMA ESTATAL DE
INFORMACION
SUB-DIRECCION DE ESTUDIO Y CONSULTA
DEL TERRITORIO ESTATAL



SECTOR
VIAS TERRESTRES
03

CAMINO ESTATAL
REVESTIDO

CAMINO ESTATAL
PAVIMENTADO

CAMINO FEDERAL
PAVIMENTADO

CAMINO FEDERAL
REVESTIDO

VIA FERREA

MAPA 3

PLANO INDICE

TOTAL DE CAJITAS-49

MUNICIPIO

009-CHALCO

FECHA DE ACTUALIZACION: AGOSTO DE 1981 / MAYO DE 1983 / JULIO DE 1984

CONCEPTO	DESCRIPCION
Región	III Texcoco
Superficie	274.43 Kms ²
Altitud Media	2,550 m.s.n.m.
Clima	Templado subhúmedo
Localidades	16
No. de habitantes	108.863 p/
Porcentaje Estatal de población	
Densidad de población	397 hab/km ²
Sector preponderante	agrícola
Actividad preponderante	agricultura

CUADRO 1: CARACTERISTICAS GENERALES

Fuente: Sistema Estatal de Información, 1985

CLASIFICACION		HECTAREAS
SUPERFICIE TOTAL		27,442.63
AGRICOLA		12,375.23
Temporal	11,644.36	
Riego	730.87	
PECUARIO		3,435.21
Intensivo	22.75	
Extensivo	3,412.46	
FORESTAL		5,665.77
EROSION		462.08
ZONA URBANA		5,128.94
ZONAS INDUSTRIALES		17.04
OTROS USOS		358.36

Cuadro 2. USO DEL SUELO, CICLO PRIMAVERA VERANO 1984.
Fuente: Investigación de campo. Sistema Estatal de Información. Secretaría de Desarrollo Agropecuario. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

GRUPO	CANTIDAD
Productos alimenticios, bebida y tabaco. AA	132
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero. AN	17
Industria de la madera y productos de madera. AN	7
Papel, productos de papel, celulosa y cartón. AN	3
Sustancias químicas derivadas del petróleo, productos de caucho y plástico.	3
Productos de minería no metálicos, exceptuando derivados del petróleo y carbón.	82
Industrias metálicas básicas	1
Productos metálicos, maquinaria y equipo	42
Otras industrias manufactureras	5
Total	292

AA Agroindustria alimentaria.

AN Agroindustria no alimentaria.

Cuadro 3. INDUSTRIAS DE TRANSFORMACION

Fuente: Investigación de campo. Sistema Estatal de Información, Programa de desarrollo agroindustrial. SARH, 1985.

CLASIFICACION	INSTITUCION						TOTAL	
	SSA	IMSS	ISSSTE	ISSEMYM	DIF	MED. OTROS PRIV.		
Clínica hospital		1		1		2	1	5
Hospital		1						1
Hospital de especialidades								0
Clínica	2		1			4		7
Consultorio	6	2				55		63
Asilos								0
Casa de cuna								0
Estancia infantil								0
Total	8	4	1	1		61	1	76

Cuadro 4. SALUD

Fuente: Investigación de campo, Sistema Estatal de Información, Servicios Coordinados de Salud Pública en el Estado

CLASIFICACION	CANTIDAD	LONGITUD (Kms)
Federal Pavimentado	2	24.0
Federal Revestido	1	3.0
Estatad Pavimentado	8	45.0
Estatad Revestido	2	9.0
Otra dependencia pavimento		
Otra dependencia revestido		
Subtotal	13	81.0
Vía ferrea	1	13.0
Total	14	94.0

Cuadro 5. VIAS TERRESTRES

Fuente: Investigación de campo, Sistema Estatal de Información J.L.C. Y S.C.T., 1985

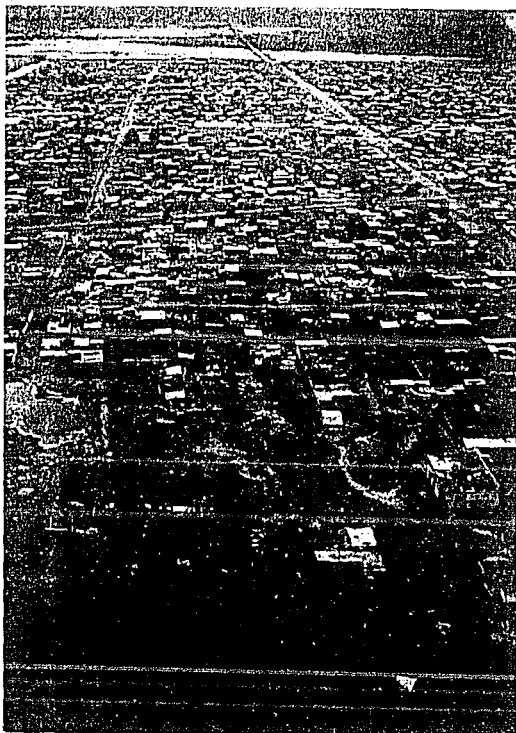
CLASIFICACION	SERVICIO COMPLETO	SERVICIO PARCIAL	SIN SERVICIO	TOTAL
Agua Potable	5	10	1	16
Alcantarillado	0	12	4	16
Pavimento	0	5	11	16
Alumbrado público	0	13	3	16

Cuadro 6. LOCALIDADES CON INFRAESTRUCTURA URBANA
Fuente: Investigación de campo, Sistema Estatal de
Información Presidencias Municipales, 1985

CLASIFICACION	CON SERVICIO	SIN SERVICIO	TOTAL
Electrificación	16	0	16
Teléfonos	10	6	16

Cuadro 7: LOCALIDADES CON LINEAS DE CONDUCCION
Fuente: Investigación de campo, Sistema Estatal de
Información, Presidencia Municipales,
Comisión Federal de Electricidad, Compañía
de Luz y Fuerza, Teléfonos de México

**FOTOGRAFÍAS PANORÁMICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO
EN EL AÑO DE 1990**

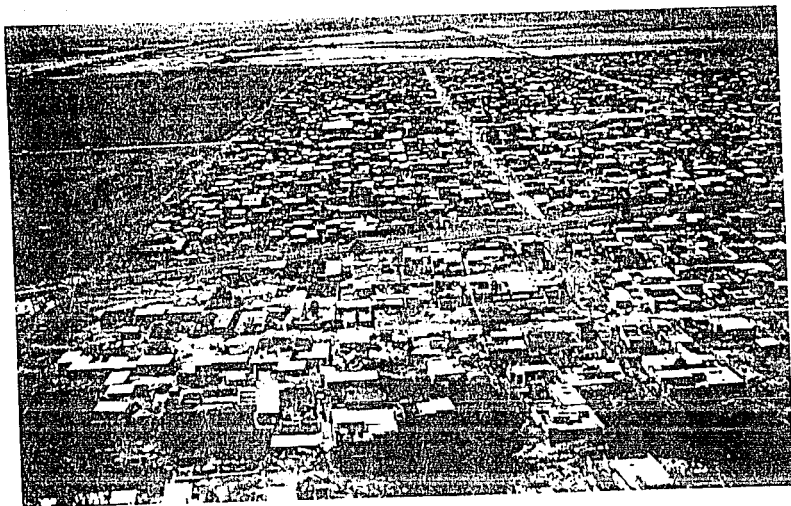


VISTA AL OCCIDENTE DEL VOLCAN XICO

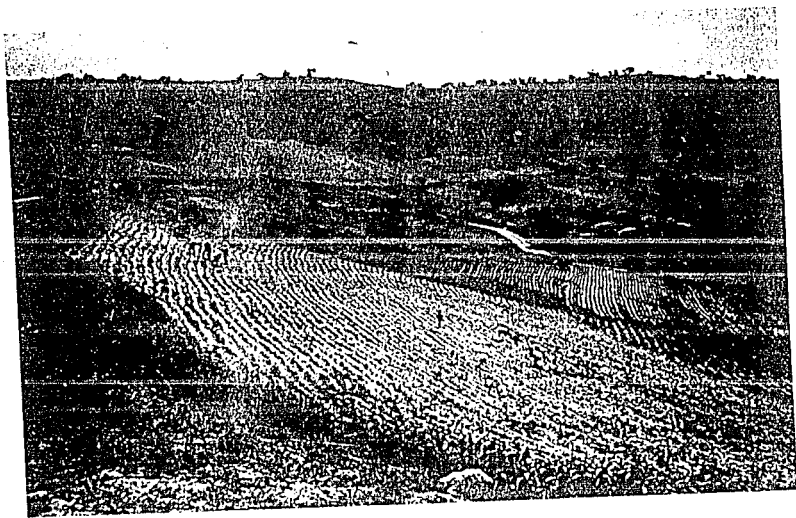
En la parte inferior se observan las viviendas sobre aguas estancadas y en la parte superior la zona de conservación ecológica, marcando el límite del asentamiento.



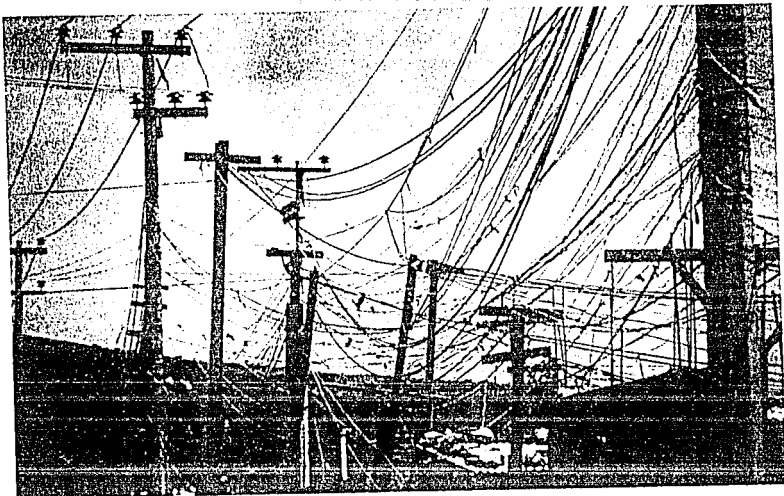
CRUCE DE VIAS SOBRE EL LAGO AL SUR DEL VOLCAN XICO
(Observar el deterioro de las vías y los depósitos sobre el lago)



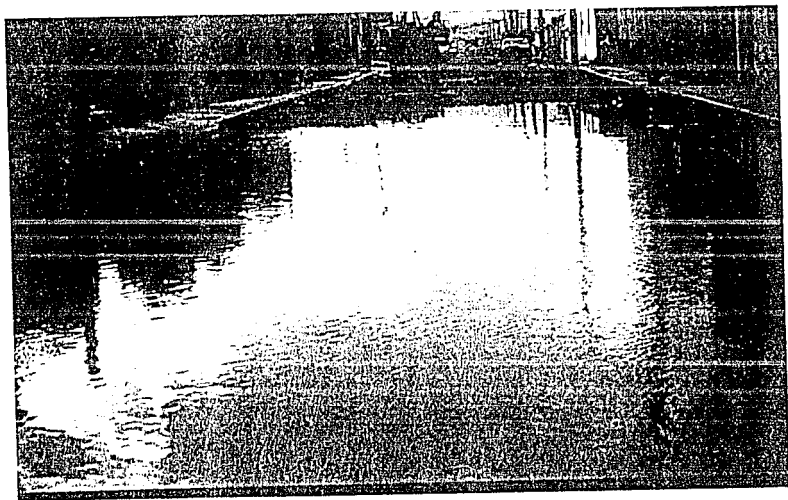
TIPOS DE VIVIENDAS JUNTO A LO QUE ERA UN HERMOSO LAGO



CULTIVO DE TEMPORAL DENTRO DEL CRATER DEL VOLCAN XICO



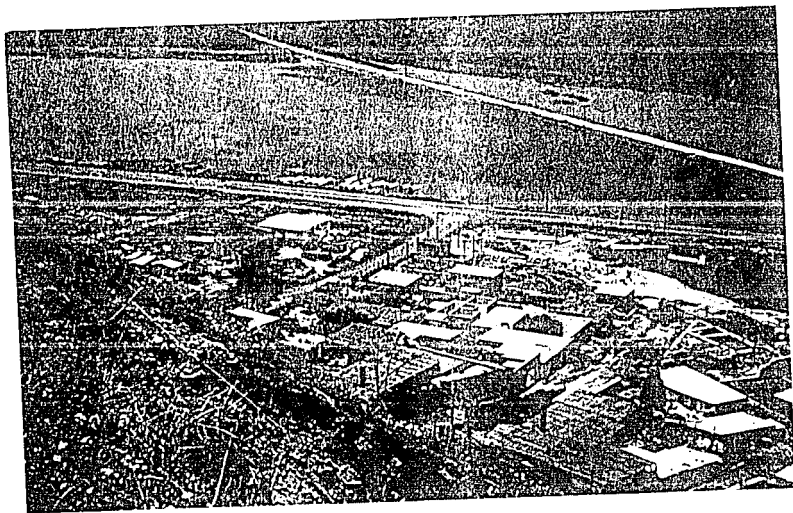
RED DE SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA, (Tendido de diablitos)



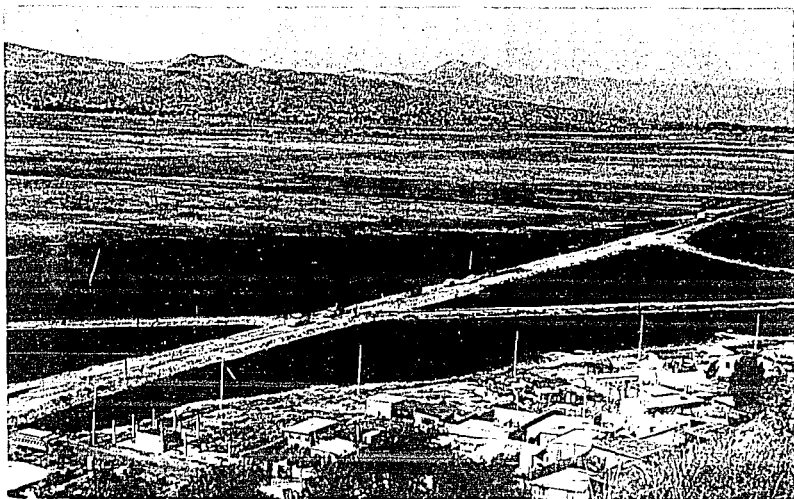
VIAS SECUNDARIAS



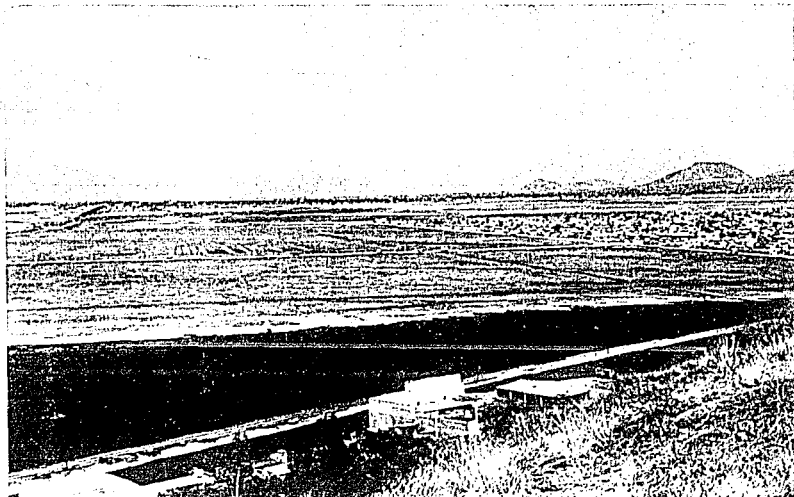
ACERCAMIENTO AL ESTE DEL VOLCAN XICO
(Compararla con la fotografia de la página 29 del año de 1992)

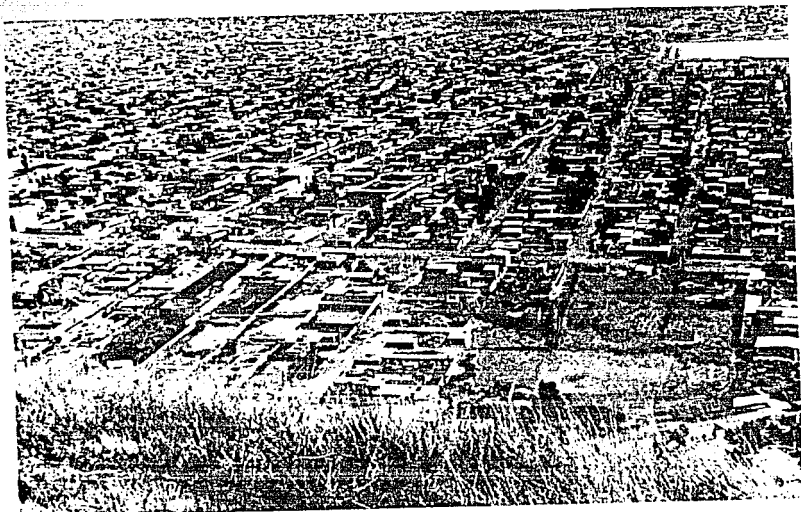


FOTOGRAFÍAS PANORÁMICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO
EN EL AÑO DE 1992



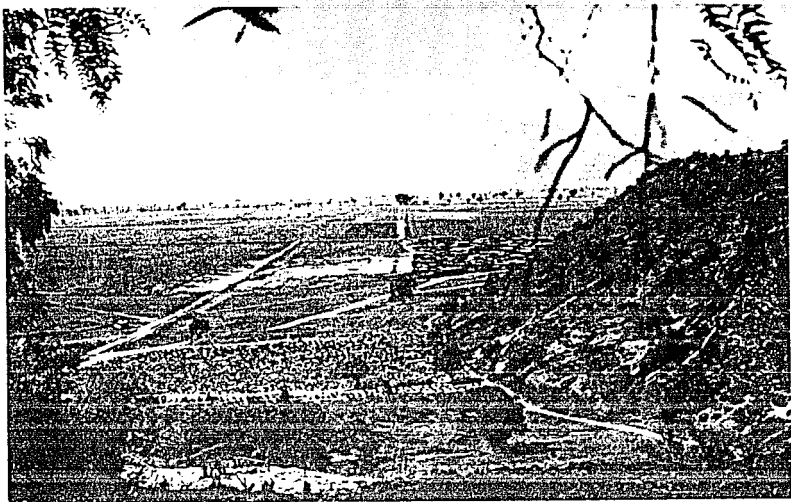
LIMPIEZA Y RECUPERACION DEL LAGO



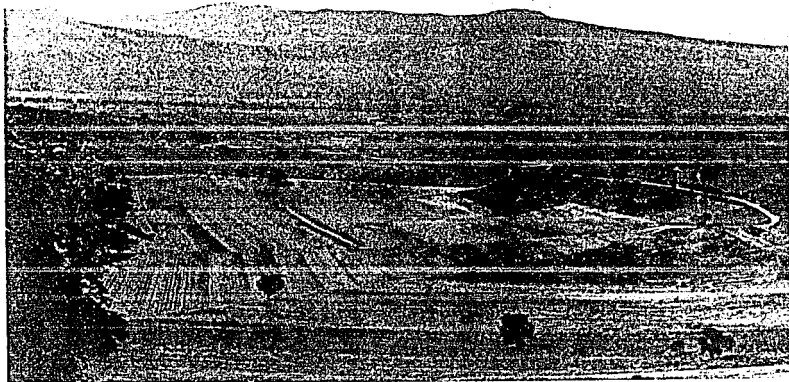


VISTA AL ESTE Y NOR-ESTE DEL VOLCAN XICO





CEMENTERIO Y LIMITE AL NOR-OESTE DEL VOLCAN XICO

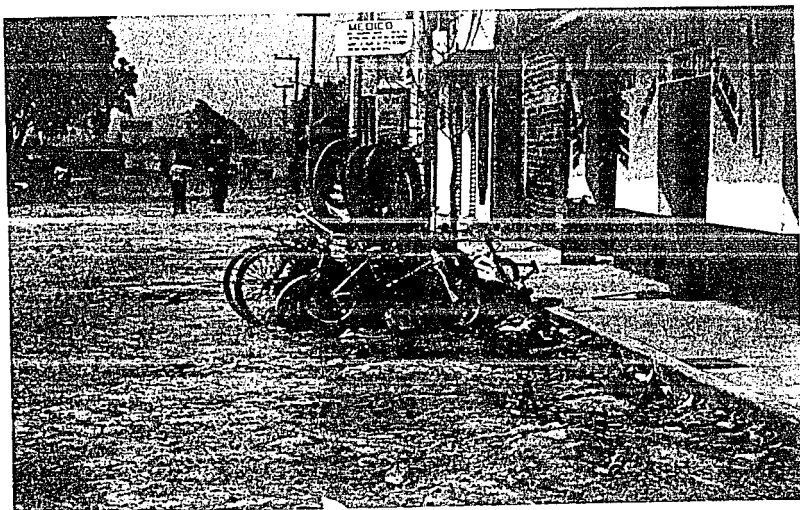


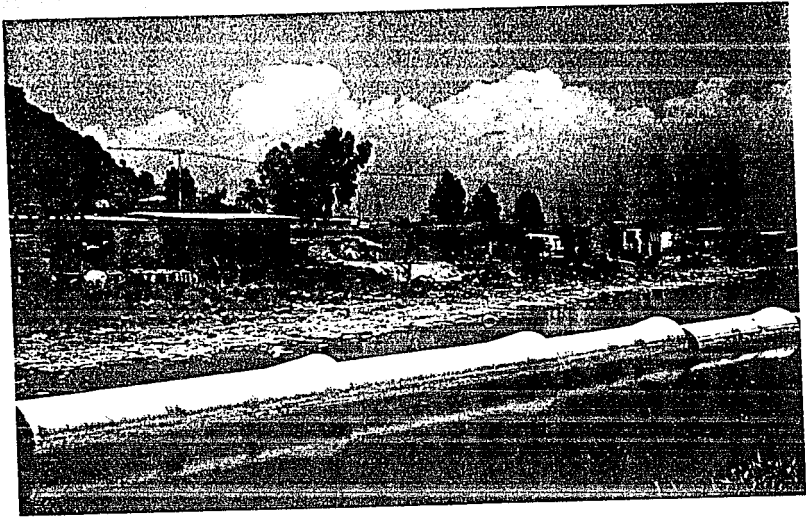
CRATER DEL VOLCAN XICO

**IMAGENES FOTOGRAFICAS DE LAS CARACTERISTICAS SOCIO-ECONOMICAS
DEL ASENTAMIENTO IRREGULAR**



OTROS MEDIOS DE TRANSPORTE





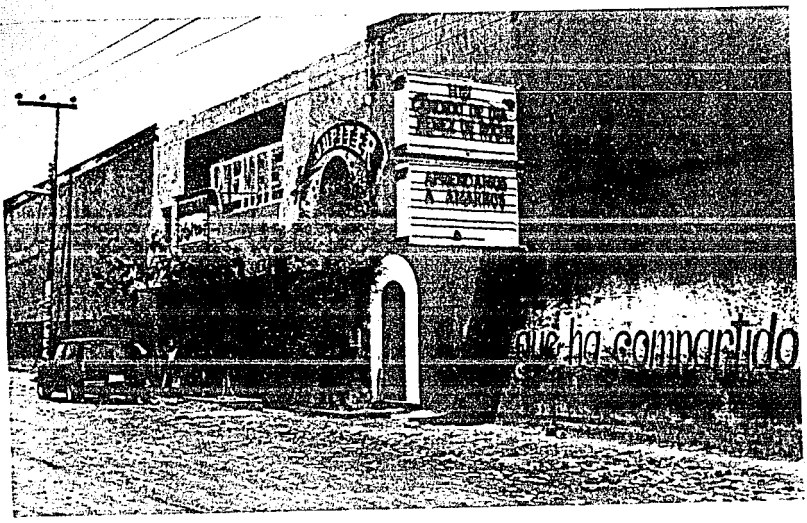
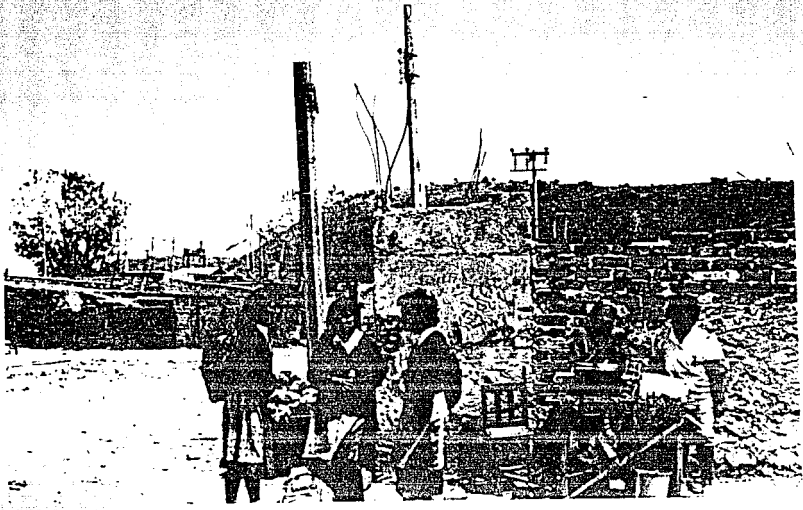


TOLVANERAS FRECUENTES



MERCADO FIJO Y COMERCIOS





PARTE 2: DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS EN EL VALLE DE CHALCO.

Introducción

La población rural que emigra por condiciones precarias en sus poblaciones, incrementada por la migración de capitalinos con escasos recursos, se ve obligado a realizar sus asentamientos en zonas no aptas para la vivienda bien sea por no poseer una infraestructura básica mínima o por construir en zona de alto riesgo; donde sólo les importa el poder contar con un medio de desplazamiento (transporte) a las zonas de trabajo, generando así un crecimiento acelerado del área metropolitana e incrementando la distancia de los lugares de trabajo con respecto a los lugares de vivienda de los asalariados.

Se encuentran afirmaciones donde el transporte opera como primer factor de dicha expansión así: "El transporte es un dinámico vehículo de urbanización, motor del crecimiento y la concentración de población en las zonas a donde llega. Baste citar los efectos en la expansión urbana que ha generado la construcción del metro en la zona oriente; la expansión y ampliación del servicio de los autobuses suburbanos del Estado de México hacia la zona norte (Cuautitlan, Atizapán de Zaragoza y Zumpango); y principalmente las rutas de taxis colectivos hacia Chalco y Amecameca" (Legorreta, 1989).

Estas áreas de poblamiento si generan nuevas necesidades de traslado a sus zonas aledañas; a su vez van requiriendo de obras viales y mantenimiento; presentando entonces un proceso urbano continuo de expansión - consolidación - expansión; lo que realmente le da al transporte un papel importante en el desarrollo de las áreas en expansión, pero sería atrevido adjudicarle el papel de principal generador. (Antún, 1989)

Como estos hechos y afirmaciones no son un acontecer nuevo, fue necesario hacer una búsqueda intensiva de estudios realizados sobre el transporte en la zona metropolitana de la ciudad de México, tratando de establecer patrones de comportamiento para desarrollar las preguntas de los cuestionarios de encuesta que se aplicaron en el relevamiento de rutas, modalidades de la producción y la calidad del servicio de transporte urbano de pasajeros en el Valle de Chalco; cuya metodología, procedimiento y procesamiento se presentan en los siguientes capítulos.

CAP.1. CARACTERIZACION Y RELEVAMIENTO DE RUTAS DE TRANSPORTE PUBLICO

1.1 Aspectos metodológicos para realizar el relevamiento

1.1.1 **Objetivos**

1.1.1.1 General:

Contribuir a la caracterización de rutas de transporte público de pasajeros en el Valle de Chalco y su interacción con las estructuras territoriales.

1.1.1.2 Particulares

- (1) Identificar los recorridos del transporte público sobre el territorio en expansión irregular.
- (2) Identificar tipos de vehículos según concesiones
- (3) Establecer puntos de conexión entre diferentes sistemas de transporte de pasajeros.
- (4) Establecer itinerarios, capacidad, tarifas y calidad del sistema de transporte en la zona de estudio.
- (5) Crear planos identificando el relevamiento de rutas
- (6) Explorar la interacción del sistema de transporte y el equipamiento social básico.
- (7) Elaborar un formulario para la recolección de la información necesaria en el relevamiento de rutas.

1.1.2 **Material y diseño del formulario**

1.1.2.1 Material:

Para la realización del relevamiento de rutas fue necesario primero obtener un plano base, el cual fue actualizado mediante fotointerpretación (cuya explicación se encuentra en un capítulo posterior) e iluminarlo para la orientación en el trabajo de campo. Después recolectar la información existente sobre el sistema de transporte urbano, mediante visitas a:

- . Coordinación General de Transporte (CGT, ex-COVITUR)
Departamento del Distrito Federal.
- . Comisión de Transporte del Estado de México (COTREM)
Gobierno del Estado de México.

- . Municipio de Chalco.

- . A la empresa consultora francesa SOGELERG, que realizó el Primer Proyecto de Transporte Urbano (PPTU) de COTREM, orientado al Valle de Cuautitlán-Texcoco.

También se contó con un vehículo para realizar el seguimiento de las unidades de transporte público en cada una de sus rutas y ramales.

1.1.2.2 Diseño del formulario para el relevamiento de rutas.

El diseño del formulario fue el paso consecutivo a la búsqueda de información, donde se analizaron diferentes preguntas según fuese el objetivo del formulario, de hecho no encontramos ninguno exclusivamente para el relevamiento de rutas en la zona de estudio, de ahí que el diseño final y su aplicación fué laboriosa.

El formulario se divide en 6 secciones tratando los siguientes puntos:

- . Identificación del tipo de vehículos, según ruta y ramal
- . Ubicación del origen y destino según ruta y ramal
- . Identificación del parque vehicular para cada ruta o ramal
- . Duración del recorrido por ramal
- . Identificación de horario de oferta de la ruta o ramal
- . Identificación de horas de mayor demanda del servicio en cada ruta y ramal
- . Descripción del recorrido en forma detallada.

1.1.3. Procedimiento para el relevamiento de rutas

1.1.3.1 Fechas de realización.

La recolección de la información se realizó en los meses de agosto y septiembre de 1989, con un promedio de 12 visitas a la zona de estudio.

1.1.3.2 Encuestas realizadas.

Se realizaron un total de 50 formularios, de éstos 48 fueron procesados, correspondiendo a las rutas con sus ramales tanto de

autobuses como de colectivos que se desplazan dentro o desde la zona de estudio.

1.1.3.3. Características de la recolección de la información

Para la recolección de la información fueron necesarios los siguientes pasos:

- (1) Realizar una visita de reconocimiento en la zona de estudio.
- (2) Identificar mediante trabajo de campo el nombre de las vialidades (en ninguna parte se disponía dicha información).
- (3) Localizar las bases de las diferentes rutas en la heliográfica del plano base.
- (4) Identificar el recorrido de cada ruta y ramal que ofrece el servicio en/desde la zona de estudio, mediante la entrevista a los despachadores, operadores, encargados de las cooperativas y el seguimiento de las unidades en cada ramal

En el proceso de identificación del recorrido de cada ruta y ramal fue necesario realizar la persecución de uno de los vehículos que prestaba el servicio en el ramal a identificar, pues el operador y el despachador no sabían el nombre de las vialidades que recorrían o en algunos casos estas vialidades carecían de identificación.

Sólo en el caso del SIT y la ruta 36 concesionadas por el Estado de México, se evitó en algunos ramales realizar el seguimiento de una de sus unidades, por tener oficina donde ofrecían parte de la información requerida, bien sea mediante explicación verbal (el caso de la ruta 36) o por tener bosquejos del recorrido con el nombre de las vialidades (el caso del STT).

1.1.4. Procesamiento

El primer proceso realizado sobre la información fue la de transferirla a los planos base para obtener la red de transporte urbano de pasajeros en el Valle de Chalco, permitiendo diferenciar concesiones, tipo de vehículos, recorridos preferenciales sobre el territorio y ramales de las diferentes rutas.

En este primer análisis se desarrollaron los siguientes planos: (ver planos 1/4, 2/4, 3/4 y 4/4, en el anexo dos)

- (1) Plano general según concesiones y tipo de vehículo.

- (2) Red de autobuses según concesiones.
- (3) Red de colectivos según concesiones.
- (4) Red de colectivos con gran número de ramales.

Los planos de la red de transporte se realizaron con símbolos de fácil identificación y realce para el seguimiento de las rutas.

En el caso de la ruta 36 y de la ruta 63, concesionadas por el Estado de México, fué necesario además de representarlos en los planos generales, hacerlo en uno sólo donde se destacan cada uno de los ramales, por ser las rutas de colectivos que más ramales poseen en la zona de estudio.

El crecimiento de la red de transporte en el asentamiento irregular del Valle de Chalco es muy acelerado, al grado de ser necesaria una actualización, desde el momento en que se dibujaron los primeros borradores hasta obtener los planos aquí presentados.

El análisis realizado a los formularios para el relevamiento de rutas y los planos de la red de transporte urbano de pasajeros en la zona de estudio forman parte de los siguientes capítulos.

1.2 Rutas de transporte público de pasajeros

1.2.1 Tipos según vehículos y según concesiones

El servicio de transporte de pasajeros en el Valle de Chalco se realiza en colectivos y autobuses, (Plano 1/4).

El cubrimiento interno básicamente es realizado por combis, no en muy buen estado; y una ruta de autobuses.

La intercomunicación con la metrópoli se realiza en combis sobre la Av. Tlahuac, la autopista México-Puebla y la carretera federal (en estas dos últimas donde la calidad de los vehículos es la mejor, ya incursionan los microbuses). También se dispone de dos servicios de la Ruta 100 (Ex-Hacienda a Tláhuac, Chalco de Díaz Covarrubias a Tláhuac por Mixquic) y existe por la carretera federal una ruta del STT.

Las concesiones del servicio de transporte se distribuyen de la siguiente manera:

- i- Colectivos:
 - Seis rutas en el DDF/COVITUR
 - Tres rutas en el Estado de México/COTREM

ii- Autobuses:

Cinco rutas concesionadas por el Estado de México a prestatarios privados:

Autobuses San Francisco, S.A. de C.V.
San Rafael Aviación Vaso de Texcoco
Sta. María Astahuacan Los Reyes Anexas

y Tres a cargo de paraestatales:
Ruta 100/DDF
Sistema de Transporte Troncal/COTREM

Por último, una ruta interurbana DF-Amecameca concesionada al OMNIBUS CRISTOBAL COLON, presta también servicio con frecuencia limitada y paradas restringidas.

1.2.2 Itinerarios, capacidad y áreas servidas

Los vehículos que básicamente transportan a la mayoría de la población de los municipios que conforman el Valle de Chalco hacia la localidad de Chalco de Díaz Covarrubias son las combis, que poseen una capacidad máxima de 11 personas por unidad, y los autobuses de ruta que tienen una capacidad aproximada de 40 pasajeros sentados.

Por otra parte, el transporte colectivo que circula sobre la autopista y une a la localidad de Chalco con las estaciones del Metro, están compuestas por combis y microbuses (cuya capacidad de pasajeros sentados por unidad va de 22 a 24).

Las rutas de transporte colectivo que unen la localidad de Chalco de Díaz Covarrubias con Tláhuac (a través de la Av. Tláhuac) y que continúan hasta algunas estaciones del Metro, están cubiertas por combis.

De esta forma se comunica el Valle de Chalco con la zona metropolitana recalcando que el servicio de autobuses no supera ni en capacidad del parque vehicular, ni en el número de rutas servidas a las de las concesiones operadas con colectivos.

Las características observadas de los horarios en que se presta el servicio de transporte dependen de la cobertura de la ruta, de la demanda y del parque vehicular

Pueden clasificarse dos grupos, sobre los cuales la fluctuación de la demanda es un factor relevante en el tiempo de recorrido completo o viaje redondo, estos grupos son:

- Los que cubren la zona de estudio internamente que laboran desde las 7 u 8 a.m. hasta las 8 p.m.

- Los que unen el Valle de Chalco con la zona metropolitana, con horario de trabajo de las 4 a.m. hasta las 12 de la noche o 1 de la mañana.

Sobre el Valle de Chalco se definen espacialmente corredores de servicio de transporte bifurcándose de ellos los diferentes ramales, los que aumentan el área servida.

La localidad de Chalco está cubierta por rutas diferentes, pero se puede observar la existencia de corredores sobresaturados, como la salida sobre la calle Cuauhtémoc hacia Tlajones o por la Av. Tláhuac.

Otro corredor relevante sobre el Valle de Chalco es el conformado por el Paso de la Vaca que posteriormente se transforma en Cuauhtémoc hasta salir a la autopista.

1.2.3 Puntos de conexión con sistemas de transporte de pasajeros de alta capacidad fuera del Valle de Chalco

Los puntos de conexión con este sistema de transporte que presentan una mayor demanda son las estaciones del Metro; en primer nivel Pantitlán, San Lázaro y Zaragoza, y a continuación Candelaria y Aeropuerto.

Como forma indirecta de conexión, con el sistema de transporte de pasajeros de alta capacidad, actúan las rutas a Tlahuac y Cárcel de Mujeres, las cuales pueden terminar en alguna estación del Metro.

1.2.4 Tarifas

Las tarifas del transporte en el Valle de Chalco se pueden dividir en dos rangos, dependiendo de si realizan viajes a nivel interno de la zona de estudio, o realizan la conexión del Valle de Chalco con la zona metropolitana; estableciéndose así la siguiente división:

Los viajes realizados a nivel interno en colectivos (combis o microbuses) fluctúan entre \$350 (tarifa mínima) hasta un máximo de \$600; y en Autobuses desde \$100 (en R-100) hasta \$400.

Los viajes realizados del Valle de Chalco al D.F. en colectivos fluctúan de \$800 hasta \$1,500 y de \$100 hasta \$700 en Autobuses.

En el anexo 2 se pueden ver desglosados por rutas y ramales las diferentes tarifas, con precios de Diciembre de 1989.

1.2.5 Confrontación de la oferta en horas pico

En horas pico se incrementa la oferta de vehículos para satisfacer la demanda, pero como es lógico los más económicos son los que tienen mayor demanda, de tal forma que empiezan su servicio a más temprana hora y sus unidades no alcanzan para evitar las extensas filas de usuarios esperando la oportunidad de subirse al vehículo así sea en condiciones de hacinamiento y baja seguridad.

1.2.6 Calidad del servicio

En el Valle de Chalco se presenta una distribución desequilibrada de la oferta de transporte en el espacio, definiéndose corredores sobresaturados de rutas y ramales.

Existe asimismo una gran versatilidad en la adaptación de rutas y creación de nuevas.

La frecuencia en el servicio varía según sea la ruta o ramal de tal forma que se determina por la demanda existente. Se ofrece servicio desde las 4 a.m. hasta las 12 de la noche o 1 a.m. en la zona, pero no son todas las rutas sino generalmente las que vinculan al Valle de Chalco con la zona metropolitana.

1.3 Interacciones entre sistema de transporte y estructuras territoriales

1.3.1 Recorridos preferenciales sobre el territorio

Para tratar este tema es necesario separar la localidad de Chalco de Diaz Covarrubias del Valle de Chalco, a pesar de que se pertenecen, con el fin de establecer su interacción frente a la red de transporte público de pasajeros formalizadas (amparadas) que consolidan el proceso de estructuración del espacio en esta expansión urbana irregular.

La red vial "gana" una "jerarquía" derivada de la asignación formal de recorridos así:

Las rutas que van de la localidad de Chalco y entran a la zona de estudio del Valle de Chalco, lo hacen por dos direcciones, la primera es saliendo por la Av. Cuauhtémoc entrando luego a la conocida como Tejones; la segunda sale por la Av. Cuauhtémoc y se desvía a encontrar la Av. Tláhuac doblando luego bien sea por la primera entrada que rodea el cerro de Xico, o por la del Paso de la Vaca, esta última se ha convertido en la de mayor jerarquía para entrar al Valle de Chalco.

Las rutas que van del D.F. al Valle de Chalco, realizan el recorrido por la autopista y la Av. Tláhuac. Sobre la autopista se destacan algunos puntos como: Puente Blanco, Puente Rojo, Antigua caseta de cobro; en estos sitios penetran a lo más dos cuadras, donde tienen sus bases; hay otros que continúan hasta la llamada Tejones o por la Av. Cuauhtémoc entrando a la localidad de Chalco de Díaz Covarrubias.

Los corredores de transporte no operan como segmentos de transbordo.

La discriminación del espacio, más que una identificación, induce tramos sobreocupados (varias rutas superpuestas) que garantizan rentabilidad al prestatario del servicio, derivada de la captación de la demanda distribuida en los corredores.

1.3.2 Adaptabilidad de rutas y proceso de producción de espacio urbano

Dos fenómenos parecen revelar el "acompañamiento" del sistema de transporte con el proceso de producción de espacio urbano.

El primero es la adaptabilidad de rutas, pueden distinguirse dos facetas: los "ramales" en la ruta troncal formalmente establecidos, es cuando se divide un recorrido en dos partes, (esto sucede en horas de poca demanda) contra un sobreprecio a la matriz tarifaria establecida, para llegar de un lugar a otro se debe gastar como si fueran dos rutas diferentes. Y las "entradas" según demanda del usuario en el vehículo, entonces se presenta la situación que si voy de pasajero la ruta se completa y me deja más cerca de mi vivienda, pero para tomarla de este lugar hacia afuera no se puede dar a menos que a la hora de salir coincida con alguien que baja en ese momento, sino sucede, debo caminar mas tramo hasta llegar a la base que puede ser 4 o 5 cuadras antes del final de la ruta. Estableciendo así la entrada al final de la ruta si existe la demanda del usuario, por ejemplo: en las colonias Jardines de Chalco, Culturas de México y Jalones.

El segundo es la generación, "aparición" de nuevas rutas y ramales, particularmente para atender demandas de viajes contenidos dentro del Valle de Chalco.

1.3.3 Creación de nuevas rutas y atención de nuevos segmentos de mercado

Se genera un crecimiento acelerado de rutas y ramales por el afán de cubrir segmentos de mercado débilmente atendidos o por la falta del servicio de transporte ya que la demanda cada día es mayor, pero las nuevas rutas, indefectiblemente siempre contienen tramos en corredores de transporte cada vez más sobreocupados.

En la creación de ramales nuevos se establece la regularización de los generados por la demanda del usuario que obliga a realizar el recorrido completo, señalado antes como "adaptabilidad de rutas a la demanda de pasajeros en el vehículo".

Las nuevas rutas en cambio implican dos problemáticas diferentes: una reorganización gradual de los servicios con base en una jerarquía en el nivel de calidad (p.e. las rutas por la autopista México-Puebla, gradualmente han alcanzado la cabeza de esa jerarquía), y una exploración de mercados interzonas en expansión (p.e. la ruta Chalco-Mixquic-Tláhuac) mediante servicios "a la manera de ramales" con frecuencia discrecional ("en proceso de captación de demanda") y tarifa "exploratoria".

El actual crecimiento de la red vial se realiza dentro de las colonias: Guadalupana, Providencia y Unión Guadalupe.

1.3.4 **Nodos de transferencia y conectividad con la estructura espacial interna del área metropolitana**

Pueden distinguirse dos tipos de rutas de transporte urbano de pasajeros: las que permiten viajes internos en la zona del Valle de Chalco y las que vinculan ésta con el resto del área metropolitana.

El primer tipo incluye un conjunto grande de peseros en mal estado, cubriendo generalmente demanda de usuarios que se dirigen a la escuela, mercados y servicios de salud.

El segundo tipo incluye las rutas de autobuses urbanos del Distrito Federal (Ruta 100) y de COTREM (Sistema de Transporte Troncal), y un conjunto bastante grande de rutas de "peseros", y sus motivos de viaje (en su mayoría) son de orden laboral.

Los nodos de transferencia son cuatro estaciones del Sistema de Transporte Colectivo Metro; en primer nivel de importancia Pantitlán, San Lázaro y Zaragoza, y en segundo nivel, Candelaria y Aeropuerto.

Sin embargo, parece existir una fracción de viajes que no continúan directamente en el Metro, generando nodos de transbordo en Tláhuac hacia otras rutas de peseros y ruta 100, penetrando así en la zona metropolitana.

1.3.5 **Diversificación de la oferta de servicios de transporte y cambios de uso y densidad de ocupación del suelo**

Los corredores de transporte en el interior del Valle de Chalco pueden también verse como una sola gran ruta con una alta diversificación de oferta mediante ramales. "Naturalmente" están consolidando renta diferencial del suelo e inducen cambios de uso

(en particular hacia los de carácter comercial) y de densidad de ocupación (aparecen construcciones de dos y más niveles). Ejemplo palpable de lo dicho es la transformación que sufre el corredor conformado por el Paso de la Vaca que mas adelante se transforma en Cuauhtémoc, hasta salir a la autopista, el uso del suelo es una mezcla de comercial y habitacional, se densifica en la medida que se aumentan uno o dos pisos en viviendas ya establecidas y se construyen los lotes no habitados, ubicándose en este corredor: los cinemas, farmacias, clínicas, tortillerías, de este modo la demanda del transporte se intensifica generando mas ramales que acercan los habitantes a la creciente zona comercial.

1.3.6 Relación entre sistemas de transporte y equipamiento social básico (escuela, hospitales) y de servicios de gobierno.

Es interesante señalar que existe una evolución en las relaciones entre recorridos de los sistemas de transporte y la localización emergente de nuevo equipamiento social básico (escuelas, hospitales) y de servicios de gobierno.

Se puede apreciar como el equipamiento social básico se va estableciendo en los tramos sobre ocupados por las rutas del transporte, en esta medida el usuario dispone de diferentes rutas y ramales para tener acceso al servicio social.

La ocupación más cercana la efectúan las clínicas, farmacias y comercios, en segundo término (a una o dos cuadras de distancia hacia el corredor) se encuentran las escuelas.

El servicio de gobierno como es la CONASUPO no es la excepción en su ubicación, lo que es curioso de resaltar es que no ocupa un lugar central, mas bien se encuentra localizado al comienzo del corredor antes que las rutas empiecen a bifucarse en sus diferentes ramales.

Los servicios como Cruz Roja, Bancos, Iglesias, Hospitales más grandes, y demás equipamiento los obtienen en la localidad de Chalco de Díaz Covarrubias e Ixtapaluca.

1.3.7 Tecnología de transporte y contaminación ambiental

La tecnología de producción del transporte, entendiendo ésta como mejoras y mantenimiento dado al parque vehicular que prestan el servicio a los habitantes del Valle de Chalco, acentúa el deterioro ambiental.

- Todos los vehículos son con motores de combustión interna
- Los vehículos más deteriorados son los que realizan los viajes internos pues penetran en una vialidad sin pavimentar y en

época de lluvias se generan unos grandes hoyos que no permiten la circulación a una velocidad normal.

