



00161
8.
24

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y DE PERCEPCIÓN REMOTA EN LA PLANIFICACIÓN URBANA Y REGIONAL

Tesis que para obtener el grado de Maestro en Urbanismo presenta:

Raúl Lemus Pérez

División de Estudios de Posgrado e Investigación.

Facultad de Arquitectura. UNAM

1998

DIRECTOR DE TESIS:

MTRO. EN ARQ. ROBERTO EIBENSCHUTZ HARTMAN



265683



TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

SINODALES PROPIETARIOS:

MTRO. EN ARQ. HECTOR ROBLEDO LARA

DR. JORGE CERVANTES BORJA

SINODALES SUPLENTE:

MTRO. EN C. VICTOR CHAVEZ OCAMPO

MTRO. EN ARQ. CARLOS CORRAL BEKER

*"A todas las personas que han
depositado su confianza en mi".*

Es difícil agradecer en una página a todas las personas que has conocido y que te han motivado a seguir adelante con tu trabajo, apoyando con paciencia las múltiples dudas e inquietudes que tuve al realizar este trabajo.

A mis padres, por el cariño y aliento que me han dado para terminar esta etapa de mi vida.

Al Arquitecto Roberto Eibenschutz, le doy gracias por haberme apoyado incondicionalmente a lo largo de mi vida académica, profesional y personal, además de enseñarme que la calidad humana es el título más importante que se debe preservar en la vida y dirigir este trabajo.

Al Dr. Boris Graizbord, por darme la oportunidad de trabajar y aprender a su lado.

Al Dr. Lyndon Babcock por interesarse en el tema de mi investigación y por orientarme sobre su desarrollo cuando más lo necesitaba.

A mis sinodales: Arquitecto Víctor Chavez Ocampo, Arquitecto Carlos Corral Becker y el Arquitecto Héctor Robledo Lara quienes tuvieron la amabilidad de revisar este trabajo.

A mis amigos: Jaime, Lyssette, Verónica, Emelina, Cesar y Juan por compartir conmigo los momentos más agradables tanto en el trabajo como en la diversión.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I ANTECEDENTES	6
1.1- Principales instrumentos para la implementación de las políticas urbanas.	10
1.2- Evolución de los Sistemas de Información Geográfica, como nacieron y sus aplicaciones en materia de planeación urbana.	12
1.3- Actualización de la base cartográfica por medio del Sistema de Posicionamiento Global	17
1.4.- Disponibilidad de Sistemas de Información Geográfica en el mercado mexicano	18
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	21
2.1.- Principales concepciones teóricas sobre la ciudad	23
2.2.- Ideas contemporáneas sobre la ciudad	25
2.3.- Análisis de la teoría de sistemas	29
• 2.3.1. Definición del concepto de sistema	30
2.4.- Aplicación de la teoría de sistemas en la planeación urbana y regional.	35
2.5.- Definición del concepto de sistema de información geográfica	37
2.6.- Definición del concepto de Percepción Remota	42
CAPÍTULO III CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	49
3.1.- Metodología en la construcción del S.I.G.	49
3.2.- Construcción del Sistema de Información Geográfica del Distrito Federal y de la colonia Polanco.	54
• 3.2.1.- Elaboración de la cartografía base del área de estudio	57
• 3.2.2.- Elaboración del mapa base en el S.I.G. vectorial	59
• 3.2.3.- Metodología utilizada en la construcción y selección de las variables demográficas	59
3.3.- Incorporación de las imágenes de satélite dentro del sistema de información geográfica en formato raster.	62
• 3.3.1.- Información básica y alternativas para construir el Sistema de Información.	62

3.4.- Instrumentos para actualizar el Sistema de Información Geográfica: el Sistema de Posicionamiento Global.	63
--	----

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y CONCLUSIONES DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. 65

4.1.- Análisis demográfico en el Distrito Federal.	66
--	----

Elaboración de escenarios alternativos: Hipótesis alta y baja.	68
--	----

4.2.- Análisis de la distribución de los usos de suelo en la colonia Polanco	71
--	----

4.3.- Evolución del crecimiento del área urbana de la ZMCM desde 1900 hasta 1990.	78
---	----

4.4.- Interpretación de los elementos de la estructura urbana por medio del análisis de las imágenes de satélite.	83
---	----

4.5.- CONCLUSIONES	87
--------------------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INTRODUCCIÓN

Esta investigación presenta una semblanza de la evolución de los Sistemas de Información Geográfica (SIG's), los Sistemas de Percepción Remota (SPR) y su aplicación en la Planeación Urbana y Regional, dirigida a comprobar que dichas herramientas son útiles para agilizar la toma de decisiones dentro del proceso de Planeación.

La preocupación fundamental de ésta investigación reside en diseñar una metodología acorde a las necesidades de la Planificación Urbana del país, adaptando a los SIG's y los SPR con los lineamientos técnicos de la planeación, encontrando el punto intermedio donde estas tres disciplinas tienen un componente en común enfocado desde un punto de vista de la Teoría de Sistemas.

Esta meta se realizará en base al análisis de los aspectos teóricos del SIG, de la Planificación Urbana, de los Sistemas de Percepción Remota, de la Teoría de Sistemas y de la teoría de la localización para después aplicar estos conceptos en el diagnóstico urbano de la Ciudad de México estudiando sus aspectos demográficos; además se identificarán los elementos de la estructura urbana del D.F. por medio de imágenes de satélite y el análisis del crecimiento del área urbana de la Ciudad de México desde 1900 a 1990.

Se pensó así para que el lector pudiese tener una primera guía sobre la aplicación de los SIG en la planeación urbana y de sus potencialidades en el análisis espacial.

Es preciso señalar que los paquetes que son utilizados en la investigación no son los únicos en el mercado, pero son los más accesibles y permiten manipular la información cartográfica y estadística al mismo tiempo. Estos paquetes son el Mapinfo Profesional e Idrisi.

El manejo de distintos formatos permitirá apreciar las diferencias en cuanto al tratamiento de la información, demostrando que utilizados en conjunto permiten tener un panorama más amplio sobre el fenómeno urbano.

La importancia de analizar estos sistemas e incorporarlos como otra herramienta para la planeación urbana, se debe a que los problemas urbanos tienen su máxima expresión en el territorio, donde se pueden apreciar un sinnúmero de problemas como, cambios acelerados en los usos del suelo, cambios en las intensidades de las construcciones y ampliación de calles, que además derivan en complejidades funcionales

como los congestionamientos viales y la pérdida de horas/hombre en el traslado de un punto a otro de la ciudad.

La planificación es una disciplina que trata de dar soluciones a estos problemas desde tres puntos de vista: teórico, técnico y jurídico. Sin embargo, no hay una continuidad en ninguna de ellas y trabajan aisladamente.

El aspecto más delicado es el técnico, debido a que la ciudad es un ente dinámico y los cambios que se gestan en su estructura urbana son difíciles de seguir y controlar con los métodos tradicionales. La herramienta que utiliza la planificación urbana para detectar estos cambios son el diagnóstico y el pronóstico.

El primero establece las deficiencias que tiene un centro de población en cualquier elemento de su estructura urbana y el segundo trata de determinar el comportamiento futuro de dichos elementos. Sin embargo, la realidad siempre ha llevado la delantera a la planificación en su esfuerzo de controlar el crecimiento urbano, debido a que los métodos como la fotografía aérea actualmente son insuficientes para evaluar el crecimiento de la ciudad.

La inquietud de utilizar los SIG's y los SPR en la planeación urbana nace de observar cómo los planes y programas de desarrollo urbano han tenido poca eficacia en controlar el crecimiento urbano. Considero que una de las principales fallas es que la planeación no contaba con las herramientas técnicas, que le permitieran manejar grandes volúmenes de información y fáciles de actualizar.

Además, la incapacidad por parte de la planificación para experimentar con las políticas propuestas directamente sobre la ciudad, provoca una grave limitación para apreciar los cambios en la estructura urbana y la cantidad de gente que se verá afectada.

Para elaborar esta investigación fue necesario construir una serie de objetivos, los cuales tienen la intención de orientar y delimitar los resultados que se van a producir por medio del sistema de información geográfica, separándolos en objetivos generales y particulares.

Los primeros ofrecen una visión general para integrar la metodología que utilizan los SIG con la planeación urbana y regional. Los objetivos particulares determinan la forma de utilizar esta metodología en la Zona Metropolitana del Valle de México, por medio de estudiar los distintos elementos de la estructura urbana de la ciudad.

Los objetivos que se consideran más importantes para esta investigación son los siguientes:

- 1.- Analizar algunos sistemas de información geográfica y de percepción remota a nivel teórico y práctico, que permita establecer un vínculo con la planeación urbana y regional.
- 2.- Comprender el origen y desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica y los Sistemas de Percepción Remota con el fin de delimitar sus ventajas y limitaciones.
- 3.- Determinar la injerencia de los SIG y el sistema de percepción remota en la descripción de fenómenos urbanos para identificar patrones de comportamiento y las variables objeto de ser planificadas e influenciadas.
- 4.- Elaborar una metodología sobre el uso de los Sistemas de Información Geográfica y de Percepción Remota, que esté al alcance de cualquier usuario que desee utilizar dichos sistemas en fenómenos urbanos.

Además se proponen otros objetivos secundarios que guían la investigación realizada en la zona de estudio y son los siguientes:

- 1.- Realizar algunas aplicaciones dentro del Sistema de Información Geográfica y el Sistema de Percepción Remota en la Ciudad de México, analizando los distintos niveles en la estructura urbana de la ciudad.
- 2.- Establecer una relación teórica y práctica entre dichos sistemas con la planificación urbana.
- 3.- Elaborar un acervo cartográfico actualizado, en base al resultado de los análisis elaborados por medio del SIG y el SPR de los cambios en la estructura urbana, con el fin de determinar las ventajas y limitaciones de dichos sistemas.
- 4.- Evaluación de la capacidad del SIG para visualizar la información estadística en el espacio geográfico de dos maneras distintas. La primera utilizará el SIG vectorial para realizar un análisis demográfico del Distrito Federal y un diagnóstico del comportamiento de los usos del suelo en la colonia Poñanco. En segundo lugar, utilizando el sistema de percepción remota, se producirán mapas que muestran el cambio en el área urbana de la ZMCM desde 1900 hasta 1990 y finalmente se identificarán algunos elementos urbanos por medio de las imágenes de satélite.

Para cumplir estas metas, la estructura del trabajo se definió de la siguiente manera: La primera parte describe los antecedentes generales sobre la planificación urbana, la evolución de los Sistemas de Información Geográfica y los Sistemas de

Percepción Remota, la aplicación de estos sistemas en fenómenos urbanos, el papel del Sistema de Posicionamiento Global como alternativa para actualizar la información cartográfica y finalmente la disponibilidad de estos paquetes en México

La segunda parte está compuesta por los elementos teóricos que dan un sustento formal a la tesis, revisando los conceptos que se han escrito sobre la Teoría General de Sistemas, la Planeación Urbana, los Sistemas de Información Geográfica y la Teoría de la Localización.

Este apartado teórico se realizará por medio de la consulta bibliográfica y hemerográfica, esta última fuente es importante, porque la información sobre los SIG's es escasa y las revistas constituyen la fuente de información más accesible sobre el tema. Así, será posible determinar una unión conceptual entre las tres disciplinas, que permitan producir una nueva metodología para adaptar los Sistemas de Información Geográfica a las necesidades de la planificación urbana en México.

La tercera parte consiste en diseñar una metodología para construir el SIG, tomando en cuenta la dimensión de los objetivos propuestos, la disponibilidad de la información (cartográfica y estadística) y el tipo de programas con los que se cuenta para realizar el análisis.

Además, presenta los resultados obtenidos en el Sistema de Información Geográfica de los aspectos más relevantes del comportamiento de la población del D.F.. Se realizará la manipulación de las variables demográficas con el fin de evaluar la capacidad del SIG para generar nueva información.

Por otro lado, se analizan los usos del suelo de la colonia Polanco, comparándolas con el Programa Parcial de Polanco (antes Z.E.D.E.C.), con el fin de evaluar las políticas que dicho programa propone revisando los usos de suelo de la Avenida Masaryk y comparándolos con los usos catastrales de Polanco.

Estos análisis se realizarán en los SIG's propuestos anteriormente, con el fin de apreciar las capacidades de análisis y representación cartográfica que ofrecen ambos sistemas.

En el SIG de tipo raster se presentan los resultados de la interpretación de las imágenes de satélite en la identificación de los elementos de la estructura urbana y las etapas de crecimiento en la Zona Metropolitana del Valle de México.

Se debe tomar en cuenta que la falta de información cartográfica es la principal limitación de este trabajo, por que si requerimos un detalle mayor en la información ésta tiende a ser más escasa. Por ejemplo, es fácil conseguir los límites políticos del D.F., pero no es así con la división por lotes de alguna zona de la ciudad. Estos problemas se deben a que la información no está al alcance del público en general

Así, se utilizará la cartografía disponible y de ser necesario se realizarán levantamientos de campo en la zona de estudio, utilizando otros medios de información como la fotografía aérea, mapas topográficos e imágenes de satélite.

CAPITULO I ANTECEDENTES

La planificación apareció en América Latina alrededor de los años 40 teniendo sus orígenes en la posguerra y el mundo socialista. La primera orientó a la planificación bajo una necesidad de reconstruir las ciudades que habían sido devastadas y el segundo sirvió como herramienta para validar un sistema donde se reduce la importancia del mercado.

Sin embargo, fue en la década de los años 60 donde la planificación tuvo su principal impulso¹ y estuvo vinculada estrechamente a la promoción del desarrollo. Este papel le fue asignado en la Conferencia de Punta del Este de 1961 donde los representantes de la mayoría de los países aprobaron un conjunto de recomendaciones entre las que resaltaba la necesidad de programar el desarrollo².

Esta necesidad de programar contribuyó a superar una situación de resistencia hacia la planificación, que estaba cimentada en “una connotación política vinculada a los orígenes y posterior desarrollo de la planificación en los países socialistas”³, utilizando frecuentemente el término de “programación” en vez de planificación.