- El mejor mantenimiento y la incorporación de los microbuses se realiza sobre los que transitan por la autopista México-Puebla y la Carretera Federal; por razones lógicas, como son: una mejor vialidad y la alta rentabilidad que estas rutas generan.
- Otro factor a destacar es el mantenimiento dado a las flotas de STT y Ruta 100 ya que por tener este tipo de recorridos requieren de un mantenimiento mayor y se les da el mismo que a los que transitan en las vialidades pavimentadas sin tener ningún tipo de consideración con el medio ambiente ni los habitantes de la zona.
- El rodado en una vialidad sin pavimentos ni sellados conjuga junto con las tolvaneras, en épocas de seca, nubes de partículas sólidas, contribuyendo a la contaminación ambiental de la zona de estudio.

1.3.8 Sistema de Transporte e Imagen Urbana

Los "colores" de la imagen urbana en muchos recorridos por el Valle de Chalco está determinado por los peseros "azules" concesionados por COTREM/Edo. de México, con sus vestiduras en mal estado y los "verdes" (lentamente transformados en blancos con línea borravino") concesionados por GT/DDF, generalmente de mayor tamaño y mejor vestidura.

No podían faltar las largas filas en espera de abordar los vehículos más económicos para realizar su desplazamiento y a su alrededor la generación de puestos improvisados que suministran alimento.

Sobre los corredores se generan diferentes fachadas y colores de avisos dados por las recientes zonas comerciales y se densifica el uso del suelo con las construcciones de dos niveles y ocupación de lotes baldíos.

1.4 Otros aspectos socioeconómicos vinculados al Sistema de Transporte

1.4.1 Seguridad

Las condiciones de seguridad no son las mejores dentro del Valle de Chalco, presentan vialidad deficiente o peligrosa, existiendo un riesgo latente de accidente sobre la Av. Tláhuac a la altura del Cerro de Xico, por ser ésta muy angosta para el volumen de vehículos diarios y no tener ningún tipo de protección

para evitar el deslizamiento del material que la conforman sobre el canal o el lago que le rodean.

Hay que recordar al respecto el accidente fatal ocurrido en el año de 1987 del vehículo de Ruta 100, el cual cayó al lago muriendo todos sus pasajeros, motivo por el cual se suspendió la ruta que cubría el recorrido desde el Valle de Chalco hasta la localidad de Chalco de Díaz Covarrubias entrando por la primera vía que rodea el Cerro de Xico. En la actualidad no realizan la conexión entre estos dos puntos, sólo unen el Valle de Chalco con Tláhuac saliendo por el Paso de la Vaca y la Localidad de Chalco también con Tláhuac pero por la vía a Mixquic.

Otro factor de inseguridad que se observa (no sólo en el Valle de Chalco) es el espectáculo de los racimos de gente colgando en los vehículos que ofrecen el servicio más económico, a las horas de mayor demanda.

1.4.2 Calidad del transporte

Los usuarios del servicio de transporte público en el Valle de Chalco realizan un desplazamiento "aceptable" ya que existen y se generan nuevas rutas que le permiten no tener que caminar demasiado para conseguir un medio de transporte; pero los corredores no presentan una variedad en rutas con diferentes destinos, es entonces cuando para transportarse sin tener que realizar transbordos, necesitan desplazarse a pie largos trayectos hasta encontrar la ruta requerida.

La disponibilidad en frecuencia y en capacidad se manipula según sea la demanda y la ruta, de ahí algunas quejas de los usuarios al no ser despachado un vehículo hasta no completar su cupo, pero en algunas rutas el vehículo debe partir sin completar cupo por la escasa demanda, esperando de 30 a 45 minutos para salir de la base. (En proceso de captación de demanda).

Otro factor importante de resaltar es el confort ofrecido según las rutas, se puede distinguir dos casos:

- (1) Los que realizan viajes internos, cuyo confort ofrecido en los vehículos es mínimo o nulo, ya que su mantenimiento es escaso, encontrándose las unidades más deterioradas y las "hechizas" (vehículos reciclados de otras actividades y mal adaptados para el servicio público).
- (2) Los que realizan viajes del Valle de Chalco hacia la metrópolis, estos cuentan con vehículos más aceptables, con un mantenimiento mejor y es en estas rutas donde se incorporan los microbuses; no quiero decir con ello que éstos sean más confortables pues se da el caso de que no cumplen con una altura mínima y llevan sobrecupo en horas

pico donde hablar de confort resulta irrisorio, pero sus unidades por lo menos tienen buenos asientos, amortiguadores, ventanas que se pueden abrir y como éstos algunos detalles más.

1.4.3 Costos de transporte

Hay que analizar dos tipos de costos: en tiempo y en dinero; y cada uno se debe diferenciar según recorridos.

De los viajes hechos internamente en el Valle de Chalco y hacia la localidad de Chalco de Díaz de Covarrubias se puede obtener unos tiempos medios y tarifas del pasaje así:

- Dentro del Valle de Chalco entre 15 y 30 minutos con un pasaje entre \$ 400 y \$ 500 pesos de base a base en peseros, pues los autobuses no realizan estos recorridos.
- Entre el Valle de Chalco y la localidad de Chalco de Díaz Covarrubias el tiempo medio fluctúa entre 20 y 40 minutos con un costo del pasaje entre \$ 400 y \$ 500, dado que este recorrido lo realizan autobuses y colectivos la diferencia está básicamente en el tiempo de recorrido.

Del Valle de Chalco incluyendo la localidad de Chalco a la Zona Metropolitana en las diferentes estaciones del metro se desglosan así:

- Al metro Pantitlán, con un tiempo medio de 1 hora y un costo del pasaje de \$ 500 y \$ 400
- Metro Candelaria, de 1 hora a 45 minutos su costo entre \$ 900 y \$ 800
- Metro San Lázaro, de 1 hora a 50 minutos su costo entre \$ 700 y \$ 900
- Metro Aeropuerto, con tiempo medio es de 40 minutos y un costo de \$ 700 a \$ 800

Otras conexiones diferentes al sistema de transporte de pasajeros de alta capacidad son:

- Cárcel de Mujeres, con un tiempo medio de 20 a 50 minutos dependiendo del tipo de vehículo que se utilice y un costo entre \$ 100, \$ 500 y \$ 800
- Tláhuac, su tiempo medio está entre 25 minutos y 1 hora por la misma razón antes mencionada, con un costo entre \$100, \$500 y \$600

Por último se destacan en la zona de estudio otros puntos de conexión menos importantes, por su demanda, como:

- Ixtapaluca, con un tiempo medio de 25 minutos y un costo de \$500
- Xochimilco, un tiempo medio de 1 hora, 30 minutos y un costo de \$ 1,500.00 y \$ 1,200.00 para estudiantes

1.4.4 Condiciones de producción del transporte

La organización está actualmente establecida por las siguientes empresas:

Ruta 100/DDF. STT/COTREM, DDF/COVITUR. Estado de México/COTREM, Autobuses San Francisco, S.A. de C.V., San Rafael Aviación Vaso de Texcoco, Santa María Astahuacán, Los Reyes anexas y Omnibus Cristobal Colón Interurbanas.

1.5 Segundo relevamiento de rutas

1.5.1 Aspectos metodológicos para la realización del relevamiento

El segundo relevamiento de rutas se realizó como fuente de apoyo y análisis del comportamiento del sistema de transporte urbano en la zona de estudio después de un año de rápidos cambios inducidos especialmente por el "Programa de Solidaridad" implementado en el asentamiento irregular por el Gobierno Mexicano.

La metodología empleada para la realización del segundo relevamiento está acorde con la expuesta para el primero, el formulario empleado es el mismo y su procedimiento de recolección de la información también, ésta fase fue menos laboriosa que la anterior ya que se contaba con el juego de planos del primer relevamiento.

Se recolectó la información en Abril de 1991, procesándose y obteniendo un juego de seis planos, los que permiten la diferenciación de concesiones, tipos de vehículos, recorridos preferenciales sobre el territorio y ramales de las diferentes rutas, preservando la coincidencia con los realizados en el primer relevamiento para efectuar las apropiadas comparaciones.

Los planos desarrollados del segundo relevamiento son los siguientes:

- (1) Red de autobuses según concesiones.
- (2) Red de colectivos concesionados al Departamento del Distrito Federal.
- (3) Red de colectivos concesionados al Estado de México.
- (4) Red de colectivos según concesiones.

- (5) Red de colectivos con gran número de ramales.
- (6) Red general según concesiones y tipo de vehículo.

En esta fase se dibujaron en forma detallada los ramales para evitar la consulta en las fichas cuando preguntaban datos más específicos, suceso ocurrido en la presentación de los planos del primer relevamiento. (Ver anexo de planos).

1.5.2. Estudio comparativo.

El proceso comparativo de los dos relevamientos se realiza sobre los planos finales obteniendo los siguientes cambios.

Se realiza un mayor cubrimiento del área de estudio sobre las vías que delimitan las supermanzanas, alcanzando una mayor penetración hacia el canal general.

La penetración en las diferentes áreas de asentamientos recientes y con una ubicación especial (laderas de alto riesgo, canales industriales y generales, cementerios, etc.) disminuyen los recorridos a pie de los habitantes que ocupan estas áreas, detectados en el primer relevamiento.

Los planos 2/6 y 3/6 comparados con los planos 1/4 y 3/4 representan claramente dicha penetración, un ejemplo claro lo ofrece la ruta 51 concesionada al Departamento del Distrito Federal, para el año de 1990 tenía un ramal y en el año de 1991 ya cuenta con 5 ramales, los cuales conectan las colonias de Emiliano Zapata, San Miguel Xico, Alcanfort, Estación Xico, Xico Viejo, Xico nuevo, Ixchacalco, Niños Héroes y María Isabel con Tláhuac por la avenida Tlahuac hoy Carretera a Chalco y con el Distrito Federal por la Autopista México - Puebla.

La ruta 87 concesionada al D.D.F. con 4 ramales gana recorridos realizados por la ruta 63 concesionada al Estado de México sobre las calles Emiliano Zapata, Av del Mazo y Anáhuac, continuando su recorrido hasta la metrópoli por la Autopista México - Puebla.

La ruta 63 concesionada al Estado de México transforma algunos de sus ramales de recorrido interno por ramales que viajan de la Av. del Mazo con Autopista México Puebla al Distrito Federal en sus diferentes puntos de conexión con los metros.

Los ramales informales se formalizan dentro de las rutas, estableciéndose una repartición del territorio, producto de luchas internas entre directivos o representantes de rutas.

CAP. 2: MODALIDADES DE LA PRODUCCION DEL TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS EN EL VALLE DE CHALCO

2.1 Aspectos metodológicos para el levantamiento de la encuesta

2.1.1 Objetivos

2.1.1.1 General

Contribuir a la caracterización de las modalidades de producción del transporte urbano de pasajeros en el Valle de Chalco.

2.1.1.2 Particulares

- (1) Identificar costos de producción del transporte y la participación de los operadores en éste.
- (2) Caracterizar las condiciones de trabajo de los operadores de colectivos (Combis/Microbuses) en el Valle de Chalco
- (3) Establecer un perfil socio-económico del operador de las unidades en el Valle de Chalco
- (4) Captar las inconformidades y sugerencias de los operadores respecto al sistema de transporte urbano de pasajeros en el Valle de Chalco

2.1.2 Diseño del formulario de Encuesta a Operadores

En el diseño del formulario de encuesta a los operadores se establecen secciones tratando los siguientes temas:

- Modalidades en la producción del transporte
- Ingresos y gastos en la producción del servicio de transporte
- Datos socio-económicos del operador de las unidades
- Mejoras propuestas en el servicio de transporte

Así el formulario queda seccionado en siete partes.

En su primera división se realiza la ubicación de la unidad que conduce el operador con su ruta y ramal asignado.

Secuencialmente en su 2a. y 3a. parte se pregunta la propiedad de la unidad, con el fin de realizar las preguntas apropiadas, según sea el caso (propio o en renta), entrando a la parte de Ingresos y Costos en la producción del servicio de Transporte.

En la 4a. parte se preguntan datos laborales como horario, días y trabajo anterior para establecer que conexiones anteriores ha tenido como operador de Transporte Colectivo. La parte 5a. del formulario capta tanto las inconformidades del operador como sus sugerencias para mejorar el Sistema Colectivo de Transporte Urbano.

Con la 6a. parte del formulario se complementan y termina de recolectar los datos socioeconómicos del operador con datos como edad, escolaridad, lugar de procedencia y residencia actual.

Por último se presenta el nombre de quien se encargó de realizar las encuestas y la fecha de recolección de los datos.

2.1.3 Procedimiento del levantamiento de la encuesta

2.1.3.1 Fechas de realización

Las entrevistas fueron realizadas en los días 7 y 26 de febrero de 1990; en dichos días se cubrieron todas las bases terminales de las rutas que circulaban en la zona de estudio al momento de hacer el relevamiento de rutas en Septiembre y Noviembre de 1989.

2.1.3.2 Encuestas realizadas

Se realizaron un total de 36 encuestas a los operadores de las cuales cinco fueron desechadas por no tener respuestas completas o de poca confiabilidad, obteniéndose así 31 encuestas para procesar.

Con estas 31 se logra un cubrimiento de todas las rutas existentes a la fecha de recolección de la información de rutas en la zona de estudio.

Las encuestas o operadores están distribuidas de tal forma que las rutas que presentan más ramales tienen más encuestas. (Ver cuadro No. 8)

2.1.3.3 Características de la entrevista

La recolección de la información se realizó con los siguientes métodos:

- (1) Entrevistas en las bases terminales de tal forma que se encontraron en espera varias unidades. Se empezaba a preguntar al operador que tuviera el último lugar dando tiempo así a contestar todo el cuestionario antes de salir a realizar el recorrido.
- (2) Cuando no se encontraban muchas unidades en las bases se abordaba la que salía al recorrido. Este método presentaba muchos inconvenientes por parte de los operadores, por tal motivo fue poco usado.
- (3) Por último se recolectaba la información del operador que acababa de realizar su recorrido y descansaba por unos minutos para tomar algo o limpiar la unidad

Se evitó recolectar la información del cuestionario cuando estuvieran reunidos en grupos, para impedir la posible influencia entre ellos al dar las respuestas.

Las entrevistas por operador se llevaron más tiempo del previsto, dado el interés que éste presentaba en saber el por qué y para qué de la encuesta, pero sirvió para que expresaran sus opiniones sobre el sistema de transporte actual en el Valle de Chalco.

2.2 Procesamiento de la información

2.2.1 Perfil socioeconómico de los operadores

Edad: Los operadores de mayor edad se encontraban trabajando en las rutas que cubren el Valle de Chalco a nivel interno, los que realizan los recorridos hacia la metrópoli generalmente son jóvenes.

El rango de 21 a 30 años es el que presenta el mayor porcentaje y el mínimo está en los que tienen más de 40 años. Ver cuadro 9.

Escolaridad: Esta fue una respuesta muy sesgada de la cual no se puede deducir, más que todos en general dicen tener la secundaria y algunos no desean contestar y en ningún caso especifican el grado realmente obtenido. Para ver datos desglosados ir a Cuadro 10.

Lugar de nacimiento: La mayoría de los operadores que trabajan en la zona del Valle de Chalco a nivel interno, son originarios de alguna de las localidades del Valle de Chalco y en la cobertura a la metrópoli se encuentran los nacidos en el D.F., un porcentaje mínimo casi nulo lo cubrieron los nacidos fuera del Estado de México. Los porcentajes correspondientes a los nacidos en el Distrito Federal y el Estado de México se pueden ver en el cuadro 11.

Domicilio actual: La residencia de los operadores como se aprecia en el cuadro 12 está, en su mayoría, en el Estado de México hacia el municipio de Chalco y cerca de alguna de las bases terminales en la ruta en que opera la unidad.

Trabajo anterior: El porcentaje mayor está en trabajos de operador de cualquier vehículo no necesariamente relacionado con transporte de pasajeros, a continuación se encuentra el trabajo de obrero en fábrica, en labores que no tienen ningún tipo de conexión con el sistema de transporte urbano de pasajeros, se encuentra en un porcentaje mínimo operadores que se jubilan en otro trabajo y compran su unidad para seguir ayudándose económicamente estos al igual que los comerciantes o trabajadores de alguna empresa se encuentran ubicados en el rango de otros cuyo porcentaje es ver en forma desglosada cuadro 13.

2.2.2 Modalidades de producción del servicio de transporte urbano de pasajeros

Acceso: En el sistema de transporte actual del Valle de Chalco solo el 29.04% de los operadores entrevistados pueden poseer la unidad de trabajo, el 70.96% restantes se ven obligados a pagar "cuenta" a los propietarios de las unidades que las dan a trabajar.

Las unidades son rentadas a un solo operador, quien se encarga de trabajar todos los turnos y cumplir con su renta.

Para tener acceso a una unidad rentada básicamente se requiere, tener amigo o conocidos en el ramo del sistema de transporte que le recomienden y conecten con los propietarios de los vehículos, esta forma de conseguir el trabajo equivale a un 41.94% de los operadores entrevistados, como se observa en el cuadro 14, y sólo un 19.35% lo hacen por avisos clasificados a búsqueda persona.

Renta diaria: La renta es cancelada diariamente a los propietarios, éstos se encargan de establecer el rango a pagar según sea el tipo de vehículo, como se observa en el cuadro 15.

El propietario no está obligado más que por las condiciones del mercado a establecer dicha cantidad. Según las encuestas realizadas a los operadores es el equivalente a un 30% de su ganancia diaria lo que les cobran de renta.

Dentro del contrato de renta el propietario no fija horarios de trabajo ni especifica cuantos turnos puede realizar el operador, lo importante es la cantidad diaria que deben pagar.

Costos de gasolina: El 100% de los operadores entrevistados que rentaban la unidad cubrían el costo del combustible, obligándoseles a entregar la unidad al propietario con su carga completa de gasolina en el tanque.

Mantenimiento: La libertad absoluta que tiene el propietario para imponer sus reglas en la renta de las unidades dentro del sistema de transporte actual en el Valle de Chalco, se aprecian claramente en la obligación o no al operador, del mantenimiento de la unidad.

De los operadores entrevistados que rentaban la unidad de trabajo el 68.18% dan el mantenimiento, que incluye: cambio de aceite, lavado y reparación de ponchaduras. El 27.27% están en el contrato de renta libres de esta obligación.

Es de aclarar que el 4.55% de los operadores entrevistados no contestaron a esta pregunta por diferentes razones.

Horario de trabajo: Los operadores de colectivos que circulan en el Valle de Chalco, cumplen jornadas muy agotadoras de trabajo; el 25.80% de los entrevistados trabajan de 14 a 16 horas diarias y solo el 3.23% trabaja menos de 8 horas diarias, ver cuadro 16.

Sus horarios de inicio y finalización de labores va directamente relacionado con la ruta y ramal que cubren.

Los operarios que rentan unidades no presentan ningún tipo de obligación con los horarios ante el propietario de vehículo; solo en los casos en que el operador regresa la unidad diariamente al propietario, en la medida que recoge y devuelve la unidad a las horas establecidas con el propietario, pero esto no quiere decir que trabaje esa cantidad de horas, por eso la pregunta de la encuesta fue diseñada para saber cuantas horas al día trabaja en la ruta.

Días por semana: Las rutas concesionadas por el Estado de México/COTREM que circulan en la zona de estudio, tienen la obligación de descansar un día a la semana por el programa de "un día sin auto", entonces se ven obligados los operadores a

descansar el día según numeración y no cuando lo deseen; por esta razón en el cuadro 17 se puede apreciar una fuerte diferencia entre los que laboran 6 y 7 días a la semana.

Para los concesionados del DDF/COVITUR no existe dicha restricción, los operadores de estas rutas generalmente descansan el día domingo, y el 16.13% de los encuestados trabajan los 7 días de la semana, ver cuadro 17.

Antigüedad: Otro de los factores de análisis es el tiempo en años que tienen los operadores del sistema colectivo, dato presentado en el cuadro 18.

La mayor antigüedad se presenta en los que llevan de 1 a 2 años, a este renglón le siguen los de menos de 1 año, la explicación se fundamenta en el estado de las vías y condiciones de la zona, los operadores generalmente no duran mucho tiempo en las rutas que cubren internamente el Valle de Chalco; así lo informaron algunos despachadores de la zona que comprende las colonias de San Miguel Xico, Ex-hacienda y Providencia, etc.

Transporte del domicilio al trabajo y su regreso: Para este análisis es necesario recalcar que el 70.96% de los encuestados rentan la unidad de trabajo, entonces sobre este porcentaje se desarrolla el cuadro 19, ya que el propietario que trabaja su vehículo se transporta en él a/desde su domicilio.

Solo el 18.18% de los operadores encuestados que rentan la unidad, la regresan diariamente al propietario, pero generalmente viven cerca de su domicilio y no son en estos momentos usuarios del servicio de transporte.

2.2.3 Propuesta de mejoras al sistema de transporte

Las sugerencias y mejoras propuestas por los operadores encuestados están directamente relacionadas con las necesidades de la zona que su ruta cubre. Además el porcentaje de encuestas realizadas está en proporción al número de ramales de las rutas.

Por esto se aprecia en el cuadro 20 un porcentaje de 35.48% solicitando la pavimentación y mantenimiento de las vías y según los informantes ya se conformaban tan solo con la pavimentación de los corredores más transitados por las diferentes rutas.

Otra de las quejas que presentan un alto porcentaje de 38.71% es la de tener un acceso a créditos médicos para adquirir unidades; esta solicitud corresponde al 70.96% de operadores que rentan su fuente de trabajo.

Por parte de los propietarios se requiere la agilización en los trámites legales.

También es necesario aclarar que a pesar de que el 12.90% de los encuestados no dieron respuesta a esta pregunta, (bien sea por no tener ninguna sugerencia o por no querer contestar), la suma de porcentajes es mayor al 100% ya que los operadores que contestaron hacían más de un comentario.

2.3 Otros aspectos vinculados a la interacción producción del transporte y producción del suelo urbano

2.3.1 Papel del operador como agente de modificación de la accesibilidad del usuario al transporte

En buena medida los operadores propietarios o no, contribuyen a la saturación de los corredores, en la libre decisión de negarse a realizar trayectos diferentes, bien sea por escasez de demanda o mayor deterioro de las vías; procurando pertenecer entonces a las mejores rutas y poder captar la mayor rentabilidad con el menor deterioro de las unidades.

2.3.2 La vivienda del operador y su distribución en el territorio

La ubicación de la vivienda del operador define dos situaciones:

(1) Los que trabajan en las rutas concesionadas por el DDF/COVITUR, generalmente ubican su vivienda en la zona metropolitana.

(2) Los operadores que cubren el Valle de Chalco en forma interna, se localizan en el Estado de México, cerca de las bases terminales o de la residencia del propietario del vehículo a trabajar, de tal forma que no utilizan el sistema de transporte como usuarios.

2.3.3 Interacción entre el operador y la estructura territorial

Dada la antigüedad de trabajar como operador de colectivo en la zona, se puede asegurar que el asentamiento irregular le ofrece al operador un medio abrupto de interacción, de tal forma que la mayoría trabaja de uno a dos años en estas condiciones.

A su vez el operador y su poder de decisión presionan para el mejoramiento de las condiciones viales, logrando en cierto momento incrementar la renta diferencial del suelo.

Ruta No	107	104	85	63	51	36	30	28	8
No. de Ramales	2	6	1	9	1	14	1	1	35
No. de Encuestas	2	5	1	7	2	10	1	1	31
									Totales

Cuadro 8: NUMERO DE ENCUESTAS POR RUTA
Fuente: Investigación directa, febrero, 1990

Rango de edad	%/No. de encuestas
Menos de 18 años	0
18 a 20 años	19.35
21 a 30 años	48.39
31 a 40 años	29.03
Más de 40 años	3.23

Cuadro 9. EDAD DE LOS OPERADORES

Fuente: Investigación directa; febrero, 1990

Grado obtenido	%/No. de Encuestas
Primaria	6.45
Secundaria	70.97
Preparatoria/Técnica	6.45
Sin respuesta	16.13

Cuadro 10. ESCOLARIDAD DE LOS OPERADORES
Fuente: Investigación directa; febrero 1990

Estado	%/No. de Encuestas
México	64.52
Distrito Federal	32.26
O t r o	3.22

Cuadro 11. LUGAR DE ORIGEN DE LOS OPERADORES
Fuente: Investigación directa; febrero 1990

Estado	%/No. de Encuestas
México	74.19
Distrito Federal	25.81

Cuadro 12. LUGAR DE RESIDENCIA DE LOS OPERADORES
Fuente: Investigación directa, febrero, 1990

Trabajo anterior	%/No. Encuestas
Chofer	48.39
Obrero en fábrica	22.58
Obrero de la construcción	6.45
Primer trabajo	9.68
O t r o s	12.90

Cuadro 13. EMPLEO ANTERIOR AL DE OPERADOR DE COLECTIVOS
Fuente: Investigación directa; febrero 1990

Como consiguen el Trabajo	%/No. de encuestas
Por amigos conocidos	41.94
Por parentesco con el dueño	9.68
Por compra de la unidad	29.03
O t r o s	19.35

Cuadro 14. FORMAS DE CONSEGUIR EL TRABAJO DE
OPERADOR DE COLECTIVOS
Fuente: Investigación directa; febrero 1990

Tipo de Vehículo colectivo	Rango de renta pagada en pesos
Auto:	25,000 a 45,000
Combi:	50,000 a 70,000
Microbús:	150,000 a 235,000

Cuadro 15: RANGO DE RENTAS POR TIPO DE VEHICULO
Fuente: Investigación directa, febrero, 1990

Rango de horas/día	%/No. Encuestas
Menos de 8 horas	3.23
8-10 horas	32.26
11-13 horas	32.26
14-16 horas	25.80
Más de 16 horas	6.45

Cuadro 16: HORAS DE TRABAJO AL DIA
Fuente: Investigación directa, febrero, 1990

No. de Días/semana	%/No. de encuestas
6	83.87
7	16.13

Cuadro 17: DIAS TRABAJADOS A LA SEMANA**Fuente: Investigación directa; febrero 1990**

Rango de Tiempo	%/No. Encuestas
Menos de 1 año	19.35
1 a 2 años	41.94
2.1 a 3 años	19.35
3.1 a 4 años	6.45
más de 4 años	12.91

Cuadro 18. ANTIGÜEDAD DE TRABAJAR COMO OPERADOR
DE COLECTIVOS
Fuente: Investigación directa, febrero 1990

Forma de transportarse a su domicilio	%/No. encuestas de los que rentan la unidad
En la unidad rentada	81.82
caminando	18.18

Cuadro 19. TRANSPORTE USADO POR LOS OPERADORES QUE RENTAN LA UNIDAD
Fuente: Investigación directa; febrero, 1990

Tipo de propuestas	%/No. Encuestas
Acceso a créditos para adquirir unidades	38.71
Pavimentación y mantenimiento de vías	35.48
Agilidad en trámites legales	6.45
No pagar caseta de cobro	9.68
Seguridad por asalto	6.45
Sin respuesta	12.90

**Cuadro 20. MEJORAS PROPUESTAS POR LOS OPERADORES
AL SISTEMA DE TRANSPORTE**
Fuente: Investigación directa; febrero 1990

Cap 3 OFERTA Y CALIDAD DEL SERVICIO DEL TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS EN EL VALLE DE CHALCO. VISION DEL USUARIO

3.1 Aspectos metodológicos

3.1.1 **Objetivos**

3.1.1.1 General

Contribuir a la comprensión del fenómeno del sistema de transporte en el Valle de Chalco y su interacción con el proceso de expansión metropolitana.

3.1.1.2 Particulares

(1) Elaborar matrices origen-destino indicativas de la movilidad de los usuarios del transporte en el Valle de Chalco.

(2) Caracterizar cadenas de transporte urbano de pasajeros desde/a el Valle de Chalco

(3) Recopilar propuestas de los usuarios para mejorar el Sistema de Transporte en el Valle de Chalco.

(4) Establecer un perfil económico del transporte para el usuario en el Valle de Chalco.

3.1.2 **Diseño del formulario de la encuesta a usuarios**

En el diseño del formulario de encuesta a los usuarios se definen los siguientes temas:

- Datos socio-económicos del usuario
- Modalidad del transporte que espera
- Origen Destino del usuario
- Cadenas de transporte urbano empleadas por el usuario
- Mejoras propuestas al usuario de transporte urbano

De tal forma se secciona el formulario en siete partes claramente identificables.

Inicialmente se establece el tipo de transporte que desea abordar el usuario, ubicando también su ruta y ramal.

En su segunda y quinta sección se establecen los datos socioeconómicos del usuario entrevistado.

El origen-destino se pregunta en la tercera sección del formulario, desplegando los sitios más relevantes para facilitar la contestación.

Entrando a la cuarta parte del formulario se ubican las preguntas: ¿En qué vino? y luego ¿En qué sigue el viaje?, para establecer las cadenas de transporte urbano empleadas por los usuarios del Valle de Chalco.

La relación del costo del transporte para el usuario, en viaje redondo, se pregunta en la quinta sección, contribuyendo como dato relevante en el factor económico del usuario.

Las inquietudes y visión del usuario al sistema de transporte se recogen en una pregunta abierta, en la sección sexta del formulario de encuesta.

Por último se presenta el nombre del entrevistador y la fecha y hora de aplicación de la encuesta.

3.1.3. Procedimiento de levantamiento de la encuesta

3.1.3.1 Fechas y horas de realización.

Después de aplicar la encuesta a los operadores, hablar con ellos y realizar un estudio preliminar de las condiciones en la producción del transporte, se confirma la existencia de un fragmento de usuarios, entre las 10:00 hrs y las 15:00 hrs., poco estudiados y son ellos los que generan los viajes internos en la zona de estudio.

Los usuarios movilizados en las horas pico de la mañana, conforman un fragmento cuyo destino (en su mayoría) es la Ciudad de México y sus principales motivos de viaje son: ir al trabajo e ir a la escuela; realizando en la noche el regreso a casa.

Las entrevistas se realizaron en los días 28 de febrero, 5, 7 y 12 de marzo de 1990, a las 10:00 hrs. y 15:00 hrs. así:

El 28 de febrero de 1990, de las 10:00 hrs. a las 14:30 hrs.; 5 y 7 de marzo de 1990, de las 10:00 hrs. a las 13:30 hrs.; 12 de marzo de 1990, desde las 13:00 hrs. a las 15:00 hrs.; estableciéndose con anterioridad los puntos de real importancia como bases/paraderos en corredores saturados por rutas y espacios densamente ocupados, cubriendo así toda la zona de estudio.

3.1.3.2 Encuestas realizadas

Para el cubrimiento de la zona de estudio en sus nodos de transferencia y conectividad con la estructura espacial interna del área metropolitana, se aplicaron 98 encuestas; a 5 de ellas no se les realiza ningún tipo de procesamiento por no tener datos completos o carecer de veracidad en ellos; al hacer la revisión de las encuestas el total a procesar es de 93.

3.1.3.3 Características de la entrevista

La recolección de la información se realizó con los siguientes métodos:

- (1) Entrevista al usuario ubicado en la fila de espera en las bases terminales; empezando a encuestar al último de ésta para dar tiempo de terminar la encuesta.
- (2) Entrevista al usuario localizado en los corredores sobresaturados de rutas y ramales.
- (3) Entrevistas a los usuarios en fragmentos de vías donde la frecuencia del servicio es baja, alcanzándose a reunir por grupos en espera del vehículo de transporte público.
- (4) Entrevistas a los usuarios en sectores viales de mucha jerarquía (Autopista y Carretera Federal México-Puebla).
- (5) Entrevista al usuario que acababa de descender de un vehículo público y esperaba abordar otro.

Se evitó realizar las encuestas a personas consecutivas en las filas de espera, para eliminar la posible influencia en la contestación del cuestionario y sobre todo en la opinión expresada sobre el sistema de transporte público de pasajeros en el Valle de Chalco.

3.2 Procesamiento de la información

3.2.1 Perfil socioeconómico de los usuarios

Edad: La edad de los usuarios del servicio de transporte en el rango de tiempo entrevistados, corresponde con un 54% a los que tienen entre 21 y 40 años.

El 30% de los usuarios tenían entre 21 y 30 años y el 23.40% entre 31 y 40 años; sólo el 11% son mayores de 40 años (Ver cuadro 21).

Escolaridad: Como era de esperarse en esta respuesta sucedió lo mismo que en la respuesta dada por los operadores, los usuarios que la contestaban afirmaban tener estudios de secundaria sin especificar el grado obtenido, pero la mayoría de los encuestados omitieron la respuesta; el análisis de esta pregunta no se desarrolla por presentar sesgo o falsedad.

Ocupación: El 24.46 % de los usuarios movilizados en el rango de tiempo establecido para la aplicación de la encuesta, se dedican al hogar. El 18.08 % corresponde en igual proporción a los estudiante y obreros. En el cuadro 22, se clasifican en el rango de otros las siguientes ocupaciones: ayudantes de taller, cocineros, meseros, vendedores ambulantes, maestros, mensajeros, etc., correspondiéndoles un 19.14 %.

Tiempo de residir en el Valle de Chalco: El mayor porcentaje (40.80) se establece en el rango de 1 a 5 años, ratificándose de esta forma la afirmación hecha de ser un asentamiento nuevo. El 26.6 % se ubica a continuación correspondiendo al rango de 5 a 10 años como se puede apreciar en el cuadro 23.

3.2.2 Modalidades sobre la oferta y calidad del servicio de transporte urbano

Movilidad urbana: Considerando la repartición en el tiempo, el origen-destino de los viajes realizados en el Valle de Chalco y su localidad central, los viajes responden a los siguientes motivos:

26.59%	para dirigirse a centros laborales
20.21%	para asistir planteles educativos
6.38%	para ir al mercado
4.25%	para dirigirse a oficinas de gobierno
27.66%	para regresar a casa
13.83%	otros

Estos porcentajes se dan sobre el número de encuestas realizadas a usuarios, para mayor revisión ver cuadro 24.

Centros de Abasto: En las encuestas declararon que compraban sus bienes de uso y consumo el 36% en la localidad de Chalco; el 35.2% en su misma localidad (tianguis); el 20% en Ixtapaluca y el restante 8.8% en el D.F. (por lo regular éstos eran comerciantes o revendedores).

Cadenas de transporte urbano de pasajeros: El porcentaje más alto tanto en su medio llegada al punto de encuesta como de su continuación del viaje después de abordar un vehículo de transporte público, fue el desplazamiento a pie con un 29.79%; el 22.34% lo ocupan los usuarios cuyo medio de continuar su viaje es

el colectivo después de abordar otro vehículo en el momento de la encuesta y su primer desplazamiento lo realizan a pie; el porcentaje que continúa en importancia como primer desplazamiento al punto donde se encuestó es el colectivo con un 10.63% para continuar su viaje a pie. Ver cuadro 25.

Costos de viajes redondos: Según el motivo del viaje podemos determinar los porcentajes más altos sobre número de encuestas así:

- 30.86% paga diariamente entre 1000 y 3000 pesos para dirigirse a su centro laboral
- 16% paga diariamente entre 1000 y 2000 pesos para asistir al plantel educativo
- 5.32% destina diariamente entre 1000 y 2000 pesos para dirigirse al mercado
- 15.96% gasta mas de 2001 pesos en otros motivos de viaje

En el cuadro 26, observamos como el usuario de sistema de Transporte del Valle de Chalco debe destinar mensualmente una cantidad considerable del salario para realizar su desplazamiento diario.

3.2.3 Propuestas de mejoras al sistema de transporte urbano

Las necesidades más sentidas por los usuarios del sistema de transporte urbano de pasajeros, en la zona de estudio se pueden apreciar en el cuadro 27; las cuales responden a las condiciones presentes en el lugar de residencia del usuario entrevistado, de esta forma los habitantes de la localidad de Chalco de Díaz Covarrubias no incrementan en su porcentaje la solicitud de pavimentación de las vías; al igual que en el caso de los operadores, esta propuesta ocupa el primer lugar entre las mejoras expresadas por los usuarios.

Una necesidad común propuesta en la zona de estudio es la de aumentar el parque vehicular de camiones, tanto en las rutas existentes como en la creación de rutas nuevas, para generar un barrimiento a nivel interno de la zona por este tipo de vehículos, ya que estos son más económicos aminorando así los gastos en sus desplazamientos dentro del Valle de Chalco.

A pesar de que el porcentaje de los que no realizaron ningún comentario es del 13 %, los porcentajes representados en el cuadro 27 equivalen a más del 100 %, ya que los usuarios encuestados expresaban más de una propuesta a la vez.

3.3 Estudio de caso comparativo entre dos localidades con diferentes procesos de evolución urbana

3.3.1 Descripción urbana de localidades

Las dos localidades son: San Miguel Xico y Chalco de Diaz Covarrubias.

La primera corresponde a un asentamiento irregular, empezando en una invasión u ocupación directa del suelo y continuando con una ocupación a través de un propietario reconocido, originando el fraccionamiento clandestino o irregular que surge en las tierras ejidales o comunales de la zona, es esta la forma más común de asentamiento en la zona metropolitana de la Ciudad de México; donde la forma predominante de construcción de la vivienda se da mediante la autoconstrucción.

El segundo corresponde a un asentamiento regular, donde el acceso al suelo se da mediante fraccionamientos que cumplen los mecanismos legales.

"Chalco viejo" corresponde al asentamiento mas antiguo de la zona y es el centro regional más importante del Valle de Chalco, es la cabecera municipal.

3.3.2 Aspectos demográficos

No se cuenta con estadísticas independientes de las dos localidades a comparar, por tal motivo se utilizaron los datos obtenidos mediante investigación directa en campo, realizada en la ENEP de Acatlán (UNAM).

El dato a resaltar es la densidad de ocupación en la vivienda de 4 a 7 elementos en la familia y bajo el mismo techo el 66.2% está representado en Xico y en Chalco corresponde a el 48.1%. Con respecto al rango de 7 a 9 personas por familia el 21.7% existe en San Miguel Xico y en Chalco es el 29.6%. (ver gráficos 1 y 2).

3.3.3 Calidad del transporte

Sobre el acceso físico al medio de transporte: en San Miguel Xico se realizan largos desplazamientos en terracería para abordar la ruta deseada según sea el motivo de viaje; en Chalco viejo si se realizan desplazamientos a pie no son sobre terracería y se dispone de una oferta de rutas diversificada.

En lo referente a niveles de confort, las unidades que cubren a San Miguel Xico a nivel interno, presentan el mayor deterioro, un mínimo mantenimiento y comunmente son unidades mal adaptadas

para el servicio público, "hechizas" de vehículos reciclados de otras actividades generalmente de distribución urbana de mercancías. Mientras en Chalco de Díaz Covarrubias las unidades que circulan, además de las que le comunican con la zona de estudio internamente ya mencionada, son más confortables en la medida que reciben mejor mantenimiento y sufren menos del deterioro propio de la circulación, motivando a los propietarios de las unidades nuevas a pertenecer a estas rutas y ramales.

Rango de edad	% No. de encuestas
Menos de 16 años	12.76
16 - 20 años	9.57
21 - 30 años	30.85
31 - 40 años	23.40
Mas de 40 años	11.70

Cuadro 21 EDADES DE LOS USUARIOS
Fuente: Investigación directa, febrero 1990

Ocupación	% No. de encuestas
Hogar	24.46
Estudiante	18.08
Obrero	18.08
Servicio doméstico	6.38
Otro	19.14
Sin respuesta	13.83

Cuadro 22 OCUPACION DE LOS USUARIOS ENTREVISTADOS
Fuente: Investigación directa, febrero 1990

Rango de tiempo en años	% No. de encuestas
Menos de 1	2.12
1 - 5	46.80
5.1 - 10	26.6
Más de 10	10.63

Cuadro 23 TIEMPO DE RESIDIR EN EL VALLE DE CHALCO
Fuente: Investigación directa, febrero 1990

De donde viene	A donde va					
	Casa	Trab.	Esc.	Merc.	Ofic. de Gobierno	Otro
Casa		26.60	20.21	6.38	4.26	13.83
Trabajo	10.63					
Escuela	1.06					
Mercado	5.32					
Oficina de Gobierno	7.45				1.06	
Otro	3.19					

Cuadro 24 ORIGEN DESTINO DE LOS USUARIOS DEL VALLE DE CHALCO
ENTRE LAS 10:00 A.M. Y 3:00 P.M.
Fuente: Investigación directa, febrero 1990

En que sigue	A pie	Ruta 100	Colectivo	STT	Metro
A pie	29.79	12.77	22.34		11.70
Ruta 100	3.19				
Colectivo	10.63	2.26	3.19		
STT	1.06				1.06
Camión	1.06				

Cuadro 25 CADENAS DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS EN EL VALLE DE CHALCO

Fuente: Investigación directa, febrero 1990

Viaja a Rango de Costos	Trabajo	Mercado	Escuela	Otros
Menos de 1000	2.06	3.19	2.13	1.06
1000 - 2000	18.09	5.32	15.96	9.57
2001 - 3000	12.77	2.13	3.19	11.70
Mas de 3000	7.44	0	1.06	4.26

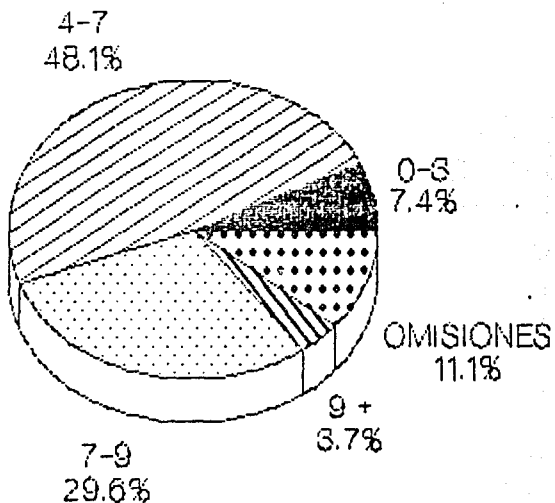
Cuadro 26 COSTOS DE VIAJES REDONDOS
Fuente: Investigación directa, febrero 1990

Tipo de propuesta	% No. de encuestas
Mayor oferta del servicio en:	
Camiones (por económicos)	28.72
Microbuses (por comodidad/combi)	4.25
Pavimentación de vías	40.42
Aumentar la frecuencia en el servicio	5.32
Variación en el recorrido de las rutas (camiones)	6.38
Crear ruta de autobuses (camiones) uniendo el Valle de Chalco con su localidad por Av. Tláhuac	13.83
Dar mantenimiento a unidades de colectivos	7.45
Sin comentarios	13.83

Cuadro 27 MEJORAS PROPUESTAS POR LOS USUARIOS AL SISTEMA DE TRANSPORTE EN EL VALLE DE CHALCO
Fuente: Investigación directa, febrero 1990

CHALCO VIEJO

NUMERO DE HABITANTES POR CASA

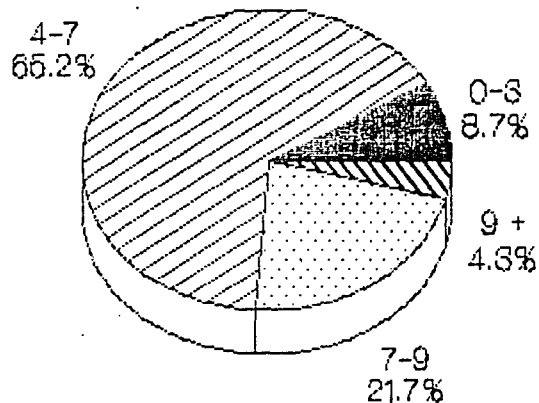


ZONA URBANA

GRAFICO 1
TOTAL DE ENTREVISTADOS 27

SAN MARTIN XICO

NUMERO DE HABITANTES POR CASA

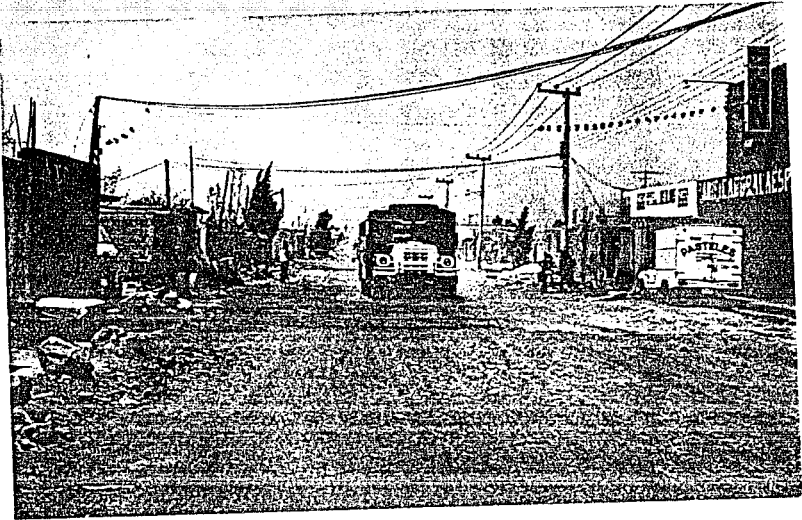


ASENTAMIENTO IRREGULAR

GRAFICO 2

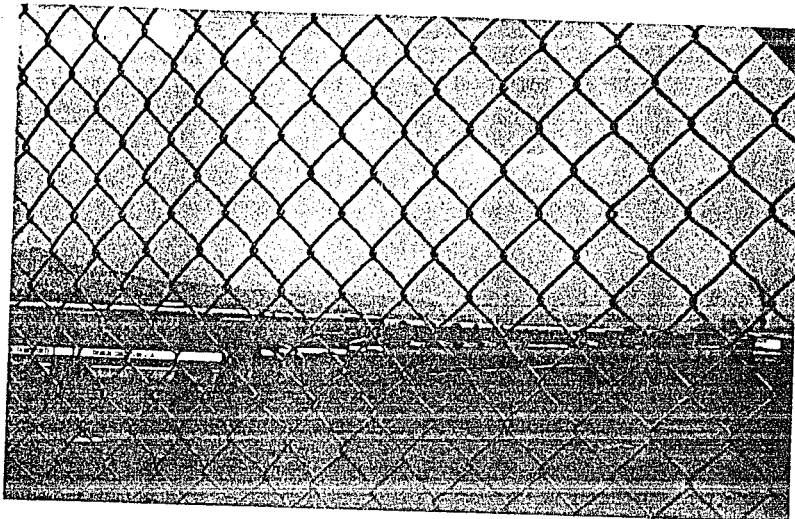
TOTAL DE ENTREVISTADOS 23

FOTOGRAFÍAS QUE CARACTERIZAN : EL PARQUE VEHICULAR Y VIALIDAD

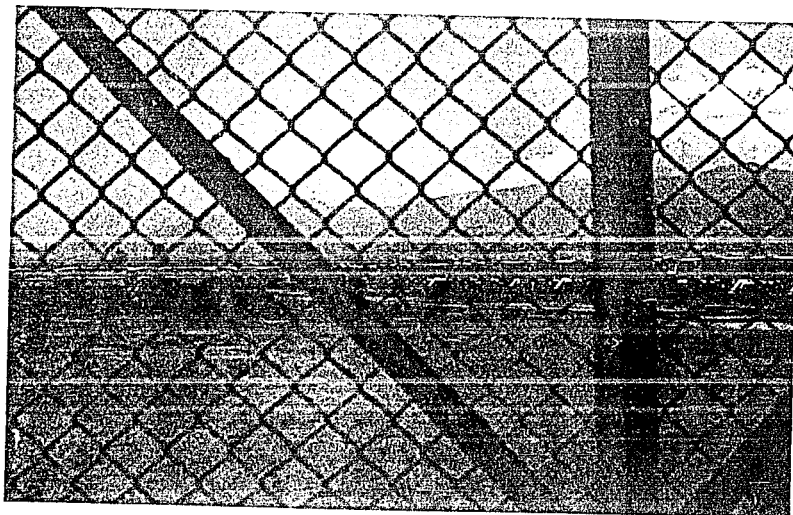


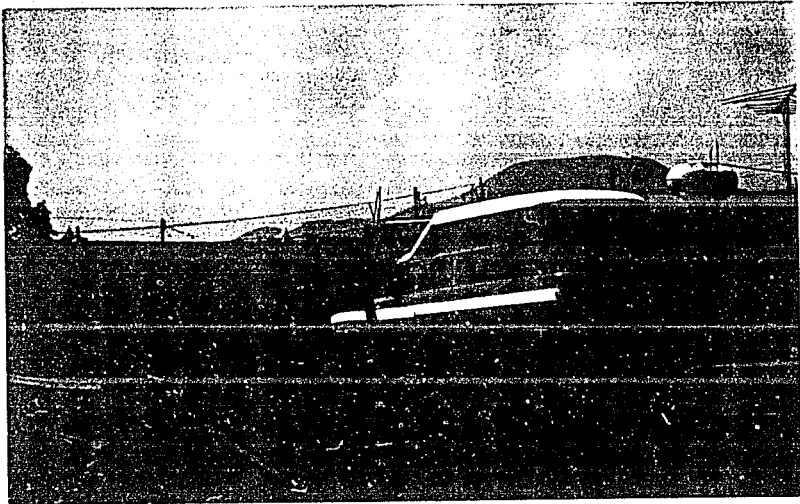
AV. CUAUHEMOC ANTES PASO DE LA VACA



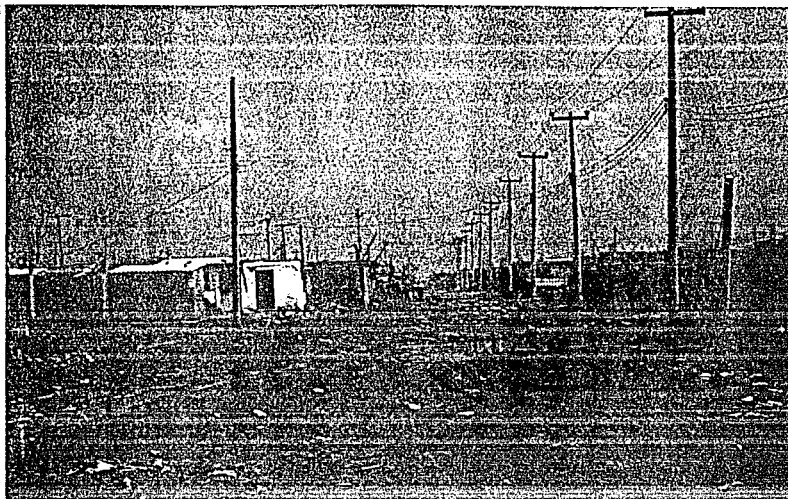


FIN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE TRONCAL

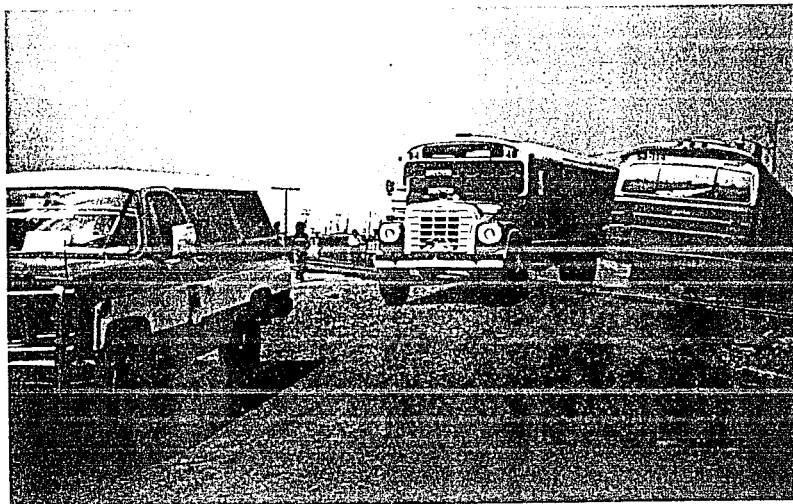




UNIDADES HECHIZAS - (RECICLAJE)



VIALIDAD SECUNDARIA



CRUCE DE VIAS Y DIFERENTES CONCESIONARIOS

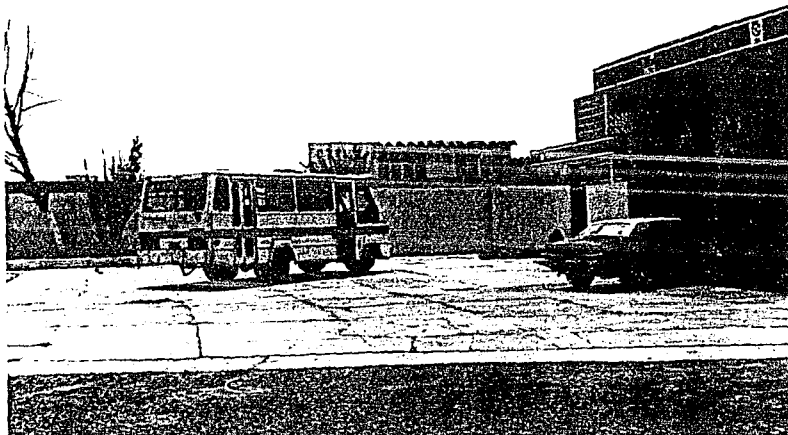


CABECERA MUNICIPAL CHALCO DE DIAZ COVARRUBIAS

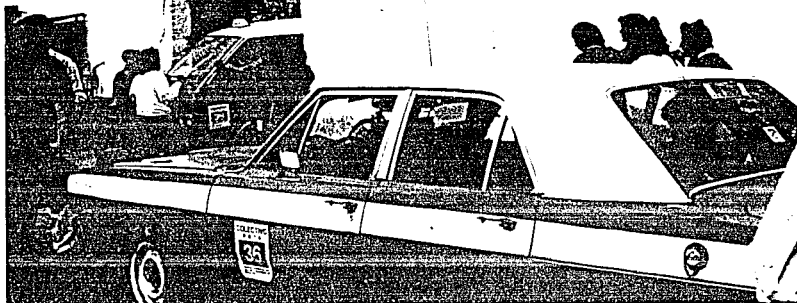
**UNIDADES DE TRANSPORTE PARA COMUNICAR LA CABECERA MUNICIPAL
CON LA ZONA METROPOLITANA**



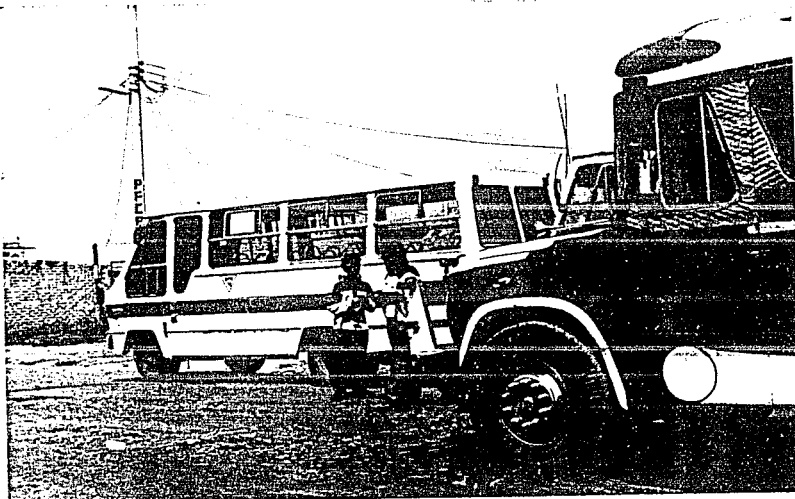
MEJORES UNIDADES



LARIA TLALMANALCO
Y CUAUTLA



AREAS DEFINIDAS PARA LAS BASES



PARTE 3: ESTUDIO Y APLICACION DE SENSORES REMOTOS EN EL ANALISIS URBANO

Introducción

El estudio del suelo urbano mediante el empleo de imágenes de sensores remotos exige día con día nuevas técnicas que agilicen y optimicen las investigaciones en esta área.

El dinámico crecimiento y el constante cambio de uso del suelo urbano, hacen que los métodos clásicos no permitan la realización de un adecuado seguimiento y planeación.

El uso del suelo urbano es complejo ya que es un espacio con diferentes niveles de ocupación, construcciones de varios tamaños y dimensiones, espacios libres, semiocupados, erosionados, industrias ligeras, medianas, pesadas, donde la estructura, materiales y ordenamiento están determinados por el hombre y algunos accidentes naturales. Esta composición compleja del espacio urbano establece la búsqueda de los productos de percepción remota que permitan su estudio, de una manera eficaz, rápida y actual, minimizando costos en el tiempo, dinero y esfuerzo.

Para mejor comprensión del tema se presenta en el siguiente capítulo, la información básica sobre los sensores remotos y sus productos.

Para poder establecer una metodología sobre este tipo de estudios es necesario revisar el estado del arte, en el capítulo 2 se desarrolla una revisión de estudios que hasta el momento se han dado a conocer.

La fotografía aérea es de las imágenes de sensores remotos que más cualidades de resolución ofrecen para estudios urbanos, se realiza sobre ellas un análisis de nuestra zona de estudio, el cual se complementará con los procesos realizados en imágenes SPOT, hasta obtener un producto híbrido.

En los capítulos finales de esta parte 3 se exponen los procesamientos y análisis efectuados con imágenes de sensores remotos correspondientes a la zona de estudio, estableciendo un resumen de resultados de la aplicación de la metodología a un caso específico "Valle de Chalco".

Se presenta en la parte final, una impresión de las rutas digitalizadas, trabajo realizado con el sistema Infoguia Roji, demostrando la utilidad del manejo de datos digitales, por su rápido acceso a la información y despliegue de datos específicos sobre las bases, rutas y desplazamientos, disminuyendo el tiempo de búsqueda y consulta.

CAP 1 INFORMACION BASICA DE LOS SENSORES REMOTOS

1.1 Definiciones

1.1.1 Percepción Remota

Percepción Remota o Teledetección, es la medición o adquisición de información sobre alguna propiedad de un objeto o fenómeno, por un instrumento de registro que no está en contacto íntimo con el objeto fenómeno bajo estudio (Manual of Remote Sensing 1983).

Percepción Remota, es la ciencia y arte de obtener información sobre los objetos materiales, por mediciones hechas a distancia, sin entrar en contacto físico con los materiales de interés (Lindenlaub 1976 a).

Percepción Remota, es todo proceso cualitativo o cuantitativo en que el aparato de medida o más precisamente, la parte sensora, no está en contacto directo con el objeto en estudio. (R. Tessier y A. Alonges en Principaux généraux de la detection á distance).

Como estas definiciones, es posible encontrar muchas similares; no obstante, todas ellas coinciden en varios puntos fundamentales; el proceso de percepción remota requiere de:

- a) Una fuente emisora de energía
- b) Un objeto a estudiar
- c) Un sistema capaz de captar información
- d) Una distancia entre el objeto a estudiar y el sistema que puede captar la información.

(Jesús Antonio Montoya, 1985).

1.1.2 Sensor Remoto

Sensor Remoto, es un instrumento, órgano o sistema que detecta a distancia alguna propiedad de un objeto o fenómeno midiendo algún tipo de radiación o emanación proveniente de él.

1.2 Comportamiento físico

La principal base física de la percepción remota, es la capacidad de los instrumentos sensores para medir variaciones espectrales, espaciales o temporales en los cuerpos energéticos. Los sensores remotos pueden medir variaciones en:

- (1) Campos de fuerza (magnética y gravitacional): magnetómetros

(2) Campos electromagnéticos: cámaras fotográficas, radar.

(3) Vibraciones acústicas o mecánicas: sonar

Desde el punto de vista de la aplicación de la percepción remota al estudio de los recursos naturales, estas fuentes quedarán limitadas al empleo de ondas electromagnéticas.

Por las propiedades de propagación de estas ondas, el proceso de percepción remota es muy homogéneo para todo el espectro no siendo necesario por el momento hacer diferenciaciones para una parte u otra del mismo.

Un ejemplo de cómo opera en general el proceso de percepción remota, puede observarse en las Figuras 1 y 2, en las cuales se generaliza el proceso de obtención de fotografía aérea convencional. Es necesario tener una fuente de energía, que emita la radiación electromagnética, la fuente en este caso es el sol; la energía se transmite a través de un medio, constituido por la atmósfera, incide luego sobre el objeto (terreno), es reflejada para transmitirse a través del mismo medio de propagación; finalmente la energía reflejada, incide sobre el sensor; en este caso la emulsión fotográfica colocada en la cámara.

La energía recibida, se transforma químicamente para formar la imagen fotográfica; la cual deberá ser evaluada por expertos en la materia a fin de constatar si cumple con las especificaciones requeridas; finalmente, se imprimirán las fotografías en forma definitiva. Esta fase, concierne a la adquisición de datos; posteriormente, se realizará su análisis a cargo de los técnicos que requieren hacer uso de esta información.

El registro de la información en el sensor puede realizarse en dos formas distintas: Registro Gráfico: se lleva a cabo entre emulsiones fotosensibles o pantallas de televisión, se registra en tiempo real y en forma simultánea la posición planimétrica, la intensidad y banda espectral de la energía.

Por lo general, este registro es utilizado para longitudes de onda correspondientes al espectro visible y al infrarrojo cercano.

Registro Digital: Es para los sensores que trabajan fuera de la región visible del espectro. Registran la información en forma digital y posteriormente producen la imagen fotográfica, la información recibida es cuantificada y registrada en cinta magnética (o perforada), los parámetros de la energía recibida son:

(1) Frecuencia (banda del espectro)

(2) Intensidad (Transformada en voltaje)

- (3) Polarización (Mov)
- (4) Tiempo (de registro, de retorno de las radiaciones, etc.)

Este tipo de registro puede ser estudiado en una computadora, facilitando la comparación de información correspondiente a diferentes bandas del espectro y su análisis estadístico; puede reconstruirse la imagen de terreno, mediante la transformación de la información continua registrada digitalmente en información gráfica discreta, este proceso produce una pérdida de información (comprensión de tonos) en dicha imagen. (Ver figura 3).

1.3 Clasificación de sensores remotos

Los sistemas de clasificación existentes de los sensores remotos son muy variados y en ningún caso excluyentes.

Los criterios frecuentemente empleados en los sistemas de clasificación de los sensores remotos son cinco. (Montoya 1985).

- a) La banda del espectro electromagnético utilizada.
- b) La fuerza emisora.
- c) La ubicación espacial de la fuente emisora y receptora.
- d) La información registrada.
- e) Los mecanismos utilizados para captar la información.

1.3.1 Clasificación de los sensores según la banda espectral utilizada

Ultravioleta: De las cuatro regiones de la banda ultravioleta solo las dos primeras se utilizan en percepción remota, pues las longitudes de onda de las otras dos no atraviesan la atmósfera terrestre.

El ultravioleta cercano (0.400 - 0.315 mm.) y el ultravioleta medio (0.315 - 0.280 mm) son entonces las bandas empleadas en sensores fotográficos y barredores óptico-mecánicos.

Visible: Esta es la banda del espectro más conocida empleada y estudiada en teledetección (0.400 - 0.700 mm). Se han desarrollado sensores para esta banda como: Cámaras fotográficas, sistemas de televisión, barredores óptico-mecánicos, etc.

Infrarrojo: Se extiende de 0.70 micrómetros a 1mm; en general se divide en tres bandas, Infrarrojo cercano (0.7-1.3 mm), Infrarrojo medio (1.3 - 3.0 mm) e infrarrojo lejano (3.0 - 14 mm). La utilización del infrarrojo en percepción remota se limita a las ventanas atmosféricas existentes en esta región del espectro.

En la banda infrarroja lejana y de microondas, se puede detectar en forma de calor la emisión de energía, de ahí que se desarrollaron varios radiómetros.

Los sensores empleados son barredores óptico-mecánicos, optoelectrónicos y sensores pasivos y activos de microondas.

Frecuencia extremadamente alta: (30-300 Ghs) (0.1-1 cm) corresponde a una transición entre microondas y radiación infrarroja. Su utilidad se ve limitada por la absorción de vapor de agua y el oxígeno.

Los sensores desarrollados son algunos sistemas de radar y radiómetros.

Micro ondas: (0.3-300 cm) en esta banda de frecuencia super alta se han desarrollado numerosos y avanzados equipos de percepción remota como el radar para detección de objetos o formación de imágenes, radiómetros y espectrómetros.

Se utilizan las ventanas atmosféricas para 35, 90, 140 y 225 Ghz. pues la señal electromagnética es fuertemente atenuada por encima de los 13 Ghz.

Frecuencia ultra alta (UMF) (300 Mhz-33 Ghz) los sensores de este grupo son casi independientes a las condiciones atmosféricas, además permiten ser utilizados en el día y la noche.

A este grupo pertenecen los radiómetros.

Frecuencias muy altas: (UMF) (30-300 MHz) esta banda es muy utilizada en percepción remota, su frecuencia alta permite el empleo de una antena pequeña fácil de transportar en cualquier avión o vehículo espacial.

Frecuencias bajas, medias y altas: (LF, MF, HF) (30 KHZ-30 MHZ) el empleo de esta banda del espectro electromagnético se ha vinculado tradicionalmente al campo de las comunicaciones.

1.3.2 Clasificación de los sensores remotos según la fuente emisora

Su clasificación presenta dos grupos, basándose en la dependencia o no, de la fuente emisora de energía del sistema de percepción remota.

Sensores pasivos: Estos sensores reciben la energía emitida por otra fuente, generalmente la energía del sol que es reflejada por los objetos. Pertenecen a este grupo las fotografías, las imágenes de los barredores multiespectrales, etc.

Sensores activos: En este grupo se encuentran los sensores que poseen la fuente de energía como el radar. Estos emiten la energía electromagnética en dirección al objeto y luego detectan la energía reflejada.

1.3.3 Clasificación de los sensores remotos según la ubicación de la fuente emisora y la fuente receptora.

Se clasificaron en dos grupos, basándose en la posición relativa de la fuente emisora de energía y fuente receptora de la misma

Sensores mono-estáticos: Cuando emite y recibe la energía reflejada por el objeto desde la misma posición en el espacio. Pertenece a este grupo el radar.

Sensores bi-estáticos: Cuando la fuente emisora tiene una posición en el espacio diferente a la ocupada por la fuente receptora; como sucede con las imágenes fotográficas y los barredores multiespectrales.

1.3.4 Clasificación de los sensores en base a la información registrada

Basándose en la información registrada se clasifican en dos grupos así:

Sensores fotográficos: Cuando la información en el momento de ser recibida es registrada en su totalidad sobre una emulsión fotográfica. En este grupo están las cámaras aéreas y los multiespectrales.

Sensores no-fotográficos: Cuando la información recibida es proyectada sobre una pantalla o es registrada en forma gráfica en perfiles o en forma digital en cintas magnéticas.

Los que registran la información en forma digital se subdividen en: Radiómetros y espectrómetros.

1.3.5 Clasificación de los sensores remotos según el mecanismo utilizado para captar información.

Se clasifican en cuatro grupos así:

Sensores fotográficos: Se encuentran en este grupo todos los tipos de cámaras y películas (métricas, panorámicas y multibanda).

Sensores electro-ópticas formadores de imagen: Con base en los sistemas utilizados para captar información, se pueden clasificar en tres grandes categorías: de formato o cuadro, barredores estáticos o de arreglo lineal y barredores mecánicos.

Los sensores de cuadro o formato son auto-suficientes ya que no necesitan movimiento de barrido para captar imágenes de un área. Los primeros sensores de este tipo, fueron los sistemas de televisión, a partir de los cuales se desarrollaron los sensores de vidición. En estos sistemas se usan pantallas fotosensitivas con un haz electrónico de barrido, que se colocan en el foco de sistemas ópticos gran angulares. Un sistema de este tipo fue usado en los programas Landsat 1 a 3 (RBV).

Los barredores estáticos ("pushbroom"), barren en una dirección por medio de lecturas electrónicas y requieren de un sistema auxiliar de movimientos o inclinación para barrer en el otro sentido. Sistemas como éste, se usarán en los programas SPOT y MAPSAT. Los barredores estáticos requieren del desplazamiento de la plataforma para lograr la captación de información sobre áreas relativamente grandes.

Los barredores mecánicos incluyen una amplia variedad de sistemas de barrido doble o sencillo, barren de derecha a izquierda y requieren una fuente externa para desplazarse en otro sentido, normalmente, esta última forma de movimiento, lo proporciona la plataforma portadora.

Al sistema optoelectrónico formado por un conjunto de filtros y detectores se le conoce como "barredor mutiespectral", (Lira, 1987); pertenecen al grupo de los barredores estáticos ("pushbroom") y los barredores mecánicos en la actualidad se conocen cuatro diseños, ver figuras 5, 6, 7, 8.

Los barredores de los Landsat son sistemas optomecánicos compuestos por un determinado grupo de fotodetectores, los cuales por medio de un espejo oscilatorio, "barren" un conjunto de seis franjas perpendiculares a la dirección de movimiento del satélite. La luz captada de los campos instantáneos de vista de las franjas, es reflejada por el espejo oscilatorio al sistema óptico (espejo reflector, conjunto de fibras ópticas) que transmiten la energía luminosa sin modificarla hasta un grupo de 24 detectores para el Mss y 42 para TM, pasando primero por los filtros que definen cuatro planos de color en forma simultánea de la respuesta espectral, es decir crean cuatro imágenes digitales una para cada filtro, llamados bandas espectrales, ver fig 5.

Para aumentar el tiempo de residencia del sensor remoto sobre cada campo instantáneo de vista se empieza a utilizar un arreglo lineal de detectores, se utilizan tantos arreglos lineales para medir la energía luminosa como bandas se deseen registrar al mismo tiempo.

El tiempo de residencia se incrementa al intervalo de tiempo que se requiere para que el elemento detector cruce un CIV a lo largo de la trayectoria del sensor remoto, lo cual permite reducir el tamaño del CIV y aumentar, en consecuencia, la resolución.

A este nuevo diseño se le conoce con el nombre de barredor multiespectral modular de tipo optoelectrónico (ver fig 6) actualmente se encuentra a bordo del satélite SPOT (Sistema Probatorio de Observación de la Tierra); mide CIV de $20 \times 20 \text{ m}^2$, la escena es barrida a lo largo de la dirección de movimiento del sensor remoto y no perpendicularmente como en el diseño anterior, donde el espejo oscilatorio es el que proporciona el "barrido" perpendicular sobre la escena.

El tercer diseño (figura 7) es la combinación de los dos anteriores, se utiliza un espejo oscilatorio para "barrer" la escena perpendicularmente a la dirección de movimiento pero se incorpora un elemento dispersor en lugar de los filtros considerados en los dos primeros diseños. El sistema óptico ya lo forman un conjunto de lentes y el elemento dispersor puede ser un prisma o una rejilla óptica, su función es la de separar la señal en los colores que la componen y enviarla a un conjunto de detectores formados por un arreglo lineal, cada detector recibe la energía correspondiente a cada color.

La figura 8 representa el cuarto y último diseño, éste combina aspectos de los diseños anteriores. Utiliza un arreglo lineal con tantos detectores como campos instantáneos de vista tenga la franja de la escena, logrando una configuración sin partes móviles.

El proceso sería así: la luz de los CIV proveniente de la franja es guiada por un objetivo óptico y posteriormente por un colimador hasta un elemento dispersor en donde es separada en colores para ser medida y registrada en tantos planos de color como se desee y se pueda, de acuerdo a las características de los detectores.

El avance tecnológico dado en los últimos años a la industria de los fotodetectores de estado sólido permite considerar, en este último diseño, el empleo de un arreglo bidimensional de detectores para cada banda espectral, con una dimensión igual al número de CIV de cada franja por el número de franjas en que se haya dividido la escena. Con esta configuración la escena es registrada en una imagen multiespectral en un tiempo equivalente al tiempo de residencia, es decir al tiempo que se requiere para medir un solo CIV de la escena (lira, 1987). En otros términos la escena sería capturada de "golpe" esto exige un sistema de almacenamiento digital altamente eficiente.

Sensores electro-ópticos no formadores de imagen: Este tipo de sensores, se caracteriza porque no forman una imagen, a partir de la información captada, sino que producen curvas, grupos de números o números simples, que caracterizan la energía electromagnética emitida (desde el objeto, reflejada por el objeto) y/o transmitida a través de una superficie o región del espacio.

La aplicación fundamental de estos sensores es la medición de cantidades ópticas tales como flujo radiante, densidad de flujo radiante, radiancia, las cuales describen la intensidad del campo de radiación o las propiedades ópticas de una superficie o región del espectro. Pertenecen a este grupo la gran variedad de radiómetros.

Sensores de microondas: Según su sistema de operación pueden ser sistemas activos o pasivos.

Los sistemas activos formadores de imagen son los radares de visión lateral SLAR, los cuales operan según dos sistemas: Apertura (o antena) real y apertura sintética SAR.

Los sistemas de microondas no formadores de imágenes, pueden clasificarse en: Dispersómetros y radiómetros de microondas.

1.4 El espectro electromagnético

1.4.1 Definición

El espectro electromagnético es un arreglo continuo de radiaciones, ordenado en función de la longitud de onda o frecuencia. Práctica y teóricamente, se ha establecido que el espectro electromagnético incluye longitudes de onda que se extienden desde angstroms hasta kilómetros.

Las frecuencias fluctúan entre 10^4 y 10^{20} ciclos por segundo, correspondiendo las frecuencias más bajas a las longitudes de onda mayores y las frecuencias altas a longitudes de onda menores.

No existen instrumentos o mecanismos que puedan detectar la emisión de energía a lo largo de todo el espectro, razón por la cual éste ha sido dividido en varias regiones espectrales. La subdivisión es arbitraria y ha sido producida por los medios actualmente disponibles para la generación y detección de la energía.

Por el carácter continuo del espectro, los límites tampoco son fijos y pueden variar para distintos autores.

Aún con equipos modernos resulta difícil emitir o recibir energía correspondiente a una determinada longitud de onda. En general se trabaja con una pequeña banda del espectro, pues aislar energía de una determinada frecuencia es un proceso realmente complejo.

La Figura 4 representa esquemáticamente el espectro electromagnético, con:

- a) La subdivisión en regiones, con indicación de longitud de onda y frecuencia.
- b) El tipo de sensor empleado corrientemente para cada banda.

1.4.2 Propiedades y limitaciones de las diversas regiones del espectro

- Rayos C3smicos y Gamma.

Menos de 0.03 nan3metros. Radiaci3n proveniente del sol, es completamente absorbida por la atm3sfera superior y no es utilizable en percepci3n remota. La radiaci3n gamma proveniente de minerales radiactivos es percibida por detectores operantes desde aviones a baja altitud.

- Rayos X.

0.03 a 3 nan3metros. La radiaci3n proveniente del espacio se absorbe completamente por los gases de la atm3sfera, por eso no es posible emplearla en percepci3n remota. Se han construido sistemas emisores de rayos X para aprovechar su gran capacidad de penetraci3n a3n a trav3s de materia s3lida como los tejidos humanos. Su utilizaci3n requiere una corta distancia entre el sensor y la fuente de informaci3n.

- Ultravioleta

3 nan3metros a 0.4 micr3metros. La radiaci3n con longitudes de onda de menos de 0.3 micr3metros es completamente absorbida por el ozono de la atm3sfera superior, solo se usa en percepci3n remota, la regi3n comprendida entre 0.3 y 0.4 mm. denominada ultravioleta fotogr3fico, el cual puede ser transmitido a trav3s de la atm3sfera, es detectable con pel3cula y con fotodetectores, aunque la dispersi3n atmosf3rica es severa.

- Visible

0.4 a 0.7 micr3metros. Detectables con pel3cula o fotodetectores. Rango de operaciones de la fotograf3a convencional. Incluye el pico de reflectancia de la tierra a 0.5 micr3metros.

- Infrarrojo (I.R.)

0.7 A 14.0 micrómetros. La interacción con la materia varía según la longitud de onda. Las principales regiones de infrarrojo son:

Infrarrojo reflejado: 0.7 - 3.0 micrómetros. Es energía reflejada y no contiene información sobre las propiedades térmicas de los materiales a las temperaturas corrientes en la superficie de la tierra.

Esta región se subdivide a su vez en dos: Infrarrojo cercano 0.7 a 1.3 micrómetros e infrarrojo medio 1.3 a 3.0 micrómetros. Dentro del infrarrojo cercano se encuentra el límite máximo para operación de los sistemas fotográficos (0.9 m m).

Infrarrojo termal: 3.0 a 14.0 micrómetros. Se subdivide en dos ventanas: 3 a 5 y 8 a 14 micrómetros. Las imágenes para esta región se obtienen con barredores óptico-mecánicos, pero con películas.

- Micro-ondas

0.3 a 300 cm. Estas longitudes de onda pueden penetrar nubes y niebla. Las imágenes pueden adquirirse en forma activa o pasiva. El sensor de microondas más usualmente utilizado en percepción remota es el radar, las longitudes de onda de los sistemas comerciales utilizados en la actualidad, son: 0.8 a 2.4 cm (K), 2.4 a 3.75 cm (X) y 15 a 30 cm (L).

Las longitudes de onda superiores a las microondas son utilizadas en transmisiones de radio y redes eléctricas de corriente alterna; en la actualidad no tienen aplicación en teledetección.

TABLA 1.1 RELACION ENTRE BANDAS Y LONGITUD DE ONDA UTILIZADAS EN PERCEPCION REMOTA

Región	Banda	Longitud de onda
Ultravioleta	UV Intermedio	0.280 a 0.35 u m
	UV Cercano (F o t o g r á f i c o)	0.315 a 0.380 u m
Visible	Violeta	0.380 a 0.446 u m
	Indigo	0.446 a 0.464 u m
	Azul	0.464 a 0.500 u m
	Verde	0.500 a 0.578 u m
	Amarillo	0.578 a 0.592 u m
	Naranja Rojo	0.592 a 0.620 u m 0.620 a 0.700 u m
Infrarrojo	Cercano	0.7 a 1.3 u m
	Medio	1.3 a 3.0 u m
	Lejano	3.0 a 14.0 u m
Micro-Ondas (MO)		0.3 a 300 cm

Fuente: Serie 4-divulgación, C.I.A.F., 1985

1.4.3 Interacciones entre la energía electromagnética y los cuerpos naturales

1.4.3.1 Interacción energía electromagnética-atmósfera

La propagación de toda radiación electromagnética en el vacío se produce en línea recta y sin absorción. Cuando se intercala en la trayectoria del rayo un medio como la atmósfera, ionósfera o agua, se producen perturbaciones en la propagación (Fig. 1.10).

Estas perturbaciones son selectivas para cada longitud de onda y se deben a:

- (1) Absorción
- (2) Dispersión (difusión)
- (3) Emisión
- (4) Refracción
- (5) Reflexión

Ventanas atmosféricas

A pesar de la gran absorción de radiaciones producida por la atmósfera para diferentes longitudes de onda, es posible encontrar algunas bandas donde pasa un gran porcentaje de energía.

Se denominan ventanas atmosféricas a las regiones del espectro comprendidas entre bandas de absorción. (Figura 1.9). Las ventanas atmosféricas corresponden a las zonas del espectro en las cuales se pueden emplear las técnicas de percepción remota.

TABLA 1.2 VENTANAS ATMOSFERICAS

Banda (Micrómetros)	Nombre	S e n s o r
0.3 - 1.35	UV-visible-IR	Fotográfico y barredor óptico mecánico
1.5 - 1.8	IR	Barredor óptico-mecánico
2.0 - 2.4	IR	Barredor óptico-mecánico
2.9 - 4.2	IR	Barredor óptico-mecánico
4.5 - 5.5	IR	Barredor óptico-mecánico
8.0 - 14	IR	Barredor óptico-mecánico
Mayor de 1 mm	Microondas y radio	Sensores pasivos y activos de microondas

Fuente: Serie 4 - Divulgación C.I.A.F., 1985.

1.4.3.2 Interacción entre energía electromagnética y los materiales sólidos

La interacción de las radiaciones electromagnéticas con los elementos que forman la superficie terrestre (rocas, suelo, vegetación, objetos hechos por el hombre, etc.), depende de su composición química, características físicas del material y de la configuración de su superficie.

Desde el punto de vista de la percepción remota se producen dos tipos importantes de interacción entre la energía electromagnética y los materiales de la tierra (Reflexión, Absorción), a los cuales se puede agregar también la penetración con o sin reflexión desde superficies internas, la transmisión, la reducción de intensidad, la dispersión, etc.

1.4.3.3 Interacción entre la energía electromagnética y la ionósfera

Entre 80 y 100 km de altura se extiende una zona ionizada de fuerte actividad electrónica. La fuerte ionización es producida por los rayos solares y aumenta considerablemente durante el día o en periodos de actividad solar.

La señal electromagnética que se propaga a través de la ionósfera, sufre un cierto número de perturbaciones producidas por la anisotropía y turbulencias del medio.

Las principales degradaciones son:

- (1) Refracción
- (2) Reducción de la velocidad de la onda
- (3) Efecto Doppler
- (4) Rotación del plano de polarización
- (5) Atenuación de la onda
- (6) Fluctuaciones

1.4.4 Resolución, Detectabilidad y reconocimiento

El término "resolución" ha sido tradicionalmente empleado como criterio único para medir la calidad de una imagen fotográfica, de televisión, radar, etc.

La resolución espacial, poder de resolución o campo instantáneo de vista* es la habilidad de un sistema óptico para distinguir o diferenciar dos objetos separados. También se le define como el tamaño mínimo que debe tener un objeto o rasgo para ser detectado en una imagen. Esta resolución varía en función de algunas características del objeto: forma, tamaño, distribución, contraste, etc.

En fotografía y fotogrametría, la resolución espacial se expresa en pares de líneas por unidad de longitud (líneas/mm) que pueden ser observadas por el ojo humano bajo determinadas condiciones de iluminación y ampliación.

La función molecular de transformación (MTF) es otra forma de medir la calidad de un sistema óptico. Mediante una curva se representa la relación entre el contraste decreciente de un objeto y su frecuencia creciente de distribución. Por tratarse de una curva, su aplicación no es tan sencilla como cuando se expresa la resolución en líneas/mm.

Con la introducción de los sistemas modernos de percepción remota se emplean nuevos conceptos:

Resolución espectral

Es la capacidad de un sensor para captar diversas bandas o porciones del espectro electromagnético.

Esta capacidad está limitada por las zonas de absorción de la radiación electromagnética y por las características del sensor empleado. Los rangos de resolución espectral se establecen teniendo en cuenta fundamentalmente las aplicaciones que ha de tener la información obtenida.

Resolución temporal

Es la capacidad de un sistema o programa para producir imágenes de un mismo objeto en diversos lapsos de tiempo.

Con el desarrollo de las modernas técnicas de percepción remota, se ha incorporado una serie de imágenes producidas con fines muy diversos y por equipos muy diferentes que obligan a tomar en cuenta una serie de factores como:

- Altura del vehículo que transporta al sensor
- Tipo de sensor
- Área cubierta
- Precisión métrica de la imagen
- Banda espectral de la imagen
- Método para coleccionar y transmitir la información

Con el objeto de ampliar y generalizar el concepto de resolución para todo tipo de sensor remoto, se ha convenido en definir los siguientes conceptos.

- **Sistema.** Es la combinación de un instrumento de percepción remota y un observador o intérprete.

- **Señal.** es el elemento de información (espectral o temporal) en una imagen.
- **Detectabilidad.** Es la habilidad de un sistema para captar la presencia o ausencia de una señal.
- **Resolución.** Es la habilidad de un sistema de distinguir entre dos señales que están muy próximas en el espacio, tiempo o espectro.
- **Reconocimiento.** Es la habilidad de un sistema para identificar una señal.

Una señal puede ser detectada a pesar de ser inferior al poder de resolución de un sistema (por ejemplo, un camino en imagen de radar), esto ocurre cuando se presenta un alto contraste entre el objeto y el medio que lo rodea.

Un objeto puede ser detectado y resuelto sin ser reconocido (por ejemplo, una imagen de la luna).

Una señal puede ser detectada sin poder ser reconocida ni resuelta.

Como es lógico, en los conceptos anteriores juega un papel importante el conocimiento previo (o nivel de referencia) que posea el observador sobre el objeto que se pretende localizar e identificar. Este factor ha sido decisivo para que hasta el momento no se haya encontrado una cifra numérica (o unidad) para expresar la idea de detectabilidad y reconocimiento.

Asociada y dependiendo de los conceptos anteriores puede expresarse la idea de nitidez. Un sistema produce imágenes nítidas cuando éstas son limpias, claras (no borrosas) y bien definidas.

1.5 Información básica del sistema SPOT.

El sistema SPOT cuenta con dos instrumentos, "HRV1 y HRV2" (alta resolución visible), cada uno tiene una función independiente, uno de ellos es denominado módulo pancromático operando en el rango de 0.51 a 0.73 micrómetros con pixel de 10 metros por 10 metros; el otro es denominado módulo multispectral operando en tres rangos del espectro de 0.50 - 0.59 micrómetros, 0.61 - 0.69 micrómetros y 0.79 - 0.89 micrómetros. Cuando ambos sistemas operan juntos alcanzan una superposición de escenas de 3 Km.

Los sensores utilizan un sistema de barrido diferente a los convencionales. El espejo oscilatorio de los barreadores óptico-mecánico es sustituido por una barra fija, la cual posee dos filas de detectores de energía, una comprende 3000 detectores

y la otra 6000, detectan la radiación reflejada cada 20 o 10 metros dependiendo del módulo empleado, este dispositivo se denomina " Dispositivo de Carga Acoplada " (CCD).

El CCD en sus detectores filtra en cada instrumento las medidas de un plano de radiación solar reflejada por la superficie a detectar.

La escena de SPOT la componene 3000 líneas sucesivas de 20 m cada una o 6000 líneas a 10 m de intervalo, dependiendo del módulo espectral. Cada línea la componen 3000 elementos o pixels en el modo multiespectral y 6000 pixels en el modo pancromático.

El barrido lo realiza en el mismo sentido del movimiento de la nave, la barra de detectores permite observar directamente una franja de 60 Km de ancho para la vista vertical y 80 Km para la vista oblicua.

El espejo colocado a la entrada de cada instrumento, permite variar la dirección del eje de observación hacia la tierra, dentro de un ángulo de + 27° o -27° en relación al plano perpendicular a la órbita de la nave, con este movimiento se pueden obtener imágenes estereoscópicas desde dos órbitas adyacentes.

El estereopar es igual de útil que el estereopar de las fotografías aéreas, utilizándose para diferentes fines y propósitos, la ventaja que ofrecen es el hecho de estar en forma digital y permitir la realización de estereocorrecciones automáticamente con modelos digitales del terreno.

La órbita del satélite SPOT es casi polar, a una altitud de 822 Km, puede adquirir imágenes en latitudes de 84° Norte y Sur y tiene sincronización solar. (aunque el azimut solar y la elevación varían en el año, el ángulo entre el sol, el centro de la tierra y la órbita permanecen constantes).

Los productos que se ofrecen en el mercado presentan diferentes niveles de procesamiento de acuerdo al tipo de dato auxiliar solicitado (dato geográfico, corrección geométrica o radiométrica.), en niveles de 1A, 1B, 2A, 2B, S, S1, S2 y también ofrecen una serie de productos especiales (P+XS) de las combinaciones del módulo pancromático y multiespectral, de la aplicación de diferentes filtros y procesos; de acuerdo a estos datos adicionales se incrementa el costo de los productos. Las formas de presentación son: CCT, Film, Impresión en papel para el modo pancromático y multiespectral.

Las aplicaciones realizadas con CCT del SPOT cubren las siguientes áreas: Agricultura, Geología, Forestal, Estudios Catastrales, Hidrología, Planeación Urbana, Ing. Civil, Cartografía.

1.6 Aplicaciones, ventajas y limitaciones

1.6.1 Aplicaciones

Las aplicaciones de la teledetección son realmente vastas y cubren una amplia gama del conocimiento humano; entre los campos en los cuales esta ciencia ha tenido mayor aplicación, se cuentan:

1.6.1.1 Recursos Naturales

Recursos vegetales Manejo de pastos, detección y análisis del "stress" en la vegetación, análisis de cortes y reforestación en áreas boscosas, manejo de casos de infecciones e infestaciones en áreas cubiertas por vegetación, riesgos de erosión en zonas no explotadas.

Recurso suelo. Estimación de la erosión en suelos, mapeo de la erosión, inventarios de suelos, mapeo de suelos, análisis de problemas específicos.

Recurso agua. Manejo de aguas, estudio del potencial del recurso agua, estudios de áreas cenagosas.

Geología. Prospecciones mineras. Exploración petrolera. Análisis de estructuras. Estudios de estabilidad de materiales. Estudio de potenciales geotérmicos.

Agricultura, Inventario del uso agrícola del suelo. Detección y manejo de problemas de suelo, irrigación, drenaje. Detección de problemas en los cultivos. Inventario de cultivos. Evaluación de la producción agropecuaria. Evaluación de daños en cultivos.

1.6.1.2 Urbanismo

Sectorización urbana. Planificación del uso de la tierra. Detección de la polución en áreas industriales. Estudios catastrales. Proyección de obras. Análisis de la evolución en población. Determinación de la incidencia de los planes de valorización.

1.6.1.3 Proyecciones energéticas

Localización de líneas de transmisión de energía. Ubicación de centrales energéticas. Análisis de la incidencia de los planes energéticos en los ecosistemas.

1.6.1.4 Ingeniería civil

Trazado de vías. Localización de presas y embalses. Cartografía en general. Cartografía automatizada. Trazado de oleoductos.

1.6.1.5 Vida Silvestre

Inventario de la población de la fauna silvestre. Estudio de ecosistemas. Análisis de la incidencia de obras de infraestructura en el equilibrio ecológico. Evaluación de daños ocasionados por fuegos en sabanas o bosques.

1.6.1.6 Arqueología

Estudio de las huellas de antiguas civilizaciones. Planificación de las exploraciones arqueológicas. Análisis comparativo de las obras ejecutadas por antiguas civilizaciones

1.6.1.7 Prevención de daños ocasionados por desastres

Estudio de la posibilidad de ocurrencia de desastres naturales como inundaciones, deslizamientos de tierra, avalanchas de nieve. Evaluación de los daños ocasionados por desastres naturales o provocados por el hombre. Seguimiento de fenómenos naturales como huracanes, inundaciones, etc., para alertar a la población. Planificación de labores de rescate.

1.6.1.8 Planificación regional

Estudios regionales. Sistemas de información geográfica.

1.6.1.9 Manejo de Praderas

Evaluación del potencial de pastoreo. Planificación del uso racional de las praderas. Inventario de la vida silvestre en praderas naturales. Evaluación de los daños ocasionados por desastres como inundaciones, fuegos, etc.

1.6.1.10 Inteligencia militar

Detección de objetivos militares, suministros, movimientos de tropas, emplazamientos de armas de gran potencia, detección de flotas navales, aeropuertos.

1.6.2 Ventajas

Las principales ventajas de la utilización de la percepción remota son:

1. Se tiene una visión de conjunto que facilita el análisis
2. Se puede realizar estudios en forma más rápida

3. Facilita la actualización de estudios realizados, pues es posible obtener cobertura de una misma porción del terreno en diversas épocas.
4. Es posible concentrar en un mismo tipo de imagen, los resultados de estudios multidisciplinarios.
5. Se tiene un registro permanente y exacto de las condiciones en el momento de realizar el estudio.
6. Es posible hacer mediciones sin necesidad de salir al terreno.

1.6.3 Limitaciones

1. No permite evaluar las características internas de los cuerpos naturales (bosques, suelos, rocas, etc.)
2. Su empleo, requiere entrenamiento especial del personal técnico.
3. La observación desde un plano superior puede dificultar la identificación de los objetos y rasgos.