Las resoluciones que se tomaron en la Conferencia de Punta del Este, contribuyeron a caracterizar las modalidades y el contenido del proceso de planificación, estableciendo que para la obtención de financiamiento externo el Plan de Desarrollo era un requisito ineludible. En consecuencia, más que la convicción de la necesidad de planificar, se aceptó la necesidad de disponer de planes.

Esto significó fortalecer “sistemas para la preparación, ejecución y revisión periódica de los programas nacionales de desarrollo económico y social”⁴. En consecuencia, los países de la región se preocuparon por constituir y reforzar los equipos técnicos capaces de elaborar dichos programas, reorganizando las

¹ CEPAL. *La planificación en América Latina*. Boletín Económico de América Latina, Volumen XII, Número 2, octubre de 1967.

² El primer punto del capítulo Requisitos básicos para el desarrollo, de la Carta de Punta del Este, establece: “ Que se ejecuten, de acuerdo con los principios democráticos, programas nacionales de desarrollo económico y social, amplios y bien concebidos, encaminados a lograr un crecimiento autosuficiente”. Consejo Interamericano Económico y Social, Alianza para el Progreso, Documentos Oficiales de la Reunión Extraordinaria, Washington D.C., Unión Panamericana, p 12, 1961.

³ Mattos de A, Carlos en *Revista Interamericana de Planificación*, “Planes versus planificación en la experiencia latinoamericana”, Volumen XV, número 59, septiembre de 1981, p 55

⁴ Ver Consejo Interamericano Económico y Social, op. cit.

dependencias del sector público y los cuadros técnicos que debían llevar a cabo estas nuevas actividades de planificación.

En México este impulso se refleja principalmente en el período presidencial de Luis Echeverría, quien “llevó a cabo actividades de planeación creando varias oficinas de desarrollo rural.”⁵ A partir de 1973 el ejecutivo dio más impulso a las políticas urbano – industriales que culminaron con la promulgación de la Ley de Asentamientos Humanos en 1976.

Esta ley creó la base para la intervención estatal de manera consistente en la planeación de los asentamientos humanos e identificó los niveles de responsabilidad para la realización de políticas a nivel nacional, estatal, conurbado y municipal.

López Portillo impulsó la actividad de las instancias oficiales de planificación, principalmente de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, la cual formuló el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, el cual serviría para afrontar las grandes disparidades en la distribución de la población nacional⁶.

El planificador de esta década postulaba la necesidad de realizar ciertas transformaciones en la estructura socioeconómica y sostenía que la planificación era el medio adecuado para lograrlo. Esta corriente se consolidó al avanzar el período de la segunda posguerra. Sus premisas principales se referían a la necesidad de la industrialización, de la modernización de la agricultura y de la dinamización y diversificación del comercio exterior.

Se construyó una ideología⁷, conocida como la corriente estructuralista o desarrollista, ampliamente difundida por la CEPAL y el ILPES por medio de revistas, libros y cursos donde formaban a los cuadros técnicos latinoamericanos en el campo del desarrollo y de la planificación.

En la medida en que fue ganando difusión, esta corriente de pensamiento determinó la estructura de los sistemas de planificación y el contenido mismo de los

⁵ Ward, Peter M, **México: Una megaciudad Producción y reproducción de un ambiente urbano**, Alianza Editorial, 1991, Capítulo V pp 166-167

⁶ Ward, Peter M, op. Cit.

⁷ Se entiende como ideología a “un sistema de opiniones que fundándose en un sistema de valores admitidos, determina las actitudes y los comportamientos de los hombres en relación a los objetivos deseados del desarrollo de la Sociedad del grupo social o del individuo”, Schaff, Adam, **Sociología e Ideología**, Barcelona, 1969, p25

planes, de tal forma que a los planificadores de los años 60 se les considera como “planificadores del desarrollo”.

Si se toma en cuenta que la formulación de un “plan” está orientado por una visión o imagen del futuro que un conjunto de agentes, influenciados por una determinada ideología, tiene sobre determinada entidad, es fácil deducir que los “planes” están formulados bajo el punto de vista de la corriente de pensamiento dominante.

Para llegar a esta imagen del futuro es necesario que las acciones formuladas tengan la mayor efectividad posible, siendo necesario apoyarse en algún marco teórico sobre la estructura y el funcionamiento de la entidad a planificar.

Estos fundamentos teóricos deben ser compatibles con la ideología de los agentes que sustentan la imagen y servir de base para las decisiones que habrán de adoptar sobre las acciones del proceso, con el fin de tener una correspondencia entre la propuesta de acción y la realidad.

Sin embargo, los gobiernos latinoamericanos tenían una concepción muy diferente a la de los planificadores. Esta diferencia, de carácter ideológico, se traducía en una distinta imagen a futuro que la mayoría de las veces no estaba claramente definida. De tal forma, los planificadores elaboraban los planes en base a una metodología preestablecida, influenciados por su propia filosofía y utilizando el marco teórico compatible con esta ideología.

Como resultado de lo anterior, el planificador elaboró una imagen de cambio social centrado en las acciones de mediano y largo plazo, dejando a un lado las acciones de corto plazo⁸, lo que trajo como consecuencia que los planes no llegaran a la fase de ejecución, originado por las diferencias ideológicas de los planificadores y los tomadores de decisiones

⁸ Para Cibotti y Bardeci “ el planificador, generalmente presentaba un cuadro de soluciones basadas en una concepción estructuralista del desarrollo que no ponía remedio inmediato a los síntomas que preocupaban al político. El carácter que aquél le asignaba a los problemas, se encaminaba a la raíz de los mismos y a la necesidad de un cambio en el patrón de desarrollo. Esto tenía, desde el ángulo del político, el inconveniente de no brindar un remedio rápido para conjurar situaciones críticas y, por otro lado, las propuestas de cambio afectaban a los intereses de los grupos dominantes y esto agravaba aún más las dificultades que enfrentaba el poder político”. **Un enfoque crítico de la planificación en América Latina**, Santiago de Chile, ILPES, (Ed. mimeo), 1970.

México no fue la excepción, ya que los planes y programas de los años setenta y ochenta fueron formulados bajo este principio, ocasionando que los centros de población crecieran sin control y carentes de los servicios más indispensables para satisfacer las demandas de la población.

De hecho, los planificadores “tendieron a ignorar la importancia que tiene la ideología de los tomadores de decisión, transformando su actividad en un mero ejercicio teórico⁹”.

Existen otros factores que han provocado que la planificación haya tenido escasos resultados en la transformación de la realidad, como son: la ausencia de mecanismos operativos en los sistemas de planificación, la inadecuada coordinación entre planes y presupuestos del sector público y la inexistencia de sistemas de información estadística adecuadas.

En América Latina la planificación surge como un método de acción y de análisis acerca de las consecuencias del proceso de industrialización, percibido a través de la óptica de la sustitución de importaciones. El mismo concepto de “plan” se concibió ante una política de mayor crecimiento e industrialización.

Sin embargo, existen problemas conceptuales que impidieron que la planificación se estableciera como un método válido. Dichos problemas se basaban en la premisa “si cada etapa del proceso social procura definir categorías de análisis apropiadas se puede decir que la planificación se encuentra ante un dilema: o se enriquece con nuevos conceptos analíticos para responder a la cambiante realidad o la planificación desfigura la realidad para adaptarse a las antiguas categorías”.

Esto quiere decir que la planificación no puede implantarse sin una política de desarrollo definida y aceptada; en consecuencia, se puede afirmar que la planificación aparece tardíamente para disciplinar el proceso de sustitución de importaciones y prematuramente para servir a un modelo viable de desarrollo aún no definido con precisión.

⁹ Foxley dice que “...este proceso no ha pasado de constituir un ejercicio teórico, en el que participan casi exclusivamente los técnicos en la materia y cuya etapa más importante consistía en elaborar un documento (el plan)”. Foxley, Alejandro, *Estrategia de desarrollo y modelos de planificación*, México. Fondo de Cultura Económica, 1975, p18

Por consiguiente, el aislamiento de los planificadores del nivel político está relacionado con la visión parcial y restringida del proceso social donde están insertos, aunado a la etapa de transición que se vive en América Latina, donde se agota un patrón de desarrollo y no se tienen alternativas para sustituirlo.

1.1.-PRINCIPALES INSTRUMENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICAS URBANAS

La planeación urbana en México cuenta con instrumentos técnicos y jurídicos para “controlar” el desarrollo urbano. Los primeros tienen un carácter analítico y los segundos “modifican” la realidad por medio de leyes y reglamentos descritos a continuación:

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano se fundamenta en el artículo 115 constitucional de carácter federal estableciendo las atribuciones de los municipios, la forma de constitución y extensión de los poderes municipales además de los recursos que componen a la hacienda municipal.

La Ley General de Asentamientos Humanos establece normas de alcance federal aplicables a la regulación y planeación de los asentamientos humanos. Contempla la formulación de planes para zonas conurbadas.

El Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988 tiene un carácter federal y fija los objetivos de las políticas territoriales y urbanas para dicho periodo.

El Programa Nacional de Desarrollo de la Zona Metropolitana y la Región Centro de carácter federal y estatal establece las estrategias y políticas de desarrollo económico, social y espacial convenidas por el ámbito federal (SEDUE, DDF y SPP) con el nivel estatal (gobierno del Estado de México) para la ZMCM.

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano establece objetivos, políticas, estrategias y lineamientos generales de acción para la ordenación y reestructuración del territorio del Estado de México.

El Programa Delegacional de Desarrollo Urbano es un instrumento para la planeación urbana de la Delegación Política, en el se integran y ubican las acciones, planteamientos y objetivos del Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal.

Este programa señala las características que están sujetos todos los inmuebles del Distrito Federal, como usos del suelo, restricciones a la construcción y la estructura vial. Su objetivo es lograr el mejoramiento de la calidad de vida en la Delegación tomando en cuenta su relación con la Ciudad de México.

Señalando el carácter de los ordenamientos en el aprovechamiento de los bienes e inmuebles obligatorios para las personas físicas, morales, públicas, privadas y sociales.

Los Programas Parciales sujetos a los objetivos del Programa Delegacional son instrumentos cuyo objetivo es regular y conservar aquellas zonas de la ciudad con alta potencialidad en infraestructura, servicios y usos del suelo. Son conocidos como Zonas Especiales de Desarrollo Controlado

Los Programas Parciales deben cumplir con los requisitos establecidos por la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal ¹⁰ que en su Artículo 20 establece: “los programas parciales deben de contar dentro de su estructura con los siguientes elementos”:

I.- Fundamentación y motivación, debe incluir los antecedentes, el diagnóstico, el pronóstico y los razonamientos que justifiquen desde el punto de vista técnico urbanístico la elaboración o modificación del programa parcial de que se trate.

II.- La imagen objetivo:

III.- La estrategia de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, la cual debe de especificar las metas generales en cuanto al mejoramiento de la calidad de vida de la población en aquellos aspectos de desarrollo contenido en el programa.

IV.- El ordenamiento territorial debe contener la zonificación y las normas de ordenación.

V.- Los polígonos de actuación en su caso.

VI.- La regulación detallada de los polígonos de actuación en su caso.

VII.- La estructura vial del polígono sujeto al programa parcial que contendrá:

a.- las vías secundarias.

b.- las ciclopistas.

¹⁰ Diario Oficial de la Federación Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, D.D. F. Enero de 1996 pp 2, 19

c.- las áreas de transferencia.

d.- las vías específicas para peatones.

VIII.- El uso del espacio público.

IX.- Los proyectos urbanos específicos en su caso.

X.- Las acciones estratégicas y los instrumentos de ejecución.

XI.- La información gráfica.

Estos planes y programas abarcan la mayoría de los niveles de administración pública. con objeto de que la planificación cuente con el apoyo jurídico a nivel federal y estatal.

1.2.-EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, CÓMO NACIERON Y SUS APLICACIONES EN MATERIA DE PLANEACIÓN URBANA

La historia de los sistemas de información geográfica es fragmentada y parcial; la evolución que ha tenido a través del tiempo se han detectado en diversos países. Sin embargo, en todas las regiones se han identificado cuatro fases que son comunes en el desarrollo de los SIG's.

El primer periodo, definido como la frontera de la investigación, duró de 1950 a 1975 en los Estados Unidos y el Reino Unido; fue un periodo individualista desde el punto de vista tecnológico y no hubo contactos internacionales para intercambiar experiencias.

El segundo periodo estuvo inserto dentro de un marco de investigación formal y fue ampliamente financiado por el gobierno estadounidense desde 1973 hasta 1980, surgiendo departamentos, centros de investigación y agencias que se dedicaron a experimentar con las capacidades del SIG.

Sin embargo, los avances y experiencias seguían sin compartirse, lo que ocasionaba un desperdicio de recursos humanos y financieros. Durante esta época surgió una rápida comercialización de esta herramienta gestándose en 1982 una fuerte competencia entre los distribuidores.

Las últimas dos fases son similares: se comenzó a tener acceso a computadoras más veloces permitiendo el intercambio de complejas bases de datos y se permitió la comunicación entre redes. La característica más importante de estas etapas fue la superación de la práctica del ensayo y error continuo de las primeras dos

fases, llegando a los procedimientos que son comunes en cualquier sistema de información actual.

Además, en este periodo surge la necesidad de tener la mayor cantidad de información cartográfica y estadística con un grado de precisión realmente alto y accesible para la población.

En materia de planeación urbana, las aplicaciones del Sistema de Información Geográfica se orientan a la localización industrial (Cowen, Mitchell y Meyer en 1990); a la detección de mercados y su distribución de bienes y servicios (Gurd 1990) y a la zonificación de la ciudad (Sullivan y Chow 1990).

El periodo identificado por varios autores como el nacimiento de los sistemas de información geográfica es la década de los 50. Entre los autores más importantes se encuentra Aangebrug que señala: “El SIG surgió por primera vez en la Universidad de Washington en 1950, donde geógrafos e ingenieros desarrollaron métodos cuantitativos en los estudios del transporte”.

Aangebrug señala a Garrison y Horwood como los principales responsables de desarrollar estos métodos, además de fundar la asociación conocida como “Urban and Regional Information Systems Association” en 1963. El objetivo principal de la asociación era desarrollar nuevos métodos y herramientas de análisis que facilitaran el estudio de los fenómenos urbanos en Estados Unidos¹¹.

En la década de 1960 surge la discusión sobre el papel de la informática, donde se trataba de determinar si las computadoras eran útiles para realizar las actividades cotidianas de las oficinas gubernamentales, ya que los adelantos tecnológicos en materia de computación crecían demasiado rápido. Considero que esta discusión epistemológica es una etapa fundamental en la consolidación del SIG.

En base a esta discusión, la primera institución que comenzó a utilizar una computadora para procesar datos fue la oficina recaudadora de impuestos de Estados

¹¹ Maguire, David *Geographical Information Systems, Principles and Applications* en Maguire (sic) “History of GIS”. Volumen I, capítulo II, Loggman Scientific 1992

Unidos en 1965, quien llevo un registro de los títulos de propiedad de la ciudad con el fin de cuantificar y clasificar los usos del suelo (Cook y Kennedy 1966)¹².

A pesar de que funcionó bien, se dieron cuenta de que el hecho de actualizar la información requería necesariamente de un eslabón que permitiera vincular las distintas fuentes de datos de diversas organizaciones. Se hizo énfasis en realizar este experimento con algún tipo de información que necesariamente tuviera una referencia geográfica seleccionándose los códigos postales de los Estados Unidos.

El encargado de realizar esta tarea fue Caby Smith quien a su vez reclutó un equipo conformado por profesionales que hubiesen tenido alguna experiencia o investigación en el análisis espacial. La primera demostración de comparar y vincular datos, cartografía digital y un modelaje espacial rudimentario se realizo en 1967 llevando el nombre de New Haven Census Use Study.

Este sistema siguió funcionando hasta 1973 y trajo una explosión en las investigaciones de las aplicaciones sobre este tipo de tecnologías, surgiendo el primer programa llamado Address Matching Software (ADMATCH) con mucha aceptación en los medios académicos y gubernamentales en Estados Unidos.

De estas experiencias se identifican tres factores que ayudaron a la creación de los sistemas de información geográfica:

- 1.- El refinamiento en la técnica cartográfica
- 2.- El rápido desarrollo de los sistemas digitales de computación
- 3.- La revolución cuantitativa en el análisis espacial.

El SIG se fortaleció como una herramienta de análisis, surgiendo nuevas aplicaciones de esta tecnología que a continuación se describen:

En 1969 Ian McHarg formalizó el concepto de *Land suitability / capability analysis SCA*. Ésta es una técnica en la cual un dato concerniente al uso del suelo de un lugar será estudiado íntegramente dentro de un SIG analógico o digital. Estos programas SCA son usados para comparar y combinar distintos tipos de datos vía un modelo determinístico para producir un plano general.

¹² Cook R N , Kennedy J I **Proceedings of a Tri state conference on a Comprehensive Unified Land Data System**. College of Law , University of Cincinnati 1966

Si el modelo es aplicado cuidadosamente y los datos están disponibles, el mapa es consistente con las clases de uso del suelo y las limitaciones impuestas por las características naturales y culturales.

A finales de los años 60 la Universidad de Washington en Seattle, realizó importantes contribuciones en las áreas de análisis de transporte, planeación y renovación urbana. Las aplicaciones en planeación florecieron con el desarrollo de este género de herramientas y para 1968 treinta y cinco agencias de planeación urbana y regional en los Estados Unidos utilizaban sistemas automatizados.

El primer sistema en ser reconocido como un sistema de información geográfica fue realizado en Canadá llamado CGIS o "Canadian Geographical Information System", diseñado específicamente para la Agencia de Rehabilitación y Desarrollo Agrícola en conjunto con el gobierno canadiense.

Su propósito principal era el análisis de los datos del Inventario Canadiense de Tierras que fueron recogidos para clasificar las tierras marginadas del país y fue puesto en marcha en 1964.

En 1967 se crea en Estados Unidos el Sistema de Información Geográfica de Uso del Suelo y Recursos Naturales de Nueva York. En 1969 se instala el Sistema de Información para la Administración de la Tierra en Minnessota. Sin embargo, los altos costos y las dificultades técnicas para implementar dichos sistemas provocaron que sólo algunas agencias del gobierno federal y estatales pudieran solventar el desarrollo de estos sistemas.

En 1970 se alcanzan desarrollos significativos en sistemas de procesamiento de imágenes y percepción remota, principalmente en el Laboratorio para Aplicaciones de Percepción Remota de la Universidad de Purdue.

En resumen, el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica tiene todavía amplias perspectivas en términos de conceptos fundamentales y de tecnología, pero es importante señalar que la metodología para la construcción de un SIG es la parte fundamental para la planeación urbana.

Los antecedentes de la percepción remota inicia con el lanzamiento de el Sputnik 1, puesto en órbita en 1957, el cual abre las puertas a la tecnología de los satélites artificiales y con ello a los de observación, capaces de transmitir escenas de

la superficie terrestre con una resolución espacial, espectral y temporal lo suficientemente adecuada para llevar a cabo el estudio y análisis de las características físicas y el estado de los recursos naturales.

La utilización civil de las imágenes de satélite se remonta a la década de los setenta cuando Estados Unidos pone en órbita el satélite LANDSAT 1, primer instrumento espacial destinado a la obtención sistemática de información digital de la tierra.¹³ distribuyendo y capturando imágenes de la superficie terrestre por medio de la serie de satélites LANDSAT desde 1972 .

De esta serie los Landsat 1, 2 y 3 han capturado cerca de un millón de imágenes (Lauer 1960). Otros satélites han sido lanzados subsecuentemente equipados con los más sofisticados sensores de captura.¹⁴ Por otro lado, los Landsat 4 y 5 con campos instantáneos de vista de 30 por 30 metros cuadrados, han demostrado capacidades para la elaboración de mapas cartográficos.

Las imágenes multiespectrales producto de estos satélites tienen varias características que las hacen adecuadas para la cartografía a pequeña escala de 1 a 30 000 a 1 a 50 000 con errores no mayores al campo instantáneo de vista correspondiente¹⁵.

Las características de las imágenes de la superficie terrestre adecuadas para este tipo de trabajo son las siguientes:

1. Uniformidad de vista sobre una superficie muy grande.
2. Ángulo de vista casi vertical
3. Fidelidad geométrica y radiométrica
4. Buena definición de rasgos del terreno
5. Capacidad para tener un producto final cercano al tiempo en que se realizó la toma.
6. Forma digital de los datos.

¹³ INEGI Sistema Personal Interactivo en Percepción Remota versión 2.0
"Manual del Usuario " 1993 , Introducción

¹⁴ Maguire, David **Geographical Information Systems, Principles and Applications**
Volumen I, capítulo 14, Loggman Scientific 1992 pp 196

¹⁵ Lira Jorge **La percepción remota, nuestros ojos desde el espacio**
F.C.E. 1987 pp 126 131

Esto garantiza una reproducción de los mapas y una comparación en el transcurso del tiempo, de manera que se pueda analizar el cambio en la infraestructura industrial y en sus vías de acceso.

Las aplicaciones en las que se ha utilizado este tipo de sistemas, se orientan a la administración de recursos forestales, agrícolas y minería. Sin embargo, son útiles a la planificación urbana por la continuidad temporal que ofrecen en la captura de las imágenes.

1.3.-ACTUALIZACION DE LA BASE CARTOGRÁFICA POR MEDIO DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL,

Utilizado en sus inicios por el ejército de los Estados Unidos en múltiples aplicaciones, por ejemplo para guiar los misiles hacia blancos determinados, conocer la ubicación exacta de las tropas y en la navegación marítima y aérea

Es administrado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, el objetivo de este sistema es proveer de información las 24 horas del día sobre la posición y tiempo de desplazamiento de cualquier objeto sobre la superficie terrestre..

Este sistema se compone de tres elementos:

Segmento espacial

Esta compuesto por 24 satélites NAVSTAR, los cuales orbitan la tierra cada doce horas a una altitud de 12 600 millas náuticas o 20200 km. Cuenta con cuatro satélites adicionales (space vehicles o SV) inclinados aproximadamente a 55 grados hacia el ecuador. Cada satélite contiene un reloj atómico de precisión transmitiendo constantemente las señales de radio usando un código exclusivo y único.

Segmento de control

Compuesto por cuatro estaciones de monitoreo en la superficie tres de ellas son estaciones de transmisión de datos y la cuarta es el control central. Los primeros tienen la tarea de seguir la trayectoria, posición de los satélites y enviar la información al control central.

Este último calcula las efemérides de cada satélite y los coeficientes de corrección para cada uno de los relojes atómicos, enviando los datos a las estaciones de transmisión, para que envíen los cálculos a cada uno de los satélites que están orbitando en el espacio diariamente.

Segmento del usuario

Es una red de receptores tanto civiles como militares en el mar, tierra y aire. Reciben las señales emitidas por los satélites y calculan sus posiciones. El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se utiliza en campos no militares con éxito, por ejemplo en el área forestal delimitando áreas ecológicas o en peligro de extinción y en la minería para localizar y ubicar yacimientos mineros

En el ámbito urbano se utiliza en el levantamiento catastral para calcular los límites de los predios y las superficies construidas para actualizar el impuesto predial. Se utiliza en el levantamiento de equipamiento urbano para ubicar hospitales, escuelas, jardines, y estaciones de bomberos.

El GPS se ha utilizado en el mantenimiento y administración de la red de infraestructura y el transporte. Recabando información sobre las condiciones físicas del pavimento y las coordenadas exactas en las secciones que necesitan reparación.

1.4.-DISPONIBILIDAD DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL MERCADO MEXICANO.

Un factor importante en el diseño de un sistema de información geográfica consiste en elegir el software y el hardware que se adapten mejor a las necesidades del estudio. Los usuarios de estos sistemas deben conceder suma importancia a la elaboración de pruebas de calidad, soporte técnico y programas de capacitación.

Otro de los aspectos importantes que se deben tomar en cuenta son: el tipo de interfase con el usuario, el administrador de las bases de datos, las facilidades de manipulación y análisis, la calidad en la generación de productos y la presentación de datos además de la facilidad de manejo.

En México los paquetes han sido introducidos recientemente; en cambio, en el mercado de Estados Unidos y Canadá en 1993 existen cerca de 200 paquetes con todo tipo de características y precios que caen dentro de tres rangos: aquellos que cuestan menos de mil dólares, de seis mil dólares y arriba de veinte mil dólares. Los dos primeros corren en PC y los últimos en estaciones de trabajo.

Algunas universidades ofrecen paquetes de GIS a precios mas accesibles y algunas compañías tienen convenios con otras instituciones disminuyendo el costo del

software. En las siguientes páginas se presentan algunos de los paquetes para SIG disponibles en el mercado mexicano y sus características.

Arc Info

- - Producido por Environmental System Research Institute Inc. ESRI.
- - Distribuido en México por Geocentro,.
- - La estructura de datos que maneja es en formato raster, vector topológico, vector no topológico, quadtree y redes irregulares.
- - Incluye referencia geográfica en latitud y longitud, cambios de proyección de mapas, paquete de digitalización de mapas.
- - Requerimientos en hardware: PC 486 coprocesador matemático y disco duro de 40 megas.

Genemap

- - Producido por Genasys II Inc
- - Distribuido en México por Control Data de México S.A. de C.V.
- - La estructura de datos que maneja es en formato raster, vector topológico, vector no topológico y tin.
- - Incluye referencia geográfica en latitud y longitud, cambios de proyección de mapas y paquete de digitalización de mapas.
- - Requerimientos en hardware: PC 386, tarjeta gráfica, monitor de alta resolución 2 megas en memoria RAM.

Infocad

- - Producido por Digital Matrix Services, Inc
- - Distribuido en México por Alta Dirección S.A. de C.V.
- - La estructura de datos que maneja es en formato raster, vector topológico, vector no topológico.
- - Incluye referencia geográfica en latitud y longitud, cambios de proyección de mapas y paquete de digitalización de mapas.
- - Requerimientos en hardware: estación de trabajo gráfica, Dec, IBM, Sun station.

Mapinfo

- - Producido por Mapinfo Corp.
- - Distribuido por Seco S.A.
- - La estructura de datos que maneja es vector no topológico.
- - Incluye referencia geográfica en latitud y longitud, además de las proyecciones más usuales como UTM cónica de Lambert y otras.
- - Requerimientos en hardware: PC 486 o Pentium con mínimo 4 megas en RAM.

MGE

- - Es producido por Intergraph Corp.
- - Es distribuido por Intergraph de México, S.A. de C.V.
- - La estructura de datos que maneja es el formato raster, vector topológico, vector no topológico, TIN.
- - Requerimientos en hardware, estación de trabajo Intergraph.

Spans

- - Es producido por Tydac Technologies Corp.
- - Es distribuido por Intellimap S. A. de C.V.
- - La estructura de datos que maneja es en formato raster, vector no topológico, quadtree, TIN.
- - Requerimientos mínimos de hardware: PC 386 con coprocesador matemático, 4 megas de memoria en RAM.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

La definición del termino “ciudad” puede analizarse desde distintos ángulos. Desde el punto de vista histórico: “Para Spengler la historia universal es historia ciudadana”; desde la geografía: “ la naturaleza prepara el sitio, y el hombre lo organiza de tal manera que satisfaga sus necesidades y deseos, afirma Vidal de la Blache”; desde la economía:” en ninguna civilización la vida ciudadana se ha desarrollado con independencia del comercio y de la industria, (Pirenne)”; desde la política: “La ciudad según Aristóteles, es un cierto número de ciudadanos”.¹

Y no son éstos los únicos enfoques posibles, porque la ciudad, la más comprehensiva de las obras del hombre, como dijo Walt Whitman, lo reúne todo y todo aquello que al hombre le afecta, afecta a la ciudad. Sin embargo, la primera dificultad que encontramos está en la definición de lo que es una ciudad.