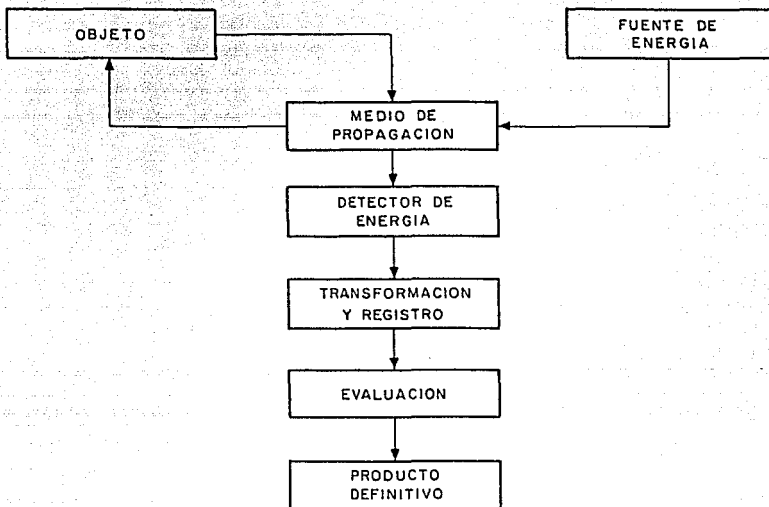


Fig 1 Diagrama del principio de adquisición de datos de percepción remota
Fuente: Montoya, 1985

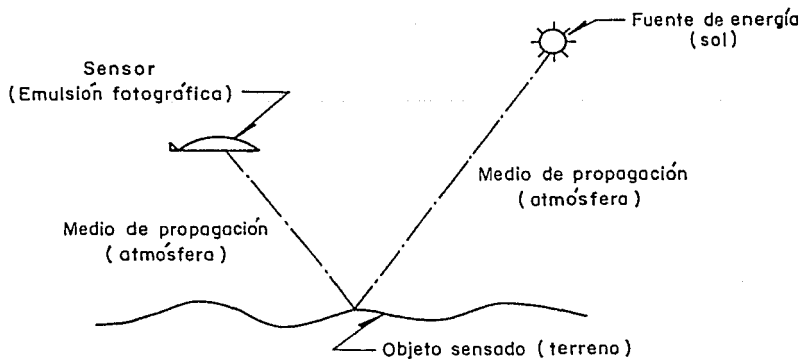


Fig 2 Trayectoria de la radiación para la formación de fotografías aéreas convencionales
Fuente: Montoya, 1985

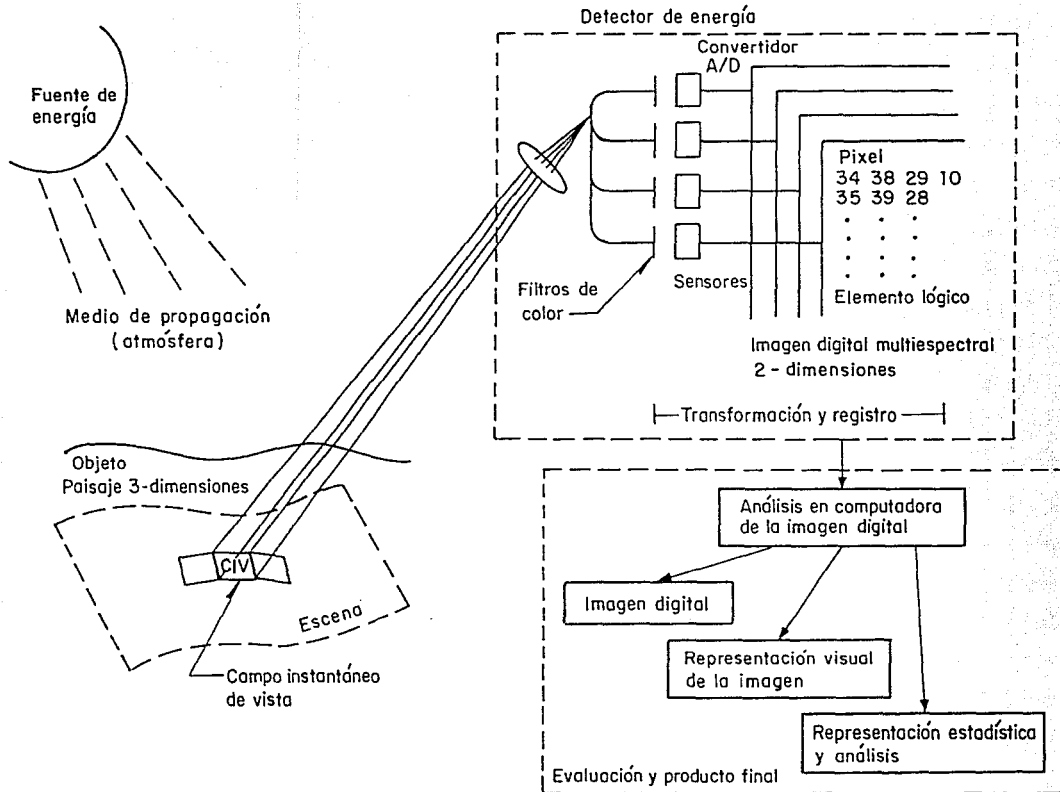


Fig 3 Diagrama lógico de la captura, registro y análisis de una imagen raster
 Fuente: Tomado parcialmente de Lira, 1987

EL ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

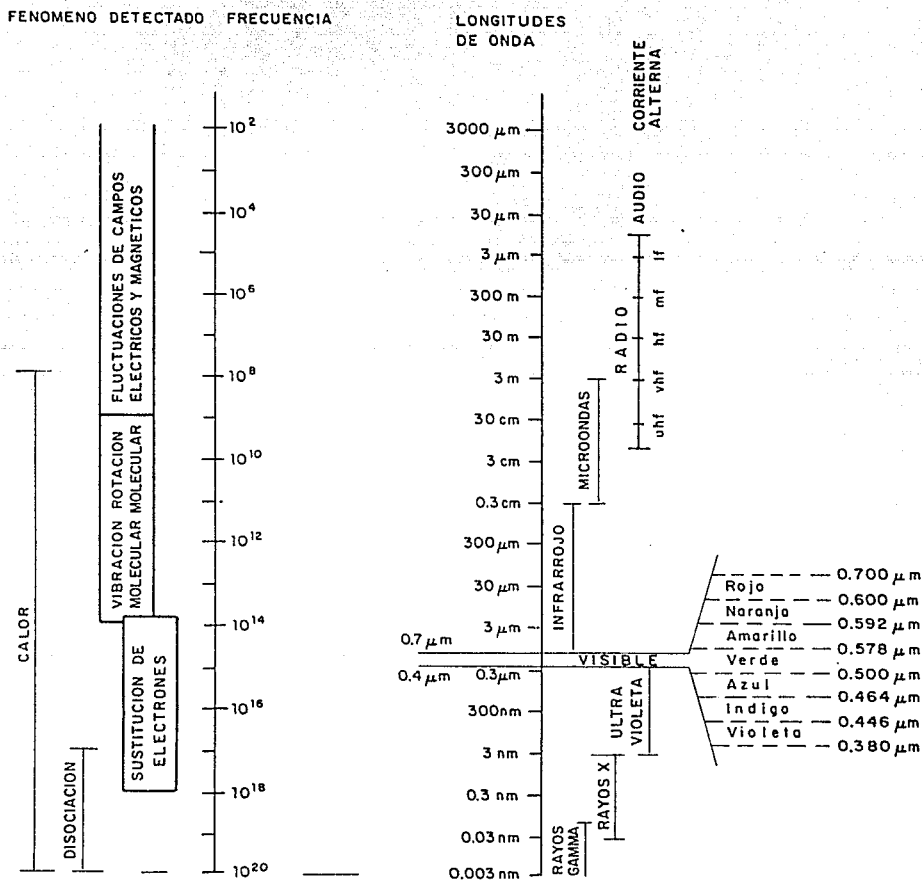


Fig 4 Regiones del espectro electromagnético según las propiedades físicas de la radiación electromagnética
Fuente: Montoya, 1985

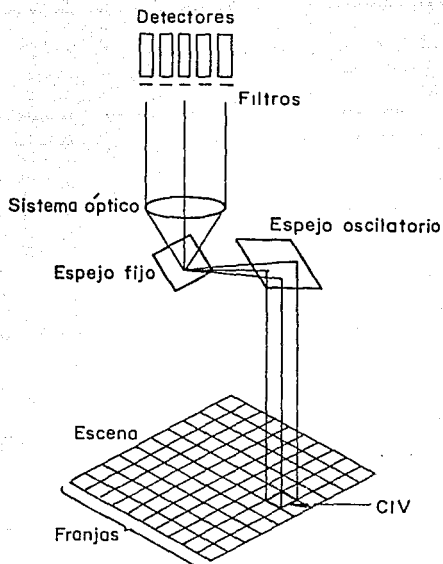


Fig 5 Medida en varias bandas de un CIV a la vez
Fuente: Lira, 1987

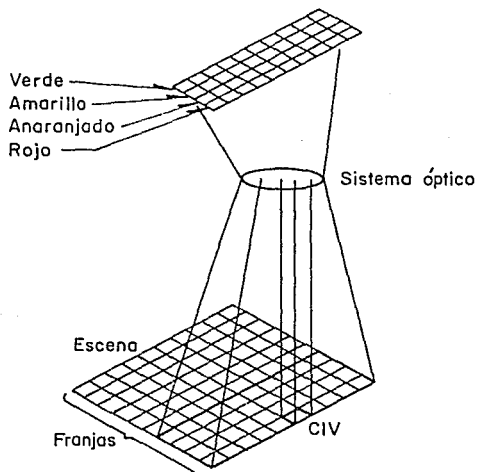


Fig 6 Medida de varios CIV, cada uno en diferente banda
Fuente: Lira, 1987

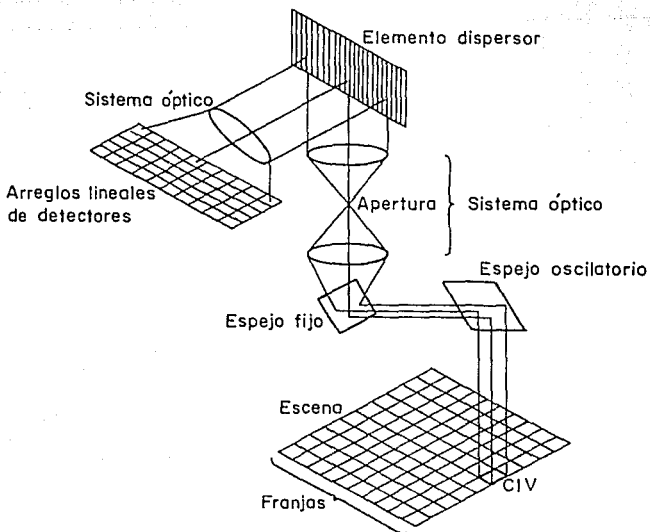


Fig 7 Arreglos lineales de detectores para medir en varias bandas un CIV a la vez
Fuente: Lira, 1987

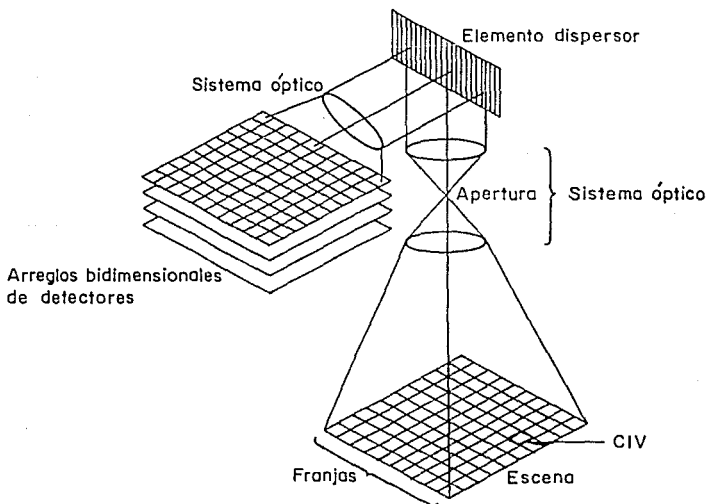


Fig 8 Sistema avanzado para medir simultaneamente todos los CIV de una escena en varias bandas
Fuente: Lira, 1987

CAP 2 ESTUDIO Y APLICACION DE LOS SENSORES REMOTOS EN EL ANALISIS URBANO

2.1 Comportamiento general de las curvas de reflectancia para la tipificación de las estructuras urbanas.

Después de las interacciones entre la energía electromagnética y los diferentes cuerpos naturales mencionadas en la parte 3, capítulo 1, numeral 1.4.3, se puede realizar una aproximación a los fenómenos urbanos y suburbanos, haciendo uso de sus características propias, mas no estableciendo patrones de comportamiento mundiales.

2.1.1 Naturaleza espectral para el uso del suelo urbano.

El Sensor Remoto para desarrollos Urbanos está básicamente concentrado en recoger e interceptar una imagen producida por el flujo de radiación (ϕ), el cual existe para una determinada área según sea el sensor. Para medir este fenómeno en radianes (L) se hace mediante la aplicación de la fórmula (I) que se presenta en la tabla 2.2. de fórmulas de la hoja siguientes. (Ver fórmula I).

Donde el flujo de radiación $d\phi$, sale de una pequeña superficie de área dA , en un específico cono angular, dw , y dirección, ϕ , hacia el sensor (Suits, 1975). Normalmente se miden en watts por steradian por metros cuadrados $W \cdot Sr^{-1} \cdot m^{-2}$. Esta cuantificación es importante sin embargo no describe la distribución espectral del flujo incidente del reflejado para la escena Urbana y Suburbana. Entonces se considera primero la simple fórmula de reflectancia hemisférica. (Ver fórmula II, en tabla 2.2.)

Donde ϕ_r es el flujo de radiación reflejada y ϕ de ρ es el flujo de radiación incidente para una superficie medida en Wm^{-2} . Esta relación puede ser expresada para representar la difusión (dependiendo de la longitud de dispersión de la reflectancia de una superficie. (Ver fórmula III en tabla 2.2.)

En esta ecuación (formula III en la tabla 2.2), la distribución espectral del flujo de radiación reflejado, ρ_l , es dependiente de la radiación reflejada del blanco a que se tira en una específica dirección hacia el sensor, $Ll(Wsr^{-1} m^{-2} l^{-1})$ y la distribución espectral de la radiación incidente $E_l(Wm^{-2} l^{-1})$. (Lease por l la letra griega lambda en las ecuaciones anteriores). Esta relación es frecuentemente usada por caracterizar la asignación espectral de un rasgo. (JENSEN, 1987)

En Sensores Remotos la asignación espectral de un rango consta de establecer los valores para la reflectancia del rango medido en intervalos específicos de la longitud de onda.

Esta estratificación es frecuentemente usada en sensores remotos para ayudar en la caracterización y comprensión de la aparición de factores urbanos en la interpretación de un conjunto de imágenes. Es necesario enfatizar, de cualquier modo, que la asignación espectral no es constante para factores urbanos / suburbanos conocidos. Estos son dependientes en la distribución espectral de la incidencia del flujo de radiación en el factor, en el parentesco geométrico entre la energía incidente y el ángulo de vista del sensor, en los efectos atmosféricos y en las propiedades físicas del factor (Slater, 1975).

Para tener una apreciación de la naturaleza espectral de los fenómenos urbanos se puede hacer uso de la curva general de reflectancia de algunos de ellos fig. 9. Sus medidas fueron obtenidas por un espectralradiómetro, la medida dada es la distribución de reflectancia de un material en una función de longitud de onda, infortunadamente numerosos materiales tienen asperezas y producen las mismas o semejantes respuestas espectrales. Es por eso que no se puede unificar la asignación espectral de los fenómenos urbanos y es necesario hacer uso de otros elementos para la interpretación de la imagen y no simplemente de su respuesta espectral.

Cuando se cuenta con un par estereoscópico podemos establecer en forma comparativa las 3 clasificaciones: espectral, textural y morfológica en el proceso de análisis de una imagen multiespectral.

En la tabla 2-1 se aprecian varios elementos de información física acerca del terreno y que aporta cada una de las clasificaciones mencionadas.

TABLA 2.1 MATRIZ COMPARATIVA DEL TIPO DE CLASIFICACION EN UNA IMAGEN DIGITAL VS. ATRIBUTOS DEL TERRENO

Elemento de Información	Topografía	Reflectancia	actividades del hombre	Cober- tura vegetal	Conjun- ción suelo/ vegetal	red de drenaje
Clasificación						
Textural	X		X	X	X	X
Espectral		X	X	X	X	X
Morfológica			X			X

Fuente: "La percepción remota: nuestros ojos desde el espacio" Jorge Lira, pag. 90. 1987.

FORMULA I

$$L = \frac{d\phi}{d\lambda \cos\theta d\omega}$$

FORMULA II

$$\rho = \frac{\phi r}{\phi \rho}$$

FORMULA III

$$\rho = \pi \frac{L\lambda}{E\lambda}$$

TABLA 2.2 FORMULAS

2.1.2 Fotografía Area Pancromática

La vegetación saludable verde aparece en tonos de gris oscuro, porque aproximadamente 80 o 90 % de la incidencia del azul y rojo del flujo de radiación, ϕ , es absorbido por los pigmentos de la clorofila en las plantas verdes (Hoffer, 1978). Este es el fenómeno mas caracterizado en las curvas de reflectancia (Ver fig.9). Las estructuras de concreto son captadas en tonos claros porque aproximadamente 20-35 % de el azul, verde y rojo del flujo de radiación son reflejados por dichas superficies.

Las superficies de concreto donde existe el rodamiento de carros son frecuentes paradas acumulan aceite y otros sedimentos presentando una absorción aproximada del 90 % del flujo incidente en el azul, verde y rojo obteniendo en la fotografía aérea tonos más oscuros casos similares son los aspectos de los materiales de pavimentación y asfalto, un ejemplo sería las canchas de tenis o el alquitrán (brea) en las superficies de los techos.

El agua a pesar de no ser un elemento que se presente muy a menudo al descubierto en los desarrollos urbanos; esencialmente la podemos encontrar por vías o lagos que estén presentes o albercas de un tamaño considerable de acuerdo a la escala de la toma, su respuesta espectral se da en tonos medios u oscuros de gris; ya que esta absorbe aproximadamente 95 % del flujo de radiación del azul, verde y rojo. De cualquier forma la relativa turbidez del agua lo profundo "to bottom", la composición y color del bottom afectarán eventualmente los tonos de la película. De todos modos los tonos del agua en los laguitos o estanques de cría de peces y en las albercas son frecuentemente impredecibles estos dependen mucho del ángulo de incidencia y reflectancia del flujo de radiación.

Las sombras producen un distintivo espectral opacando la información bajo ellas, pero nos dan las siluetas de los factores urbanos, estas sombras se dan en la fotografía pancromática no es el caso cuando se usa película infraroja.

Las curvas que se presentan en la fig. 9 no representan todos los materiales del área urbana pues tenemos muchos materiales (platino, pintura, diferentes techos) que hace el hombre con un conjunto de materiales que ofrecen respuestas espectrales similares. Así en semejantes situaciones puede ser difícil la discriminación de un espacio Urbano basandose en las características espectrales; es necesario emplear las otras clasificaciones como textura y morfología de los objetos y materiales, además de las características propias que ofrecen las fotografías aéreas.

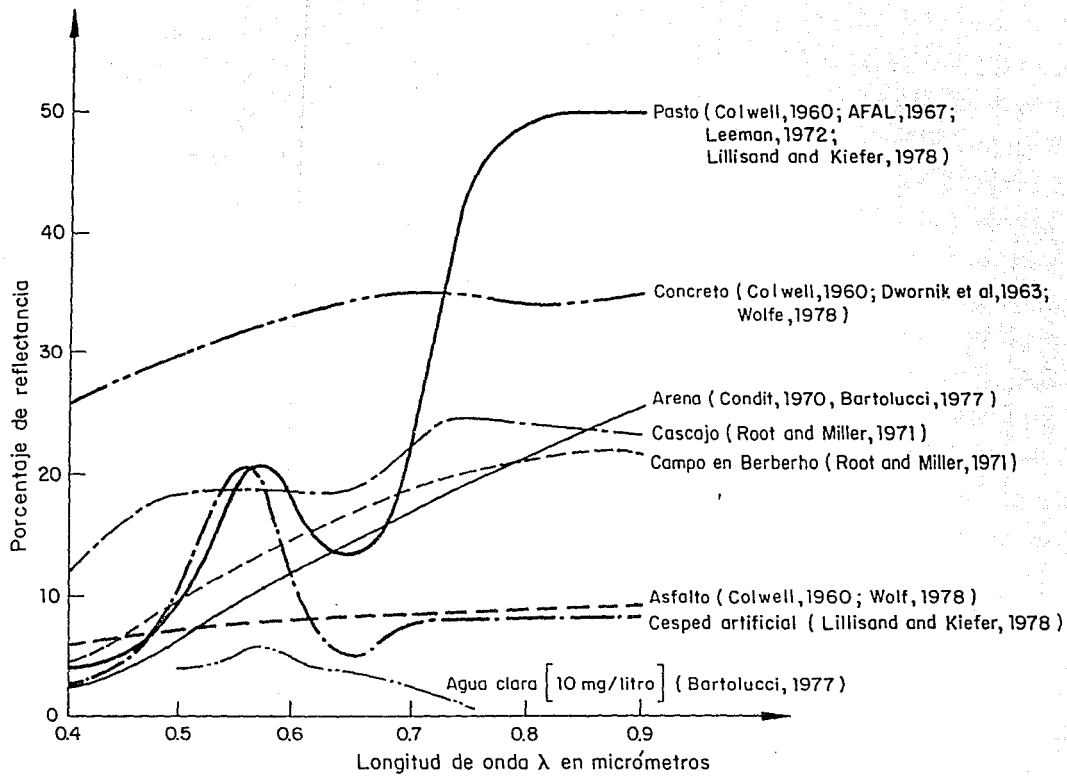


Fig 9 Curvas generales de reflectancia para factores típicos Urbanos/Suburbanos
Fuente: Jensen J.R. 1983

2.2 Reconocimiento de factores urbanos en las imágenes de sensores remotos

Gran parte de los factores que permiten el reconocimiento se pueden captar en el ítem anterior (2.1) pero se presentarán algunos aspectos claves en el reconocimiento del área urbana sin definir una secuencia o una metodología para dicho trabajo ya que existen muchas formas de emplear los datos e imágenes para el reconocimiento; algunas de estas metodologías se pueden leer en el ítem siguiente. (2.3)

En las fotografías aéreas pancromáticas, de escalas grandes (1:500, 1:10000, 1:20000) los factores urbanos son de fácil identificación ya que corresponden a los objetos conocidos por los fotointérpretes; si se cuenta con el par estereoscópico se establecen en forma comparativa los tres factores: textural, espectral y morfológico.

Cada una de las estructuras urbanas tienen su comportamiento espectral y su morfología propia, al relacionarlas permite definir partes del equipamiento urbano, si bien es cierto que el nivel de referencia del fotointérprete debe ser alto pues no es lo mismo interpretar las estructuras urbanas de Europa que de Latinoamérica, diciendo esto a groso modo, pues dentro de éstos se encuentran características propias del país, altura sobre el nivel del mar, condiciones atmosféricas, culturales y sociales que hacen cambiante los rasgos urbanos y no permiten establecer patrones de identificación mundial, se pueden apoyar en las curvas del comportamiento espectral de los materiales que componen la estructura urbana.

Dentro de las zonas urbanas se pueden realizar zonificaciones de acuerdo a la ocupación del suelo densidad de construcción, niveles de pisos en las construcciones; estableciendo zonas industriales, residenciales de diferentes densidades de ocupación del suelo, áreas de esparcimiento, zonas de asentamientos irregulares, bosques, etc.

Teniendo en cuenta que tipo de sensor se va a trabajar es necesario que el fotointérprete o identificador, tenga una serie de pautas de reconocimiento sobre la imagen a trabajar.

A nivel general se pueden mencionar los principales elementos de reconocimiento: Tonos de grises, textura, estructura, patrón, sombras, los efectos estereoscópicos, tamaño, forma, situación y localización de los fenómenos registrados. (Bodini, 1988).

Se presenta con ejemplos lo que estos elementos serían teniendo en cuenta que el nivel de detalle y aplicación depende del tipo de imagen sobre la cual se trabaje.

Los tonos de grises: sobre fotografías aéreas y el caso de las imágenes de satélite se referirá a las diferentes tonalidades de grises de un mismo objeto en diferentes bandas de acuerdo al comportamiento espectral, ya mencionado en capítulos anteriores de los elementos que conforman las ciudades. Ej. la mancha urbana será de tonos gris claro en las bandas del visible, con diferentes texturas dependiendo de la densidad de construcción en la zona.

Textura : La da la repetición de diferencias tonales pequeñas, que no se pueden analizar en forma individual, ej. los bosques de vegetación espesa tienen una textura gruesa diferente de los bosques ralos.

Estructura: La repetición tonal se da de tal forma que se puede reconocer individualmente por su tamaño, ej. Las bodegas, se pueden diferenciar tipos de cultivos.

Patrón: Son las formas de ordenamiento espacial uniforme, lo que se repite son los conjuntos espaciales complejos. Ej. la identificación de áreas rurales por los diferentes cultivos de las áreas en transición de diferentes estados.

Sombras: En las fotografías aéreas a la vez que ocultan información bajo ellas, se pueden aprovechar sus proyecciones para ver la forma de las construcciones y sus tamaños, es necesario que éstas no sean muy oscuras para no perder la información que cubren.

Tamaño: Es un elemento de reconocimiento importante, donde el tamaño de objeto mismo de identificación tiene un papel importante ya que el área que ocupa corresponde a un número mayor de píxeles que le identifican. Ej. La construcción de un hospital con una casa de habitación, un área de esparcimiento con un jardín.

Forma: Básicamente se trabaja cuando se tiene estereoscopia, donde se puede diferenciar por ejemplo el techo de las fábricas con los de las casas por su peculiar forma además del tamaño.

Situación: Es el conjunto de relaciones de un fenómeno superficial y permite apreciar el grado de importancia, ej. Los corredores de transporte y su entorno.

Localización: Es la ubicación exacta de cada objeto que permite deducir su existencia ahí, ej. Las antenas de transmisión en lo alto de los cerros.

Además de los elementos de reconocimiento hay seis pasos que permiten identificar áreas, detalles, objetos etc. y la mayoría de las veces el intérprete de las imágenes realiza en forma rápida y simultánea que no piensa en cada una de ellas de

acuerdo a la experiencia y conocimiento del área que tenga, estos son: Detectar, reconocer e identificar, analizar, deducir, clasificar e idealizar.

2.3 Estudio de casos urbanos analizados con imágenes de sensores remotos

La percepción remota basada en satélites data de 1972, aunque realmente sus ventajas y mayores aplicaciones se dan 15 años después, con la nueva generación de los sistemas de sensores se va mejorando la resolución y así se amplía el uso de imágenes de satélite en estudios urbanos. Producto de una revisión del estado del arte se mencionan a continuación algunos estudios urbanos realizado por diferentes investigadores.

En la década de los 70's se conocen algunos estudios urbanos realizados por Murai (1974), Anderson (1976) y Ellefsen (1978), los dos primeros sugieren metodologías poco aplicables en países que no presenten unas estructuras urbanas bien definidas y no muy diferentes a los que en esta época tienen Japón y Estados Unidos. El tercero realiza su estudio sobre San José Costa Rica. En su estudio da una marcada preferencia a las estructuras lineales (carreteros) combinando el uso de fotografías aéreas e imágenes de satélite.

Ya para la década de los 80's las aplicaciones y ventajas se hacen más evidentes y sus resultados cada día se reconocen más, es por este motivo que se encuentran más estudios en diferentes países; se hace mención a algunos directamente por autores así:

Lombardo (1982), Niero (1983)

El monitoreo del crecimiento urbano del área metropolitana de Sao Pablo ha proporcionado diversos proyectos: "The Use of Landsat Data to Monitor the Urban Growth of Sao Pablo Metropolitan area" por Niero, M.; Foresti, C; y "Use of Infrared Imagenes in delimitation of Sao Pablo's heat Island" por Lombardo; estos autores destacan la poca resolución temporal que ofrecen las áreas urbanas.

Para 1982 Lombardo presenta un documental interesante, en él explica el uso de imágenes de satélites meteorológicos en el estudio de esta ciudad. Sus estudios destacan las importantes islas de calor formadas por los centros de las ciudades, las áreas industriales y centros secundarios. Las características de uso del suelo en los centros secundarios es similar a las características de las principales. Las diferencias de temperatura en estas islas de calor y los bordes de la ciudad están alrededor de 5 grados centígrados, la de los parques urbanos es más baja y en la de las áreas circunvecinas del

parque. De esta forma logra la clasificación de la ciudad en grandes categorías como: Industrial, residencial, parques y cuerpos de agua.

Para el monitoreo del crecimiento de las áreas urbanas en Sao Pablo se presentan problemas similares a los encontrados en las islas de calor urbanas, con el objetivo de evitar el monitoreo en el sitio de observación y el tiempo que esto consume utilizan la imagen Landsat. Los resultados los presenta Niero en el documento ya mencionado. El gran problema que Niero tuvo fue la separación del área urbana y el área rural en la zona de transición. Lombardo la resuelve por el estudio de muchas imágenes en diferentes periodos, ya que la resolución temporal del área rural es muy alta (en las diferentes estaciones del año) detalle casi nulo en el área urbana. Esta es una nueva medida de discriminación del área urbana y rural.

A. Ballut; P.T. Nguyen (1981-1983)

El área de investigación fue la ciudad de Paris sobre imágenes simuladas SPOT. Emplean dos métodos para detectar cambios de uso del suelo en las imágenes.

En el primer método usa la probabilidad máxima de detectar unidades de uso del suelo en las dos imágenes y las imágenes clasificadas son usadas para determinar los cambios.

En el segundo método usa la reflectación en los datos de las dos imágenes es comparada y se detectan las áreas con cambios radiométricos.

Con estos métodos detectan áreas de 5000 m² para el clasificador y 1250 m² para el radiométrico; después analizan la exacta naturaleza del cambio mediante el empleo de fotografía aérea. Infrarrojas y trabajo de campo. Con el primer método detecta 32 áreas de las cuales 14 corresponden a cambios rurales y en el empleo del 2o. método detecta 27 áreas de cambio de las cuales 10 corresponden a cambios reales.

Como ya se viene presentando realiza las ventajas de aplicar la Percepción Remota en una combinación de imágenes de satélite y fotografía aérea para establecer lo que llama: "cambios exactos del suelo".

También sugiere minimizar diferencias con los ciclos vegetales reiterando lo ya mencionado por Lombardo en 1981, lográndose el realce de vías cubiertas por vegetación en las épocas secas.

Introduce el concepto de zonas con diferente grado de desarrollo basándose en la infraestructura del transporte.

Otro producto SPOT que analiza es el empleo del Estereopar para las zonas urbanas logrando resaltar la estructura tridimensional de las áreas urbanas y vencer la dificultad de calles pavimentadas con azoteas.

Estas teorías se establecen en imágenes simuladas SPOT por tal motivo se espera un tiempo para confirmarlos, realmente sus trabajos empezaron en 1981.

Colwen (1983)

Realizó sobre las ciudades de Davis and Woodside al Norte de California, una comparación de la imagen TM con una simulación de imagen SPOT. Analizó dos tomas: "The Urban agricultura interface" y "the Urban forest/range interface" se puede apreciar el interés en la interpretación de los factores urbanos y rurales comparándolos con sus resoluciones de 80 m. y también una fotografía aérea infrarroja.

Algunos de los aspectos que destaca son:

- La interpretación de datos de la imagen en IR, donde el primer criterio es la asignación espectral, puede realizarse en TM o en SPOT.
- Cuando la resolución y la discriminación espacial son importantes la imagen TM no puede competir con la simulación SPOT. Destacando como la red secundaria de vías, las calles en el área urbana (especialmente por los árboles) son menos evidentes en TM, los detalles de las carreteras son borrosos, las líneas descubiertas del "freeway" no se distinguen en TM y estos factores ya se aprecian en la simulación SPOT.

Realizando así una comparación muy buena de las imágenes, para más detalles remitirse a documento original.

V. A. Milazzo; R. H. De Angelis. (1984)

Realizan trabajos sobre productos de simulación SPOT, comparándolos con fotografías aéreas infrarrojas, buscando mejores resultados en la obtención de datos para la generación de un mapeo general de factores de uso y cobertura del suelo y en la detección de cambios y revisión de mapas.

El área de estudio fue Washington D.C., el sistema utilizado para el procesamiento de la imagen es USGS Mini-Image Processing System y RIPS Remote Information Processing System; su material se compone de una gran variedad de productos de la simulación SPOT como:

Tres bandas multiespectrales y una pancromática.

La composición en falso color impresa a escala 1:24.000 con una resolución efectiva de 10 m.

La combinación de datos multiespectrales y pancromáticos.
Una impresión en blanco y negro de datos pancromáticos
Esc:1:24,000.
Transparencias en blanco y negro de datos pancromáticos y de
las tres multiespectrales bandas multiespectrales a
Esc 1:62,500.
Transparencias de fotografías aéreas infrarojas de toma
simultanea con la simulación de la imagen SPOT.

En sus resultados establecen un cuadro comparativo de las fotografías aéreas y la simulación SPOT de acuerdo a un nivel de análisis alcanzado para factores de cobertura y uso del suelo, determinando y aprobando su aplicación para tales fines, establecen porcentajes de aceptación para el análisis en sus niveles I y II, sin embargo hay otros detalles que se pueden extraer de la imagen SPOT correspondientes al nivel de análisis III de acuerdo a la categoría que se estudie.

B.C. Forster (1985)

Hace un importante estudio sobre problemas y soluciones en cuanto al seguimiento de zonas urbanas. Concluye que la resolución espacial es la limitante principal para utilizar satélites en estudios urbanos de clasificación de uso de suelos. Presenta los cálculos de las necesidades de resolución de los sensores espaciales y, específicamente, señala la diferencia de necesidades entre países desarrollados y en vías de desarrollo. Por ejemplo, demuestra que para EUA, bastan 30 m. de resolución espacial, mientras que en países asiáticos ésta debe ser entre 5-10 m. También de particular interés para este proyecto, señala que "...el trazo de calles determina el marco en que las complejidades urbanas se reflejan" pero reconoce que con la información de imágenes de satélite, no se puede clasificar confiablemente más allá del nivel II de Anderson. Y, como se ha comprobado más recientemente, concluye que es inevitable la combinación de aerofotografía e imágenes de satélite para poder usar la información de textura; que tanto ayuda en el análisis de las estructuras urbanas: estructura espacial interna y relaciones entre formas de gestión de los flujos físicos y la estructura territorial en evolución.

Entre los trabajos de mayor utilidad, por sus similitudes con la problemática del desarrollo urbano en México, destaca el artículo de Neves de Oliveira (1986), basado en aerofotografía, y por lo tanto difícil de aplicar en las zonas metropolitanas densamente pobladas, pero idóneo, por ejemplo, para el estudio del Valle de Chalco. Encuentra que, "... las áreas residenciales urbanas en Sao José dos Campos, Brasil, están extremadamente diferenciadas como resultado de la estratificación social existente en un país..." y añade "...hay una asociación fuerte entre aspectos físicos (textural) de áreas residenciales y las características socioeconómicas de los residentes" de donde

deduce que se pueden obtener resultados a partir de los lineamientos urbanos y clasificar las zonas de estudio con criterios socioeconómicos; algo de verdadera utilidad práctica para la comprensión del fenómeno de crecimiento irregular y su vinculación a las formas de producción de transporte.

M. Alwashe; B. Bodechtel; J. Zilger. (1986)

Básicamente la necesidad de planificar sobre datos en "tiempo real" para el rápido desarrollo industrial motiva a la investigación en el área de los sensores remotos frente al espacio urbano de Jeddán-Arabia Saudita, donde realizan la aplicación de alta resolución MOMS-01 y TM para propósitos de planeación urbana.

Los datos empleados fueron los siguientes:

- Thematic Mapper, un cuarto de escena con una resolución espacial de 30 m.
- Modular Optoelectronic Multispectral Scanner MOMS-01 con una resolución espacial de 20 m.
- Fotografías aéreas Esc. 1:23,000
- Mapas a Esc. 1:10,000; 1:12,500 y 1:50,000

En el procesamiento de las imágenes efectúan la corrección geométrica de los datos de satélite a coordenadas UTM; optimizan la interpretación de la red carretera y optimizan la presentación de superficies.

Obtienen 2 mapas de la ciudad de Jeddán, uno enseña, la red de caminos y el otro es un mapa temático de clasificación de uso del suelo en ocho unidades así:

- áreas constituidas
- áreas de vegetación densa y dispersa
- afloramientos rocosos
- coberturas de arena, grava o arcilla
- aguas poco profundas, playas
- arrecifes de coral
- perímetro de aguas

Establecen la necesidad de aplicar algoritmos óptimos para procesar las imágenes TM y MOMS para las aplicaciones urbanas en escala 1:25,000.

Reiterando lo ya mencionado por diversos autores del empleo de la fotografía aérea como un elemento de gran utilidad básicamente para áreas densamente pobladas y para la creación del mapa básico.

De los resultados obtenidos en su trabajo, recalcan la gran aplicabilidad que ofrecen los productos obtenidos por sensoreamiento remoto.

M. Armand; M. Hernández (1987)

Su trabajo se basa en comprobar que es posible extraer automáticamente de una imagen Landsat STM del 30 de abril de 1984 y una simulación SPOT la información cualitativa concerniente al trazado urbano de París.

El objetivo de la estratificación del espacio urbano en función de características de estructuras y de morfología es para llegar a un desglose de la ciudad según tipos de urbanización y no en categorías simples de ocupación del suelo.

Realizan una descripción de algunos tejidos urbanos, clasificando los siguientes:

- Habitación haussmannier
- Espacios industriales terciarios
- Grandes unidades de habitación
- Habitación individual
- Núcleo urbano antiguo

Algunos elementos analizados son:

- El tamaño de las manzanas básicas
- La forma de la manzana
- La densidad, altura y disposición del inmueble dentro de la manzana.

Presentando un cuadro de clasificación para cada categoría establecida.

Sobre las imágenes de satélite la búsqueda automática reagrupa el tejido urbano de 3 a 5 tipos:

- tejido característico de una urbanización densa
- tejido característico de una urbanización media

- tejido asociado a una urbanización ligera

En la primera etapa de una búsqueda automática se delimita el área urbana, en la clasificación por tratamiento automático de muchos sectores, reconociéndose las características existentes de los valores radiométricos en las zonas urbanas como:

- son heterogéneos
- presentan numerosas discontinuidades
- estas discontinuidades son de débil amplitud
- en una regularización dan el fenómeno de segmentación.

Después se realiza la eliminación de las islas secundarias, obteniendo una mejor, más acorde a la realidad.

Se buscan las formas de extensión urbana:

- reconocimiento de entidades homogéneas
- clasificación general
- observación de resultados

Se buscan los componentes base del tejido urbano, se realiza una cuantificación de la ocupación del suelo en clases primitivas (espacios verdes, espacios construidos y vialidad).

En la segunda etapa se realiza la estimación de ocupación del suelo por zonas urbanas.

Se hace una combinación de las imágenes resultantes en la primera etapa (ocupación del suelo de las clases primitivas ya la clasificación general).

Finalmente se hace una comparación de resultados con categorías existentes para efectos de confiabilidad.

E. C. Gosparello; E.G. Cardieri; F. Sammerco; (1988)

El monitoreo de la expansión urbana de la región metropolitana de Sao Paulo se realiza en forma sistemática desde 1984, mediante el uso de imágenes Temáticas Landsat-S.

Se logra identificar el aglomerado de viviendas, el loteado pero no se lograba la identificación del uso a través de la imagen de satélite, este factor se levantaba mediante trabajo de campo.

Para el análisis virtual de la expansión urbana del área de Sao Paulo utilizaron: los canales 3 y 7 del sensor TM, obteniendo mayor información con el canal 3 respecto a la mancha urbana, con el 7 se facilita la identificación de puntos de control (Sistema binario) para transposición de la información a la carta base.

Con la interpretación automática se complementa la interpretación visual de formas auxiliares a la identificación de fenómenos.

La técnica de superposición de escenas de diferentes datos combinados con uso de filtros adecuados, posibilita la localización de áreas de crecimiento urbano.

Su trabajo requiere de 10 etapas así:

1. Compilación y adecuación de datos referentes a 1974, 1977, 1980, levantados mediante el uso de fotografías aéreas
2. Análisis visual de la imagen de satélite 1984, 1985 y 1987.
3. Superposición automática de imágenes de dos fechas en IMAGE-100 asociadas al uso del filtro y obtención de productos fotográficos para análisis visual
4. Elaboración de mapas preliminares de áreas de probable crecimiento urbano.
5. Chequeo de campo para verificar el tipo de alteración ocurrida con el uso del suelo.
6. Planimetría del área urbanizada
7. Confección de tabletas y gráficas
8. Elaboración de mapas síntesis en Esc. 1:100,000 contenido de área urbanizada de los años 1974, 1977, 1980, 1985 y 1987.
9. Reducción del mapa síntesis de Esc. 1:100,000 a Esc. 1:250,000.
10. Análisis de datos

Los resultados obtenidos en la expansión horizontal las definen en procesos básicos:

1. La expansión de la mancha ocupa espacios continuos.
2. Se ocupan los vacíos internos

3. Aglutinación de áreas urbanizadas anteriormente aisladas
4. Abertura de nuevos loteamientos aislados de mancha urbana continua

L. Vieira; C. Foresti; P.R. Meneses; Ma.L. Kurkdjian; (1988)

Presentan una metodología para combinar imágenes de diferentes resoluciones, utilizando la transformación de espacios de color (IHS). Su trabajo lo realizan en el área de Alphaville, Barueri, Estado de São Pablo. El trabajo realizado es interesante en la medida que permite la introducción de nuevos productos híbridos en el mercado, y aún más la posibilidad de trabajar las fotografías aéreas en forma digital mediante el empleo de las técnicas del procesamiento de imágenes.

Con el desarrollo de los productos híbridos se puede mejorar el estudio del uso del suelo urbano, es una de las principales conclusiones a las que se refieren en su trabajo, ya que mejorando la resolución de la imagen de satélite sin perder sus atributos multiespectrales, se hace posible el reconocimiento de objetos creados por el hombre con la misma respuesta espectral.

CAP. 3 ANÁLISIS DE LA ZONA DE ESTUDIO SOBRE FOTOGRAFÍAS AERÉAS

3.1 Metodología

El medio natural del área de estudio, sus interrelaciones, influencias y dependencias, así como la variedad de sus factores socioeconómicos que interactúan con este medio se desenvuelven en forma compleja. Son hechos necesarios para comprender los mecanismos de interrelación que componen el ambiente físico en las fotografías aéreas.

Para alcanzar este estudio realizado se definieron objetivos se establecieron pausas de trabajo y una metodología que permitiera el desarrollo de la fotointerpretación y el traspaso de la información al mapa base.

3.1.1 Recopilación de información

Fueron puestos a disposición dos juegos de fotografías aéreas de la zona de estudio, unas de 1983 y las otras de 1989; en las más recientes se interpretaron los siguientes aspectos: cobertura y uso del suelo, hidrología; según el comportamiento físico del asentamiento se realizó la zonificación urbana, equipamiento y se completo la carta topográfica básica.

También se utilizó un fotomapa y un mapa base incompleto que existía de la región a escala 1:20.000 de fotografías aéreas de 1986.

El material, equipo de trabajo y el proceso de fotointerpretación, se organizó y realizó en una asesoría dada al grupo de infografía de la UAM-X.

3.1.2 Reconocimiento general del área y manejo de las Fotografías aéreas

Con el objeto de tener una visión global del área se realizó un examen general del material extendiendo las fotografías, lo cual permitió conocer a grandes rasgos las diferencias de la zona, su localización general y distribución del asentamiento. Se puso especial atención en la identificación de los números de cada una de las fotografías. Se trazaron las líneas de vuelo en cada fotografía y se pasaron a la carta base de escala 1:20.000 los puntos principales para obtener la cobertura real de las fotografías con respecto al mapa. Esto permitió conocer las limitaciones y posibilidades de trabajo, verificando también las áreas que no estaban cubiertas por el vuelo.

Se determinó el aérea efectiva, la delineación se realizó sobre fotografías continuas porque a pesar de tener una zona relativamente plana y su desplazamiento debido al relieve ser mínimo, el vuelo no fue muy bien realizado. Entonces para

corregir estas fallas se emplearon las áreas efectivas de todas las fotografías; ésto retrasa el avance del trabajo pero se obtiene un mejoramiento en los resultados del mismo.

3.1.3 Determinación del nivel de análisis

Recopilada la información y teniendo disponible el material de trabajo se determina el nivel de detalle a interpretar.

Teniendo en cuenta que las fotografías aéreas se encuentran a una escala promedio 1:20.000 el equipo disponible tanto físico como humano y la finalidad que se persigue, el nivel a alcanzar es semidetallado.

Con este nivel se puede estudiar y evaluar en forma "precisa" pero no "detallada" los fenómenos del medio físico y las variables humanas permitiendo proporcionar información para futuros estudios de prefactibilidad y desarrollo de la zona.

3.1.4 La fotointerpretación

La fotointerpretación permite estudiar los objetos de la superficie de la tierra en las fotografías aéreas y deducir su significado para luego cartografiar esta información, elaborando previamente la leyenda que permite describir categorías y tipos que serán representados en el mapa preliminar.

La fotointerpretación del área de estudio se orientó en los siguientes aspectos: cobertura y uso de la tierra, zonificación urbana y equipamiento, expansión de la mancha urbana para 1983, 1986 y 1989, se completo la carta topográfica básica para la cual se interpretaron canales, lagos, zonas inundadas, zonas inundable, cota de curvas de nivel, al igual que se identificaron los nombres de las vías y asentamientos importantes, también se elaboró un mapa con los límites ejidales y de colonias; para cada mapa o carta se debió establecer la leyenda correspondiente. Su procedimiento se detalla en el numeral 2.3 según sea el aspecto interpretado.

3.2 Materiales:

El material disponible a la fecha (Julio 1989) era el siguiente:

(1) Fotografías aéreas:

L14 R68	No. Fotos	164-174	Esc 1:20,000	Año 1989.
L14 R68	No. Fotos	227-233	Esc 1:20,000	Año 1989.
L16 R68	No. Fotos	242-250	Esc 1:20,000	Año 1989.
L41 R2670	No. Fotos	70-60	Esc 1:30,000	Año 1983.
L42 R2670	No. Fotos	98-101	Esc 1:30,000	Año 1983.

(2) Foto mapa escala 1:20,000 aproximadamente, 1986.

- (3) Mapa base escala 1:20,000 de 1986 elaborado por Geocentro.
- (4) Mapa de delimitación de ejidos y colonias a escala 1:50,000

3.2.1 El mapa base

Aunque el mapa base fue entregado para agilizar el trabajo ya que su construcción es costosa y toma tiempo, especialmente cuando no se dispone de control del terreno; se expone brevemente qué es y cómo se obtiene.

El mapa base es un mapa general cuyos detalles son utilizados como sistemas de referencia para transferir la información obtenida de las fotografías del campo. Se emplea inicialmente en la etapa de la planeación de labores, elaboración de mapas preliminares, durante el control de campo y como base para la representación de datos finales (Deagostini, 1974).

3.2.2 Elaboración del mapa base:

Se emplean dos métodos: Uno mediante trabajo en el campo y otro empleando técnicas fotogramétricas. El más empleado es este último ya que en la actualidad se han sofisticado las técnicas de control y levantamiento cartográfico.

Para llegar al mapa base puede hacerse a través de una proyección ortogonal empleando ortofotos o un mapa topográfico, o bien por medio de la triangulación radial (con puntos de control) gráfica o mecánica y también por medio de la elaboración de mosaicos controlados y no controlados.

El mapa base fue adquirido para completarlo y volcar los datos de la fotointerpretación realizada en las fotografías aéreas de 1989; presentando vías, canales principales y asentamientos humanos, para facilitar el traspaso de la información, detallada según sea el tema a estudiar.

3.3 Procedimiento de la fotointerpretación

Dado que se realizó la fotointerpretación de los aspectos mencionados en el numeral 3.1.4, es conveniente analizar los pasos que se siguieron en cada uno de ellos.

3.3.1 Cobertura y uso de la tierra

3.3.1.1 Selección del nivel del levantamiento

Para proceder a la selección del nivel del levantamiento no sólo se tomó en cuenta la escala de las fotografías sino también la finalidad que persigue el levantamiento, considerando que el nivel semidetallado cumplió con lo establecido.

3.3.1.2 Elaboración de la leyenda

En primer lugar, se tomó en cuenta el sistema de clasificación de cobertura y uso de la tierra propuesto por el CIAF, el cual establece 6 clases y 4 categorías, entendiendo por clase los atributos en la tierra (asentamientos, cultivos, pastos, bosques, agua y tierras eriales) y por categoría, los aspectos que cada clase va adoptando según el nivel de detalle con que el levantamiento se realiza (gran grupo, grupo, subgrupo y tipo). Este sistema se adaptó a las necesidades del levantamiento y de las limitaciones de la escala, quedando elaborada la leyenda preliminar (como se puede observar en el mapa 3 de Uso y Cobertura de la Tierra). Así elaborada, ésta pasó a ser la base para la fotointerpretación y para el mapa de Cobertura y Uso de la Tierra.

3.3.1.3 Fotointerpretación

Para llegar a la cobertura y elaboración del mapa preliminar del uso del suelo fue necesario realizar la fotointerpretación; mediante la adquisición del nivel de referencia se pudo posteriormente reconocer e inferir acerca de la naturaleza de los fenómenos observados y extraer la información requerida para el objetivo del mapa preliminar, se siguieron las diferentes fases de la fotointerpretación: detección, fotolectura (reconocimiento o identificación), análisis, deducción y clasificación, (Deagostini, 1974).