Se han dado multitud de definiciones, y algunas, si no contradictorias, por lo menos no tienen que ver con otras igualmente respetables que utilizan el termino “ciudad” a áreas urbanas que constitutivamente no lo son. Entre las definiciones más importantes tenemos las siguientes:

Aristóteles define que “la ciudad es un cierto número de ciudadanos, de modo que debemos considerar a quién hay que llamar ciudadano y quién es el ciudadano, llamamos pues, ciudadano de una ciudad al que tiene la facultad de intervenir en las funciones deliberativa y judicial de la misma, y ciudad en general, al número total de estos ciudadanos que basta para la suficiencia de la vida.”²

Alfonso el Sabio define la ciudad como “todo aquel lugar que es cerrado de los muros con los arrabales y los edificios que se tienen con ellos”, para Ortega y Gasset, “la ciudad es un ensayo de secesión que hace el hombre para vivir fuera y frente al cosmos, tomando de él porciones selectas y acotadas”.

Como es posible apreciar éstas definiciones de ciudad tienen distintas interpretaciones, algunas de ellas están sustentadas principalmente en los componentes físicos de la ciudad, otras se enfocan en el comportamiento del hombre que habita dentro de sus calles y existen algunas que interpretan las relaciones entre el hombre y la ciudad.

¹ Chuecagoitia, Fernando, **Breve Historia del Urbanismo**, Alianza Editorial, 1986, lección 1, pag 7

² Chuecagoitia, Fernando, op. cit.

Munford ha ido más allá en la interpretación de la ciudad, ya que definió una característica en común en todas las ciudades. Designó como *paleotécnica* a la primera era técnica de la ciudad, con todo su caótico y brutal desarrollo, que no tuvo más ley ni más control que la libre competencia, y sus elementos más característicos eran los *slums* y las factorías o zonas industriales.

Esta ciudad de la era técnica adoptó la retícula como su principal característica morfológica, la cual trajo un triunfo del racionalismo en Grecia, del espíritu práctico y militar en Roma e implantó un orden jerárquico en la colonización en Sudamérica. Sin embargo, en el siglo XIX esta morfología se convirtió en el instrumento de los especuladores de terreno.

De esta forma la zona dedicada para la industria se veía beneficiada, ya que acaparaba los mejores terrenos con los mejores recursos, dejando los peores suelos a los *slums*, los cuales eran considerados como una herramienta para que el "instrumento" hombre pudiera descansar y reproducirse para volverse a utilizar. Actualmente las ciudades modernas son una mezcla heterogénea donde la lucha por el espacio entre los distintos usos es feroz.

Sin embargo, la característica principal de las ciudades *paleotécnicas* es que dentro de su estructura urbana, sobreviven viejas estructuras históricas y antiguas formas de vida junto con las nuevas del capitalismo y de la técnica. Es posible apreciar que los conceptos se formularon en un periodo en que las relaciones internas de la ciudad no eran tan evidentes como lo son ahora, sin embargo son útiles para analizar las distintas formas que adopta la estructura física de la ciudad en la siguiente sección.

De tal forma, se muestran a continuación la estructura física de las ciudades y en la sección posterior se analizan las relaciones internas de la ciudad con más profundidad desde el punto de vista de las teorías sociales.

La forma de una ciudad está definida por su dimensión o extensión física, por sus límites que constituyen el perfil de la ciudad en planta y por su perfil vertical o contorno³. Tales características son ordenadas por el elemento básico de la forma, que es la traza, o sea, la red de vías de circulación que van desde las arterias principales hasta las pequeñas calles de vecindario.

³ Ducci, María Elena, Introducción al Urbanismo: conceptos básicos, Trillas, 1989, capítulo VI

La extensión y la forma de la ciudad se adaptan al medio físico en que ésta se encuentra enclavada, existen tres formas fundamentales de ciudad: rectilínea, reticular o cuadrícula llamada también ortogonal, la forma radiocéntrica o radial y finalmente de malla, desordenada o plato roto. (ver figura uno)

La estructura urbana está constituida por una serie de elementos físicos destinados a la realización de actividades distintas. La distribución de estos elementos en el espacio determina la existencia de diferentes zonas en la ciudad que corresponden a diversos usos del suelo⁴.

Entre los principales elementos que componen la estructura urbana se encuentran:

- Habitación
- Industria
- Comercio y oficinas
- Vialidad
- Equipamiento

El análisis de la estructura urbana de la ciudad permite conocer parte de sus problemas y llegar a plantear posibles soluciones. De lo anterior se infiere que el análisis de la estructura urbana es un importante medio para planificar y su objetivo es llegar a conocer y localizar en el espacio los principales problemas de la ciudad, así como lograr que las distintas zonas funcionen adecuadamente.

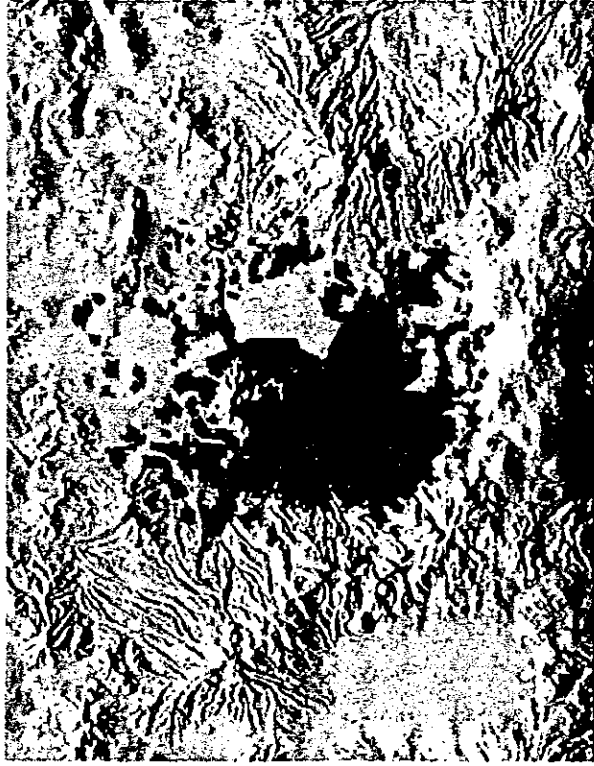
Este análisis, permite visualizar el crecimiento futuro de la ciudad de acuerdo con las condiciones geográficas de su emplazamiento y de la estructura urbana existente.

2.1.- PRINCIPALES CONCEPCIONES TEÓRICAS SOBRE LA CIUDAD

El comprender el significado de lo que es una ciudad y su evolución, lo considero necesario por que los procesos sociales, culturales y políticos que influyen en el crecimiento de los centros urbanos tienen un factor en común: el proceso de industrialización. El cual fue el principal agente que impulso el desarrollo de muchas ciudades en el mundo, las cuales, en un principio no se les atribuyó un papel rector en el cambio económico y político de los países.

⁴ Ducci, María Elena, op. cit

FIGURA 1
TIPOS DE CIUDAD



MANCHA DE ACEITE

ORTOGONAL



Entre los pensadores más importantes de esta época que intentaron explicar el comportamiento de la ciudad están Max Weber, Carlos Marx y Emile Durkheim.

El factor más importante para ellos en el estudio de la ciudad consiste en identificar, las relaciones con el campo y las relaciones sociales internas, por ejemplo Marx define a la ciudad como una expresión de las relaciones de propiedad más fundamentales y generales que las propias relaciones urbanas.

Para Weber, la ciudad es una forma particular de dominación no legítima en el sentido de que las relaciones tradicionales de dominación son “usurpadas” por agentes urbanos para establecer posteriormente formas racionales de dominación; para Durkheim, quien no analizó propiamente a las ciudades, es claro que la vida urbana es una consecuencia de la división del trabajo.

Marx afirma que la división social del trabajo es la causa fundamental de que las ciudades existan, ya que al dividirse las actividades agrícolas de las no agrícolas y en consecuencia a la separación entre el campo y la ciudad, surgió una división de intereses que ambas partes tenían que defender y continúan actualmente reflejadas espacialmente y sectorialmente en los modos de producción.

Weber ve a la ciudad como una forma de dominación no legítima en el sentido de que las relaciones tradicionales de dominación son usurpadas por agentes o grupos urbanos para establecer posteriormente, formas no genuinas de autoridad.

Una de las características más importantes de las ciudades occidentales según Weber es la “asociación institucionalizada”, compuesta por las instituciones urbanas que están integradas por personas o ciudadanos de estas ciudades y están sujetas a una ley especialmente aplicables a ellas formando un grupo de estatus legalmente autónomo.

Para Durkheim el crecimiento de la división social del trabajo y su relación con la separación de las ciudades sucede por dos razones, la primera es por el incremento en el volumen de las sociedades, es decir por crecimiento demográfico acompañado por un incremento en lo que Durkheim llama “densidad moral” es decir, en el número de relaciones contactos y transacciones (en un sentido económico y social) entre los individuos de una sociedad.

Esta división del trabajo tiene tres formas: La primera es la concentración de poblaciones tribales y nómadas en áreas definidas, la segunda es la formación de

ciudades y por último el incremento en el número y forma de las comunicaciones y el transporte.

Es claro que los tres autores no ven a la ciudad como el principal elemento de estudio, sino a las relaciones sociales que se desarrollan dentro de ellas, para Marx la ciudad es la máxima expresión de la dominación de la burguesía, para Durkheim la ciudad es una forma de organización que permite la interacción pacífica y civilizada entre personas diferentes entre si.

2.2.- IDEAS CONTEMPORÁNEAS SOBRE LA CIUDAD

En la actualidad se asocia el concepto de urbanización como la pieza clave para el desarrollo de la ciudad y que a su vez es una consecuencia del proceso de industrialización acelerada.

Lampard establece que la especialización de los centros urbanos es una condición básica para el desarrollo económico. Para Kingsley Davis e Hilda H. Golden (1954), desde un punto de vista sociológico plantean que la ciudad hace su propia aportación al desarrollo económico, y consideran que no es un accidente que la industrialización y la urbanización estén íntimamente relacionadas.

A su vez, definen tres características de la ciudad, la primera dice que la ciudad es un modo eficiente de asentamientos de las poblaciones ya que elimina el obstáculo de los factores de localización para la producción, la segunda establece que la expansión urbana se logra a través del crecimiento de los medios de transporte y finalmente la eficiencia económica de las ciudades permite que las necesidades básicas de la población sean satisfechas en crecientes proporciones⁵

Para Hoselitz las ciudades son un escenario de relaciones sociales y económicas donde la urbanización depende en forma creciente de fuerzas externas y globalizadoras. En diversos sentidos las ciudades son el resultado de la interacción entre bases culturales heterogéneas y procesos económicos regionales y mundiales.

Es posible apreciar que la definición de la ciudad, va más allá de analizar por separado a cada uno de sus componentes y que a su vez están interrelacionados entre sí. Fenómenos urbanos como saturación del espacio, aumento de la densidad en algunas zonas, déficit en la dotación de infraestructura urbana y la anarquía que existe en los usos

⁵ Brambila Paz, Carlos, *Expansión Urbana en México*, Colegio de México, CEDDU, 1992 capítulo I

del suelo son solamente una expresión de las complejas relaciones sociales dentro de la ciudad.

Pero cabe preguntarse, ¿Es posible explicar desde el punto de vista conceptual estos problemas?, ¿Es posible identificar patrones de comportamiento de estos fenómenos?, ¿Se podrá identificar los factores externos que inducen el comportamiento de la ciudad actual? y finalmente si sólo analizamos el comportamiento de los usos del suelo ¿Será posible que los lineamientos técnicos y jurídico que la planeación ofrece no sean capaces de modificar las transformaciones que están sufriendo lo usos del suelo, en deterioro de la calidad de vida de la población?

Estas preguntas se intentarán contestar a lo largo de la investigación, pero nos da la pauta para exponer las principales teorías que existen para explicar sobre los cambios en los usos del suelo; bajo el punto de vista de la teoría de la localización.

TEORIA DE LA LOCALIZACIÓN COMO BASE DEL PLANEAMIENTO

La insatisfacción por parte de los individuos y los grupos sobre sus relaciones con el medio ambiente los llevó a modificar sus actividades. Es evidente que estas modificaciones de las actividades originan, en mayor o menor grado, repercusiones sobre el medio ambiente, sobre otras actividades o espacios, sobre la forma de las comunicaciones y la eficacia de los canales.⁶

Las decisiones tomadas por los industriales para cambiar sus volúmenes de producción, la fijación de los turnos de trabajo, la localización o el tamaño de las empresas, puede tener repercusiones importantes sobre el uso del suelo y las redes de comunicaciones sobre áreas considerables. De tal forma que producen problemas económicos, sociales y estéticos relacionados con el uso del suelo.

La planificación tiene como objetivo regular o controlar las actividades de los individuos o grupos, de modo que los efectos negativos que puedan surgir sean mínimas. Sin embargo, esta regulación no debe reducirse solamente a un grupo o individuo de interés, se debe ampliar el conocimiento sobre la estructura de las relaciones espaciales entre las actividades y las complejidades de sus interacciones.

⁶ McLoughlin, J., Brian, *Planificación Urbana y Regional: Un enfoque de sistemas*, Instituto de Estudios de Administración Local, capítulo III, 1971 pp 57 a 77

El conocimiento práctico de este tipo de relaciones debe estar referido a firmes principios técnicos, en este caso concreto los principios importantes son el objeto de la teoría de la localización..

En 1826 Von Thunen, planteó la teoría de que “tienden a formarse zonas concéntricas de distintos usos alrededor de un centro urbano (mercado)”, esta teoría suponía condiciones ideales como la ubicación en zonas relativamente planas, donde el acceso al transporte y los recursos son iguales para todas las áreas. El único factor que permitía que se modificara eran los valores relativos del mercado de los distintos productos de la tierra⁷ (ver figura 2).