Se tuvieron en cuenta los parámetros de interpretación, la variación del tono y textura, con lo que se distinguieron diferentes tipos de cultivos y usos predominantes. También se utilizó como elemento de identificación los patrones tanto culturales como naturales; el reconocimiento de infraestructura agrícola como bodegas, el reconocimiento de zonas industriales, etc.

3.3.2 Carta topográfica básica

3.3.2.1 Selección del nivel del levantamiento

Para proceder a esta selección se tomaron en cuenta las pautas ya mencionadas.

3.3.2.2 Elaboración de leyenda

Para esta elaboración se tuvo en cuenta la hidrología que existía en el terreno como la serie de canales, escurrimientos, lagos, zonas inundadas actualmente. Después de la información existente se acotan las curvas de nivel y se da identificación a las vías y demás detalles que facilitan la ubicación de la zona

al igual que las coordenadas. Toda la fotointerpretación se adaptó al tipo de levantamiento obteniendo la leyenda que se observa en la carta topográfica básica, (Mapa 5).

3.3.2.3 Fotointerpretación

El adiestramiento de los fotointérpretes se orientó en el reconocimiento hidrológico para ser transferida la referencia adquirida a toda la zona de estudio siguiendo las diferentes fases de la fotointerpretación ya mencionadas en el numeral 3.3.1.3

3.3.3. Zonificación urbana e infraestructura

3.3.3.1 Elaboración de la leyenda y fotointerpretación

En el análisis de la infraestructura se establecieron las jerarquías de las carreteras, tomando en cuenta su ancho, reconociéndose además por los diferentes tonos de gris y acabado de las vías.

Se reconocieron algunos establecimientos como: Bodegas, Fábricas, Iglesias e Instalaciones Oficiales.

3.3.3.2 Interpretación

La zonificación se realizó mediante áreas urbanas con características comunes; estas características las hacen ser unidades que se logran diferenciar de otras cuando se pierden.

Las características interpretadas fueron:

- Densidad de vivienda por manzana
- Niveles de las construcciones (No. de pisos)
- Material empleado en los techos
- Existencia de servicios
- La vialidad
- El equipamiento

Esta interpretación estará sujeta a chequeo en el trabajo de campo, para verificación de límites y jerarquización.

3.3.4 Crecimiento de la mancha urbana

3.3.4.1 Elaboración de leyenda y fotointerpretación

Para realizar el crecimiento de la mancha urbana se fotointerpretaron las fotografías aéreas de 1983 y 1989, sobre ellas se fue delimitando el asentamiento humano, donde además de

tener las vías posee otro tipo de servicio (luz, agua, equipamiento) sea o no regularizada por el estado.

Después se realiza la delimitación en la carta base; esta transferencia se hace por detalles y manualmente, está sujeta a una revisión, mas sin embargo se alcanza a apreciar la movilidad del crecimiento esperado.

Para la delimitación de la mancha correspondiente a 1986 se utilizó la carta base, ya que ésta proviene de fotografías aéreas tomadas en el año de 1986. Así el plano de crecimiento de la mancha urbana es de 1983, 1986 y 1989.

3.3.5 Límite de ejidos y colonias

En la realización de este mapa no se requirió de fotointerpretación; se tenía a disposición datos en otros mapas a diferente escala y en el fotomapa, con ellos se realizó la identificación de detalles y se fue transfiriendo manualmente al mapa base; existen algunas colonias que por ser muy nuevas no llevan un nombre hasta ahora definido. Se pueden presentar desplazamientos de límites por la variación de escalas pero como mapa preliminar de límites de ejidos y colonias dará la imagen de la distribución político-administrativa del asentamiento humano.

3.3.6 Control de campo

Concluida la etapa de fotointerpretación sobre cobertura y uso del suelo, e hidrología se realizó un control de campo. En el terreno se reconocieron y compararon los límites establecidos para las unidades definidas en gabinete.

El reconocimiento de campo permitio obtener información detallada del área de estudio, favoreciendo e incrementando el nivel de referencia y el conocimiento de la zona.

Corregida y mejorada la interpretación se procedió a reelaborar las leyendas preliminares, trabajo que se realizó en gabinete, se recomienda el uso de el skaymaster para el traspaso de la interpretación y sus correcciones, por carecer de este equipo se tuvo que realizar manualmente, con las implicaciones que esto conlleva a pesar de trabajar a la misma escala aproximada 1:20,000.

Los resultados de los datos proporcionados por este trabajo se pueden apreciar al final de esta parte 3 capítulo 5 "Resultados del estudio en la aplicacion a Chalco".

Los planos elaborados mediante el proceso de fotointerpretación se presentan en el ANEXO DOS.

CAP. 4 PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA ZONA DE ESTUDIO SOBRE PLANOS E IMAGENES DIGITALES

En la digitalización y el procesamiento de planos e imágenes digitales de percepción remota se utilizó el Sistema de Información Geográfico ILWIS, ya que permite realizar el montaje esperado de productos digitalizados sobre la imagen Raster, en este caso el producto híbrido, (fotografía aérea e imagen multiespectral SPOT) con los planos que se elaboraron mediante fotointerpretación.

La imagen híbrida es un producto raster generado mediante las transformaciones del espacio de color RGB - IHS elaborado con el sistema de procesamiento de imágenes PIXSAT.

El proceso realizado a dicha imagen corresponde al señalado en la metodología esquematizada en la parte 4 de este trabajo; este proceso se realizó con el sistema PIXSAT, por permitir desplazamientos sobre la imagen sin necesidad de llamar ventanas adquiriendo un rápido manejo de la información.

Los filtros que mayor información proporcionaron sobre la densidad de construcciones por manzana fueron Los Pasa Altas y el de Fourier, para los trabajos donde se necesitaba resaltar las vías se emplea una Convolución Kernel:

```

1  1  1  1  1
1 -1  2 -1  1
1 -2  3 -2  1
1 -1  2 -1  1
1  1  1  1  1

```

En la realización de la clasificación multiespectral se establece la correlación entre bandas para el asentamiento irregular a estudiar, se seleccionaron las bandas 1 y 2 por ser las que presentan mejor correlación, en este caso menos confusión entre las clases de: zonas inundadas y el suelo que presenta frecuentes inundaciones y el agua 2 que presenta vegetación de pantano o vegetación de aguas estancadas.

El suelo desnudo y el suelo de frecuentes inundaciones, presentó confusión en todas las correlaciones realizadas, ya que el nivel freático de la zona de estudio es muy alto y el suelo es producto de la desecación de un antiguo lago.

Se presentan dos clasificaciones con diferentes fines de la zona, ver fotos anexas, ambas se realizaron mediante el método de clasificación supervisada de máxima verosimilitud (Clasificación Bayesiana).

Los procesos de las imágenes se presentan en fotografías tomadas directamente a el monitor, ver fotografías de imágenes.

El proceso de verificación de resultados se da en dos fases: la primera se realizó en la comprobación del trabajo elaborado por fotointerpretación; la segunda es la verificación de la clasificación supervisada.

En el diseño del muestreo se consideraron los siguientes aspectos, método de selección de la muestra, tamaño de la misma y nivel de confianza otorgado a la estimación.

El método empleado fue el sistémico no alineado, se varía aleatoriamente una de las dos coordenadas con respecto al primer campo de muestra, apoyándonos también en la cartografía existente hasta el momento.

El tamaño de la muestra varía de acuerdo a la superficie cartografiada y el nivel de probabilidad o confianza que quiera otorgarse a la estimación. En el manejo de imágenes de satélite se recomienda el 1 % de la superficie cartografiada; para fotografías aéreas este porcentaje disminuye de acuerdo a su escala.

Se calculó con un nivel de confianza del 95 % el error de la clasificación; con un 85% de aciertos estimados (p) y el máximo error (E) permitido era del 5 %, obteniendo un tamaño mínimo (n) de 196 muestras con un área aproximada de 224 m² para lograr el cubrimiento del 1% de la superficie cartografiada.

$$n = [(z^2 p q)/E^2], \quad n = \{[(1,96)^2 85 \times 15]/5^2\}$$

$$n = 195,92$$

La media global de fiabilidad (Fm) se calcula de la matriz de confusión entre clases, así: Fm es igual a sumatoria de las Xi sobre la doble sumatoria de las Xij por cien, significa que la fiabilidad estimada para un nivel de significación de 0.05% es de

$$F_m = [(168/198) \times 100], \quad F_m = 84.84 \%$$

El intervalo de confianza (F) lo determina la media global de fiabilidad (Fm) mas o menos la abscisa de la curva normal para un determinado nivel de probabilidad (z) por el error estandar de muestreo (ES).

$$F = F_m + z \times ES, \quad F = 84,84 + 1,96[(84,84 \times 15,16)/198]^{1/2}$$

$$F = F_m - z \times ES, \quad F = 84,84 - 1,96[(84,84 \times 15,16)/198]^{1/2}$$

$$F = 84,84 + 4,99$$

$$F = 84,84 - 4,99$$

Se afirma, con un nivel de 95 % de probabilidad, que la fiabilidad real se encuentra entre 79,84 y 89,83 %, puede considerarse como una clasificación bastante fiable.

Por carecer de otra imagen de satélite SPOT de año diferente no se realizó el análisis multitemporal que se esquematiza en el proceso metodológico de la parte 4, pero se considera de utilidad presentar la opción de esta otra forma de realizar análisis del crecimiento urbano. En el trabajo desarrollado se hace el análisis con imágenes de sensores remotos de diferentes años pero no del mismo sensor (Fotografía Aérea, Imagen Spot). Por tal motivo esta parte del esquema no se elimina.

El proceso de digitalización es uno de los que más tiempo requieren, dependiendo de la destreza y entrenamiento del digitalizador.

Con el sistema InfoGuia-Roji, se digitalizaron las rutas de los relevamientos realizados, el programa permite una visualización simultánea de la información, mediante la asignación de colores por rutas concesionadas al Estado de México y las concesionadas al Departamento del Distrito Federal; facilitando la comparación y observación de los cambios. (ver impresión adjunta y la información de las bases en el anexo tres)

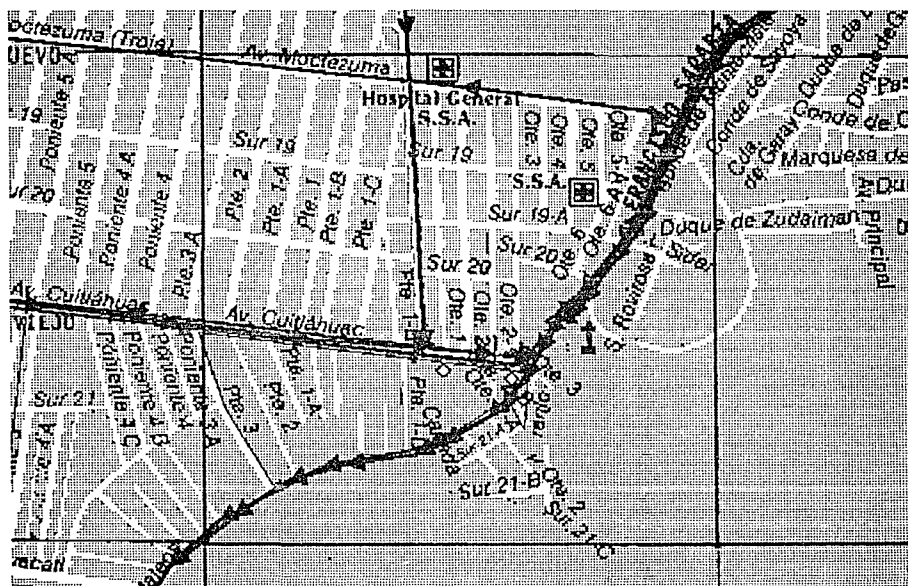
Los planos se digitalizaron mediante el proceso de Digitalize del Sistema de Información Geográfico ILWIS, que posee el Instituto de Geografía de la UNAM, y amablemente permitieron se usara para la investigación, ya que el sistema PIXSAT no lo posee actualmente.

Para efectos de presentación se seleccionó una ventana que fuera representativa del proceso de desarrollo y ocupación del área de estudio; el trabajo se puede apreciar mediante fotografías tomadas directamente al monitor, ver fotografías de mapas. (Vías principales, crecimiento urbano 83/86/89, uso actual del suelo, zonificación, ejidos y curvas de nivel).

Dentro de la zona de estudio se delimitan total o parcialmente 14 ejidos, estos son: Ejido Tlalpizáhuac, Ejido de Ayotla, Ejido Santa Catarina, Ejido Estación Xico, Ejido Ampliación Mixquic, Ejido Tláhuac, Ejido Tulyehualco, Ejido San Lorenzo, Ejido Tlapacoya, Ejido de Chalco, Ejido San Martín Xico Nuevo, Ejido Ixtayopan, Ejido Tetelco y Ejido Tecómitl. Sus límites se pueden apreciar en el mapa de "Límite de ejidos y colonias".

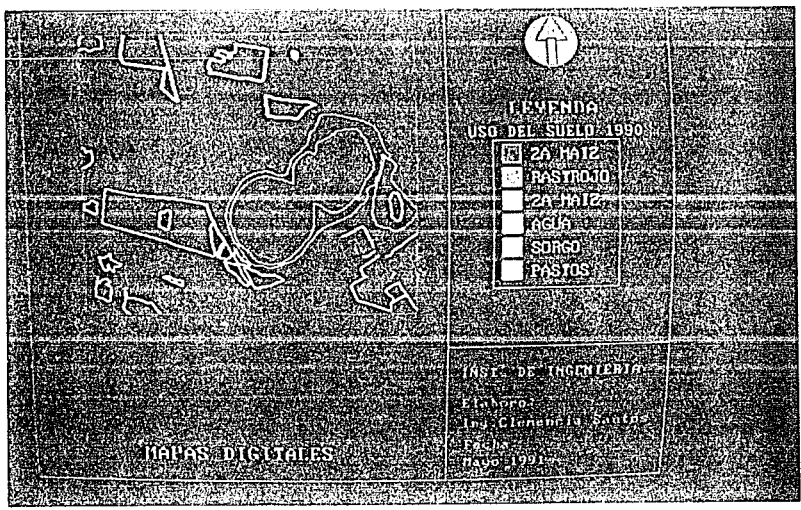
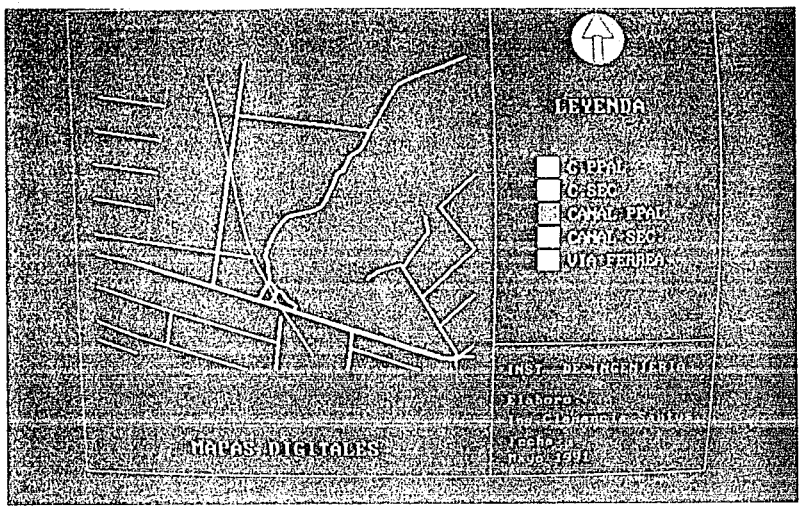
El proceso de los planos correspondientes al relevamiento de rutas 1 y 2 se desarrolló con gran detalle en la segunda parte de este trabajo (parte 2), la comparación y análisis se efectúa de plano con plano de tal forma que se puede apreciar los cambios en recorridos y rutas que sucedieron en solo un año de intervalo por tal motivo se tuvo especial cuidado en la elaboración del segundo juego de planos que correspondieran al mismo tema de análisis, ver planos anexos juego de 4 para el primer relevamiento y de 6 para el segundo.

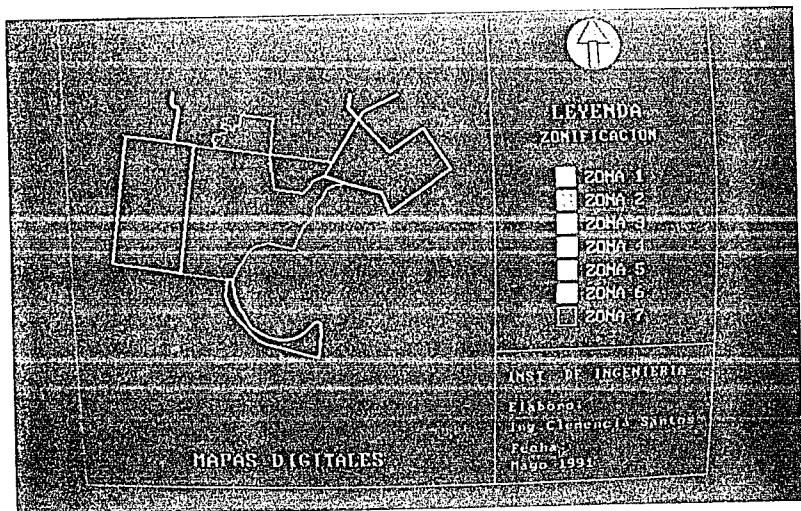
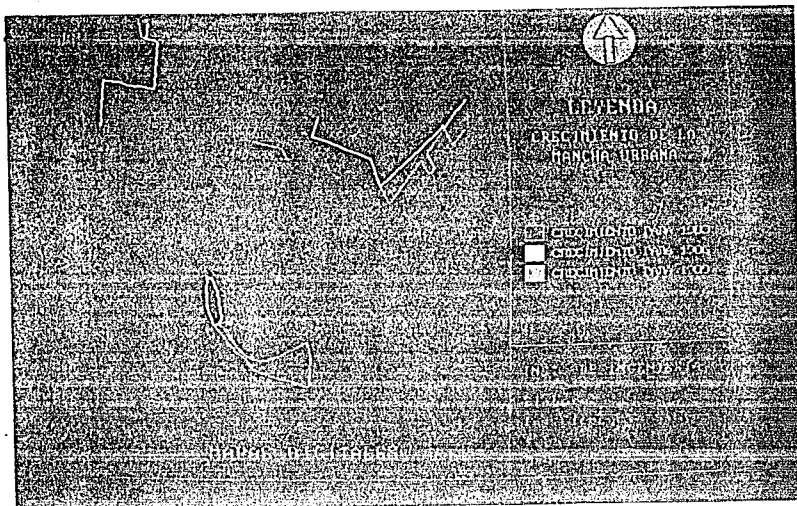
REDES DIGITALIZADAS DEL PLANO GENERAL SEGUN
CONCESIONES RELEVAMIENTO DE RUTAS DE 1990 Y 1991



**FOTOGRAFÍAS DE LOS PROCESOS REALIZADOS CON TÉCNICAS DE
PERCEPCION REMOTA**

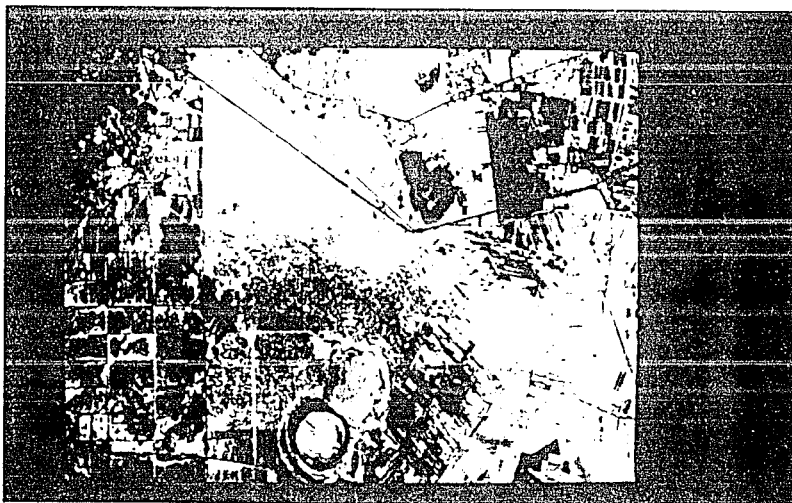








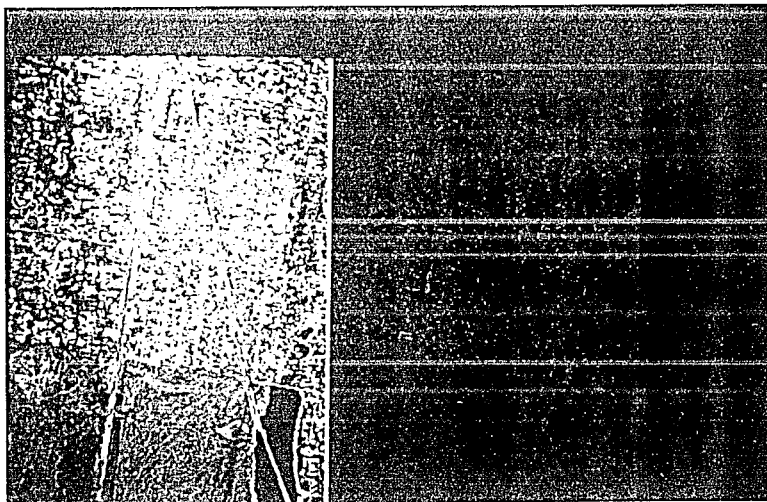
FALSO COLOR DE LA IMAGEN SPOT



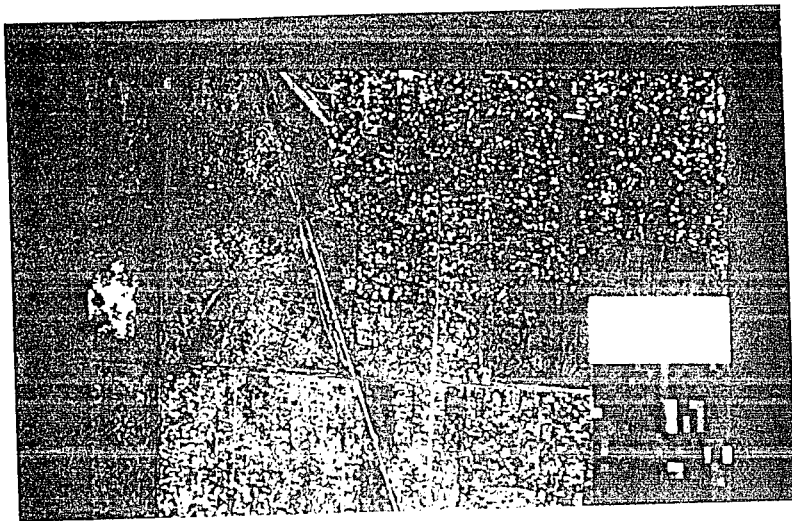
COMPOSICION A COLOR 321 DE LA IMAGEN SPOT



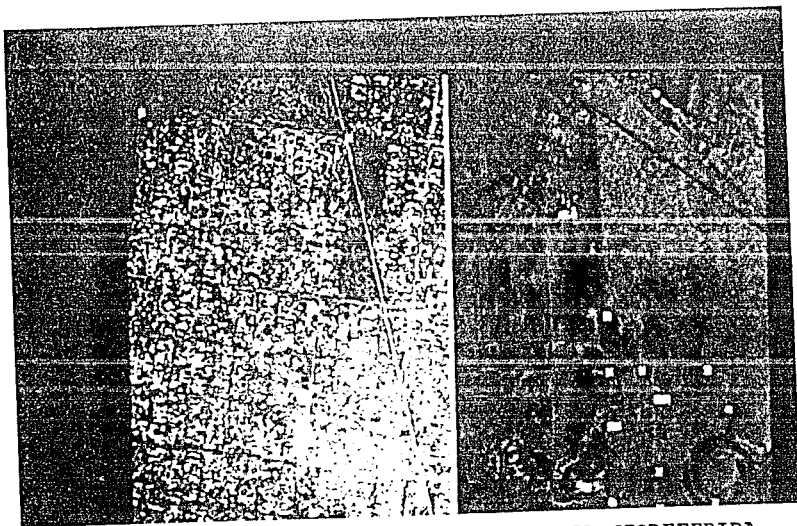
IMAGEN SIN FILTRAR - IMAGEN FILTRADA



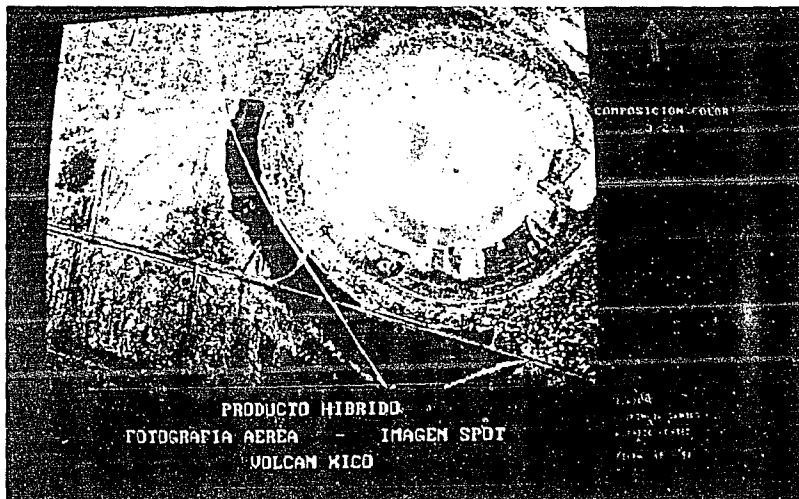
AJUSTE DE HISTOGRAMAS

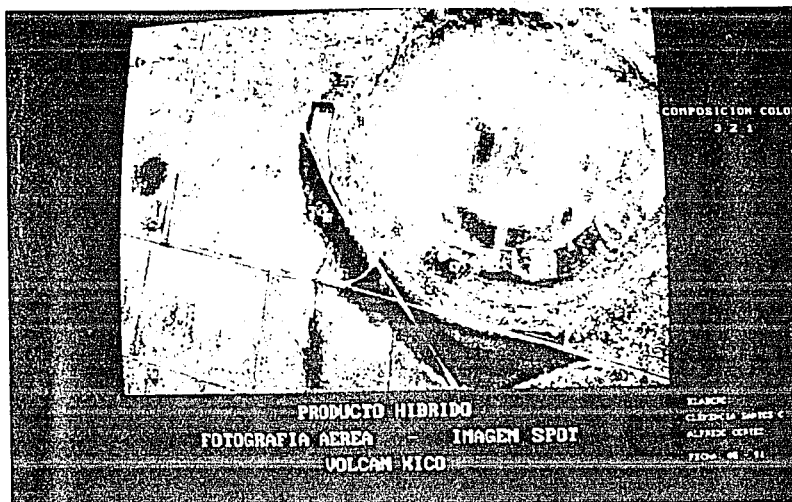


GEOREFERENCIA DE LA FOTOGRAFIA AEREA RASTERIZADA

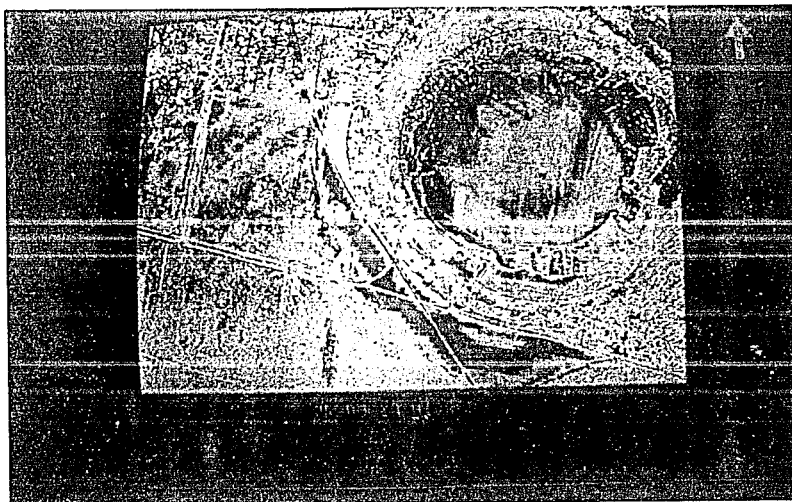


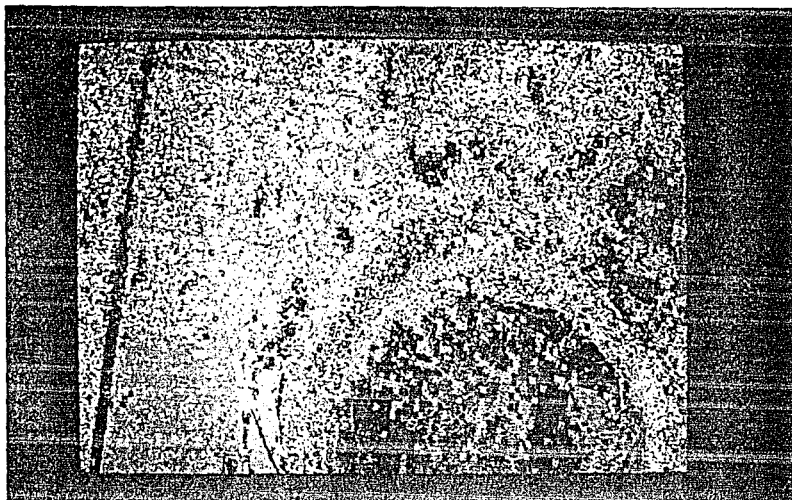
REGISTRO IMAGEN SPOT A LA FOTOGRAFIA AEREA GEOREFERIDA



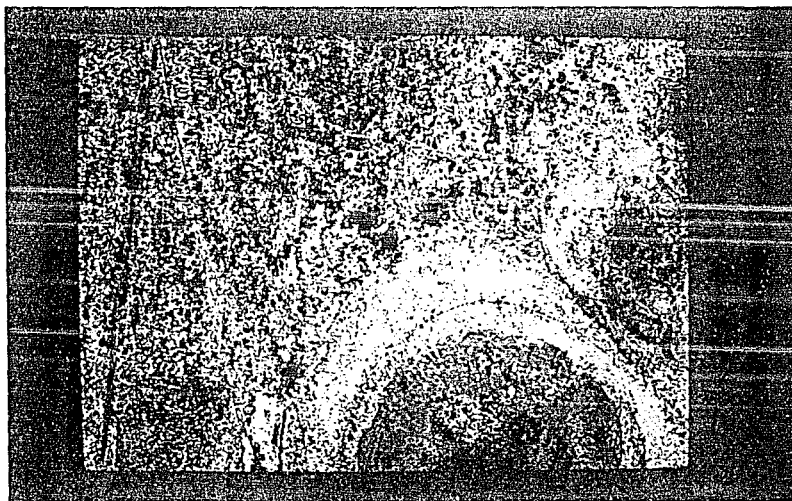


TONOS DE GRISES





CLASIFICACION SUPERVISADA



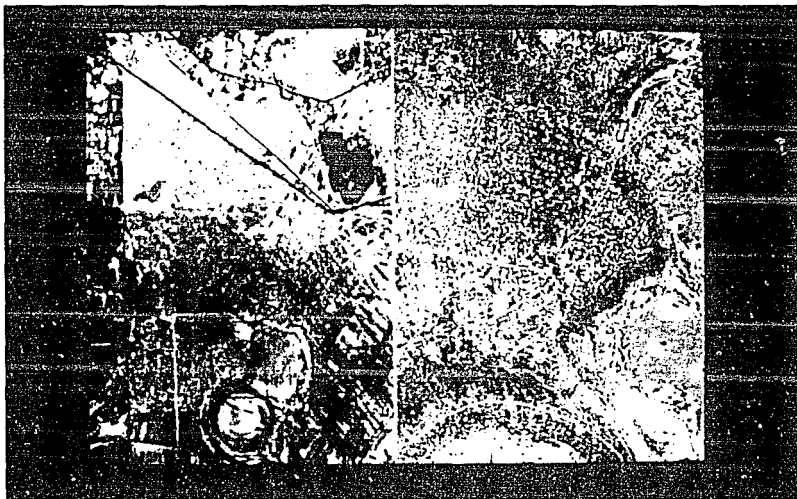


IMAGEN SPOT - PRODUCTO HIBRIDO
FOTOGRAFIA AEREA - IMAGEN SPOT

(Observese la ganancia de resolución espacial)

CAP. 5 RESULTADOS DEL ESTUDIO EN LA APLICACION AL CASO CHALCO

Mediante la aplicación de la metodología aquí desarrollada, se confirma plenamente la existencia de la interacción entre el sistema del transporte público de pasajeros y el crecimiento y desarrollo de frente urbano.

Como se menciona al comienzo del estudio no se trata de deliberar sobre la existencia de uno primero, para que se de el otro, pero si de ver su interacción.

A continuación se hará alusión a los aspectos mas relevantes de la interacción mencionada, el crecimiento de la zona de estudio, el uso actual y cambios de uso en los corredores del transporte urbano.

La demanda generada por la necesidad del ser humano de transportarse desde su viviendas a los diferentes destinos, (trabajo, mercado, escuelas, centros de salud, etc.) es creciente a medida que la ocupación y redensificación del suelo se efectúa.

Los recorridos preferenciales sobre el territorio se conservan generándose nuevas rutas sin alterar la jerarquía existente en la red vial.

Los nuevos recorridos generan la necesidad de mejorar el mantenimiento de calles para no perder el privilegio de poseer las rutas frente a sus viviendas.

El proceso de adaptabilidad de rutas se disminuye a medida que se genera la asignación formal de recorridos, ocupando así los espacios antes no cubiertos por ramales, ya sean estos formales e informales.

Se genera una redistribución de los ramales por rutas como se da en el caso de la ruta 63 del Edo. de México, con sus ramales 5, 8 y 9 sobre la Av. del Mazo (ver plano 4 de 4) que pasan a formar parte de los recorridos realizados por la ruta 85 del D.D.F., sectorizando el espacio urbano.

Se presenta la regularización de los ramales generados por la demanda de pasajeros en el vehículo. Ej. los ramales de la ruta 63 en la colonia Culturas de México, se incrementan y prolongan sus bases al segundo canal.

Se generan mas rutas y ramales comunicando la estructura espacial irregular con el área metropolitana, que las creadas para efectuar los recorridos internos. Ej. La ruta 63 con sus ramales a,b,c,d,e y f.

Los nodos de transferencia y conectividad con la estructura espacial interna del área metropolitana, aumentan en cantidad e importancia, manteniéndose los nodos ya mencionados en el primer relevamiento pero incrementando el número de rutas que llegan, le agregamos Metro Zaragoza y las diferentes bases en Tláhuac -Tulyehualco.

Los corredores de transporte siguen viéndose como una gran ruta con alta diversificación de la oferta mediante ramales. Consolidando renta diferencial del suelo lo que induce el rápido cambio del uso del suelo y densidad de ocupación en los lotes frente o próximos a éstos.

En la tecnología de la producción del transporte no es mucho lo que cambia, se presentan algunas mejoras en el parque vehicular a medida que se mejoran las vías de los recorridos en rutas, cambiando las peseras por microbuses y pintando y adquiriendo nuevos vehículos producto de la campaña ecológica desarrollada por el gobierno, manteniéndose la política de los vehículos mas deteriorados para realizar los recorridos internos en la zona de estudio y los microbuses en la comunicación con el área metropolitana.

Los desplazamientos realizados por los usuarios del servicio público de transporte son cada día mas aceptables ya que las nuevas rutas permiten el rápido acceso evitando caminar demasiado para conseguir un medio de transporte.

Los costos del transporte siguen siendo elevados para los usuarios que laboran en el área metropolitana, con el aumento de rutas y ramales se evita el transbordo realizado a nivel interno, al igual que se reduce el tiempo de los recorridos por el mejoramiento paulatino que se presenta en algunas vías.

La expansión de la mancha urbana en la zona de estudio presenta los siguientes datos, para 1983 hay una ocupación del suelo en construcciones (viviendas, comercio, fábricas, etc.) de 2,842.2 Km² para 1986 es de 3,782.48 Km² y en 1989 corresponde a 4,650.08 Km² aproximadamente, lo que quiere decir que el crecimiento de 1983 a 1986 es del 24.54% del área al 86 y el crecimiento de 1986 a 1989 es de 18.65% del área de 1989.

EL crecimiento del área ocupada del 1983 al 86 es solo un poco superior al realizado del 86 al 89, esto es porque en el segundo período se ha dado una redensificación del área urbana existente a 1986.

Esta afirmación se deduce del análisis realizado sobre las imágenes de percepción remota y su densidad de vivienda por manzana de años siguientes, en zonas donde la densidad de vivienda por manzana promedio era de 4, se incrementa a 10 viviendas para en año de 1989, en el recorrido realizado para el año de 1991 se encuentran las manzanas totalmente ocupadas.

Otro factor que permite la redensificación dada de 1986 al 89 lo establece la falta de espacio físico de expansión, ya que se encuentran barreras geográficas como las fuertes pendientes que tiene el volcán de Xico, las zonas de encharcamiento y los canales de la Compañía y General, además de las limitantes generadas por políticas de control del gobierno para zonas de asentamientos urbanos y conservación ecológica de especies (patos).

En los corredores generados por el transporte urbano de pasajeros la redensificación consiste básicamente en el aumento en los niveles de las construcciones, de un solo nivel pasan a dos y tres, donde en la planta baja generalmente se ubican los locales comerciales y en los niveles siguientes las viviendas.

El uso del suelo en la zona de estudio sufre el cambio de rural a urbano donde una zona de pastos para cria de ganado lechero se transforma en zona urbana. Los cultivos aledaños o incluso dentro de los lotes de viviendas son para consumo familiar, fuera del área urbana existen cultivos de alfalfa, acelgas, maíz, cebada, girasol, dentro del cráter del volcán Xico se siembran cultivos rotativos.

La fiabilidad de un mapa temático depende de la metodología adoptada y la calidad de los datos sobre los que se aplica; en las clasificaciones supervisadas se logro una fiabilidad real entre el 80 y 90 %, con su media global en 84.84 %, estos porcentajes se puede mejorar aún mas minimizando las fuentes de error en una clasificación temática, teniendo control sobre la adquisición de la imagen y el trabajo de campo, de tal modo que se puedan tomar patrones (o áreas de entrenamiento) en el momento de toma del satélite.

En definitiva, se puede asegurar que el empleo de imágenes de percepción remota en estudios urbanos nos ofrece una alta fiabilidad.

PARTE 4: DISEÑO METODOLÓGICO PARA EL ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE Y LA ESTRUCTURA TERRITORIAL METROPOLITANA, UTILIZANDO TÉCNICAS DE PERCEPCIÓN REMOTA

Introducción

En la búsqueda de una metodología para el análisis de las interacciones del sistema del transporte público urbano de pasajeros y las estructuras territoriales metropolitanas se han desarrollado las partes 1,2, y 3.

Es en esta última parte donde se presenta la esquematización del trabajo desarrollado, ofreciendo la metodología propuesta para el estudio de dicha interacción.

Después de establecer la real existencia del problema del sistema de transporte público de pasajeros en los asentamientos irregulares mediante las visitas de campo, se deben plantear los objetivos de corto, mediano y largo alcance que se desean obtener para la aplicación de la metodología aquí esquematizada y lograr la optimización de los recursos (económicos y humanos). Además es indispensable la permanente actualización de la información, para evitar así el rezago continuo que los estudios y planes de desarrollo actualmente sufren.

El esquema metodológico general se presenta en cinco niveles de desarrollo. El procedimiento para el primer nivel se esquematiza en la página 165 y su aplicación al caso "Valle de Chalco" está en la primera parte.

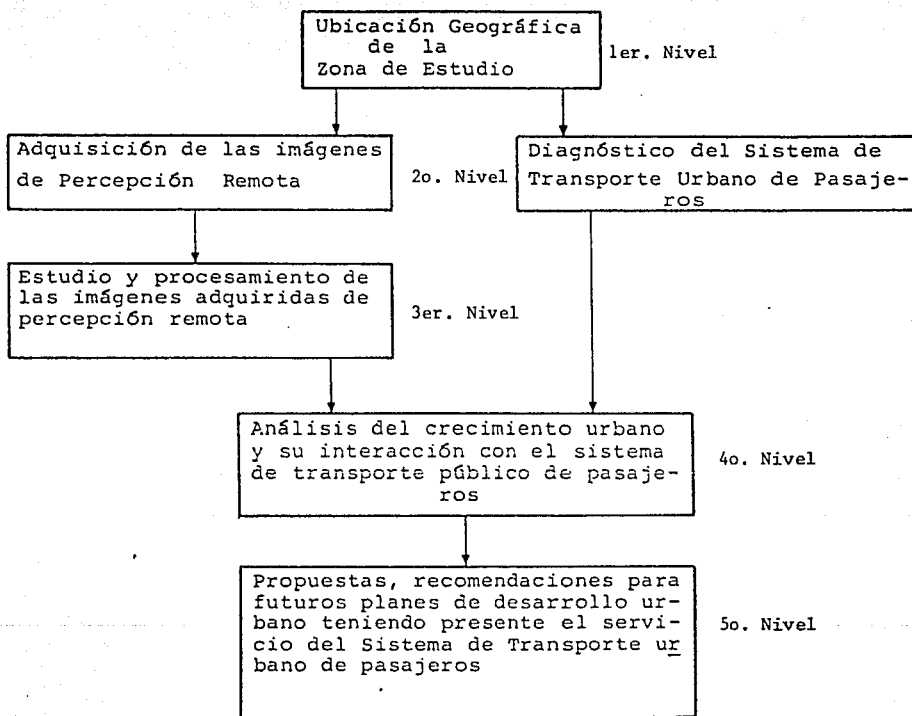
En el segundo nivel se encuentran dos actividades ha desarrollar, en forma paralela o no, de acuerdo al personal y método de trabajo diseñado, la adquisición de imágenes de percepción remota esquematizada en la página 167 y el diagnóstico del sistema de transporte urbano de pasajeros esquematizado en las páginas 171 a 174, se desarrolla en la parte dos.

El estudio y procesamiento de las imágenes adquiridas, tercer nivel, se esquematiza en las páginas 166 a 170 y se desarrolla para el área de estudio en la tercera parte.

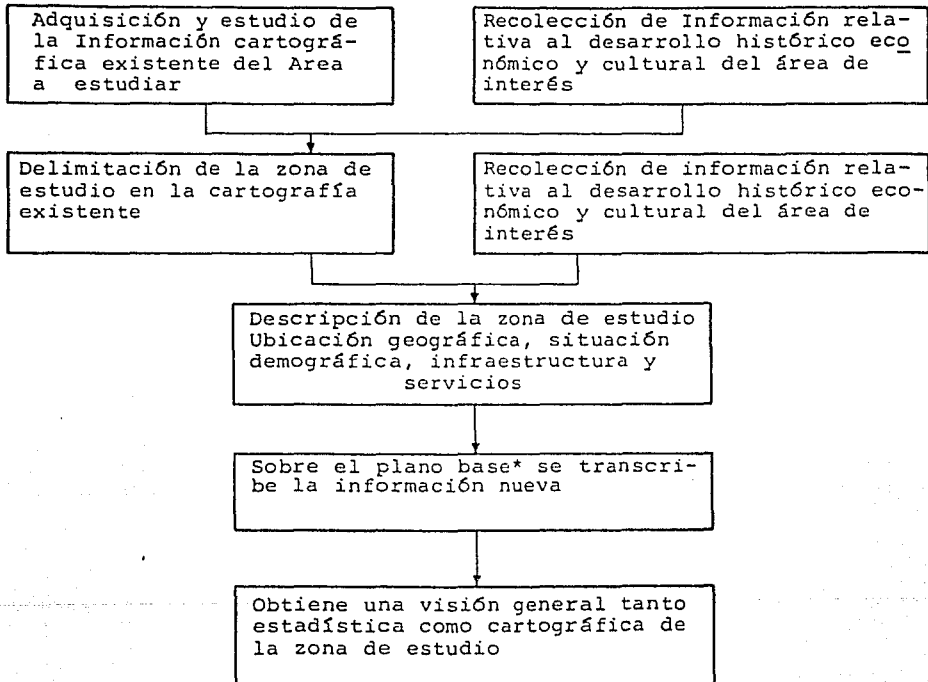
El cuarto nivel del esquema metodológico se encuentra en la página 175 y su aplicación al "Valle de Chalco" está al final de la parte 2 y 3, los resultados del estudio de caso están en la página 160.

El quinto y último nivel se esquematiza en la página 176 y se exponen a manera de conclusión en la parte 3. Es la aplicación de la metodología al "Valle de Chalco" la que permite realizar algunas recomendaciones generales sobre la metodología, terminando con ellas la cuarta parte de este trabajo.

ESQUEMA METODOLOGICO GENERAL

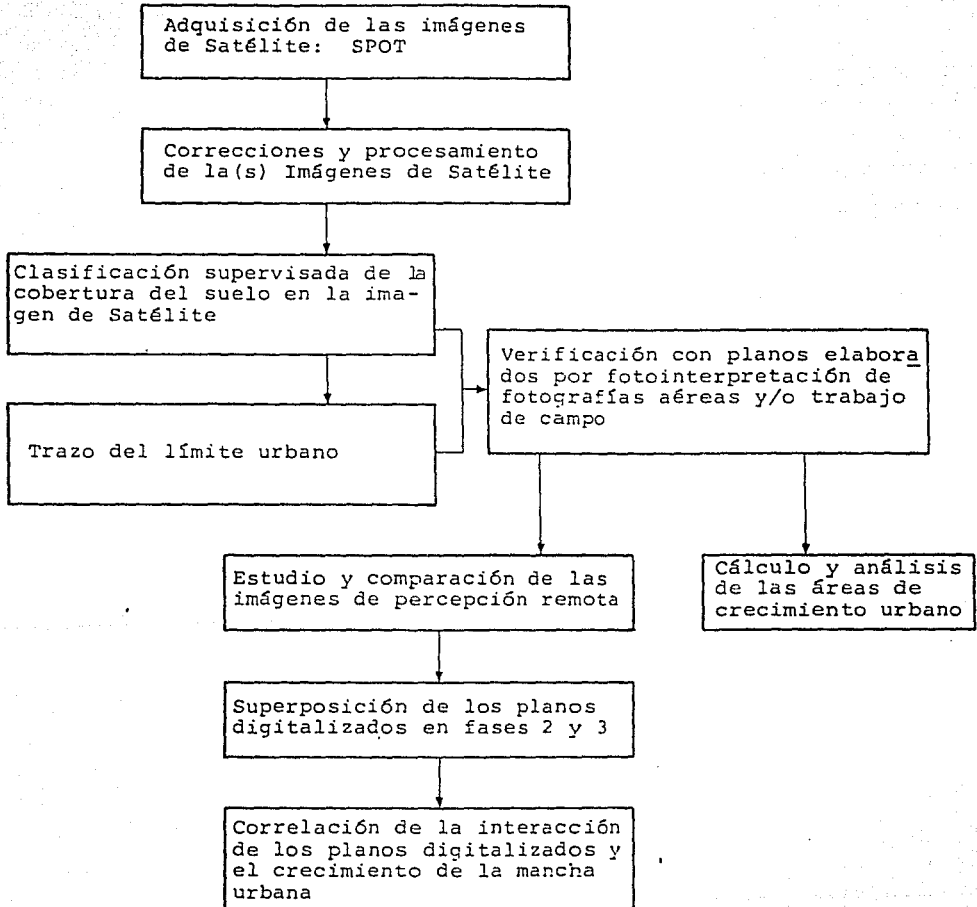


UBICACION GEOGRAFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

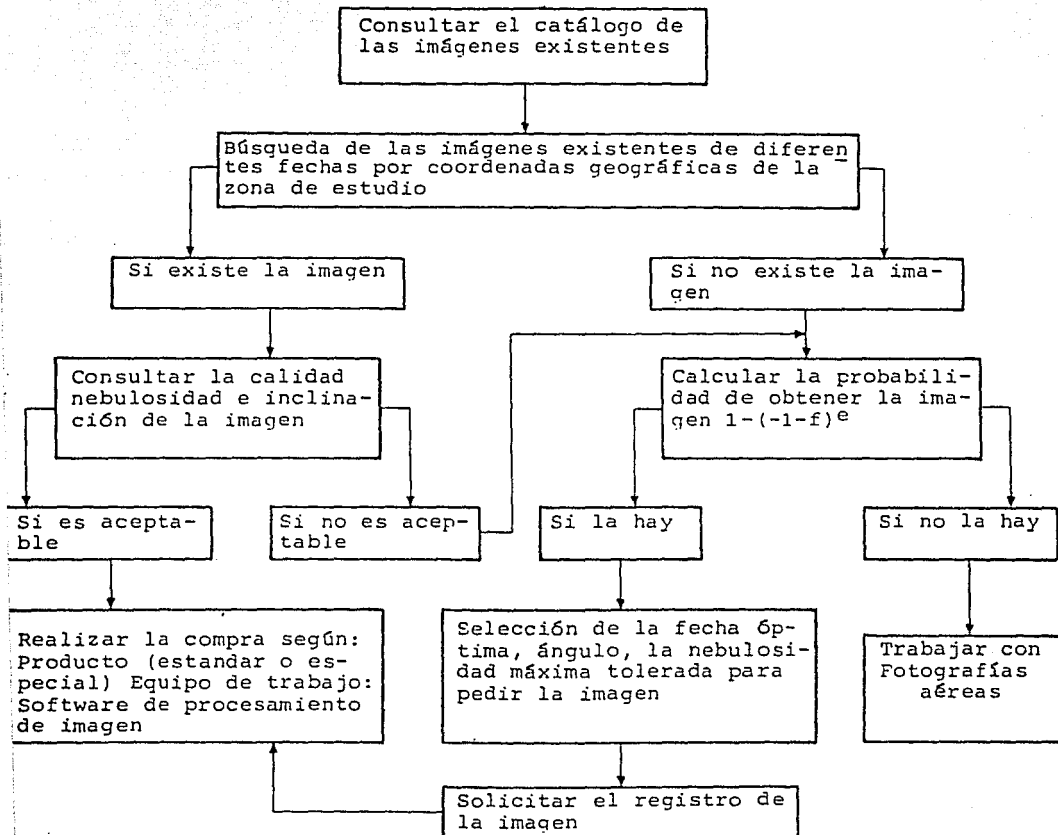


* Ver adquisición de plano base en pasos para el procesamiento de fotografías aéreas.

ADQUISICION Y PROCESAMIENTO DE LAS IMAGENES DE SATELITE

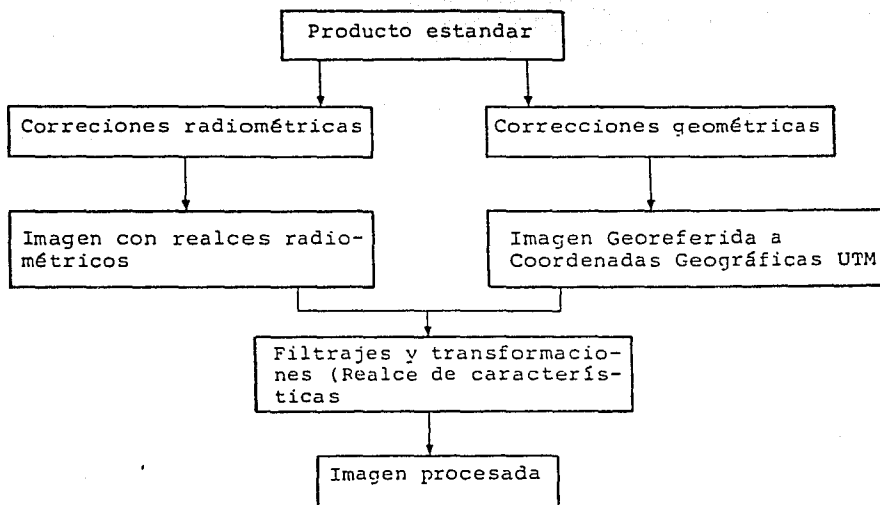


ADQUISICION DE LA(S) IMAGEN(ES) DE SATELITE SPOT
SELECCION DE IMAGENES

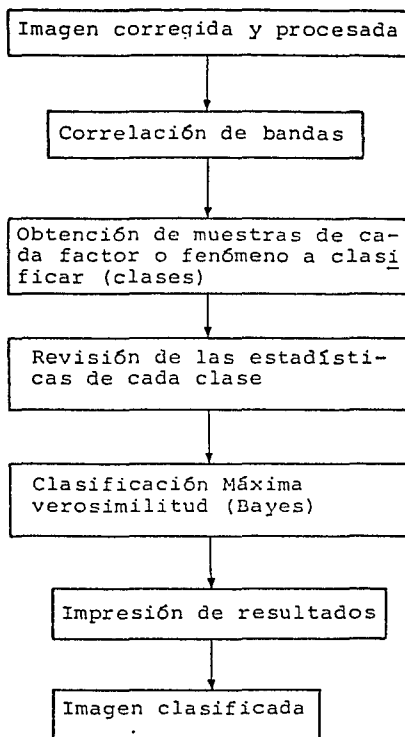


CORRECCIONES Y PROCESAMIENTO DE LA(S) IMAGEN(ES) DE SATELITE

De acuerdo al producto adquirido y su nivel de procesamiento es el inicio de las correcciones.



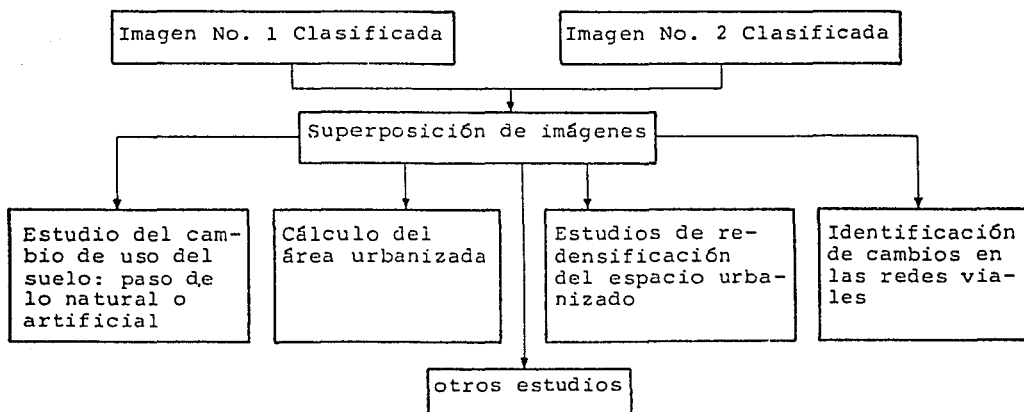
CLASIFICACION MULTIESPECTRAL SUPERVISADA DE LA IMAGEN



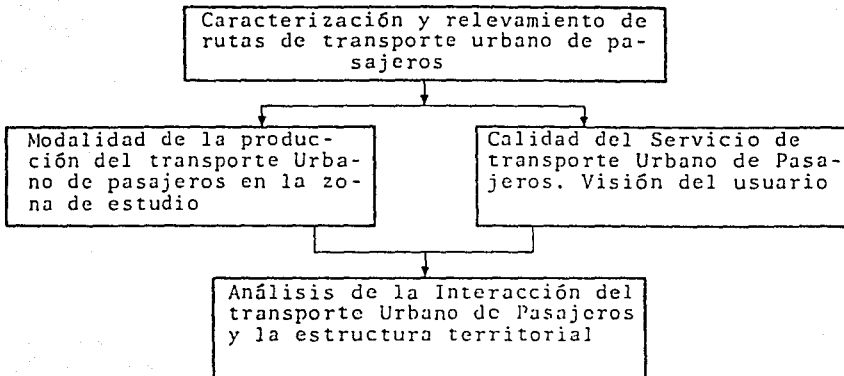
NOTA: Se puede realizar una clasificación no supervisada mediante los medios migratorios para hacer una comparación pero lo recomendable es la supervisada

ESTUDIO Y COMPARACION DE LAS IMAGENES

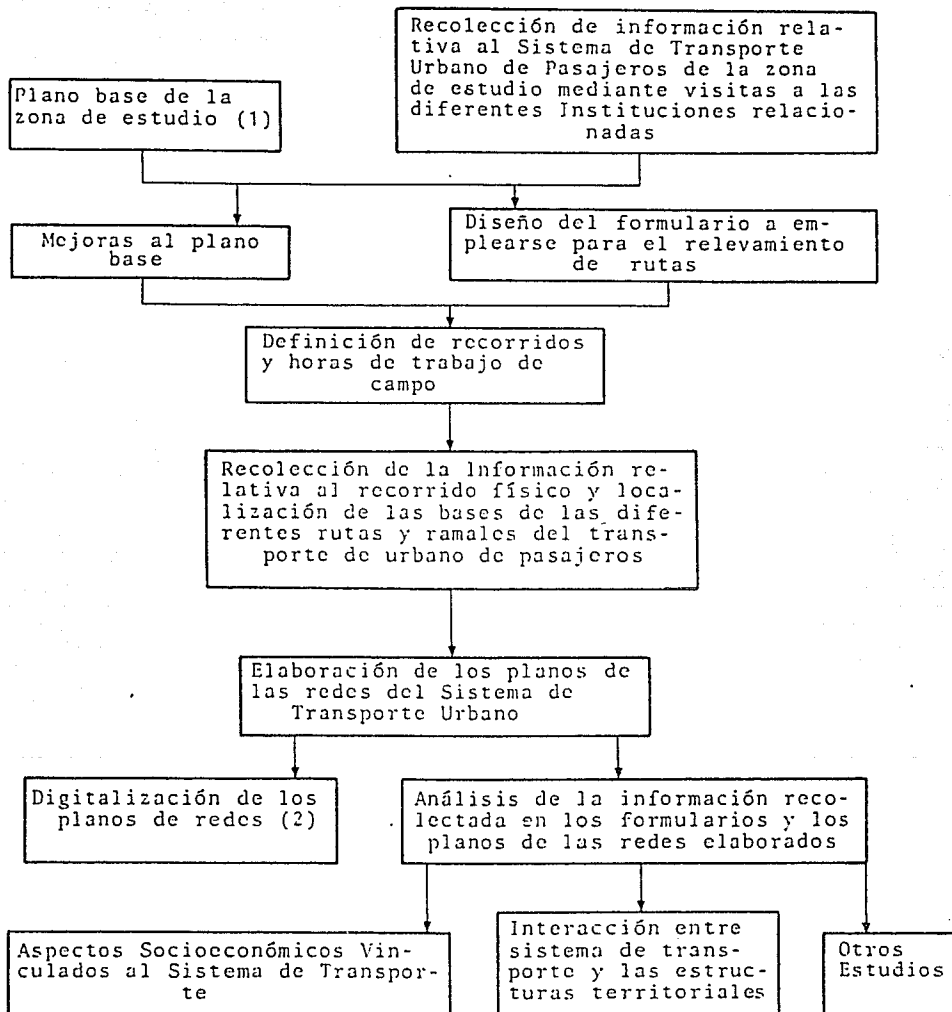
Si se cuenta con dos o más imágenes de diferentes fechas y períodos de desarrollo urbano se efectúa el siguiente proceso: no sin antes realizar los pasos anteriores del diagrama principal del procesamiento de imágenes.



DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO
DE PASAJEROS EN LA ZONA DE ESTUDIO



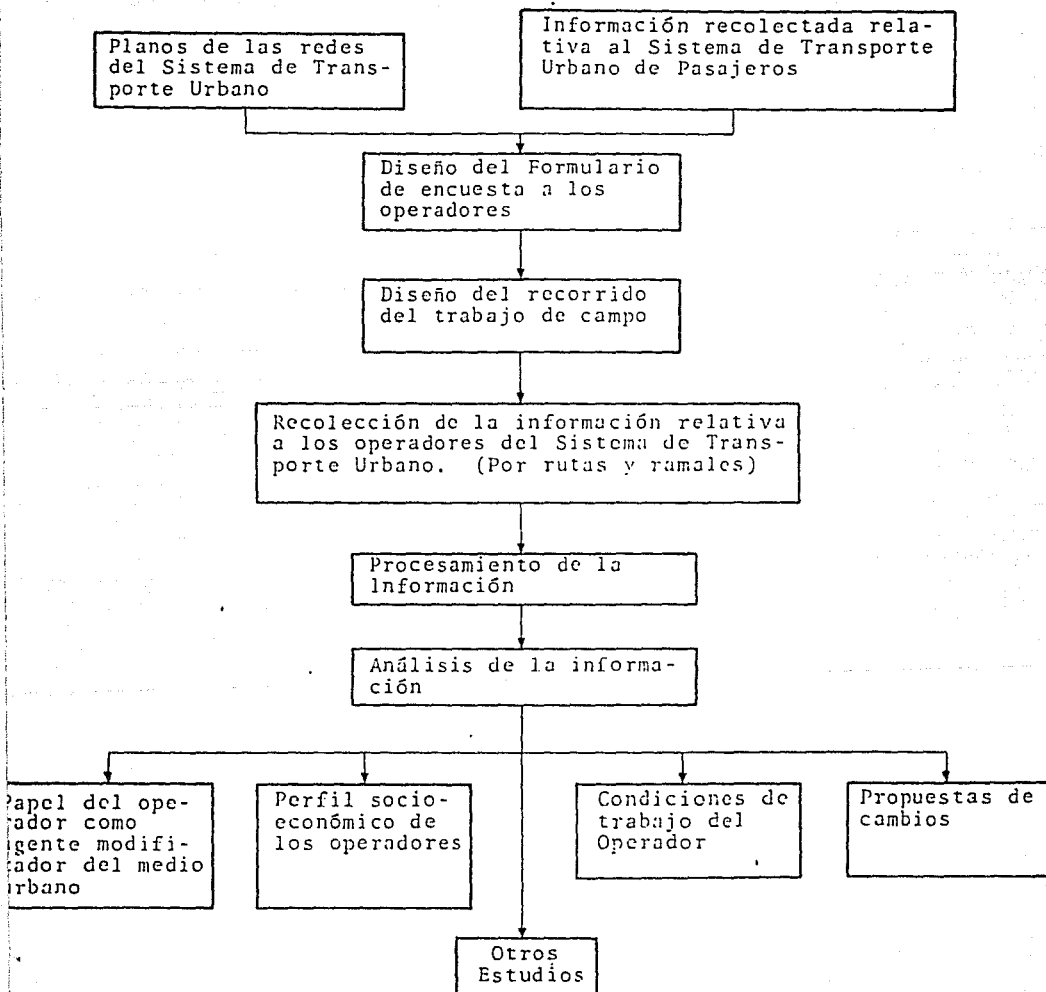
CARACTERIZACIÓN Y RELEVAMIENTO DE RUTAS DE
TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS

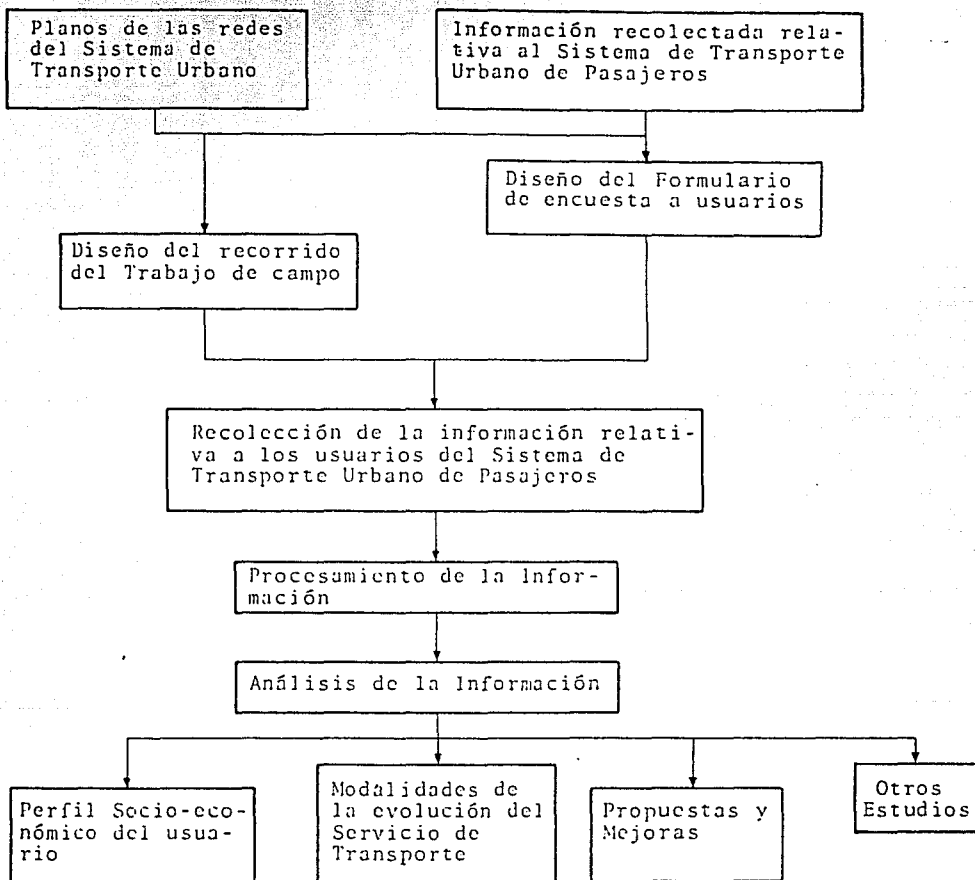


Ver adquisición y procesamiento de fotografías aéreas
Ver proceso de digitalización

MODALIDAD DE LA PRODUCCION DEL TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS EN LA ZONA DE ESTUDIO

Teniendo como base los resultados del análisis anterior se procede a la ejecución del siguiente proceso:



CALIDAD DEL SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO
DE PASAJEROS VISION DEL USUARIO

ANALISIS DEL CRECIMIENTO URBANO Y SU INTERACCION
CON EL SISTEMA DE TRANSPORTE PUBLICO DE PASAJEROS

Correlación de la interacción
de los planos digitalizados
y el crecimiento de la mancha
urbana.

Análisis de la interacción
del transporte público de
pasajeros y la estructura
territorial.

Análisis del crecimiento
urbano y su interacción con
el sistema de transporte p_u
blico de pasajeros.

**CONCLUSIONES DE LA APLICACION DE LA METODOLOGIA AL CASO
VALLE DE CHALCO**

La metodología en su aplicación específica (caso Valle de Chalco), presenta una visión completa del área de estudio y nos ofrece un enfoque real de la situación urbana a ser estudiada frente al sistema de transporte público urbano en áreas en expansión, de tal forma se puede considerar como una opción viable para la realización de estudios urbanos.

Al referirse a estudios urbanos se pretende ser más amplio y no sólo enfocar el sistema de transporte público urbano de pasajeros y el frente en expansión; ya que la información recolectada en campo permite iniciar un banco de datos en un Sistema de Información Geográfico que aumenta las posibilidades de aplicación a otro tipo de estudios, permitiendo una rápida actualización de la información, pensando así, en una planeación urbana como tal.

Al contar con la red vial y las bases de los colectivos con una ubicación espacial específica se genera sobre ellas información referente al parque vehicular y conjuntamente con los datos obtenidos sobre movilidad, se pueden realizar programas para la planeación de rutas, generación de corredores alternos, agilizando y mejorando los tiempos de recorrido para los diferentes desplazamientos realizados desde la zona y en la zona.

En el tiempo transcurrido durante la investigación se vivió un gran cambio en la organización del territorio en expansión, provocado básicamente por el programa "Solidaridad" aplicado en la zona de estudio.

Este programa mejoró considerablemente las condiciones de vida de los residentes, pero no se realizó ningún tipo de plan sobre el sistema de transporte en la zona, a excepción del aplicado a Ruta 100 para toda la zona metropolitana y sus municipios conurbados; mas sin embargo se realizó una conexión hacia el periférico en la zona Sur-Este de la Ciudad de México permitiendo la salida de los vehículos particulares (por ahora) que proceden de Tláhuac, repercutiendo en parte sus beneficios a los que realizan esta conexión desde Chalco.

Es evidente que no se puede suplir el trabajo de campo realizado en el relevamiento de rutas, pero éste será de mayor o menor grado de dificultad para obtener la información o en el tiempo de adquirirla, dependiendo del desarrollo que presente la

zona de estudio, en este caso en particular se requirió de mucho tiempo, debido a la escasez de información y la existente estaba desactualizada, ya sea por ser muy antigua (más de 10 años) o por no representar el rápido crecimiento tanto en extensión ocupada como en redensificación que sufre la zona.

Es necesario aclarar que en la zona de estudio no se contaba con un historial del Sistema de Transporte, ni se conocía el número de rutas ni ramales que existían en total sobre ningún documento público o privado, por lo tanto se da comienzo desde cero, generándose un juego de planos que nos representan en forma visual y en conjunto las rutas, ramales y sus concesiones.

La aplicación de Técnicas de Percepción Remota en estudios Urbanos, a estas fechas, está comprobada y ahora realizamos mediante ellas la exploración para la interacción con el Sistema de Transporte Urbano, siendo en principio la Fotografía Aérea la herramienta que nos ayudó básicamente en los relevamientos de rutas; para la realización del trabajo de campo no se disponía de la imagen SPOT este hecho también incrementó el tiempo de la investigación, ya que se interpretaron un gran número de fotografías aéreas.

El trabajar con imágenes de Satélite permite, mediante programas de procesamiento digital de imágenes, obtener todas las ventajas (ya expuestas en el contenido de este trabajo) de una imagen rasterizada. Su utilización en estudios de transporte informal presenta variables interesantes en zonas urbanas irregulares. La integración de la información obtenida en un sistema de información geográfico, facilita la generación de viajes sobre redes, hace más eficiente los modelos de impacto en el hinterland de servicios adaptables a la demanda y facilita la elección de zonas de muestreo.

Las imágenes de Percepción Remota en el análisis del Medio Urbano y de su interacción con el Sistema de Transporte, ofrecen la posibilidad de actualizar la información cada período de tiempo determinado, o por eventos naturales; presentando un panorama en conjunto del área de estudio. En las imágenes de satélite se obtiene un nivel general, un nivel semidetallado en las Fotografías Aéreas y uno detallado en las imágenes híbridas (Spot- Fotografía Aérea).

No se pretende presentar las imágenes de Percepción Remota como la panacea de los estudios a realizar para conocer los problemas existentes en las áreas urbanas, específicamente del frente urbano en expansión, pero sí de exponer esta herramienta

que aunque parece costosa, tiene diversas aplicaciones y ventajas en el tiempo de observación de los diferentes cambios en el crecimiento y redensificación de la mancha urbana; permitiendo tomar medidas para la planeación del sistema de transporte, por ejemplo usar la prestación del servicio como una forma para frenar la acelerada expansión, mediante la oferta de mejor y buen servicio en áreas planeadas para la ocupación y no esperar a que se presenten las crisis de demanda del transporte para ofrecer la solución. Sin embargo no se olvida un factor muy importante en la oferta del servicio de transporte "la rentabilidad", como se puede apreciar en Chalco las rutas han generado ramales cubriendo áreas antes no servidas, ya que a medida que éstas se redensificaron, se ocuparon los lotes antes vacíos, pero en este caso ya tenía la traza de ocupación de esta área.

Un factor claro es la falta de coordinación entre los sectores de servicios públicos, los diseñadores de planeación urbana y los tomadores de decisiones, donde se incluya el sistema de transporte público urbano como factor primordial para la expansión urbana, no quiere decir que es un factor generador único de asentamientos humanos irregulares, pero si tiene un papel primordial en el desarrollo de una posible zona a ocupar o semiocupada.

En la metodología aquí aplicada se trabajó con fotografías aéreas y la imagen Spot, pero en futuros estudios se pretende en lo posible evitar el trabajo realizado con la fotografía aérea (trabajo de fotointerpretación), si se cuenta con información básica (mapas base completos) que se puedan digitalizar y directamente sobre ellos vaciar la información reduciendo a la mitad el tiempo de trabajo.

Para esta metodología es necesario mencionar que depende en gran parte, su rapidez para la obtención de resultados, del equipo y programas de computo disponibles para trabajar, si el equipo con el que se terminó la investigación lo hubiesemos tenido desde el comienzo, el tiempo empleado se hubiese recortado a la mitad.

La experiencia revela la necesidad de trabajar en software's, que permitan la integración de formatos raster y formatos vector, si el procedimiento se realiza mediante imágenes de percepción remota rasterizadas, porque se digitaliza en formatos vector la información del transporte (segmentos las redes de transporte, puntos las terminales, polígonos la accesibilidad física y movilidad), la información socioeconómica y las cartas (topográficas, uso de suelo, etc.) manipulándolas según sea necesario para trabajar sin duplicar esfuerzos sobre las imágenes

raster y sus productos derivados de los diferentes tratamientos realizados mediante las técnicas de percepción remota.

Una de las ventajas de exponer el trabajo en su totalidad es la de ofrecer a los diferentes usuarios el empleo de alternativas en algunas de sus etapas, con el fin de reducir costos en dinero y tiempo para la ejecución del proyecto.

RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE LA APLICACION
DE LA METODOLOGIA

En la metodología aquí expuesta se presentan algunas alternativas de análisis con las diferentes opciones que ofrecen las imágenes de percepción remota, por tal motivo se hacen unas recomendaciones generales, ya que el esquema metodológico es muy claro en sus recorridos dependiendo de las posibilidades de trabajo.

1- Seleccionar y definir el área de trabajo para calcular su cubrimiento en las diferentes imágenes de percepción remota.

2- Antes de pensar en comprar se deben calcular los rendimientos y justificar la inversión para adquirir las imágenes.

3- Asegurarse del tamaño y capacidad del equipo disponible, así como verificar los software's que tienen y pueden adquirir para el procesamiento digital de imágenes.

4- Definir después del estudio económico sobre el tipo de imágenes con las que se va a trabajar teniendo en cuenta tiempos de adquisición de las mismas.

5- Si el área de trabajo es de gran extensión, se recomienda realizar la inversión en la imagen de satélite de alta resolución espacial; si por el contrario el área de análisis es pequeña se recomienda el empleo de fotografías aéreas, es más probable encontrar el cubrimiento del área de estudio en esta última herramienta de la percepción remota, si se desea, se puede emplear como producto raster para la generación de recorridos sobre ellas en un sistema de información geográfico.

6- Una observación al respecto de las fotografías aéreas rasterizadas es el espacio de almacenamiento que requieren, pero tienen la ventaja de tener una mejor resolución espacial para la realización de estudios urbanos.

7- Si la opción es una imagen de satélite, se debe tener en cuenta fecha de toma, de acuerdo a la época de lluvias para evitar en lo posible las nubes en la escena, además empezar en la misma fecha los trabajos de campo para evitar los rápidos cambios que se dan en las zonas de asentamientos irregulares y su transformación de las áreas agrícolas aledañas.

8- Estimar el presupuesto disponible para la realización de trabajos de campo como son las encuestas del relevamiento de rutas (cuando falte esta información) y la comprobación de la fotointerpretación o fotoidentificación según sea en caso.

9- Se recomienda diseñar el muestreo para la verificación de los procesos de fotointerpretación y clasificación de imágenes de sensores remotos, es en esta parte donde se minimiza el tamaño de la muestra para reducir los costos del trabajo de campo, sin perder la representatividad del conjunto.

10- Capacitar personal en el manejo de las imágenes de percepción remota para aprender a fotointerpretar y fotoidentificar los objetos tanto urbanos como rurales, que se presentan, con sus propias características en la respuesta espectral.

11- Se recomienda desarrollar cada fase de la metodología hasta el final y en forma paralela las etapas que así estén diseñadas, para conjuntar esfuerzos cuando ésta lo requiera, sin sufrir atrasos en el tiempo de comparación y análisis de resultados.

CONTRIBUCIONES DE LA TESIS

Una de las contribuciones más importantes dadas con esta investigación, es el empleo de las técnicas de percepción remota como una herramienta de gran utilidad para estudiar las interacciones que existen entre las estructuras territoriales metropolitanas y el sistema de transporte.

Por lo tanto, se está ofreciendo toda una metodología para el estudio de un servicio público (en este caso el transporte) dentro de su medio, la estructura urbana, sea ésta un asentamiento irregular que sufre cambios y que se consolida al mismo tiempo que el sistema de transporte se formaliza, o un asentamiento que sufre cambios en su estructura interna.

Con la proyección de generar un sistema de información geográfico se presenta una visión real de la estructura metropolitana y se analiza la interacción de gran parte de sus variables para efectuar una verdadera planificación de las áreas en expansión, sin requerir de un tiempo exagerado en su proceso, evitando el planificar para el pasado y sí visualizar y actualizar la información en el momento de detectar nuevas áreas de asentamientos, o cambios en la estructura metropolitana, por ejemplo la ampliación o generación de ejes viales que modifiquen el uso actual del suelo urbano.

Se estudia la interacción entre el sistema de transporte urbano y la estructura territorial metropolitana, vinculándolas como sistemas dependientes, generadores entre sí de su formalización y consolidación respectiva.

Se ofrece mediante el juego de planos la visualización y comparación general o particular de las formas de producción (de rutas y ramales) del transporte urbano de pasajeros en zonas de expansión urbana irregular.

Se formula la estructura para desarrollar una planeación integrada del sistema de transporte urbano y la gestión del desarrollo urbano.

Se demuestra el potencial que ofrecen las técnicas de percepción remota para la realización de estudios urbanos, en esta aplicación específica nos ofrece el panorama general y la transformación que sufre antes y en el tiempo de la investigación, la estructura urbana irregular.

Se identifican vinculaciones entre las formas de producción del transporte urbano de pasajeros y los cambios de uso y apropiación social del suelo en la expansión urbana irregular.

Mediante la aplicación de las técnicas de percepción remota, se establece una tipología de estructuras territoriales en zonas de expansión urbana irregular en áreas metropolitanas.

Se establece la posibilidad de realizar análisis multitemporales sobre un sistema de información geográfico, donde se represente la dinámica del crecimiento del frente urbano (irregular o no), mediante el empleo de imágenes de satélite de diferentes fechas y la evolución de las rutas de transporte de pasajeros, a partir de la información de campo, para la gestión integrada del ordenamiento territorial y la regularización del servicio de transporte.

Se caracterizan ritmos de acompañamiento entre la oferta de los sistemas de transporte y la dinámica de producción del suelo urbano en el Valle de Chalco.

Se ofrece dentro del esquema metodológico pasos alternos en el proceso de adquisición de imágenes de percepción remota, al igual que su forma de manipulación y aprovechamiento opcional de acuerdo a los recursos disponibles para la realización del trabajo.

Esta investigación permite la oportunidad de transmitir los conocimientos propios de las técnicas de percepción remota a otras áreas de aplicación.

Se deja la posibilidad de transferir el diseño metodológico para estudios sobre grandes franjas, como son los corredores de afectación por construcción de nuevas carreteras o mejoramiento de las existentes, que transforman el medio rural y poblaciones aledañas.

Por último se presenta en términos generales una metodología de estudio y análisis de las estructuras territoriales y el sistema de transporte en general, con el empleo de los avances que hasta el momento se ofrecen de moderado costo en técnicas de percepción remota.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alwashe M., Bodechtel J. & Zilger J., (1986) "The application of High Resolution MOMS-01 and Thematic Mapper Satellite Data for Urban Planning Purposes Example Jeddah, Saudi Arabia" pp. 565-574

Armand, M. y Hernández, M.; (1987) "Vers une identification automatique des tissus urbains", Bul. SFPT No. 106 pp. 5-22

Armand, M.; (1986), "Images satellitaires et planification des Villes du Tiers-Monde", Mondes en Developpement Tome 14, No. 56, pp. 197-222

Ballut, A. & Nguyen, P.T., (1986), "Perspectives d'utilisatiton des donnees satellites SPOT en region Ile-de-France D'Apres les resultats acquis par les 2 images simulees de 1981 et 1983" pp. 704-710

Ballut, A. & Nguyen, P.T., (1984), "Potential Applications for SPOT DATA in the Paris Region from the results of 1981 and 1983 Simulation Studies", Paris, France pp. 693-703

Bodini, H., (1972) "Principios de Fotointerpretación", Instituto de Geografía, Universidad Católica de Chile, Serie Estudios No. 26, Santiago, Chile

Castañeda, V.; Villarreal, D. (1986), "Urbanización y Autoconstrucción de vivienda en Monterrey", Centro de Ecodesarrollo, Ed. Claves Latinoamericanas, México, D.F.

Colwell R. N., Poulton, Ch. E., (1985) "SPOT Simulation Imagery for Urban Monitoring: A Comparison with Landsat TM and MSS Imagery and with High Altitude Color Infrared Photography", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 51, pp. 1093-1101, California, USA

Deagostini, D.R. (1984), "Introducción a la Fotogrametría", CIAF. Centro Interamericana de Fotointerpretación; Bogotá, Colombia; pp. 13-35, 83-93

Forster, B.C., (1985) "An examination of some problems and solutions in monitoring urban areas from satellite platforms", Int. J. Remote Sensing, Vol. 6 No. 1, 139-151

Jensen, J.R., Bryan M.L., Friedman, S.Z., Henderson F.L., Holz R.K., Lindgren, D., Toll D.L., Welch, R.A., Wray J.R., (1984), "Urban/Suburban Land use Analysis", MANUAL OF REMOTE SENSING cap. 30 pp. 1571-1666

Jensen, John R., (1979) "Spectral and Textural Features to Classify elusive land cover at the urban fringe", *Professional Geographer* 31(4), pp. 400-499

Legorreta, J.; Flores, A.; (1989) "El Problema del Transporte en el área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM)", Transporte y contaminación en la Ciudad de México, Capítulo I, pp. 21-71
Centro de Ecodesarrollo, México, D.F.

Lindeulaub, J.C.; (1976) "Interpretation of Multispectral Scanner images on Fundamentals of Remote Sensing", Series Purdue University. West Lafayette; Indiana, U.S.A.

Lira, J.; (1987) "La percepción remota: Nuestros ojos desde el espacio", Fondo de Cultura Económica, S.A. de C.V., México, D.F.; pp. 39-51, 90,

Lombardo M., Tarifa J.R., "The use of satellite images in the study of urban environment and as a guideline in city planning", Sao Paulo, Brasil pp. 1091-1093

Lombardo, M.A., Camara G., Costa-Pereira, A.E. (1982), "The use of satellite data for urban monitoring in the Sao Paulo Metropolitan Area", Sao Paulo, Brazil, pp. 119-120

Milazzo, V.A., De Angelis, R.M.; (1984) "Applications of simulated SPOT DATA to Mapping Land cover patterns and changes in an Urban Fringe environment", U.S. Geological Survey. pp. 177-186

Montoya, A.; (1985) "Principios generales de los sensores remotos", Sensores Remotos, Ed. CIAF, Bogotá, D.E. Colombia.

Niero Pereira, M.; Oliveira Kurkdjian, M.L.; Foresti C., Barsotti de Lima, U.M.; (1988), "Aplicacoes de composicoes multitemporais obtidas a partir de dados LANDSAT no estido de crescimento urbano", Instituto de Pesquisas Espaciais, Sao José Dos Campos, Brasil pp.2-13

Niero M.; Foresti C.; Lombardo; (1983) "The use of LANDSAT DATA of to monitor the urban growth of Sao Paulo metropolitan area", Instituto de Pesquisas Espaciais, INPE, Brasil, pp. 905-914.

Santos, C.; Cortes, A.; (1991), "Integración de Imagenes Spot y Fotografía Aerea en estudios Urbanos", Ed. Boletín SELPER-MEXICO, México, D.F.

Schteingart, M.; (1989) "La oferta del suelo para uso habitacional", Los Productores de espacio habitable: Estado Empresa y Sociedad Capítulo II, pp. 61-116, El Colegio de México, México, D.F.

ANEXO UNO

INFORMACION BIBLIOGRAFICA

- Abrahamo, A.; Neves de Oliveira K., M.L.; (1990) "Avaliacao de compsoicoes de bandas TM/LANDSAT para o estudo do espacao urbano: o uso do sistema SITIM-150", Instituto de Pesquisas Espaciais, Sao José Dos Campos, Brasil pp. 2-13
- Acevedo J., (1981) "Un sistema eficiente de buses para Bogotá", Buses y Busetas: Una evaluación del transporte urbano de Bogotá, Cap. 3, pp. 55-72 FEDESARROLLO, Bogotá Colombia
- Aguilar D., C.; (1987) "Hacia la integración del transporte urbano en las 17 ciudades periféricas (municipios conurbados) del Estado de México", Metropolis 87: por una vida mejor para todos en las metrópolis, Simposio Internacional de Metrópolis, México, D.F., pp. 8-14
- Ainsley B., R.; (1987) "Local public transport under derugalisation: the british experience", Metropolis 87: por una vida mejor para todos en las metrópolis, Simposio Internacional de metrópolis, México, D.F. pp. 2-19
- Alwashe M., Bodechtel J. & Zilger J., (1986) "The application of High Resolution MOMS-01 and Thematic Mapper Satellite Data for Urban Planning Purposes Example Jeddah, Saudi Arabia" pp. 565-574
- Anuta, P.E.; Bartolucci, L.A.; Dean M.E., Lozano D.F.; Malaret, E.; McGillem, C.D.; Valdés, J.A. and Valenzuela, C.R. (1984), "LANDSAT-4 MSS and Thematic Mapper Datta Quality and Information Content Analysis", IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. GE-22, No. 3 pp. 222-235
- Armand, M. y Hernández, M.; (1987) "Vers une identification automatique des tissus urbains", Bul. SFPT No. 106 pp. 5-22
- Armand, M.; (1986), "Images satellitires et planification des Villes du Tiers-Monde", Mondes en Developpement Tome 14, No. 56, pp. 197-222
- Ballut, A. & Nguyen, P.T., (1986), "Perspectives d'utilisatiton des donnees satellites SPOT en region Ile-de-France D'Après les resultats acquis par les 2 images simulees de 1981 et 1983" pp. 704-710
- Ballut, A. & Nguyen, P.T., (1984), "Potential Applications for SPOT DATA in the Paris Region from the results of 1981 and 1983 Simulation Studies", Paris, France pp. 693-703

Barros de Andrade, V.M. y Niero Pereira, M. (1989), "Uso de características Texturais NA classificacao digital de areas urbanas", Ministério da Ciencia e Tecnologia, MCT, Instituto de Pesquisas Espaciais. Sao José dos Campos, S.P. Brasil, 145-150

Bertaud, M.A., (1989) The use of Satellite Images for Urban Planning: A case study from Karachi, Pakistan, The World Bank pp. 11-48

Bodini, H., (1972) "Principios de Fotointerpretación", Instituto de Geografía, Universidad Católica de Chile, Serie Estudios No. 26, Santiago, Chile

Buchan, G.M. & Hubbard, N.K.; (1986) "Remote sensing in land-use planning: an application in west central Scotland using SPOT simulation data", Int. J. Remote Sensing Vol. 7 No. 6, pp. 767-777

Burgel G., Soudoplatoff S., (1984), "Interpretation d'image urbaine en impossibilite d'enquete de terrain", Paris, France pp. 877-881

Burrough, P.A., (1987), "Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment", Butter & Tanner LTD; London, Great Britain, pp. 13-38, 136-146.

Calderón C., J.; (1990) "El Servicio de Microbuses en Lima Metropolitana", pp. 49-61

Castañeda, V.; Villarreal, D., (1986) "Urbanización y Autoconstrucción de Viviendas en Monterrey", Centro de Ecodesarrollo, Ed.Claves Latinoamericanas, México.

Colwell R. N., Poulton, Ch. E., (1985) "SPOT Simulation Imagery for Urban Monitoring: A Comparison with Landsat TM and MSS Imagery and with High Altitude Color Infrared Photography", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 51, pp. 1093-1101, California, USA

Dale, P.F.; McLaughlin, J.D. (1989), "Land Information Management" J.W. Arrowsmith Ltd Bristol, Great Britain, pp. 106-168

Deagostini, D.R. (1984), "Introducción a la Fotogrametría", CIAF. Centro Interamericana de Fotointerpretación; Bogotá, Colombia; pp. 13-35, 83-93

De Azevedo L.H. & Fonseca Pitanga J., (1980), "Land use evolution of the city of Rio de Janeiro, Brazil from 1972 to 1978", San José Costa Rica pp. 1321-1324

Delavigne R. & Thibault C., (1984) "Recent contributions of satellite remote sensing to the implementation of regional environmental policy in ILE de France (Paris Region) through the quantitative mapping of urban vegetation", Paris Francia, pp. 676-690

Duggin M.J., Rowntree R.A., Odell A.W., (1988) "The application of spatial filtering methods to urban feature analysis using digital image data", Int. J. Remote Sensing, Vol. 9 No. 3, pp. 543-553

Ellefsen, R.; Davidson, R; (1980). "Monitoring the areal growth of San José, Costa Rica", San José Costa Rica, pp. 1243-1249
"Exemplos de aplicacoes", Sensoriamento Remoto: Principios e aplicacoes, Capitulo 8, Brasil

Fernández, J.E., De Cea, J., (1991); "An evaluation of the effects of deregulation policies on the Santiago, Chile public transport system". PTRC Education and Research Services LTD, London, Great Britain, pp. 127-133

Forster, B.C., (1985) "An examination of some problems and solutions in monitoring urban areas from satellite platforms", Int. J. Remote Sensing, Vol. 6 No. 1, 139-151

Gazolla Palhares, D.A. (1989), "O Sistema de Transporte E.A. Dinâmica Urbana; O Caminho de uma solucao para os problemas de transportes das cidades: Controlando as variaveis de impacto" Brasil, pp. 3-10

Guimaraes G., R.; "Le Role des Mouvements Sociaux dan la Gestion des Transports Urbains", Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte - MG Brasil, cap. XI pp. 1-9

Gupta, D.M. & Munshi, M.K., (1985) "Urban change detection and land-use mapping of Delhi", Int. J. Remote Sensing, Vol. 6 No. 3 and 529-534

Gutiérrez, Ma. T.; Kunz, I.; (1984) "Algunos problemas del Servicio de Autobuses Urbanos en la Ciudad de México", El desarrollo Urbano en México Problemas y Perspectivas, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. pp. 205-211

Henry E.; Figueroa, O., (1987) Les enjeux des transports dans les villes latinoamericaines, Synthese INRETS, No. 6, Juillet 93 p. INRETS, E.M., "Apports de l'Analyse de la Mobilité a l'organisation des Transports en Amerique Latine", pp. 1-12

Jensen, J.R., Bryan M.L., Friedman, S.Z., Henderson F.L., Holz R.K., Lindgren, D., Toll D.L., Welch, R.A., Wray J.R., (1984), "Urban/Suburban Land use Analysis", Manual of Remote Sensing, cap. 30 pp. 1571-1666

Jensen, John R., (1979) "Spectral and Textural Features to Classify elusive land cover at the urban fringe", Professional Geographer 31(4), pp. 4000-4099

Legorreta, J.; Flores, A.; (1989) "El Problema del Transporte en el área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM)", Transporte y contaminación en la Ciudad de México, Capítulo I, pp. 21-71 Centro de Ecodesarrollo, México, D.F.

Legorreta, J.; Flores, A.: (1989) "Principales Modos del Transporte Público", Transporte y contaminación en la ciudad de México, D.F., Centro de Ecodesarrollo.

Lindau, L.A., Massi, C.D., Pinheiro, R.B.; "Etude comparee d'impacts de differentes technologies de Transport", Université Fédérale du Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Université Fédérale du Rio de Janeiro, Brasil, pp. 1-13

Lindeulaub, J.C., (1976), "Interpretation of multispectral scanner images on fundamentals of remote sensing", Serie Purdue University. West Lafayette, Indiana, U.S.A.

Lira, J.; (1987) "La percepción remota: Nuestros ojos desde el espacio", Fondo de Cultura Económica, S.A. de C.V., México, D.F.; pp. 39-51, 90,

Lombardo M., Tarifa J.R., "The use of satellite images in the study of urban environment and as a guideline in city planning", Sao Paulo, Brasil pp. 1091-1093

Lombardo, M.A., Camara G., Costa-Pereira, A.E. (1982), "The use of satellite data for urban monitoring in the Sao Paulo Metropolitan Area", Sao Paulo, Brazil, pp. 119-120

"Manual do sistema de tratamento de imagens SITIM", Engespaco Indústria e Comercio LTDA, San José Dos Campos, Brasil pp. 4-19, 132-145

"Manual de Métodos Geográficos para el análisis Urbano. Chile", (1988), Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Comité de Geografía Urbana, Publicación No. 430, Cap. 2, 3 y 5, pp. 33-87 y 111-124

Marble, D.F. and et al "Geographic Information Systems and Remote Sensing", Manual of remote sensing, Cap. 22 pp. 923-958

Michel, A.; Lortic, B.; Dureau, F. & Barbary, O.; (1988) "Stratification de l'espace urbain quitenien dans une problematique demographique. Application a Quito (Equateur)" Images satellite et milieux terrestres en régions arides et tropicales, Collection Colloques et Séminaires, Editions de l'ORSTOM, Paris, Francia. pp. 57-66

Milazzo, V.A., De Angelis, R.M.; (1984) "Applications of simulated SPOT DATA to Mapping Land cover patterns and changes in an Urban Fringe environment", U.S. Geological Survey. pp. 177-186

Montoya, A., (1985), "Principios generales de los Sensores Remotos", Sensores Remotos, Ed. CIAF, Bogotá D.E., Colombia. pp. 11-53

Neves de Oliveira, M.L. (1986) "Visual aerial photograph texture discrimination for delineating homogeneous residential sectors: An instrument for urban planners" Symposium on Remote Sensing for Resources Development and Environmental Management/Enschede pp. 809-812

Niblack, W.; (1985), "An introduction to Digital Image Processing", Prentice Hall International, Ltd, New Jersey, pp. 69-112, 167-189.

Niero Pereira, M.; Oliveira Kurkdjian, M.L.; Foresti C., Barsotti de Lima, U.M.; (1988), "Aplicacoes de composicoes multitemporais obtidas a partir de dados LANDSAT no estidp de crescimento urbano", Instituto de Pesquisas Espaciais, Sao José Dos Campos, Brasil pp.2-13

Niero M.; Foresti C.; Lombardo; (1983) "The use of LANDSAT DATA of to monitor the urban growth of Sao Paulo metropolitan area", Instituto de Pesquisas Espaciais, INPE, Brasil, pp. 905-914.