Si se obtuviesen cambios a largo plazo la secuencia de los anillos concéntricos se alteraría. En este modelo Von Thunen describe un clímax estático hacia el cual tenderá el sistema si no se introducen alteraciones; aunque admite la posibilidad de un cambio simple y discontinuo.

Sin embargo a lo largo del siglo XIX los modelos de tipo agrícola como el que planteó Von Thunen disminuyeron, debido a que en toda Europa se estaba gestando un proceso de industrialización acelerado y un desarrollo urbano de velocidades inusitadas.

Hacia finales de siglo Launhardt aplicó los principios geométricos al estudio de localización de determinadas industrias y Howard Mackinder (1962) planteó el desarrollo de ideas que habrían de ser ampliadas por Weber. Estos estudios estaban regidos por la consideración de la localización de la empresa en base a la reducción de los costos de transporte.

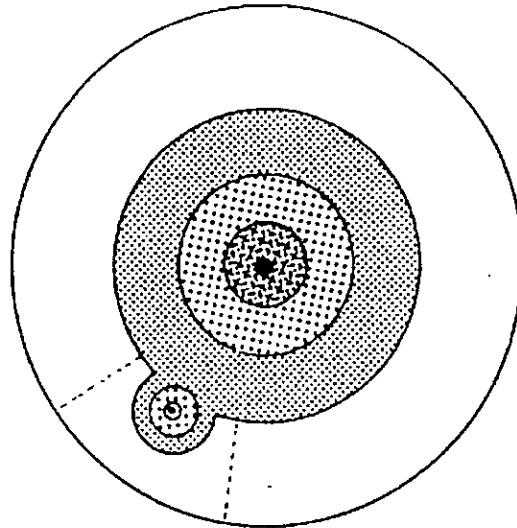
Antes de la primera guerra mundial, “la teoría de la localización se centró en torno al estudio de una empresa individual imaginaria cuya localización podría ser determinada suponiendo un comportamiento racional por parte del empresario que respondía a las fuerzas ejercidas a distancia por las masas de materias primas y mercados”⁸.

Existieron dos tendencias de analizar los usos del suelo durante el periodo de la posguerra, el primero analizaba las pautas de los usos del suelo que constituían zonas

⁷ Pérez, Pedro Herrero, *Región e Historia en México (1700 -1850)*, Instituto Mora, 1997, capítulo I (sic):” En 1826 Von Thunen publicó un tratado acerca de las leyes de producción agrícola, exponiendo ciertos principios básicos que resultaban ser críticas a la moderna geografía de ubicación. La tesis de Thunen era sencilla: el esquema (o patrón) de uso de la tierra es una función de los distintos precios de los bienes agrícolas y de sus distintos costos de producción, y la distancia a un centro de mercado es un determinante significativo del costo”.

Figura 2

Modelo de Thünen de uso de la tierra bajo un régimen específico de tenencia de la tierra



- Centros de mercado
- ▨ Agricultura intensiva
- ▩ Granjas lecheras
- ▧ Agricultura extensiva
- Ranchos

Fuente: Pérez Herrero, Pedro, *Región e Historia en México (1799-1850)*, Antologías Universitarias, 1991 capítulo I, página 44.

urbanas fueron objeto de análisis análogos al utilizado por Von Thunen, los principales defensores de esta doctrina fueron Park y Burgess (1925) quienes patrocinaron el enfoque “ecológico” en la localización dentro de las ciudades.

En segundo lugar, en base también a las teorías de Von Thunen se estudio el centro de la ciudad, proponiéndose la ubicación de lugares centrales y su formación en jerarquías. Esta teoría fue defendida por Walter Christaller (1933)⁹, quien mostró la relación que existe entre la escasez de un servicio y la población necesaria para mantenerla, el tamaño del campo o hinterland dentro del cual se encontraba comprendida dicha población y el tamaño del lugar central.

Demostó que bajo condiciones dadas, se producían jerarquías establecidas entre los lugares centrales distribuidos en una forma hexagonal de zonas de servicios. En el mismo año Colby identificó las fuerzas centrípetas y centrífugas dentro de las ciudades, con el resultado de la concentración de ciertas actividades y la dispersión de otras.

La principal aportación de Colby a dicho modelo consiste en señalar que el estudio de los fenómenos de los usos del suelo tenían carácter dinámico e inestables y no estático como consideraba Christaller.

A finales de la Segunda Guerra Mundial las explicaciones sobre la localización o la pauta espacial de las actividades humanas compartían dos grandes factores comunes:

En primer lugar, la idea de una condición de equilibrio donde el cambio se explicaba como una interferencia “exterior” tras la cual se alcanzaría un nuevo equilibrio.

En segundo lugar, que las decisiones sobre localizaciones habrían sido tomadas de manera “racional” para elegir una localización óptima para su actividad.

Sin embargo, las principales objeciones a estas dos vertientes consisten en que las decisiones de localización basadas en el equilibrio no toman en cuenta de manera directa el transcurso del tiempo como factor que afecta la toma de decisiones. Para la segunda

⁸ McLoughlin, J., Brian, op. Cit.

⁹ Pérez, Pedro Herrero, op. Cit. (sic) “ Una de las hipótesis de la teoría del lugar central propone que la ubicación de los centros de mercado estará determinada por las características de competencia de la economía de mercado, de tal manera que todas las áreas de demanda sean atendidas proporcionalmente a la demanda. Christaller supuso que las regularidades espaciales pueden percibirse sólo si se ignora la variabilidad idiosincrásica del área; así, supuso una región isotrópica, esto es, invariable.

Supuso además que la población era homogénea según sus ingresos y sus gustos y que está igualmente diseminada; esto último requiere que los recursos utilizados por la población no estén localizados.”

condición la decisión de localizarse en un punto determinado del espacio, no se debía solamente a los aspectos racionales del individuo, si no que además cuenta con información que le permite tomar la mejor decisión de localización.

Ésta corriente de pensamiento fue la pauta para que surgieran teorías basadas en la toma de decisión que aportaron nuevos puntos de vista en otros campos, modificando sus concepciones, las cuales suponían que funcionaban aisladas de su entorno. El primer campo donde se apreció la influencia de estas teorías fue en la construcción del sistema carretero, dando importancia a las modificaciones con el entorno

Mitchell y Rapkin (1954) realizaron una importante definición del concepto del tráfico como función del uso del suelo, consideraban que los vehículos se desplazaban a lo largo de las carreteras para poder conectar actividades en localizaciones diferentes. La circulación de viajeros se relacionaba directamente con la localización y el tamaño de los centros de trabajo y de las zonas residenciales.

De esta forma establecen que la diferencia entre el comportamiento del transporte y el locacional, entre efectos a corto y mediano plazo, es la clave para identificar entre la planificación del transporte urbano como trabajo de ingeniería por un lado y como el diseño de una estructura de interacción por otro.

Añaden que “Una vez que se admite el comportamiento locacional como parte del sistema, la estructura económica, el uso del suelo y el sistema de transportes aparecen unidos en un sistema más general“, los cuales están subordinados a las formas de actividad económica que sirven como respuesta a los cambios en las condiciones de interacción.

De esta forma es posible apreciar que las decisiones en la localización de las actividades en un espacio determinado, no se dan de forma aislada sino que están íntimamente relacionadas con otros factores como accesibilidad, condiciones físicas del terreno y afectan la conformación de la estructura urbana de las ciudades. Así, es necesario adentrarse más en el comportamiento integral de los fenómenos urbanos y definir conceptualmente el término “sistema” que Mitchell y Rapkin identificaron.

2.3.- ANÁLISIS DE LA TEORÍA DE SISTEMAS

La teoría de sistemas surge primero en campos como la medicina y la biología, constituyendo una herramienta fundamental para analizar el comportamiento de los seres

vivos y su entorno¹⁰, además de explicar cómo funcionan los distintos elementos dentro del cuerpo humano, determinando la influencia entre cada uno de ellos. Para la planeación urbana es importante esta teoría, ya que permite identificar cada una de las variables que actúan sobre la ciudad, ayudando a proponer políticas para que la "ciudad-sistema" funcione correctamente.

2.3.1.- DEFINICIÓN DEL CONCEPTO DE SISTEMA

El análisis de sistemas ha sido estudiado por varios autores a través del tiempo, por lo que las definiciones de lo que es un sistema varían de acuerdo al autor al que se este consultando. Sin embargo, sin importar la corriente de pensamiento o escuela donde se haya investigado sobre la teoría de sistemas, las definiciones son, en la mayoría de los casos, muy parecidas o tienen características comunes

Uno de los objetivos básicos de este enfoque es el descubrimiento de aquellos elementos cuyo funcionamiento proporciona una medida real del funcionamiento del sistema global.

La hipótesis básica de esta disciplina es que resulta posible la construcción de una teoría general del funcionamiento de los sistemas aplicables a, por ejemplo, los sistemas urbanos y regionales. Además, el estudio de las analogías existentes entre diferentes sistemas suele facilitar el análisis de un sistema concreto.

Para Handler, el análisis de sistemas conduce a la comprensión detallada de los componentes del sistema y de sus interrelaciones, considerando además el comportamiento de los fenómenos individuales internos del sistema en términos de sus implicaciones para el sistema en su conjunto".¹¹

Es posible definir a los sistemas como grupos de elementos que funcionan en interacción para conseguir el objetivo global del conjunto, considerando a cada parte componente en los términos del papel que desempeña en el sistema global. Una de sus

¹⁰ Reif, Benjamin, *Modelos en la Planificación de Ciudades y Regiones*, INAP donde Von Bertalanffy establece: "La propia teoría general de sistemas no es sino una extensión de una concepción orgánica de la ciencia. Esta concepción orgánica de la ciencia se basa en una perspectiva que se enfrenta a los fenómenos mentales, sociológicos, culturales y físicos como conjuntos de objetos y sucesos dinámicamente interrelacionados, insistiendo sobre las semejanzas existentes entre los fenómenos correspondientes a niveles diferentes y permitiendo a la vez que los distintos fenómenos conserven su autonomía y se sujeten a su línea específica."

¹ Reif, Benjamin, *Modelos en la Planificación de Ciudades y Regiones*, INAP, Capítulo I, Volumen 27 pp 23-32.

características más importantes es que tratan de establecer decisiones que afecten al orden total del conjunto y no sólo a las partes individuales del sistema a través de una serie lógica y organizada de etapas escalonadas.

Para Hall, un sistema es un conjunto de elementos con relaciones internas entre los propios objetos y entre sus atributos. A su vez, a estos últimos se les conoce como las propiedades de los objetos.

Una propiedad es una manifestación externa del modo en que un objeto es conocido, observado o introducido en un proceso. Ahora bien, las relaciones existentes entre los sistemas y sus atributos mantienen la coherencia del sistema global, debiendo de centrar la atención sobre aquellas relaciones que tengan efectos relevantes.

Según Hall, el sistema está inmerso dentro de un universo que denomina el entorno de un sistema, constituido por el conjunto de todos los objetos exteriores al sistema y los categoriza en:

1. Aquellos objetos cuyas alteraciones modifican al sistema.
2. Aquellos objetos cuyos atributos son modificados por el funcionamiento del sistema.

Hall también señala que se debe limitar el entorno o aquellos objetos que afectan de forma significativa al sistema, pudiendo separarlo en subsistemas para facilitar su manejo. También se debe considerar que cualquier sistema es un subsistema del sistema de nivel inmediato superior, que Hall llama "cambio en el nivel de resolución", ya que describe un sistema individual o a un grupo de sistemas.

Mcloughlin opina que un sistema es un "todo complejo", un grupo de cosas o partes conectadas entre sí, o un grupo de objetos relacionados o en interacción, de tal modo que forman una unidad¹².

Para Stafford Beer, la definición de un sistema es arbitraria, donde es posible ampliarlo para tener una mayor visión de conjunto de las partes que lo componen o reducirlo, dependiendo del fenómeno que se esté estudiando. Desde el punto de vista de la planificación, las partes del sistema son actividades humanas persistentes,

¹² Mcloughlin, Brian, *Planificación Urbana y Regional: Un enfoque de sistemas*, INAP, 1971, Capítulo IV, Volumen 4, pp77

especialmente aquéllas que tiendan a reproducirse y repartirse en zonas y situaciones específicas o dentro de sectores particulares.

Existe además una gradación continua entre aquellas actividades que se encuentran muy vinculadas al emplazamiento y aquéllas que son causales. Un vínculo muy especial lo constituyen las comunicaciones, ya que permiten a las distintas actividades obrar entre sí recíprocamente, de tal modo que todas puedan estar más o menos vinculadas con el emplazamiento.

Para Mitchell y Rapkin (1954) la ciudad es un sistema cuyos elementos son pequeñas zonas de actividad o de usos del suelo y cuyas conexiones son todas las formas de comunicación, especialmente el tráfico por carretera. Otro ejemplo del enfoque sistémico de la ciudad es el que utilizan Beeskeley y Kain donde sostienen que la ciudad evoluciona a través del tiempo de manera que dependen de las secuencias en que se introducen los cambios en el uso del suelo y las posibilidades de movimiento.

Ellos ven a la ciudad como un sistema que evoluciona. En consecuencia, para controlar un sistema dinámico, es necesario prever cómo podría evolucionar el sistema y como serían los resultados de varios tipos distintos de estímulos y de intervención.

El objetivo principal de la teoría de sistemas es el de poder detectar las conexiones en aquellas comunicaciones que se producen más a menudo y poseen un alto grado de tipificación espacial.

Chadwick dice que las dimensiones de los sistemas son una cuestión de complejidad y no de tamaño físico, pudiendo analizar ésta por medio del concepto de variedad, definida como el número de elementos distinguibles que a su vez contienen un conjunto y que depende de la naturaleza de los elementos del mismo.

Reif señala que existen dos tipos de sistemas, cerrados y abiertos. Los primeros no tienen ninguna relación con el entorno y pueden ser considerados como sistemas en equilibrio. Los segundos tienen interrelaciones con su entorno, como en el caso de las ciudades. Sostiene también que existen sistemas artificiales y naturales, que tienen una característica llamada *adaptabilidad*, que es la capacidad de reaccionar ante las modificaciones del entorno de un modo que sea favorable para mantener la continuidad del funcionamiento del sistema.