Oliveira Kurkdjian, M.L.N.; (1988) "Sensoriamento remoto orbital: un instrumento para monitorear o crescimento urbano", Instituto de Pesquisas Espaciais, Sao José Dos Campos, Brasil pp. 1-3

Pion, J.C.; Roquin, C.; Dandjinou, T.; Yesou, H.; (1988) "Etude des Laterites par teledetection. Cartographie Thematique de Banankoro et Dagadamou correlation des donnees geochimiques comparaison multitemporelle et classification des images SPOT au Sud-Mali", Images satellite et milieux terrestres en regions arides et tropicales Collection Colloques et Séminaires, Editions de l'ORSTOM, Paris, Francia, pp. 145-156

Pradeilles, J.C.; García O., G; Tall, I.; "L'Organisation Corporative des Chauffeurs de Taxis collectifs Abamako et Lome", Institut d'Urbanisme de Grenoble, Francia, pp. 62-72

Pucciarelli, A. (1984), "Notas sobre la contradicción Campo-Ciudad y el proceso de Urbanización en los Países Capitalistas Dependientes". El desarrollo urbano en México Problemas y Perspectivas DR Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. pp. 21-23

Ramos A., C.A., (1987) "El transporte urbano situación actual y horizonte 2000. El caso de la zona metropolitana de la Ciudad de México", Metrópolis' 87: por una vida mejor para todos en las metrópolis, Simposio Internacional de Metrópolis, México, D.F. pp. 8-20

Rosales M., S.; "Dix ans d'analyse de la mobilite urbaine dans pays en developpement", Laboratoire D'Economie des Transports Cap. VIII, pp. 74-723.

Santos, C., Benavidez, I.C., "Fotointerpretación aplicada a estudios catastrales urbanos", Bogotá, D.F., Colombia; p.e. 4-50, 108-160.

Santos, C.; Cortes, A., (1991), "Integración de Imagenes Spot y Fotografía Aérea en Estudios Urbanos", Ed. Boletín SELPER-MEXICO, Enero de 1992, México, D.F. pp.6-12

Santos, C.; Rodríguez, R.; (1986), "Levantamiento Regional del Area Tulua-Bugalagrande, Valle del Cauca", Bogotá, D.E. Colombia, pp. 6-17, 19-42

Santa Inez, J.; Trani, E.; Wakisaka, T.; (1985) "Besoins des desplacements des populations a bas revenus a l peripherie de Sao Paulo (Brasil): Le role du transport par camionnettes, pp. 1-9

Schteingart, M.; (1989) "La oferta del suelo para uso habitacional", Los Productores de espacio habitable: Estado Empresa y Sociedad Capítulo II, pp. 61-116, El Colegio de México, México, D.F.

Schteingart, M.; (1989) "Estructura urbana y producción del espacio habitacional en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México" los productores del espacio habitable: Estado, Empresa y Sociedad Capítulo VI, pp. 267-313, El Colegio de México, México, D.F.

SOGERG/Comisión de Transporte del Estado de México (COTREM) Primer Proyecto de Transporte Urbano (PPTU): Reporte Final, marzo 1990, Naucalpan.

Urrutia, M. Acevedo, J.; Botero, A.M.; Buitrago, J; Muñoz, M.C. Buses y Busetas. Una evaluación del transporte urbano en Bogotá, Fedesarrollo, Bogotá, 1981, 160 p.

Violich, F.; Daughters, R.; (1987), "Urban planning for Latin America", Delgeschlager, Gunn & Main, Publishers, Inc., Boston, U.S.A. pp. 1-37, 107-129, 377-399

Wang F. & Newkirk R., (1987) "Design and Implementation of a Knowledge Based System for Remotely Sensed Change Detection", Journal of Imaging Technology Volume 13, No. 4 pp. 116-122

Ward, P.M.; (1991) "Crecimiento Urbano y apropiación del espacio: de plaza a suburbio y a megaciudad". México: una megaciudad producción y reproducción de un medio ambiente urbano. Editorial Alianza, México, D.F., pp.. 59-98

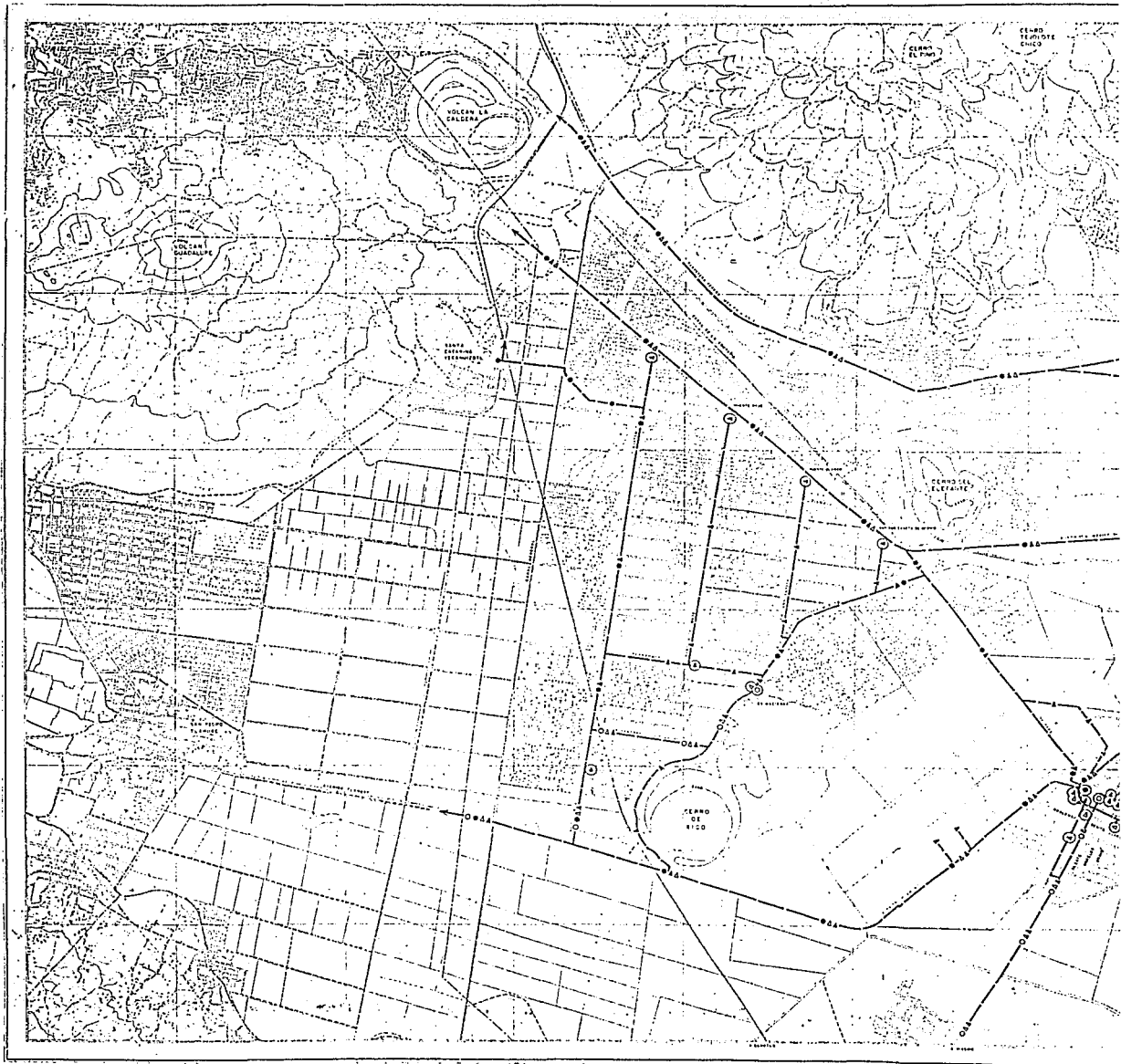
Wayne, A.; (1980) Los inmigrantes pobres en la ciudad de México y la política", Fondo de Cultura Económica, México, D.F., pp. 27-57, 121-147, 244-246.

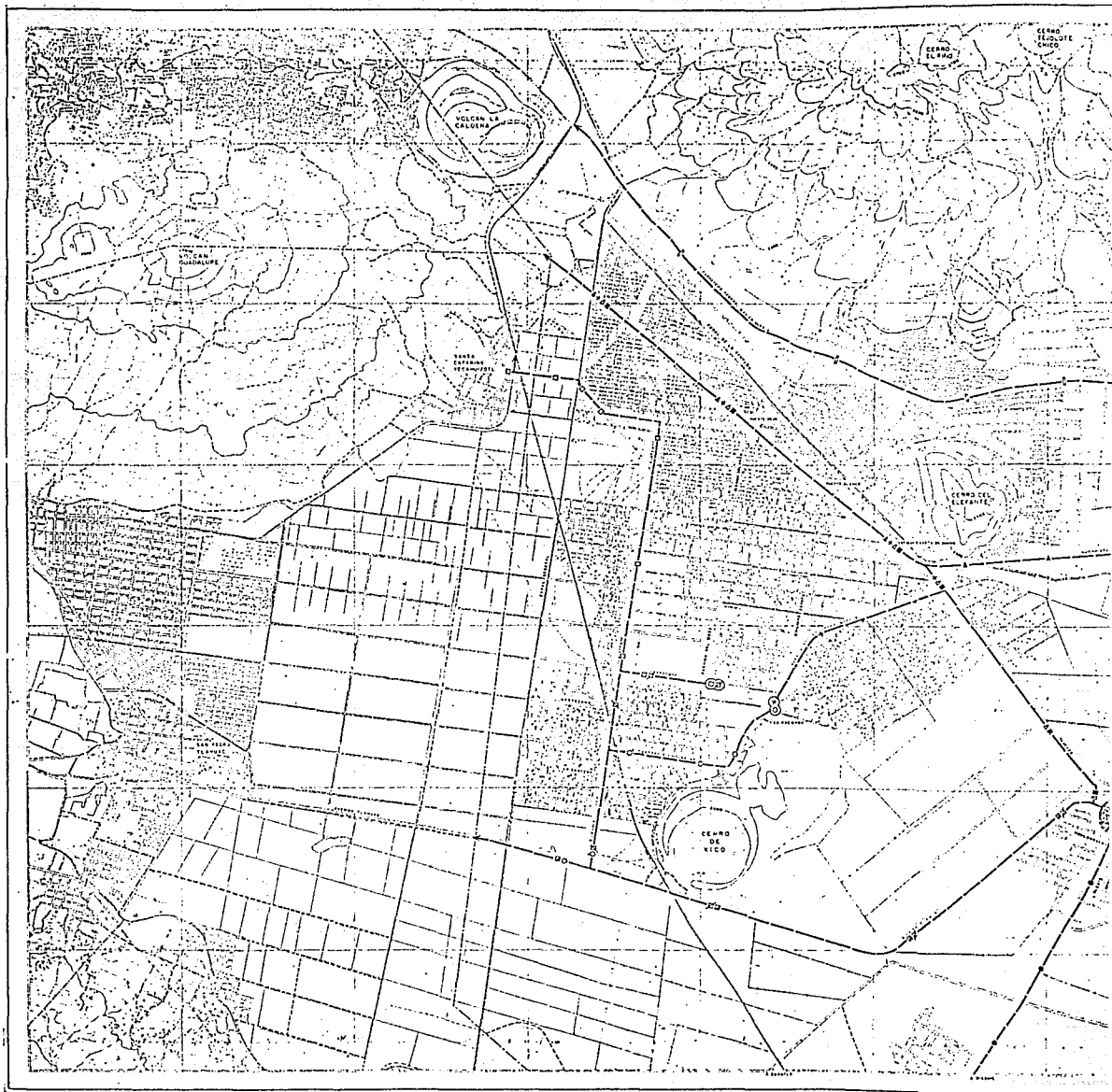
ANEXO DOS

PLANOS OBTENIDOS DE LA FOTOINTERPRETACION, FECHA 05 - 89

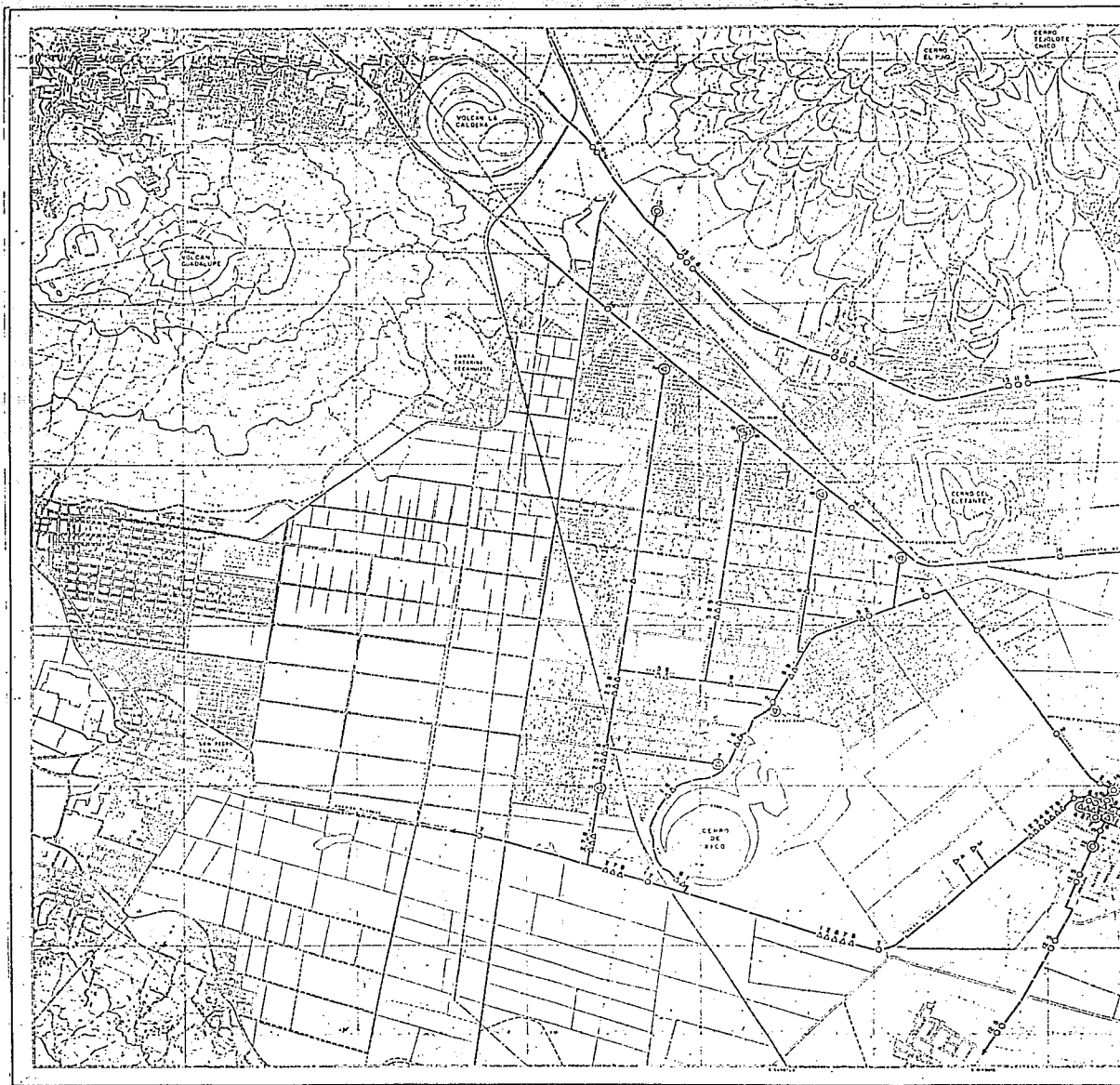
PLANOS DEL PRIMER RELEVAMIENTO DE RUTAS, FECHA 03 - 90

PLANOS DEL SEGUNDO RELEVAMIENTO DE RUTAS, FECHA 04 - 91





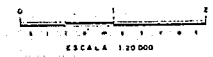






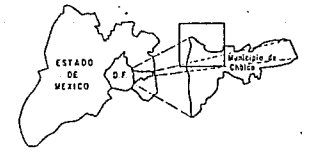
CONVENCIONES

- Canal principal
- Canal secundario
- Cerritos de Dept
- Muro de Perforación
- Arroyo
- Vía pavimentada
- Muro de un documento/registro
- Camino
- Carretera sin pavimentar
- Carretera con pavimento
- Calle de curva de nivel
- Moteles
- Construcciones
- Límite del D.F. y Edo. de México
- Ruta de transporte de camión de pasajeros



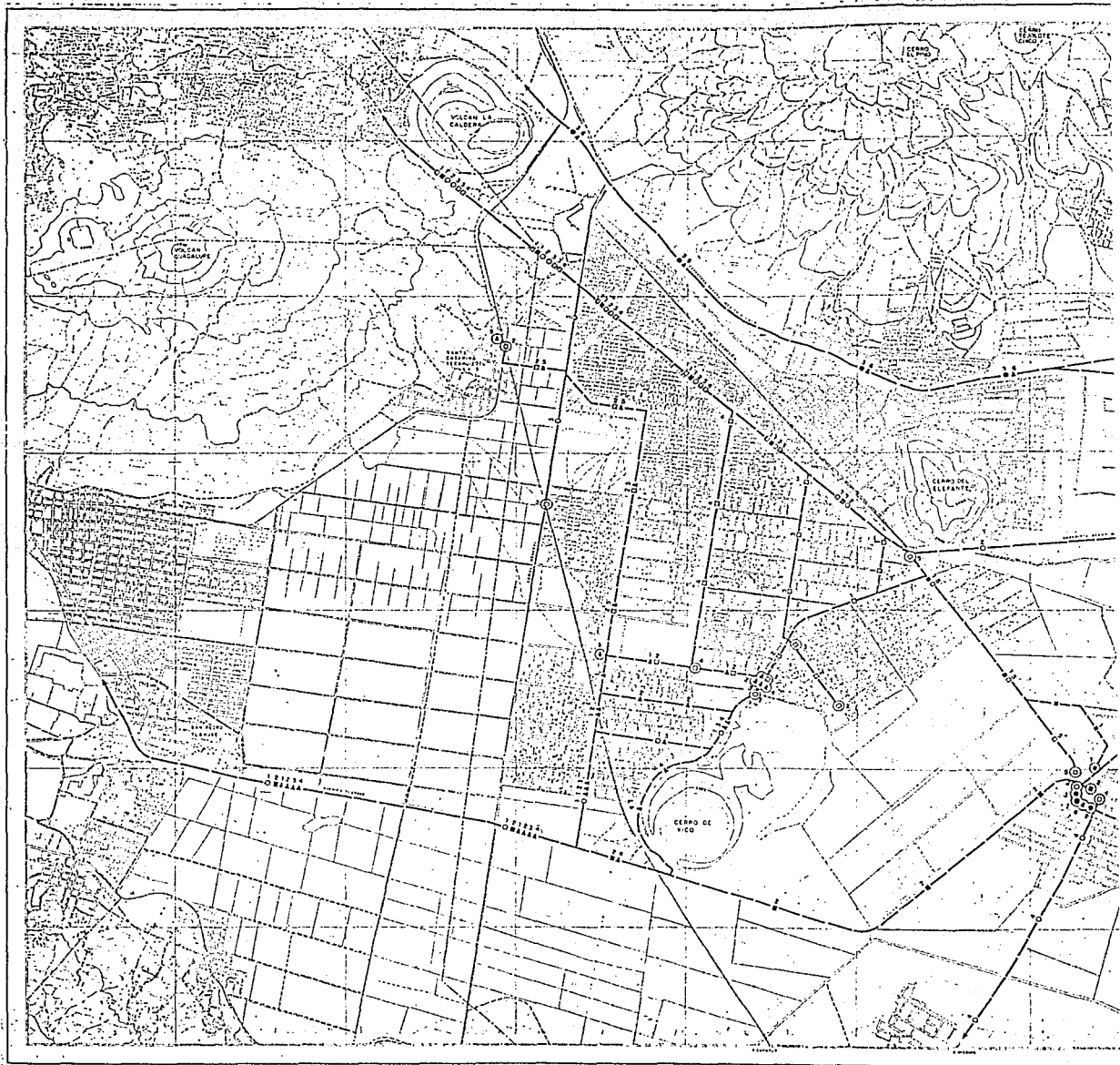
LEYENDA

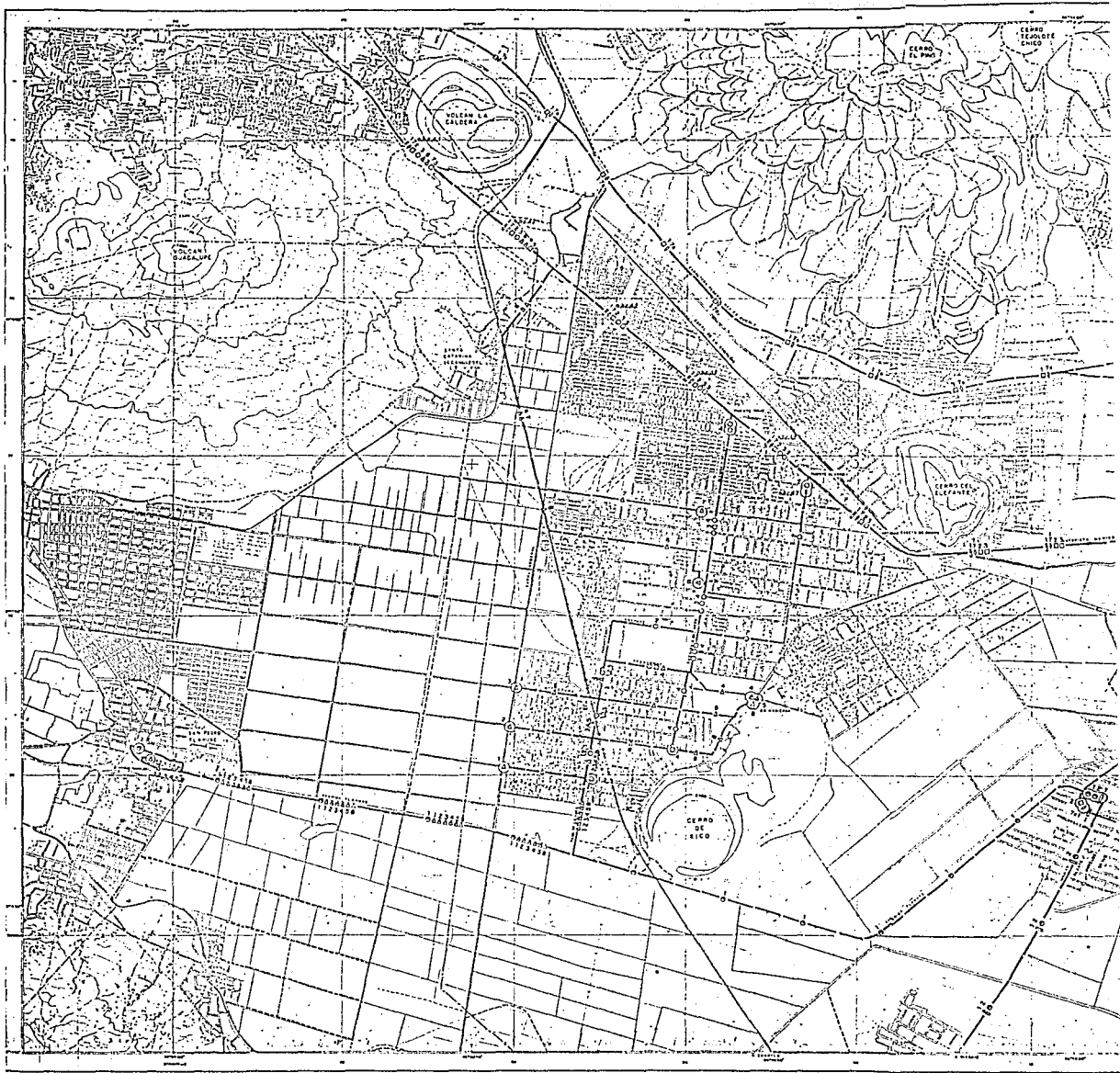
SÍMBOLO	PUTA	RAMAL	CONCESION
△	63	1.2,3,4,5,7,8,9	En de México
○	36	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	En de México

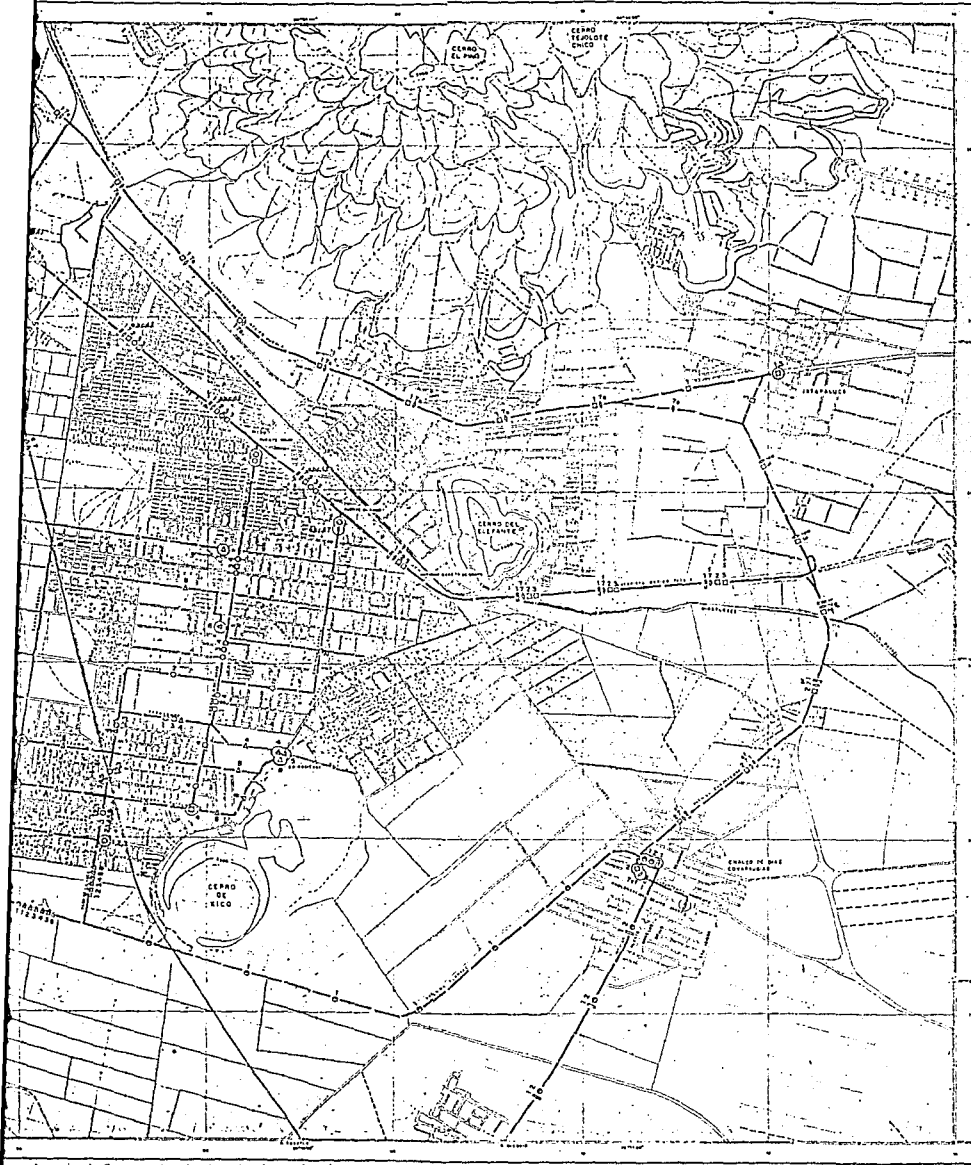


CROQUIS DE LOCALIZACION

INSTITUTO DE INGENIERIA UNAM
 COORDINACION DE INGENIERIA DE SISTEMAS
 RED DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS
 EN EL VALLE DE CHALCO EDO. DE MEXICO
 RED DE COLECTIVOS CON GRAN
 NUMERO DE RAMALES
 9510 Fecha 0/300 Plano 4 de 4

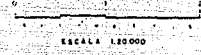






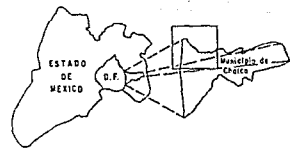
CONVENCIONES

- Canal principal
- Canal secundario
- Camino de agua
- Camino de ferrocarril
- Autopista
- Vía de ferrocarril
- Vía de ferrocarril principal
- Camino
- Faja de mano muerta
- Canal de mano muerta
- Arroyo
- Estación de ferrocarril
- Límite del D.F. y Edo. de Mexico
- Ruta de transporte urbano de pasajeros



LEYENDA

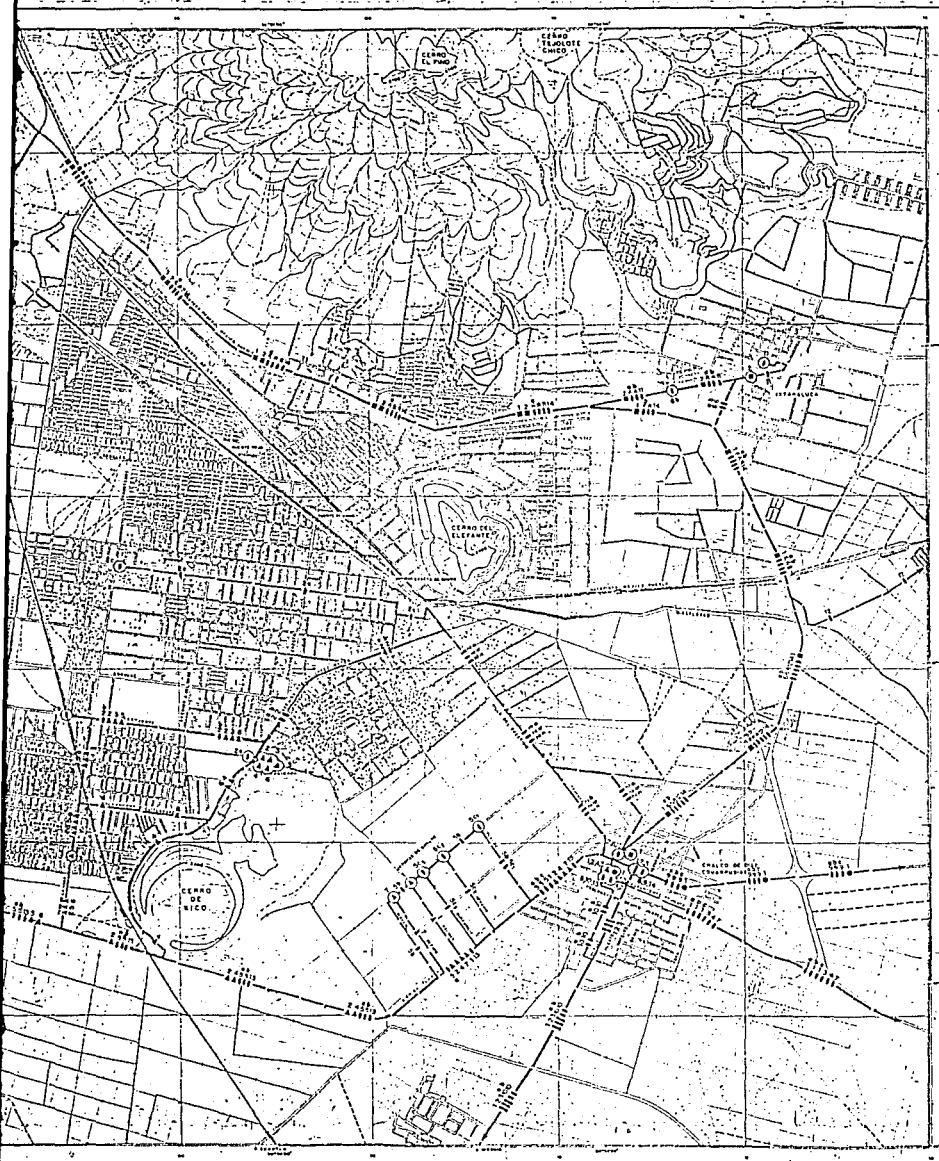
SÍMBOLO	RUTA	NÚMERO	CONCESION
○	30	1,2	D.D.F.
○	30	1	D.D.F.
△	91	1,2,3,4,5,6,7,8	D.D.F.
□	95	1	D.D.F.
○	87	1,2,3,4	D.D.F.
□	104	1,2,3,4,5,6,7,8	D.D.F.
□	107	1,2,3	D.D.F.



CROQUIS DE LOCALIZACION

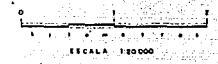
INSTITUTO DE INGENIERIA UNAM
 COMISION DE INGENIERIA DE SISTEMAS
 RED DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS
 EN EL VALLE DE CHALCO EDO. DE MEXICO
**RED DE COLECTIVOS
 CONCESIONADOS AL D.D.F.**

9510 Fecha 6/4/51 Plana 2/8



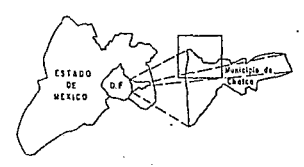
CONVENCIONES

- Canal principal
- Canal secundario
- Cursos de agua
- Puentes
- Arroyos
- Vías pavimentadas
- Vías sin pavimentar (asfaltadas)
- Caminos
- Carreteras principales
- Carreteras secundarias
- Línea de ferrocarril
- Estaciones
- Límite del D.F. y Edo. de México
- Ruta de transporte público de pasajeros



LEYENDA

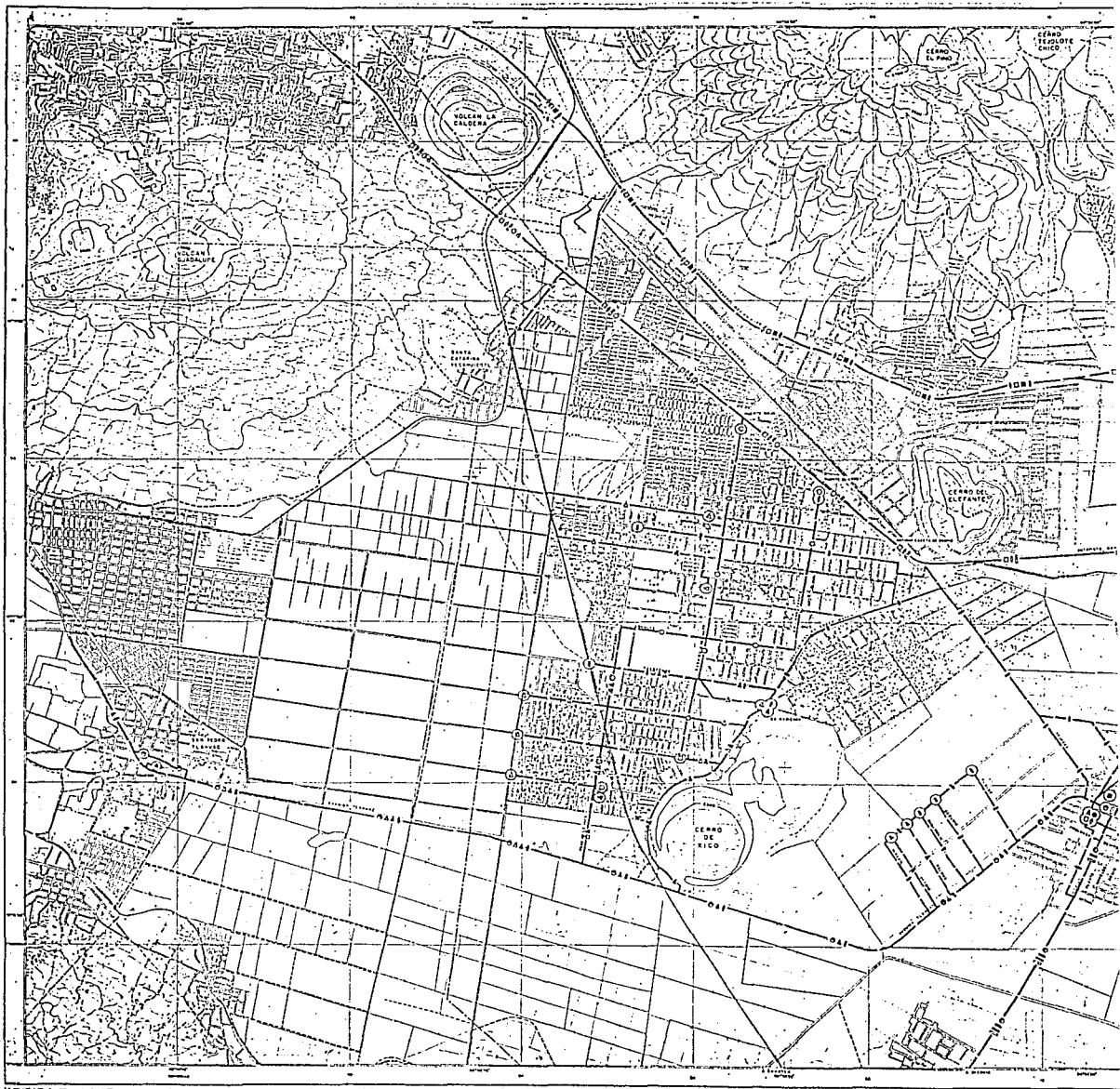
SÍMBOLO	MUTA	RAMAL	COMISIÓN
■	20	1/2	Edo de Méx.
□	30	1/2, 3	Edo de Méx.
○	32	1	Edo de Méx.
●	34	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	Edo de Méx.
▲	62	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Edo de Méx.

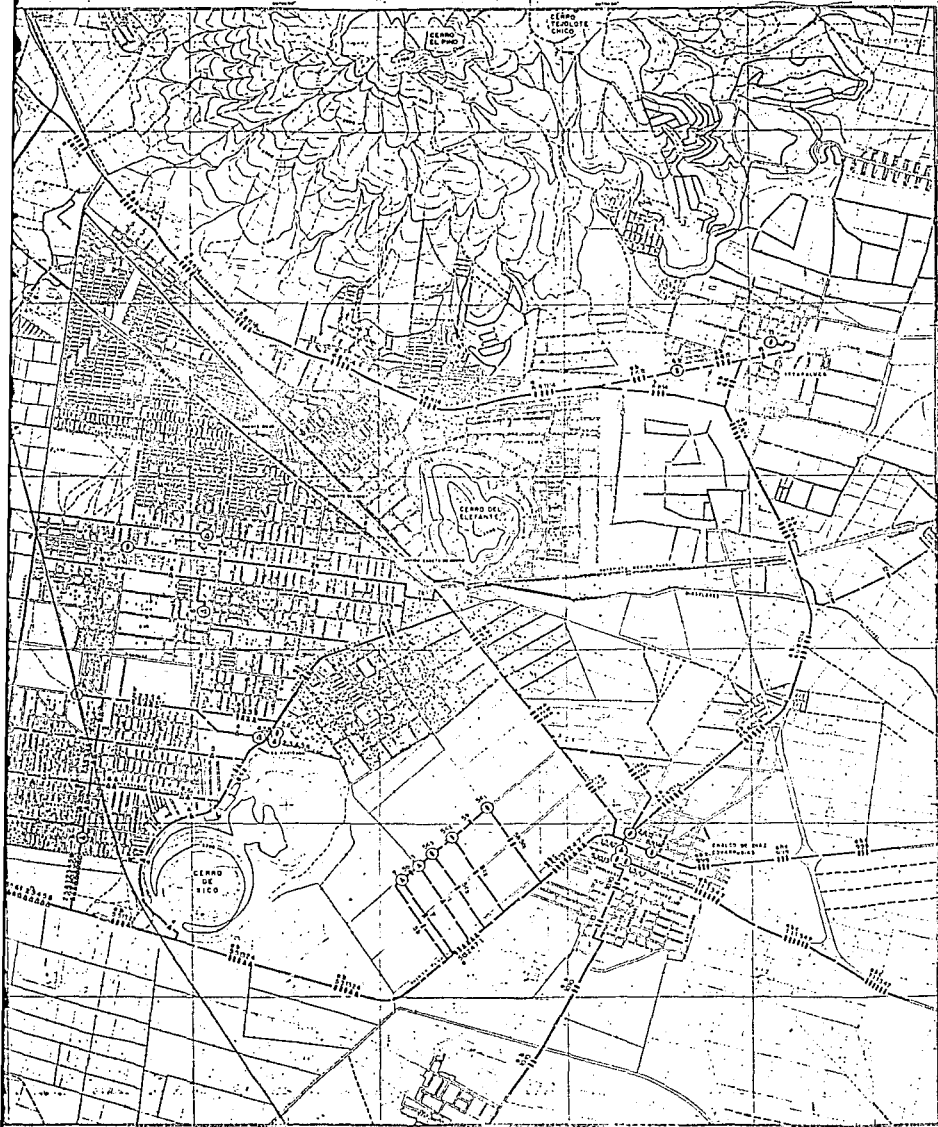


CRONOGRAMA DE LOCALIZACIÓN

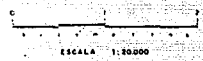
INSTITUTO DE INGENIERIA UNAM
 COORDINACIÓN DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
 RED DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS
 EN EL VALLE DE CHALCO EDO. DE MÉXICO
**RED DE COLECTIVOS CONCESIONADOS
 AL ESTADO DE MÉXICO**

9570 Folio 0471 Placa 3/6



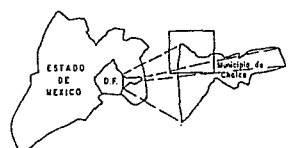


- CONVENCIONES**
- Centro principal
 - Centro secundario
 - Cuerpos de agua
 - Muros de fortificación
 - Vías pavimentadas
 - Vías no pavimentadas
 - Canales
 - Calle de mayor importancia
 - Calle de menor importancia
 - Carretera de ferrocarril
 - Escuelas
 - Límite del D.F. y Edo. de México
 - Ruta de transporte público de pasajeros



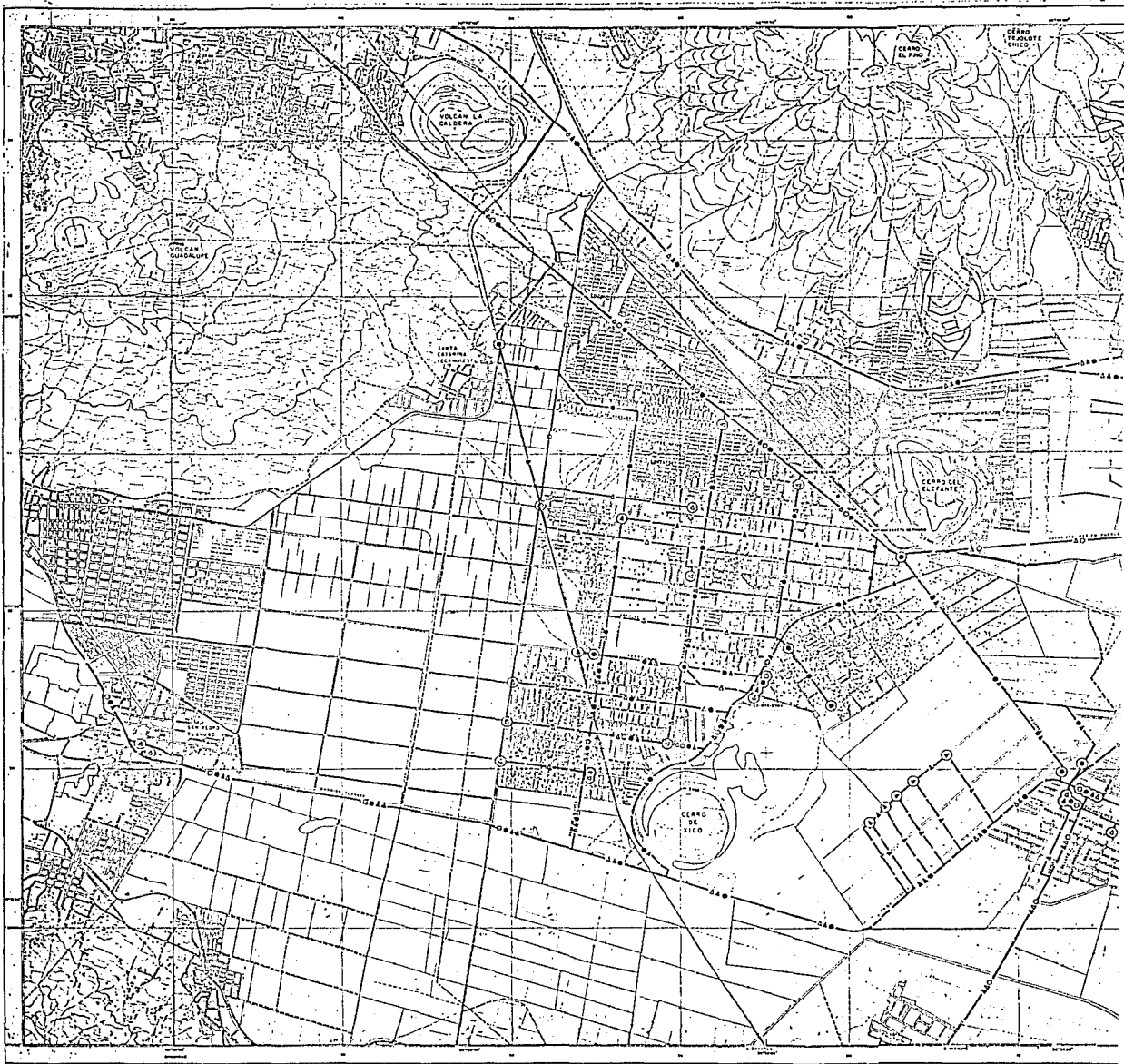
LEYENDA

SÍMBOLO	RUTA	RAMAL	CONCESION
	A	1 of 8	D.D.F.
	B	1 of 14	Edo de Mex.
	C	1 of 7	Edo de Mex.