Para Oschard existen cinco definiciones de un sistema:

1. Un sistema es un conjunto de entidades consideradas a un nivel y resolución dado.
2. Es un conjunto de variaciones en el tiempo de las cantidades de una actividad.
3. Es una relación dada invariable en el tiempo entre valores instantáneos y/o pasados y/o futuros de las cantidades externas.
4. Un sistema es un conjunto de elementos relacionados entre ellos mismos y su entorno, cuyo comportamiento es permanente.
5. Es un conjunto de estados y un conjunto de transiciones entre ellos.¹³

Reif define que los sistemas deben cumplir con las siguientes características, para ser considerados como un sistema en sí mismo:

1. Deben tener relaciones internas. Esto se debe a que existe un alto grado de interrelación entre los elementos que componen el sistema.
2. Tienen una estructura vertical. El concepto de organización permite determinar que un sistema no puede crecer indefinidamente. Se puede decir que cada sistema tiene un tamaño máximo que corresponde al óptimo de su estructura y que los alejamientos de ese tamaño pueden poner en peligro la supervivencia del mismo.
3. Tienen una estructura horizontal. Se debe mantener una relación proporcional adecuada entre los elementos de un sistema.
4. Tienen un orden. éste se define como la influencia del todo sobre las partes y es también una limitación en las posibilidades de elección, ya que cuanto mayor sea la influencia del todo sobre las partes más limitantes impuestas tienen éstas, con el fin de asegurar el equilibrio dentro del sistema.
5. Objetivos: Los sistemas en general están orientados a cumplir un objetivo.
6. Tienen estabilidad. Esto quiere decir que un sistema tenderá siempre al equilibrio y, aunque pueda sufrir la influencia de un agente exógeno que rompa su estabilidad, por sí solo lograr equilibrarse de nuevo.
7. Tienen complejidad. ésta es alimentada por la variedad de elementos que conformen el sistema.
8. Son diferenciables. Esta característica está ligada con el concepto de complejidad, ya que el sistema tiende a aumentar su variedad, lo que consigue por medio de un

¹³ Kunz, Ignacio, *Sistemas de ciudades*, tesis doctoral, 1994, pp 23 38

proceso de diferenciación que permite que los elementos del sistema puedan adaptarse mejor a su entorno.

9. Son económicos. Los sistemas que exhiban el mínimo necesario de complejidad son los sistemas que presentan un mayor grado de adaptabilidad a las variaciones del entorno.

La clasificación de lo que se considera como sistema va a depender de varios factores. Cabe aclarar que existen varios puntos de vista para la definición de un sistema y varían dependiendo de los autores que se han consultado, por lo que utilizaré los puntos que a mi juicio se adaptan más a los objetivos del estudio que estoy realizando, separándolos por autor.

Para McLoughlin, el primer paso que debe seguirse consiste en identificar las actividades unidas por comunicaciones; éstas se producen dentro de espacios adaptados, entendiendo a estos últimos como la utilización consciente y regular de un lugar.

Las actividades tienen medidas, que McLoughlin denomina como "stock" y que identifica como cantidad de población, empleo y capital fijo, además de densidad de población, trabajadores por hectárea o ventas por metro cuadrado, por mencionar sólo algunas.

Las comunicaciones, en su definición física, se denominan canales y son las carreteras, caminos, vías férreas, oleoductos, calles o fenómenos naturales como ríos, cordilleras y valles. McLoughlin advierte que se debe tener en cuenta que muchas actividades se realizan en espacios adaptados, utilizándose muchos canales para nuevas formas de comunicación, considerando que un solo canal puede contener muchas y diversas actividades.

Estas comunicaciones se miden por flujo y por circulación. Por ejemplo: vehículos, mensajes, kilovatios, trenes, unidades de viajeros por vehículo, millones de litros por día, etc.

Además, es necesario describir los elementos y conexiones del sistema por tipo o por modo y éstas a su vez pueden describirse por el contenido, por el medio o por ambos. La definición de los sistemas depende de los objetivos y finalidades de cada estudio en particular.

Reif utiliza la metodología propuesta por Beer¹⁴ para la definición de un sistema. Ambos sostienen que para considerar a un conjunto de objetos como un sistema se debe contar con los siguientes elementos:

- Una colección de objetos diferentes.
- Una combinación de objetos diferentes, ya que cuando la colección de los objetos es muy variada se comienza a perder el interés hacia ellos poniéndose el énfasis en las relaciones entre dichos objetos.
- Una combinación sistemática de objetos diferentes, lo que significa que debemos ser capaces de identificar las relaciones específicas entre los objetos.
- Debe ser dinámico, condición fundamental para definir un sistema, ya que si se encuentra una relación específica entre sus elementos, unificados por un objetivo global, entonces podemos asegurar que hemos identificado un sistema, pues las relaciones entre los objetos deben ser capaces de cambiar.

Otra característica importante que recomienda Reif es que debemos ser capaces de clasificar a los sistemas en categorías: naturales y artificiales. En los sistemas naturales encontramos aquellos objetos que no son producidos por el hombre y los artificiales son hechos por el hombre, como por ejemplo: las ciudades.

2.4.-APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE SISTEMAS EN LA PLANIFICACIÓN URBANO REGIONAL.

Para Reif, el estudio de una ciudad debe realizarse de manera integral, no solamente estudiar cada una de las partes por separado, ya que cada una de ellas está fuertemente relacionada con los demás elementos de la estructura urbana.

Se debe tener en cuenta que un sistema es una forma de representar la realidad y la definición de éste dependerá de los objetivos que busca cumplir el investigador.

Sin embargo, es posible analizar la ciudad desde cualquier escala, ya que la "ciudad-sistema" permite la libertad de analizar a todo el sistema en su conjunto o a cada uno de los elementos que lo componen (colonias, delegaciones, Agebs, red vial, de comunicación, usos del suelo, tipos de transporte utilizados por la población etc.)

Para Snell y Schuldiner¹⁵ la definición de un sistema urbano está dada por la relación entre los siguientes elementos:

¹⁴ Beer S., *Decision and Control*, John Wiley and Sons Ltd, Chichester , 1966

- Objetos: población, mercancías y vehículos
- Actividades: residencial, trabajo, comercio al por menor, enseñanza, producción de bienes y servicios, ocio.
- Infraestructura: edificios que contienen usos como escuelas, tiendas, fabricas, oficinas.
- Medios de transporte: que comprenden carreteras, líneas de ferrocarril, aeropuertos, puertos.
- Suelo: suelo con diferentes usos.

Cuando se analiza un subsistema del sistema urbano, los otros subsistemas están interactuando con el subsistema de estudio y con los demás subsistemas, es decir, que están influyendo en su funcionamiento. Se puede llamar al resto de los subsistemas como el entorno.

Los subsistemas que más se han investigado en los fenómenos urbanos y que a su vez han sido divididos en dos niveles que los investigadores denominan "nivel elevado de agregación espacial" y "nivel inferior de agregación espacial"- son los siguientes:

A un nivel elevado de agregación espacial se tiene:

- El sistema de la población urbana
- El sistema económico urbano

A un nivel inferior de agregación espacial tenemos:

- El sistema espacial urbano
- El sistema de transporte urbano

SISTEMA DE LA POBLACIÓN URBANA

En este sistema se define a la ciudad en el nivel elevado de agregación constituido por una zona amplia, que es única y diferenciable de todas las ciudades que conforman la región de estudio y es en la que se desarrollan las actividades de la población.

Estas actividades se subdividen en:

1. Residencial
2. Industrial
3. Actividad del comercio al menudeo (tiendas)

¹⁵ Snell, J. y Shuldiner, P, *Analysis of Urban transportation research*, North Western University, Research Report, 1967

4. Actividad recreativa

El primer estudio que se debe realizar a este nivel consiste en el análisis de la población activa y su proyección, divididos a su vez en crecimiento poblacional y los factores y flujos migratorios.

SISTEMA ESPACIAL URBANO

La metodología utilizada en este estudio es dividir la ciudad en una serie de áreas o zonas, teniendo cuidado de referir las actividades de la población a las zonas que comprenden el sistema de estudio.

El termino "espacial" se refiere a la implicación directa con el modelo paradigmático, esto es, el modelo según el cual se distribuyen en el espacio la cultura, las actividades, las personas y los objetos físicos. Se debe identificar las actividades que se desarrollan en un lugar determinado o que estén estrechamente ligadas a una localización espacial específica.

2.5.- DEFINICIÓN DEL CONCEPTO DE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

El termino Sistema de Información Geográfica o SIG, se define como: "Base de datos computarizada que contiene información espacial".¹⁶ otra definición sería: " Un conjunto de herramientas para reunir, introducir , almacenar, recuperar, transformar y cartografiar datos espaciales sobre el mundo real para un conjunto particular de objetivos"¹⁷. La definición más adecuada para el estudio es formulada por la NCGIA (*National Center for Geographic Information and Analysis*): "Un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión"

Aronoff define al SIG como: "Un sistema computacional que provee cuatro funciones básicas la entrada de información, la consulta y manipulación de los datos, el análisis de la información y la salida impresa o digital"¹⁸

¹⁶ Cebrian de Miguel, J.A. y Mark, D. "Modelos topográficos digitales" en *Métodos cuantitativos en Geografía: Enseñanza, investigación y planeamiento*, Madrid, A.G.E., pp. 292-334

¹⁷ Burrough, P, *Principles of Geographical Information Systems for land resource assessment*, Oxford, Oxford University Press 1988

¹⁸ Aronoff , Stan, *Geographic Information Systems: A management perspective*, WDL Publications, p39, 1989

Esta variedad de definiciones de SIG es consecuencia de: "El intenso debate académico acerca de la actividad principal que realiza un SIG"¹⁹, por ejemplo los sistemas de diseño asistido por computador, los administradores de bases de datos, la cartografía automatizada y la administración de redes son programas capaces de manejar datos geográficos.

La diferencia entre el SIG y dichos sistemas consiste en: "La habilidad del SIG en integrar los datos incluyendo la búsqueda de información espacial y la sobreposición de capas"²⁰. Estas funciones permiten realizar análisis de zonas de influencia y la sobreposición de distintos usos del suelo, entonces la función principal del SIG es el de crear nuevos datos por medio de integrar distintos mapas, mostrando la información original desde otro punto de vista.

Existen otros sistemas como el Land Information System que es un tipo especial de SIG, el cual se refiere a: "Sistemas que incluyen información sobre el dueño de la tierra"²¹. Utilizado principalmente en catastro el cual es definido como el reconocimiento legal de la propiedad de la tierra registrando su cantidad y valor comercial.

Existen dos tipos de SIG's, el de tipo vectorial y el raster o rejilla. El primero maneja la información por medio de pares de coordenadas "X" y "Y", el sistema raster maneja la información por medio de matrices donde cada renglón y columna representan un atributo de la superficie terrestre.

Sistema de Información Geográfica Vectorial

Una definición mas formal del SIG vectorial es la siguiente: "Un SIG vectorial está basado en la representación vectorial de la componente espacial de los datos geográficos, dónde los objetos espaciales están representados de modo explícito y junto a la descripción de sus características espaciales, llevan asociados un conjunto de aspectos temáticos".²²

¹⁹ Maguire, David *Geographical Information Systems, Principles and Applications*, Volumen I, capítulo I, Loggman Scientific 1992

²⁰ Ver Aronoff, Stan, op. Cit.

²¹ Ver Aronoff, Stan, op. Cit.

²² Bosque, Jorge Sendra, *Sistemas de Información Geográfica*, capítulo IV, inciso B "Sistemas de Información Geográfica Vectoriales", Ediciones RIALP, 1992, p 93.

Por lo general están compuestos por un elemento que maneja la base de datos²³ espacial y otro que maneja la temática denominado sistemas de información híbridos; nombrados así por unir una base de datos relacional para los aspectos temáticos con una base de datos topológica para las espaciales.

En la organización de las bases de datos es necesario distinguir entre la organización física y el diseño lógico, este último se refiere a las relaciones entre los conjuntos de datos almacenados en la base de datos. La primera cuestión importante para diseñar una base de datos es llevar a cabo un análisis previo de la información que se va a incluir en ella.

Es necesario para definir conceptualmente las relaciones entre los diversos elementos que la integran. Existen muchos métodos para llevar a cabo este análisis de datos, pero el más conocido es el enfoque llamado de entidad relación.

Modelo entidad relación

En este enfoque se usa una serie de elementos en primer lugar, el *conjunto de entidades*; es decir, los objetos que son relevantes para la base de datos a elaborar. En un SIG; lo integra cualquier hecho que pueda ser localizado espacialmente: casas, pozos, carreteras etc.

Los *atributos* forman el segundo tipo de componentes del modelo entidad relación, son las características o variables asociadas a cada entidad, por ejemplo:

El número de habitantes y la superficie de las casas.

La profundidad y el flujo de agua de los pozos.

El tipo de asfaltado y tráfico de las carreteras.

El tamaño y número de empleados de un equipamiento.

Cada atributo tiene un dominio de valores posibles, por ejemplo el asfaltado sólo puede tener tres valores: 1 buen estado, 2 regular y 3 mal estado. En tercer lugar, las relaciones, es decir, los mecanismos de cualquier orden que permiten relacionar unas entidades con otras.

Este enfoque de entidad relación se emplea para representar gráficamente la situación de la realidad que se desea incluir en la base de datos. De este modo, se

²³ Bosque, Jorge Sendra, op. cit. Se entenderá como base de datos: "Un programa de ordenador para el almacenamiento, manipulación y recuperación de información de base de datos".

comprenden, con más facilidad los problemas que se desean tratar y además es más sencillos comunicarlos a otros usuarios.

Sistema de Información Geográfica Raster

Un sistema de información geográfica raster consiste en: “un conjunto de mapas individuales, todos referidos a la misma zona del espacio y todos ellos representados digitalmente en forma raster; es decir utilizando una rejilla de rectángulos regulares y de igual tamaño”.²⁴

Un elemento esencial es el tamaño de la rejilla o pixel, y asociado con él, el número total de filas y columnas de la cuadrícula. El tamaño del pixel establece la escala del mapa, es decir, la relación que existe entre una longitud o superficie de la realidad (terreno) y su representación en el mapa.

Por ello, cuanto más pequeño sea el pixel más precisa será la representación de la realidad en el mapa, es decir, aspectos de menor tamaño de la realidad tendrán su contrapartida exacta en el mapa. Pero, al mismo tiempo, cuanto más pequeño sea el elemento base; mayor número de filas y columnas se necesitará para representar una misma porción de terreno.

La definición de la escala de un mapa raster es el siguiente: La longitud del pixel o unidad base de la rejilla raster, debe ser la mitad de la longitud más pequeña que sea necesario representar de todas las existentes en la realidad. Esto obliga, en primer lugar, a determinar cuanto mide la “unidad mínima cartografiable”, de este valor se deduce el tamaño del elemento necesario para incluir en la base de datos.

La organización de la base de datos raster es más simple que la utilizada en el SIG vectorial, debido a que los aspectos espaciales y temáticos se registran de modo simultáneo. De esta forma se organiza la información en archivos independientes cuidando que contengan el mismo tamaño de pixel y el mismo número de filas y columnas; utilizando cualquiera de los dos métodos existentes: enumeración exhaustiva o codificación run length.

Los procedimientos de análisis en el SIG raster utilizan los datos considerando, en alguna medida, su representación espacial. Este último se divide en herramientas que

²⁴ Bosque, Jorge Sendra, op. cit, capítulo XV, inciso C “Sistemas de Información Geográfica Raster”

operan sobre el conjunto total del mapa y los que actúan sobre algunas localizaciones especiales que es posible diferenciar en él: el pixel, la vecindad y la zona.

Entre los procedimientos de análisis en el SIG Raster ésta el *análisis por tipo de localización*, dónde se realiza un análisis estadístico de todos los valores temáticos incluidos en el conjunto, llevando a cabo las siguientes acciones: a) obtener el valor temático más representativo de los que tienen los pixeles incluidos en el conjunto, b) hallar el valor temático menos representativo de todos los existentes y c) establecer la variedad o variabilidad de los valores temáticos del conjunto de pixeles.

El análisis operativo se refiere a la reclasificación de valores temáticos en un mapa, la superposición de ellos, el cálculo de distancias y de “conectividad” o camino más corto entre puntos y el filtrado de mapas.

Existen cuatro elementos básicos dentro del SIG y son los siguientes:

Introducción de datos

Convierte los datos de su forma original a otra que pueda ser interpretado por el SIG. Los datos georeferidos provienen por lo general de mapas en papel, hojas de cálculo, archivos electrónicos de mapas y sus datos asociados, fotos aéreas e imágenes de satélite.

Este procedimiento es el más delicado y fundamental en la implementación del SIG, la construcción de grandes bases de datos puede costar de cinco a diez veces mas que el *hardware* y *software* para el SIG

De tal forma primero se debe considerar el tiempo que se piensa invertir en la captura y conversión de datos, de otro modo se sacrifica la calidad de la información influenciadas por los límites de tiempo para mostrar resultados. Por esta razón, los métodos para la introducción de datos en el SIG deben de ser elegidos cuidadosamente al inicio del proyecto, evaluados en términos del procedimiento a realizar, la exactitud que se desea obtener y el tipo de salida de la información.

Administración de los datos

Este componente del SIG incluye a aquellas funciones que permiten el almacenamiento y consulta de la información de la base de datos. Los métodos seleccionados para ejercer estas funciones influirán en la eficiencia del SIG al realizar

operaciones con los datos; además es necesario establecer los alcances a corto y mediano plazo de los usuarios para definir la prioridad de la información dentro del SIG.

Manipulación y Análisis de los datos

La manipulación de los datos y las funciones de análisis, determinan la información que puede ser producida por el SIG. El usuario debe de determinar la manera en que los datos van a ser procesados e involucrarse en el desarrollo del SIG para satisfacer sus necesidades.

Salida de la información

Las funciones de salida son determinadas por los propios usuarios y pueden ser en formato digital, impresión en papel o en reportes estadísticos. Sin embargo, se debe de considerar las necesidades del proyecto y las expectativas del usuario, con el fin de señalar las metas más reales en la producción de resultados.

Una función esencial en el SIG es poder crear nuevos objetos o mapas en base a otros datos, como por ejemplo los polígonos Thiessen que son objetos definidos a partir de un punto o centroide siendo útiles en los análisis geométricos de la distribución o área de influencia.

2.6.- DEFINICIÓN DEL CONCEPTO DE SISTEMA DE PERCEPCIÓN REMOTA

La percepción remota, se define como: "La técnica de extraer información de algún objeto, área o fenómeno sin estar en contacto con ella"²⁵. Estas técnicas son usadas intensamente en la medición de elementos en la superficie terrestre, como por ejemplo los mapas topográficos y los modelos digitales de elevación.

Los Sistemas de Percepción Remota (SPR) permiten recabar información en formato digital de grandes áreas de forma constante, además de analizar fenómenos que no podrían ser monitoreados de otra forma. Sin embargo, su uso no se ha extendido a otras áreas debido a que todavía existen demasiados mitos sobre su funcionamiento.

Estos mitos existen por la difusión de información errónea a otras personas por parte de usuarios que han tratado de utilizar estas técnicas con poco o nulo éxito. Por lo que se considera importante describirlos y determinar su veracidad.

²⁵ Aronoff, A, *Geographical Informations Systems: A managent perspective*, WDL publications, Ottawa Canada, 1989, p 47

Los datos obtenidos por un sensor remoto no tienen buena resolución

Existe confusión en el término de resolución espacial, el cual tiene varias interpretaciones y definiciones. La más adecuada es propuesta por Collwell: “La resolución espacial en un sensor consiste en su habilidad de desplegar nítidamente una imagen definida”²⁶, la unidad de medida utilizada en los sensores remotos es el número de pares de línea por milímetro que se aprecian en la imagen.

La resolución espacial permite “visualizar” el objeto más pequeño en una imagen, conocido como *detección o identificación*. Un objeto es detectado o identificado cuando existe algún elemento diferente a los componentes de los alrededores., por ejemplo existe un área dentro de un campo de maíz que no pertenece a dicho cultivo.

Una vez identificado este elemento ajeno al campo de maíz el siguiente paso consiste en establecer su categoría. A este procedimiento se le conoce como *nivel de reconocimiento*, por ejemplo el área que esta dentro del cultivo de maíz tal vez sea una pieza de maquinaria o un pastizal.

Si se llega a identificar con precisión el tipo de objeto que se trata, entonces se ha llegado al *nivel de identificación o de análisis* del objeto. Existen otros factores que determinan el nivel de identificación de elementos en una imagen y son los siguientes:

El tamaño del píxel representa una superficie de tierra de un tamaño determinado, dando una idea general de las dimensiones de los objetos que son visibles en la imagen. El contraste es otro de los factores que afectan la resolución, si se tienen un mayor contraste entre el objeto y los alrededores es posible identificar los objetos mas pequeños.

La pregunta más importante que se debe responder en vez de el tamaño del objeto, es identificar las necesidades para generar la información requerida. Es conocida como *información secundaria*, la cual permite utilizar otro tipo de información para obtener un resultado específico, generado a partir de la observación directa de los factores asociados con el fenómeno estudiado.

Los datos de sensores remotos, en particular las imágenes de satélite, no son los suficientemente precisos para aplicaciones prácticas

En primer lugar se debe de analizar el concepto de “precisión” entendida como: “El grado de vecindad que permite determinar si la información es correcta”²⁷. Este concepto tiene dos factores: el primero pronostica la cantidad de información que se deberá de corregir en base al error esperado y el segundo considera a la precisión como un factor de probabilidad.

El calcular esta probabilidad de obtener un mayor o menor grado de precisión se le denomina *nivel de confianza*, estimado por lo general en porcentaje

El grado de precisión de los datos obtenidos de un sensor remoto y de los métodos convencionales, dependen del tipo y exactitud de la información que se necesite. Por ejemplo, un mapa de caminos con un kilómetro de exactitud puede ser útil para estimar el tiempo de viaje entre dos ciudades, sin embargo para la dotación de infraestructura se requiere un mapa a nivel de calle con precisión de centímetros.

Un factor que incrementa la precisión de la información es el tiempo, porque permite tomar decisiones más acordes con la realidad, sin embargo cabe preguntarse ¿como se establece un grado de precisión aceptable?; el nivel aceptable en la precisión es aquel donde los costos en hacer una mala elección son iguales al costo de adquirir la información más reciente.

Las imágenes de satélite son muy caras

“Caro” es un término relativo, depende de que tipo de información se requiere y el costo de otros productos alternativos. La fotografía aérea es la principal fuente de información más barata que las imágenes de satélite, sin embargo dependiendo del tamaño de la superficie a estudiar se eleva el costo y la cantidad de fotos para cubrir la superficie deseada.

La información generada por el satélite Landsat cubre una superficie de 185 kilómetros por 185 kilómetros , su costo es de 3600 dólares por las siete bandas y ocupan 250 megabytes en disco duro²⁸. Para cubrir la misma superficie con fotografía aérea se requieren cerca de 1700 fotos, a escala 1: 20 000 sin sobreposiciones de ningún tipo.

²⁶ Aronoff, A, op, cit, : (sic) “ the spatial resolution of a sensor system is it ability to render a sharply defined image”. adaptado de Collwell, R. N., **Manual of Remote Sensing**, American Society of Photogrammetry, Falls Church, Virginia.

²⁷ Aronoff, A, op, cit, : (sic) “ Accuracy is the degree of likelihood that the information provided is correct”, pp 53 y 54

²⁸ Aronoff, A, op, cit pp54 y 55

Además la fotografía aérea presenta otros problemas como la falta de continuidad en el levantamiento, el costo para elevar un avión es caro y se elevan mas si se requiere realizar mas de un vuelo y el tiempo invertido en interpretar las fotos aéreas es alto para abarcar una superficie grande.

Las imágenes de satélite están en una etapa experimental

Esta aseveración fue hecha en base a los resultados obtenidos por medio de imágenes de satélite, imágenes de radar y fotografías aéreas tomadas a gran altitud. Su principal ventaja radica en que puede distinguir elementos en la superficie terrestre en longitudes de onda invisibles al ojo humano.

Las imágenes de satélite son demasiado complicadas de usar

La habilidad mas importante no consiste en especializarse en sensores remotos, por el contrario el usuario debe de ser especialista en su profesión con el fin de poder identificar fácilmente los elementos de su interés.

Es mas fácil entrenar en sensores remotos a especialistas en planificación urbana, geólogos o ingenieros forestales; que un especialista en sensores remotos se especialice en geología, minería o planificación urbana.

Las imágenes de satélite no están disponibles a todo el público

En los países desarrollados existen programas para la adquisición de imágenes para actualizar la cartografía nacional y regional. Sin embargo, en los países en vías de desarrollo sucede lo contrario, porque no existe la adecuada difusión de los insumos que existen para la actualización de cartografía.

Como ya se menciona la percepción remota es una técnica para extraer información de algún objeto, área o fenómeno sin estar en contacto con ella. Provee los instrumentos y las teorías para entender como pueden ser detectados los objetos y fenómenos de la superficie terrestre²⁹.

Esta identificación se realiza cuando la energía electromagnética, como la luz del sol, ilumina los objetos sobre la tierra, una parte es absorbida por el objeto (por ejemplo, cuando se calienta el objeto esta absorbiendo ésta energía); otra parte es reflejada a través

²⁹ Aronoff, A, op, cit, (sic) "The science of remote sensing provides the instruments and theory to understand how objects and phenomena can be detected.", pp 63

del objeto y otra parte es emitida (figura 3). Esta última energía es la fuente para el análisis por medio de sensores remotos.

Existen diversas técnicas de análisis para identificar esta radiación dependiendo del tipo de datos y la información disponible. Los datos de uno o mas sensores son combinados con otros datos como mapas de usos de suelo, de vegetación y geología.

A continuación se realiza una breve descripción de los principios físicos que intervienen en la percepción remota:

FUENTES DE ENERGIA

La luz visible es una forma de energía electromagnética. Las ondas de radio, calor, ultravioleta y los rayos X son otro tipo de energía, sin embargo tienen características comunes³⁰.

En la percepción remota el tipo de energía que es detectada se caracteriza por su posición en el espectro electromagnético conocido como firma espectral la cual describe el grado de reflexión de la energía en diferentes regiones del espectro electromagnético (ver figura 4). Existen dos tipos de sensores remotos: los sensores pasivos y los sensores activos.

Los primeros miden el nivel de las fuentes de energía en la superficie terrestre las cuales emiten o reflejan de forma distinta la luz solar. Los sensores activos tienen su propia fuente de energía cuya emisión cae dentro de la región de microondas del espectro electromagnético, como por ejemplo las imágenes de radar.

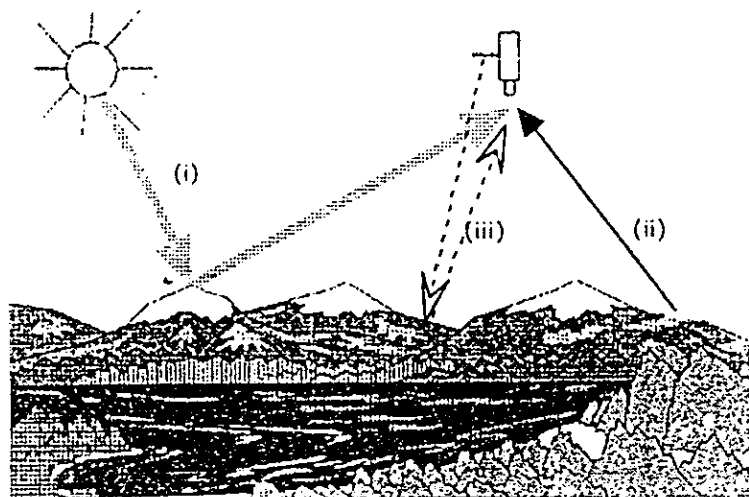
Los sensores remotos captan la imagen de un pequeño campo o superficie de la tierra llamado campo instantáneo de vista, en dirección oeste hacia el este. El scanner capta la señal por medio de un espejo rotatorio el campo instantáneo de vista, el cual es capturado por medio de un prisma que lee la energía contenida y la descompone en sus elementos espectrales básicos.