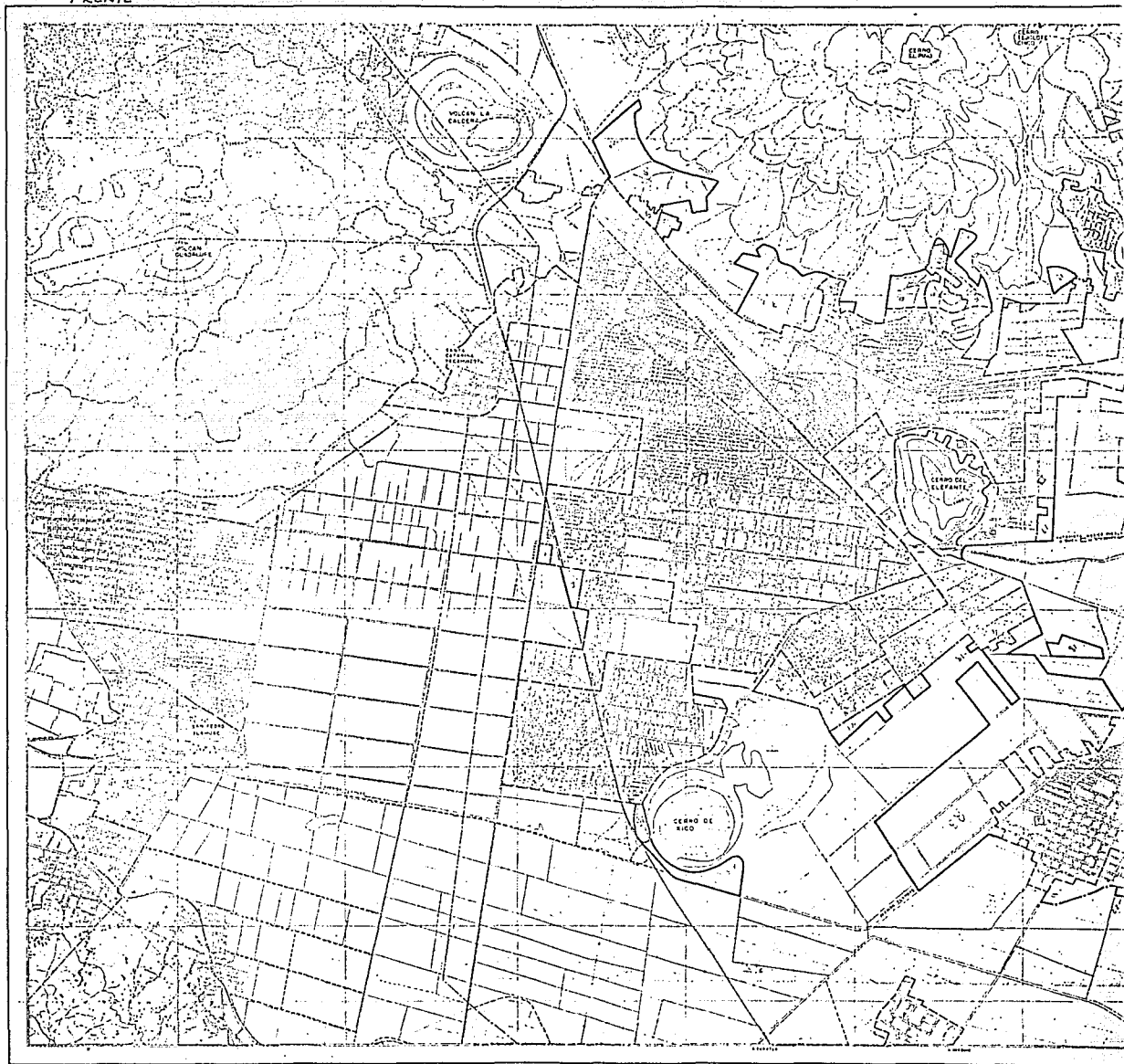


CROQUIS DE LOCALIZACION

INSTITUTO DE INGENIERIA UNAM
 COORDINACION DE INGENIERIA DE SISTEMAS
 RED DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS
 EN EL VALLE DE CHALCO EDO DE MEXICO
**RED DE COLECTIVOS CON GRAN
 NUMERO DE RAMALES**
 9510 Fecha C431 Placa 5/8



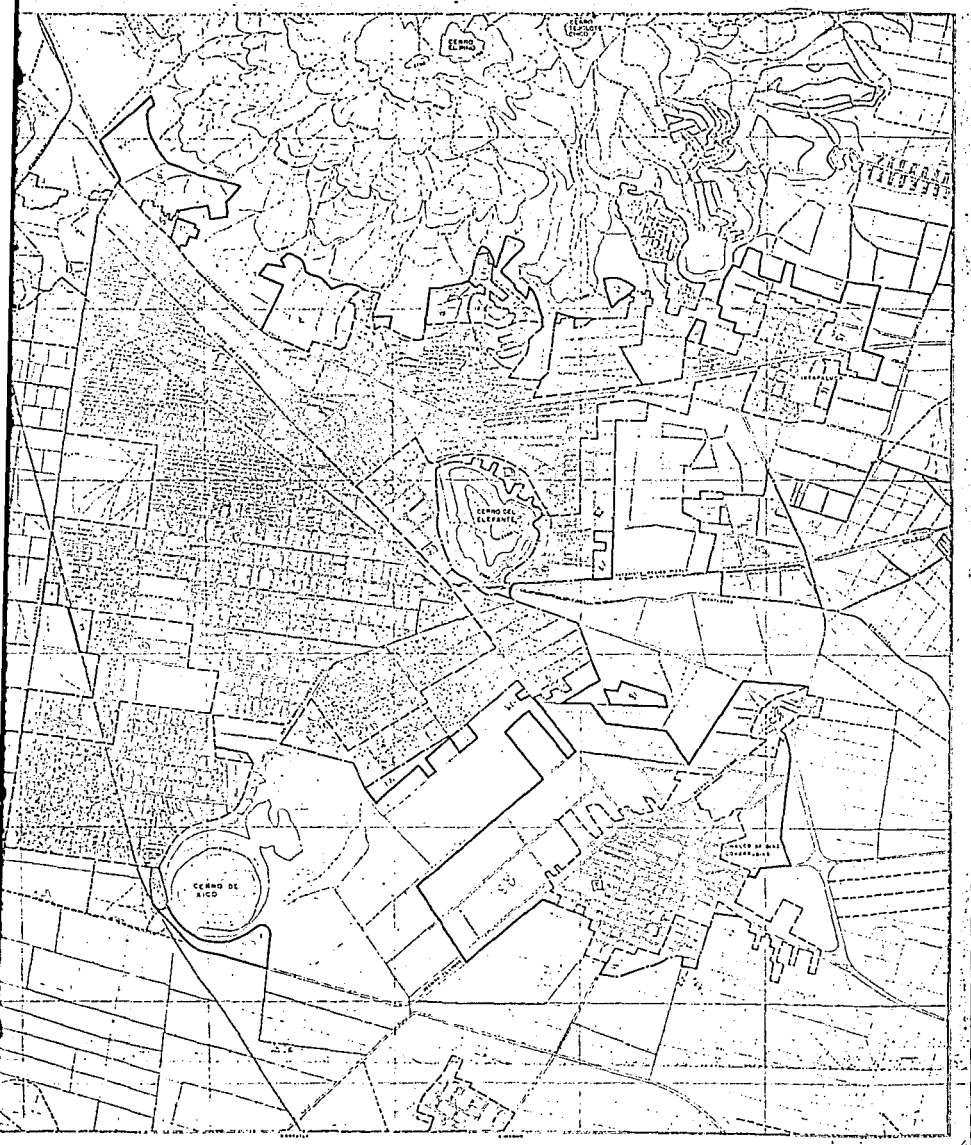
FRENTE



FRENTE

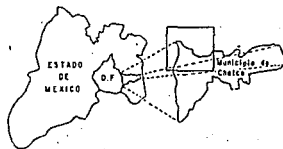
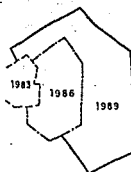
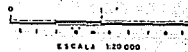
PROYECTO 9510-SISTEMAS

FRENTE



CONVENCIONES

- Carre principal
- Carre secundaria
- Contorno de agua
- Faja forestal
- Vialidad Autopista
- Vía pavimentada
- Vía en pavimentación
- Camino
- Carre del nivel principal
- Carre del nivel secundario
- Calle de mancha de nivel
- Manzanas
- Construcciones
- Límite del D.F. y Edo. de México
- Ruta de transporte pública de pasajeros



CROQUIS DE LOCALIZACION

INSTITUTO DE INGENIERIA UNAM
 COORDINACIÓN DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
 RED DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS
 EN EL VALLE DE CHALCO EDO. DE MEXICO
**EXPANSION DE LA
 MANCHA URBANA.**

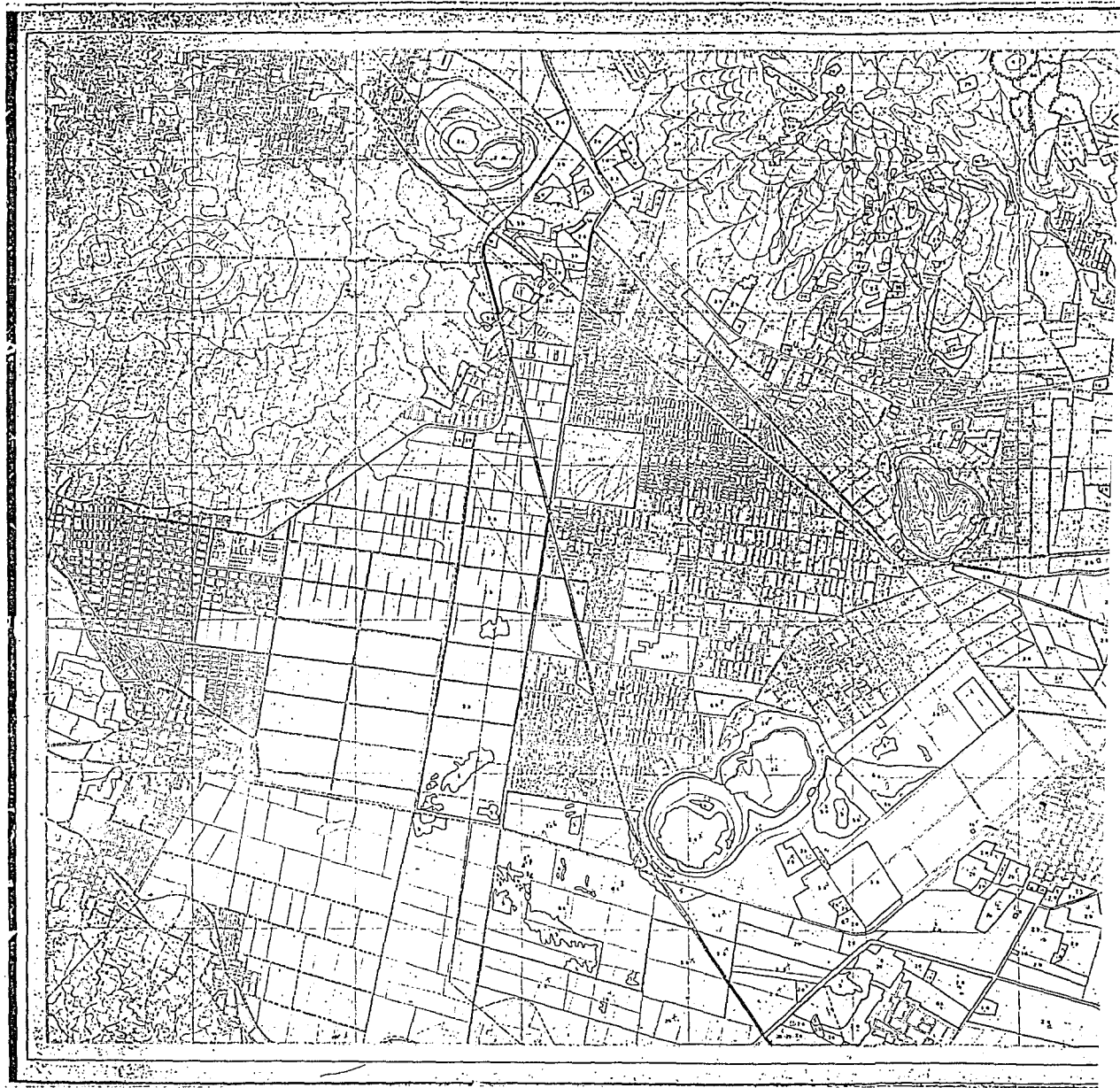
9510

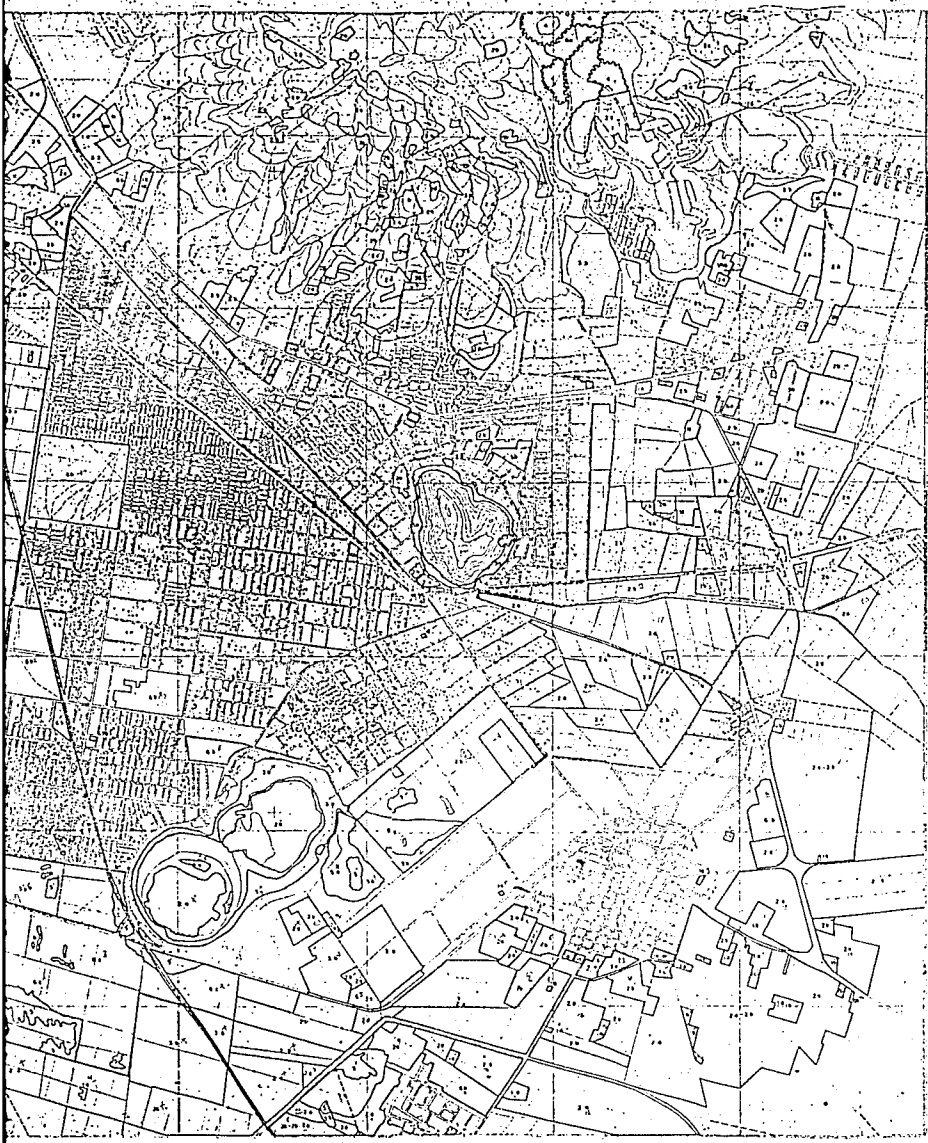
0390

2

PROYECTO 9510-SISTEMAS

FRENTE





PROYECTO VALLE DE CHALCO
UAMIX - ORSTOM
 El Instituto por la Comunidad Económica Europea

SIMBOLOGIA

- 1 ESTACIONEROS NUMERADOS
 - 1.1 INGENIERO
 - 1.2 BOTANICO
 - 1.3 BARRIO
- 2 CULTIVOS ENRISES
 - 2.1 A. BAY
 - 2.2 C. CERRA
 - 2.3 CERRA
 - 2.4 ARBOL
 - 2.5 ARBOL
- 3 PASTIZALES
 - 3.1 INGENIERO
 - 3.2 MONTAÑA
- 4 BARRIOS DE AGUA
 - 4.1 CERRA
 - 4.2 MONTAÑA
- 5 CULTIVOS DE AGUA
 - 5.1 CERRA
- 6 TIERRAS BARRIOS
 - 6.1 CERRA
 - 6.2 BARRIO
 - 6.3 BARRIO

TITULO: **CONFORMACION Y USO DEL SUELO**

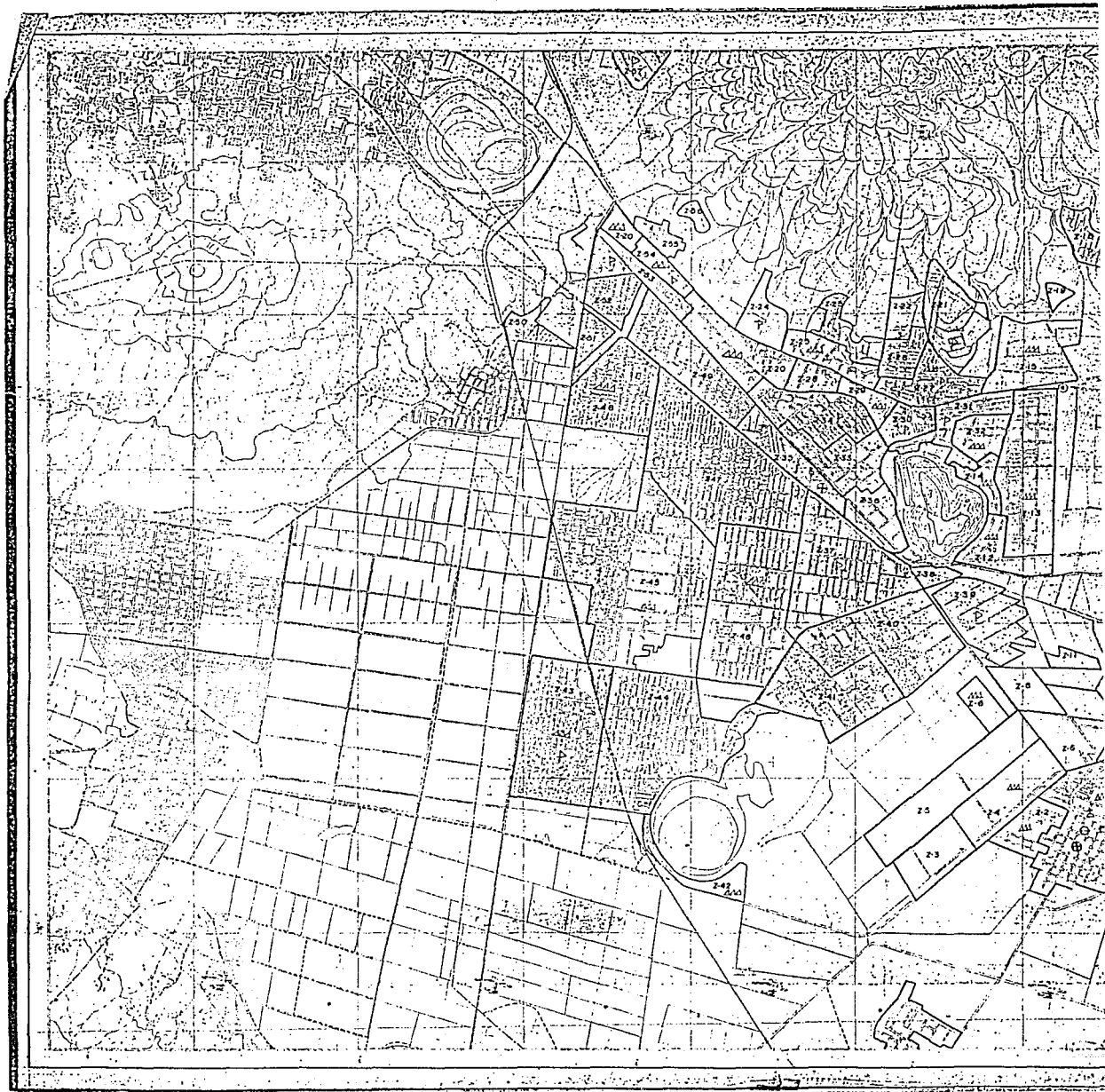


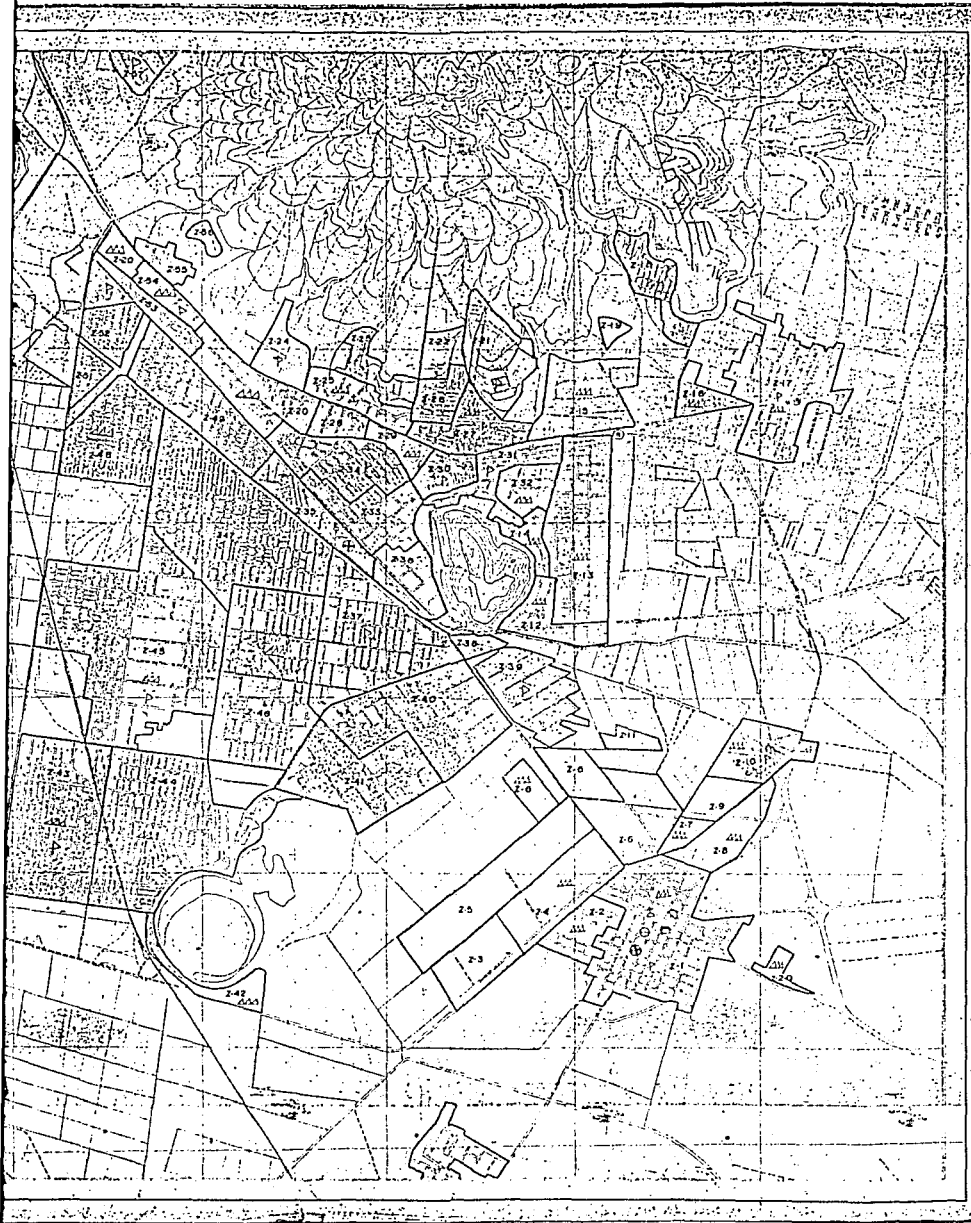
ENCUADRE: **1 20.000**

ESCALA: **FOUPO DE INTENSIDAD**

PLANO: **3**

FECHA: **CP. 1974-1989**




















PROYECTO VALLE DE CHALCO
UAM-X - ORSTOM
Elaborado para la Comunidad Económica Europea

SIMBOLOGÍA

ZONAS HOMOGÉNEAS

 ZONA HOMOGÉNEA

EQUIPAMIENTO

-  Industrial
-  Escuelas
-  Grupos
-  Mercado
-  Templo
-  Cementerio
-  Teléfono
-  Hospital
-  Bombas
-  Gasolera
-  Transmisión de agua
-  Centro de atención
-  Zona Arqueológica

Temática: ZONAS HOMOGÉNEAS Y EQUIPAMIENTO
Escala: 1:30,000

Elaborado por: EQUIPO DE INFOGRAFIA
Plano No.: 4
Fecha de impresión: 20/11/83

ANEXO TRES

Información estadística de los procesos realizados a las imágenes

EDICION DEL ENCABEZADO DE LA IMAGEN SEXHR6B.IMG

Leyenda: IMAGEN HIDRIDA SPOT - FOTOGRAFIA AEREA

Fecha y hora de obtencion de la imagen: 4/8/89 10:23:43

Fecha y hora en que se dio de alta en PIXSAT: 4/8/92 10:23:45

Renclones de la imagen: 1200

Columnas: 1150

Bandas: 3

Tipo de los datos: BYTE

Satelite o dispositivo: SPOT MS

Medias de cada banda

52.6441 53.4663 54.0824

Desviacion estandar de cada banda

5.5677 6.8726 6.4057

Ganancias en la transformacion de cada banda

0.0000 0.0000 0.0000

Corrimientos en la transformacion de cada banda

0.0000 0.0000 0.0000

Coordenadas del punto inferior izquierdo de la imagen:

(0.00000, 0.00000)

Tamano del pixel en ambas direcciones (3.60000,3.60000)

EDICION DEL ENCABEZADO DE LA IMAGEN SEXHC.IMG

Leyenda: IMAGEN HIDRIDA SPOT - FOTOGRAFIA AEREA

Fecha y hora de obtencion de la imagen: 4/8/89 10:23:43

Fecha y hora en que se dio de alta en PIXSAT: 4/8/92 10:29:51

Reglones de la imagen: 1200

Columnas: 1150

Bandas: 1

Tipo de los datos: BYTE

Satelite o dispositivo: SPOT MS

Medias de cada banda

123.8992

Desviacion estandar de cada banda

80.6511

Ganancias en la transformacion de cada banda

0.0000

Corrimientos en la transformacion de cada banda

0.0000

Coordenadas del punto inferior izquierdo de la imagen:

(0.00000, 0.00000)

Tamano del pixel en ambas direcciones (3.60000,3.60000)

EDICION DEL ENCABEZADO DE LA IMAGEN SEXHIV.IMG

Leyenda: IMAGEN HIDRIDA SPOT - FOTOGRAFIA AEREA

Fecha y hora de obtencion de la imagen: 4/8/89 10:23:43

Fecha y hora en que se dio de alta en PIXSAT: 4/8/92 10:33:11

Reglones de la imagen: 1200

Columnas: 1150

Bandas: 1

Tipo de los datos: BYTE

Satelite o dispositivo: SPOT MS

Medias de cada banda

125.0210

Desviacion estandar de cada banda

6.8640

Ganancias en la transformacion de cada banda

0.0000

Corrimientos en la transformacion de cada banda

0.0000

Coordenadas del punto inferior izquierdo de la imagen:

(0.00000, 0.00000)

Tamano del pixel en ambas direcciones (3.60000,3.60000)

ESTADÍSTICAS DE LA TRANSFORMACION DE COMPONENTES PRINCIPALES
DE LA IMAGEN SEXHCP.img

Numero de bandas: 3

Matriz de covarianza

31.2225	25.1876	21.7855
25.1876	47.2331	40.3339
21.7855	40.3339	41.0336

Valores propios

100.5643	15.3359	3.5890
----------	---------	--------

Vectores propios

0.4328	0.6648	0.6088
0.8979	-0.2574	-0.3571
0.0807	-0.7012	0.7064

Porcentajes en cada componente de la imagen original

Componente	Porcentaje
1	64.161699%
2	12.834521%
3	3.003581%

Nombre de la muestra 1:ZONAINUNDA
 Numero de pixeles de esta muestra:1347
 Media:
 51.5382 50.7721 52.0631
 Matriz de covarianza:
 7.1373 0.1346 0.0403
 0.1346 5.4956 2.0605
 0.0403 2.0605 4.5242

Nombre de la muestra 2:VIVIENDAS
 Numero de pixeles de esta muestra: 895
 Media:
 58.3363 60.7173 63.0168
 Matriz de covarianza:
 64.8700 73.6131 73.4899
 73.6131 99.9681 98.8291
 73.4899 98.8291 100.7883

Nombre de la muestra 3:SUELODESNUDO
 Numero de pixeles de esta muestra:1556
 Media:
 53.3348 53.1491 52.9961
 Matriz de covarianza:
 12.9264 -0.0673 -0.5897
 -0.0673 12.2414 5.4848
 -0.5897 5.4848 8.6392

Nombre de la muestra 4:SUELOINUNDA
 Numero de pixeles de esta muestra:1599
 Media:
 36.6254 34.1169 40.9894
 Matriz de covarianza:
 40.0329 -5.2859 0.8659
 -5.2859 30.3662 -0.7716
 0.8659 -0.7716 2.8378

Nombre de la muestra 5:AGUA1
 Numero de pixeles de esta muestra:1370
 Media:
 48.8044 47.4839 53.1781
 Matriz de covarianza:
 26.2378 -1.6503 -0.0842
 -1.6503 31.1425 7.3900
 -0.0842 7.3900 9.2276

Nombre de la muestra 6:AGUA2
 Numero de pixeles de esta muestra:1386
 Media:
 50.6551 50.7338 50.3550
 Matriz de covarianza:
 3.3250 0.0402 -0.0212
 0.0402 2.4482 0.8050
 -0.0212 0.8050 1.9649

Nombre de la muestra 7:VEGETACION
 Numero de pixeles de esta muestra: 285
 Media:
 43.9825 39.9018 45.6561
 Matriz de covarianza:
 62.6088 59.5088 23.3355
 59.5088 94.0255 37.9485
 23.3355 37.9485 17.6081

SELECCION DE ATRIBUTOS DEL ARCHIVO SUHIBRID.EST

Numero de bandas consideradas: 2, Bandas: 1 2

Nombre de la clase	2	Numero de clase				
		3	4	5	6	7
ZONAINUNDA	1 1.013	0.575	1.399	0.815	0.424	1.057
VIVIENDAS	2	0.873	1.307	0.981	1.112	0.956
SUELODESNUDO	3		1.401	0.822	0.862	1.023
SUELOINUNDA	4			1.238	1.405	0.754
AGUA1	5				0.988	0.712
AGUA2	6					1.160
VEGETACION	7					

Numero de bandas consideradas: 2, Bandas: 1 3

Nombre de la clase	2	Numero de clase				
		3	4	5	6	7
ZONAINUNDA	1 1.056	0.449	1.411	0.614	0.614	1.041
VIVIENDAS	2	0.982	1.315	0.987	1.180	1.103
SUELODESNUDO	3		1.407	0.548	0.901	1.028
SUELOINUNDA	4			1.396	1.412	0.876
AGUA1	5				0.934	0.984
AGUA2	6					1.071
VEGETACION	7					

Numero de bandas consideradas: 2, Bandas: 2 3

Nombre de la clase	2	Numero de clase				
		3	4	5	6	7
ZONAINUNDA	1 1.061	0.503	1.412	0.778	0.615	1.089
VIVIENDAS	2	1.013	1.340	1.082	1.213	1.225
SUELODESNUDO	3		1.407	0.736	0.834	1.064
SUELOINUNDA	4			1.390	1.414	1.010
AGUA1	5				1.085	1.088
AGUA2	6					1.087
VEGETACION	7					

Numero de bandas consideradas: 3, Bandas: 1 2 3

Nombre de la clase	2	Numero de clase				
		3	4	5	6	7
ZONAINUNDA	1 1.086	0.598	1.414	0.903	0.682	1.135
VIVIENDAS	2	1.059	1.360	1.139	1.235	1.235
SUELODESNUDO	3		1.413	0.881	0.981	1.107
SUELOINUNDA	4			1.401	1.414	1.051
AGUA1	5				1.171	1.122
AGUA2	6					1.164
VEGETACION	7					

ESTADÍSTICAS DE LA TRANSFORMACION DE COMPONENTES PRINCIPALES
DE LA IMAGEN EX100CP.img

Numero de bandas: 3

Matriz de covarianza
98.3428 116.0031 67.1418
118.0031 151.4419 88.9359
67.1418 88.9359 164.3825

Valores propios
323.7278 86.5896 3.8498

Vectores propios
0.5076 0.6434 0.5730
-0.3821 -0.4280 0.8191
0.7722 -0.6347 0.0286

Porcentajes en cada componente de la imagen original

Componente	Porcentaje
1	78.163536%
2	20.906928%
3	0.929536%

Valor Número de Área TAMARCO RELATIVO
 pixeles (Metros²)

0	1624	6.496e+005
1	731	2.924e+005
2	1098	4.392e+005
3	1205	4.820e+005
4	1454	5.816e+005
6	1837	7.348e+005
8	1942	7.768e+005
10	2062	8.248e+005
12	2454	9.816e+005
14	3021	1.208e+006
17	3812	1.525e+006
21	4709	1.884e+006
26	5699	2.280e+006
32	7146	2.858e+006
40	8801	3.520e+006
49	9780	3.912e+006
58	9898	3.879e+006
68	10179	4.072e+006
77	10356	4.142e+006
87	10434	4.174e+006
97	10366	4.146e+006
107	10260	4.144e+006
117	10427	4.171e+006
127	10724	4.290e+006
137	10093	4.037e+006
146	9773	3.905e+006
155	9646	3.858e+006
164	9634	3.854e+006
173	9287	3.715e+006
182	9015	3.606e+006
191	8650	3.460e+006
199	8828	3.531e+006
207	8568	3.427e+006
214	7455	2.982e+006
221	6506	2.602e+006
227	5773	2.309e+006
232	4867	1.947e+006
236	4037	1.615e+006
240	3332	1.333e+006
243	2756	1.102e+006
245	2177	8.708e+005
247	1800	7.200e+005
248	1467	5.868e+005
250	1201	4.804e+005
251	1705	6.820e+005
252	607	2.428e+005
253	856	3.424e+005
254	1018	4.072e+005
255	1030	4.120e+005

Tamaño (Metros) del pixel en la dirección X = 2.00000000e+001

Tamaño (Metros) del pixel en la dirección Y = 2.00000000e+001

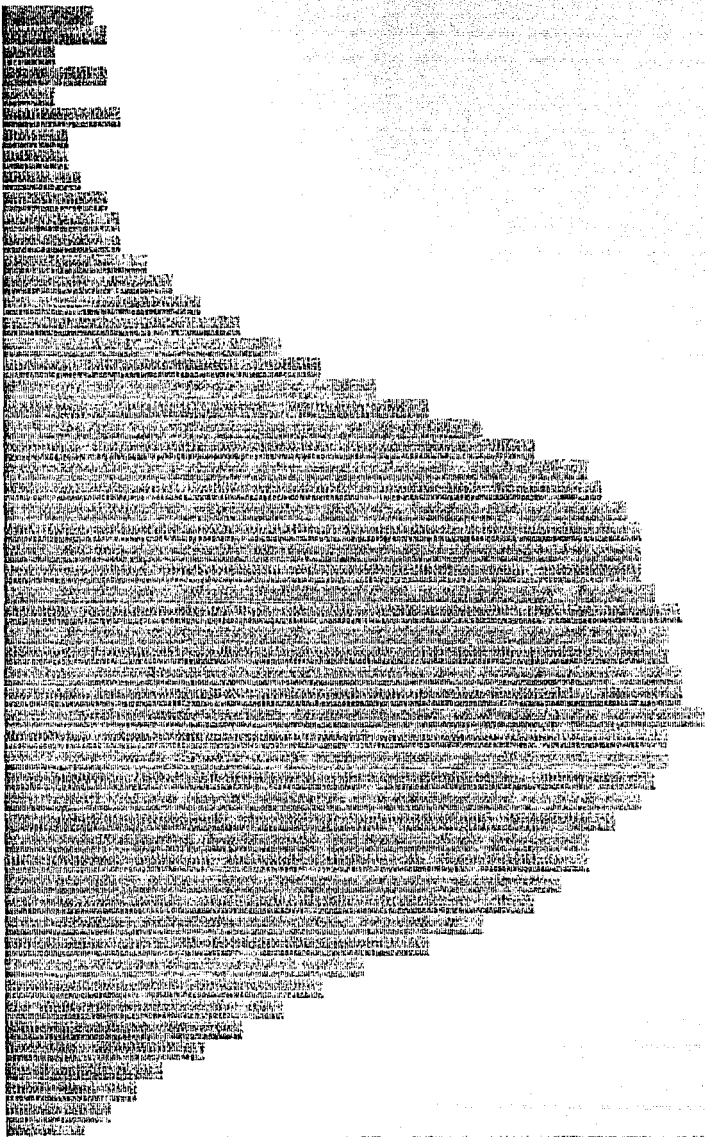
Área total cubierta por la imagen (Metros²) = 1.08000000e+008

ISTOGRAMA DE LA IMAGEN EXICON.IMG BANDA 2

Valor Número de
pixeles Area
(Metros²)

TAMANO RELATIVO

0	1312	5.248e+005
1	1471	5.884e+005
2	691	2.764e+005
3	1467	5.868e+005
4	743	2.972e+005
5	1575	6.300e+005
6	846	3.384e+005
7	894	3.576e+005
8	1044	4.176e+005
9	1329	5.316e+005
11	1512	6.048e+005
12	1644	6.576e+005
14	1928	7.712e+005
16	2173	8.692e+005
18	2633	1.053e+006
21	3040	1.216e+006
24	3520	1.408e+006
27	3955	1.582e+006
31	4631	1.852e+006
36	5355	2.142e+006
42	6065	2.426e+006
48	6734	2.694e+006
54	7404	2.962e+006
61	7461	2.984e+006
69	7769	3.108e+006
76	8015	3.206e+006
84	7952	3.181e+006
91	8040	3.216e+006
99	8176	3.270e+006
107	8459	3.384e+006
115	8299	3.320e+006
123	8346	3.338e+006
131	8512	3.405e+006
139	8531	3.412e+006
147	8732	3.493e+006
155	8402	3.361e+006
163	8374	3.350e+006
171	8124	3.250e+006
179	7993	3.197e+006
186	7731	3.092e+006
193	7345	2.938e+006
200	7304	2.922e+006
207	6956	2.782e+006
213	6662	2.665e+006
219	6043	2.417e+006
225	5330	2.132e+006
230	4599	1.840e+006
234	3981	1.592e+006
237	3498	1.399e+006
240	2985	1.194e+006
243	2486	9.944e+005
245	2093	8.372e+005
247	1745	6.980e+005
248	1434	5.736e+005
249	1142	4.568e+005



1	749	2.996e+005	1.000000000e+000
2	1169	4.676e+005	1.000000000e+000
3	728	2.912e+005	1.000000000e+000
4	881	3.524e+005	1.000000000e+000
5	1057	4.228e+005	1.000000000e+000

Área (Metros) del pixel en la dirección X = 2.000000000e+001
Área (Metros) del pixel en la dirección Y = 2.000000000e+001
Área total cubierta por la imagen (Metros²) = 1.080000000e+008

HISTOGRAMA DE LA IMAGEN EXICON.IMG BANDA 3

Valor Número de Área TAMAJUO RELATIVO
 pixeles (Metros²)

0	1398	5.592e+005	
1	1161	4.644e+005	
2	774	3.096e+005	
3	1740	6.960e+005	
4	854	3.416e+005	
5	1060	4.240e+005	
6	1259	5.036e+005	
8	1440	5.760e+005	
9	1798	7.192e+005	
11	2206	8.824e+005	
13	2632	1.052e+006	
16	3095	1.238e+006	
19	3659	1.464e+006	
23	4199	1.680e+006	
27	4595	1.838e+006	
32	5055	2.022e+006	
37	5441	2.176e+006	
42	6075	2.430e+006	
48	6579	2.632e+006	
55	7157	2.862e+006	
61	7153	2.861e+006	
68	7489	2.998e+006	
76	7683	3.073e+006	
83	8131	3.252e+006	
91	8036	3.214e+006	
99	8219	3.286e+006	
107	8489	3.392e+006	
115	8719	3.488e+006	
123	9065	3.626e+006	
132	9535	3.814e+006	
141	9491	3.796e+006	
150	9519	3.808e+006	
159	8986	3.594e+006	
167	8781	3.512e+006	
175	8204	3.282e+006	
183	7696	3.076e+006	
190	7067	2.827e+006	
196	6430	2.572e+006	
202	5869	2.348e+006	
207	5405	2.162e+006	
212	5062	2.025e+006	
217	4465	1.786e+006	
221	4071	1.628e+006	
225	3695	1.478e+006	
228	3357	1.343e+006	
231	3007	1.203e+006	
234	2616	1.046e+006	
236	2320	9.280e+005	
238	2078	8.312e+005	
240	1842	7.368e+005	
242	1684	6.736e+005	
243	1486	5.944e+005	

1184	4.736e+005	
1111	4.444e+005	
958	3.832e+005	
876	3.504e+005	
787	3.148e+005	
654	2.616e+005	
1161	4.644e+005	
1247	4.988e+005	
893	3.572e+005	
976	3.904e+005	
965	3.860e+005	

Nº (Metros) del pixel en la dirección X = 2.00000000e+001
Nº (Metros) del pixel en la dirección Y = 2.00000000e+001
total cubierta por la imagen (Metros²) = 1.08000000e+008

REPORTE DE MUESTRAS DEL ARCHIVO XICO.EST

Nombre de la muestra 1:VIVIENDAS
 Numero de pixeles de esta muestra:762

Media:
 65.7953 65.8701 67.5000
 Matriz de covarianza:
 47.2721 12.3268 12.3390
 12.3268 54.6441 54.8167
 12.3390 54.8167 56.0558

Nombre de la muestra 2:SUELO
 Numero de pixeles de esta muestra:1589

Media:
 59.8534 60.2876 60.5815
 Matriz de covarianza:
 6.8179 0.0504 -0.6200
 0.0504 7.7365 3.0052
 -0.6200 3.0052 7.4639

Nombre de la muestra 3:PASTOS
 Numero de pixeles de esta muestra:1439

Media:
 58.1758 57.6776 59.4350
 Matriz de covarianza:
 5.6540 -0.8480 -0.0891
 -0.8480 5.2604 1.6890
 -0.0891 1.6890 3.1959

Nombre de la muestra 4:AGUA
 Numero de pixeles de esta muestra:1329

Media:
 52.1023 49.7201 52.6057
 Matriz de covarianza:
 6.5874 -0.5963 0.2866
 -0.5963 23.4065 2.0545
 0.2866 2.0545 4.3173

SELECCION DE ATRIBUTOS DEL ARCHIVO XICO.EST

Numero de bandas consideradas: 2, Bandas: 1 2

Nombre de la clase	2	3	4
VIVIENDAS	1 0.974	1.120	1.268
SUELO	2	0.622	1.315
PASTOS	3		1.234
AGUA	4		

Numero de bandas consideradas: 2, Bandas: 1 3

Nombre de la clase	2	3	4
VIVIENDAS	1 1.010	1.149	1.308
SUELO	2	0.509	1.349
PASTOS	3		1.332
AGUA	4		

Numero de bandas consideradas: 2, Bandas: 2 3

Nombre de la clase	2	3	4
VIVIENDAS	1 1.020	1.072	1.287
SUELO	2	0.585	1.304
PASTOS	3		1.304
AGUA	4		

Numero de bandas consideradas: 3, Bandas: 1 2 3

Nombre de la clase	2	3	4
VIVIENDAS	1 1.139	1.199	1.351
SUELO	2	0.682	1.377
PASTOS	3		1.300
AGUA	4		

REPORTE DE MUESTRAS DEL ARCHIVO CHALCO. EST

Nombre de la muestra 1:AGUA1

Numero de pixeles de esta muestra:1204

Media:

49.7068 44.2143 53.9111

Matriz de covarianza:

58.1343 -1.1965 1.3929

-1.1965 27.9158 5.6791

1.3929 5.6791 19.4376

Nombre de la muestra 2:VEGE1

Numero de pixeles de esta muestra:1214

Media:

46.6796 45.8764 47.1540

Matriz de covarianza:

4.6878 -0.0734 0.2530

-0.0734 4.7465 2.7824

0.2530 2.7824 3.5896

Nombre de la muestra 3:AGUA2

Numero de pixeles de esta muestra: 245

Media:

45.6122 46.9918 54.5265

Matriz de covarianza:

13.0089 9.9927 8.4017

9.9927 9.1639 9.2584

8.4017 9.2584 11.8487

Nombre de la muestra 4:URBANO

Numero de pixeles de esta muestra:1150

Media:

53.0574 52.1878 53.7443

Matriz de covarianza:

4.3570 -0.2171 0.0069

-0.2171 3.9542 2.4127

0.0069 2.4127 3.6230

Nombre de la muestra 5:VOLCAN

Numero de pixeles de esta muestra:1505

Media:

62.6518 62.8159 61.5223

Matriz de covarianza:

4.6885 -0.2031 0.0716

-0.2031 4.1277 1.7897

0.0716 1.7897 2.8680

Nombre de la muestra 6:ARBOLES

Numero de pixeles de esta muestra: 301

Media:

46.0299 50.0432 49.0498

Matriz de covarianza:

2.4224 0.7054 0.7152

0.7054 1.0415 0.9612

0.7152 0.9612 1.2208

Nombre de la muestra 7:VIVIENDA

Numero de pixeles de esta muestra: 435

Media:

59.9126 63.5034 64.5011

Matriz de covarianza:

46.3057 48.6800 49.7766

48.6800 56.0155 60.2748

Numero de pixeles de esta muestra: 608

Media:

48.7286 45.7911 48.0806

Matriz de covarianza:

8.0201 -0.6812 -0.6222
-0.6812 4.6795 1.7071
-0.6222 1.7071 3.1549

Nombre de la muestra 9:CANALPPAL

Numero de pixeles de esta muestra: 336

Media:

49.5714 45.6607 45.4970

Matriz de covarianza:

6.4964 0.7497 0.4584
0.7497 7.9442 6.9721
0.4584 6.9721 8.4239

Nombre de la muestra 10:SUEDESNU

Numero de pixeles de esta muestra: 276

Media:

57.3732 60.8732 61.3877

Matriz de covarianza:

6.3439 6.0839 5.8984
6.0839 7.1511 7.1839
5.8984 7.1839 8.0928

Nombre de la muestra 11:PASTOS

Numero de pixeles de esta muestra:1280

Media:

58.6594 57.9289 59.5141

Matriz de covarianza:

3.7478 -0.4144 -0.0585
-0.4144 4.3929 1.2547
-0.0585 1.2547 2.5627

Nombre de la muestra 12:VEG.PANTA

Numero de pixeles de esta muestra:1499

Media:

48.7932 50.1174 48.6871

Matriz de covarianza:

5.8170 0.2907 -0.0854
0.2907 2.6471 -0.0640
-0.0854 -0.0640 5.6023

Nombre de la muestra 13:RASTROJO

Numero de pixeles de esta muestra: 649

Media:

51.1017 49.5485 52.6102

Matriz de covarianza:

5.5390 -0.1346 -0.2952
-0.1346 2.6585 2.3361
-0.2952 2.3361 2.6179

Nombre de la muestra 14:AGUA

Numero de pixeles de esta muestra:1261

Media:

47.9144 45.0896 51.7803

Matriz de covarianza:

20.1308 -2.8201 0.2010
-2.8201 17.7801 0.5522
0.2010 0.5522 1.5017