Existen dos parámetros que permiten elegir la imagen de satélite apropiada a las necesidades específicas y son: la resolución espacial y la resolución espectral.

Por *resolución espacial* se refiere al tamaño del objeto o área sobre la tierra que es agregado en un solo valor en la imagen y la *resolución espectral* se refiere al número y

³⁰ Aronoff, A, op, cit, (sic) "La energía electromagnética viaja a una velocidad de 300 000 kilómetros por segundo. La longitud de onda esta definida como la distancia entre un pico y el siguiente".

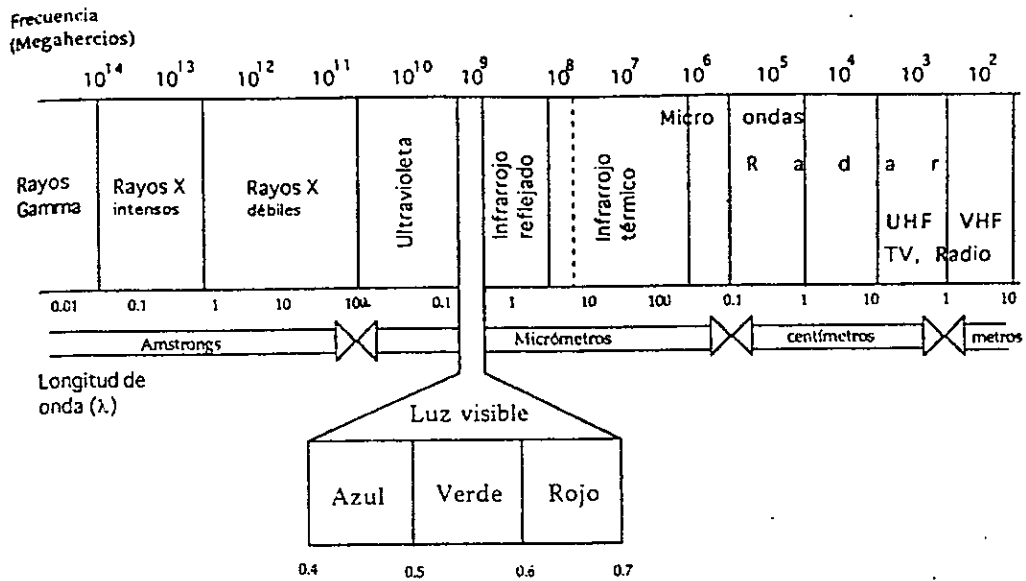
Figura 3 Reflexión de la Energía



Principales formas de teledetección: (i) reflexión;
(ii) emisión; (iii) emisión-reflexión.

Fuente: Gutiérrez, Gerardo, **Estudio del Crecimiento de la Mancha Urbana de la ZMCM a través de Sensores Remotos**, tesis de Maestría en Desarrollo Urbano, Colegio de México, 1997, capítulo III pp 49 a 50

Figura 4 Espectro- Electromagnético



Fuente: Gutiérrez, Gerardo, **Estudio del Crecimiento de la Mancha Urbana de la ZMCM a través de Sensores Remotos**, tesis de Maestría en Desarrollo Urbano, Colegio de México, 1997, capítulo III pp 50 a 51

tamaño de las bandas espectrales que el satélite detecta. Los sensores remotos mas utilizados para la captura de imágenes son los siguientes:

Las imágenes *Landsat* son capturadas y procesadas por EOSAT capturadas por el sensor MSS o Multispectral Scanner que procesa imágenes en cuatro bandas espectrales azul, verde, rojo e infrarrojo cercano. Otro tipo de sensor es el TM o Thematic Mapper procesa las imágenes en siete bandas azul, verde, rojo, infrarrojo cercano, dos bandas de infrarrojo medio y una banda de tipo termal siendo la resolución espacial de ambos sensores es de 80 metros por pixel en el MSS y de 30 metros para el TM.

El satélite *NOAA-AVHRR* (Advanced Very High Resolution Radiometer) captura cinco bandas dentro del espectro electromagnético en rojo, dos infrarrojos cercanos, un infrarrojo medio y un infrarrojo termal siendo su resolución espacial de 11 kilómetros

Sin embargo el método que se requiere para interpretar la información de las imágenes de satélite, se orienta a la combinación de las distintas bandas que compone la imagen. Este procedimiento permite realzar aquellos elementos que respondan al espectro electromagnético de las bandas que se estén combinando.

De esta forma se pueden tener distintas imágenes donde cada color representa un atributo de algún objeto en la superficie terrestre, sin embargo es recomendable realizar comprobaciones de campo debido a que hay objetos que tienen una respuesta espectral muy parecida. Existen guías que permiten interpretar los colores que se obtienen de la combinación de las imágenes de satélite y que se detallan a continuación³¹.

El color rojo a magenta indica la presencia de vegetación en la zona, los cambios en la intensidad del color denotan la salud de la cubierta vegetal y las condiciones de humedad.

El color rosa muestra vegetación en crecimiento y de baja densidad.

El color blanco muestra suelos casi desnudos pero que tienen un grado de reflexión muy alto.

El azul oscuro a negro muestra los cuerpos de agua que existen en la zona, entre más oscuro sea el tono más profundidad tiene el cuerpo de agua.

³¹ Gutierrez, Gerardo, Estudio del crecimiento de la mancha urbana de ZMCM a través de sensores remotos, Colegio de México, 1998, tesis de maestría, capítulo III pp 61-62

El tono de gris a azul metálico muestra ciudades o áreas pobladas, o en algunos casos roquedos desnudos.

El color marrón muestra vegetación arbustiva muy variable en función de la densidad y del tono del sustrato.

El tono beige al dorado identifica zonas de transición: prados secos, frecuentemente asociados con el matorral ralo (ver figura 5)

FIGURA 5 DISTRITO FEDERAL EN FALSO COLOR



Grid  North  Meters

CAPITULO III CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

3.1.- METODOLOGÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL SIG

La construcción y operación de un SIG es un proceso a largo plazo, el cual se inicia con la etapa de descubrimiento del paquete y termina con el sistema en operación.¹ Sin embargo, el éxito o fracaso en la construcción de un SIG no depende solamente del *hardware* o *software*, depende también del factor humano.

Por ejemplo, en el SIG es posible diseñar un mapa y reproducirlo cuantas veces sea necesario previniendo los múltiples problemas técnicos durante el proceso, en cambio el comportamiento de la gente es más difícil de predecir y controlar.

Esto se debe a que la gente esta influenciada no sólo por las circunstancias que rodean a la tecnología, sino también por el contexto de la situación en que están envueltos. Por ejemplo, las decisiones que toman los políticos para el desarrollo de las regiones están influenciadas por intereses externos.

Tomando en cuenta estos factores es importante definir los objetivos y metas que se desean cumplir utilizando el SIG. A este proceso se le conoce como la *Implementación del Sistema de Información Geográfica*, la cual se define como la etapa en donde la tecnología y la gente se retroalimentan. Sin embargo, este proceso es demasiado lento debido a su carácter político determinado por la incorporación implícita de la empresa por parte de las personas involucradas en el aprendizaje del SIG.

Una vez establecida esta retroalimentación, comienzan a generarse los primeros flujos de información dentro de la misma organización, surgiendo así los primeros intentos de controlar dichos flujos, su uso y su distribución. Se practica entonces el llamado “poder de la información” influenciado por el concepto de “la información es poder” y fluye a través de la organización, quien determina el aumento de los recursos financieros a esta área.

¹ Aronoff, Stan, *Geographic Information Systems: A management perspective*, WDL Publications, pp 249 - 251, 1989

De esta forma la herramienta computacional se convierte en una herramienta política, ya que ejerce un control sobre la información e incrementa el poder de los administradores y técnicos expertos en el funcionamiento del SIG. Por esta razón existe una fuerte tendencia de cada agencia a tener un estricto control de su información.

La implementación de un SIG se divide en seis etapas:

- Descubrimiento
- Definición de los requerimientos del sistema de información
- Evaluación del Sistema
- Desarrollo y elaboración de un plan para el uso del SIG
- Compra e inicio del Sistema
- Fase operacional

Descubrimiento

El personal de la empresa descubre las potencialidades del SIG y los posibles beneficios para la organización. La información sobre esta tecnología se filtra en la empresa por diversos medios, pero dependiendo de la posición del emisor dentro de la organización se establece la importancia de su idea

El flujo de información de estas ideas viajan de tres formas distintas: primero de los niveles más altos de la empresa a las esferas más bajas; segundo, de las más bajas a los niveles altos y finalmente por la intervención de terceras personas. En el primer flujo la principal ventaja es que la administración y asignación de los recursos se otorgan al desarrollo del sistema más fácilmente.

En el segundo flujo las personas encargadas de desarrollar el trabajo son las que proporcionan las ideas sobre el SIG y tienen la ventaja de conocer realmente las limitaciones y capacidades del sistema. Finalmente, el último flujo se orienta por los consejos de vendedores de SIG o por colegas ajenos a la institución o por un tercer grupo dentro de la misma organización que tiene las mismas necesidades.

Sin embargo, su principal problema reside en la competencia de los departamentos involucrados en el proyecto por el control del SIG.²

Entre los principales problemas encontrados en la fase de implementación están los siguientes:

1. La información espacial es escasa y obsoleta.
2. La información espacial no esta disponible en un formato digital o estandarizado.
3. La definición de la información espacial no es consistente.
4. Los datos no están disponibles para el público en general.
5. Los métodos de almacenamiento y consulta de los datos es inadecuada.
6. Las necesidades de los usuarios no se pueden resolver con los recursos actuales.

Definición de los requerimientos del sistema de información

La idea de los beneficios para la empresa es asimilada por el personal involucrado en el proyecto y se inicia un proceso formal y sistemático en la recolección de información para alimentar al SIG. Al mismo tiempo comienza una etapa de análisis de las necesidades de los usuarios potenciales del sistema de información geográfica.

Paralelamente, se inicia un periodo crítico en el desarrollo del SIG, ya que la influencia por parte de los distintos grupos que intervienen en este proceso es muy fuerte debido a su deseo de dar prioridad a sus necesidades.

Evaluación del Sistema

Se proponen y evalúan sistemas alternativos. Dicho proceso toma en cuenta los resultados del análisis de las necesidades del usuario determinados en la etapa anterior. Al final de esta fase se toma la decisión formal de adquirir o no el SIG.

Este proceso se divide en dos fases: primero se recolecta información sobre los distintos SIG's en el mercado por medio de material impreso o recomendación de colegas; posteriormente se evalúa si cumple con los objetivos establecidos en la fase

² Aronoff, Stan, op. cit. pp 252- 254

anterior por medio de parámetros, como el manejo de la información y la calidad de los productos de salida.

Estos objetivos permiten establecer las funciones básicas del SIG, los requerimientos de información y los formatos de salida de los datos. Munro establece que se debe dividir esta fase en tres categorías: *hardware*, *software* y facilidad de manejo para el usuario, identificando los problemas más comunes de los SIG's:

1. Los métodos de enseñanza del SIG son pobres.
2. La documentación que acompaña al paquete es escasa.
3. El desempeño del *software* no cumple con las expectativas.
4. La instalación del SIG es lento y complicado.
5. La asistencia técnica es lenta e ineficiente.
6. La incorporación de la información es más costosa de lo previsto.
7. Se incrementan los precios en las actualizaciones del paquete.
8. Es difícil el intercambio de datos con otros SIG's.
9. El software no permite su modificación de acuerdo a las necesidades.

En segundo lugar, se seleccionan dos sistemas distintos y se les alimenta con la información del propio usuario, procesándose con funciones establecidas en base a las necesidades del cliente. De preferencia, los datos usados para evaluar el sistema no deben ser conocidos por el vendedor y deben ser datos reales utilizados por el comprador.

Desarrollo y elaboración de un plan para el uso del SIG

Una vez seleccionado el SIG que se desea adquirir, es preciso establecer la estrategia para la asignación de responsabilidades, la capacitación del personal y los cambios administrativos que se requieran.

El plan debe ser desarrollado por las personas que están involucradas con el diseño, implementación y operación del sistema, ya que permite una justificación racional en la adquisición del SIG e influye en su futuro desempeño y en la asignación de recursos para su crecimiento.

Por otro lado, es preciso realizar un análisis de costos y beneficios de los resultados esperados por medio del SIG. Generalmente se han identificado cinco beneficios inmediatos:

1. Permite el almacenamiento y actualización de los datos de manera fácil y rápida.
2. Agiliza la manipulación de la información.
3. Aumentan las posibilidades de producir nuevos datos.
4. Se pueden evaluar múltiples alternativas y análisis.
5. Permite tomar mejores decisiones.

En la implementación del plan se debe describir cómo la tecnología, la información y las personas se integran en un sistema de información operativo, siendo el principal desafío lograr que dichos factores trabajen en conjunto. Para llevar a cabo este objetivo, es necesario invertir recursos financieros y tiempo en cada uno de los elementos del plan.

Compra e inicio del Sistema

Una vez que el sistema es adquirido e instalado, comienzan las sesiones de entrenamiento del personal. Al mismo tiempo empieza la construcción de las bases de datos y se establecen las primeras estrategias de operación del sistema. Por lo general, este proceso es el más caro en la construcción del SIG. En consecuencia, es indispensable establecer controles de calidad de la información y los procesos alternativos para su actualización.

Además, es necesario delimitar las responsabilidades del proveedor del SIG en materia de asesoría técnica, capacitación y número de personas involucradas en el proyecto. Por otro lado, el usuario debe de contar, dentro de su organización, con un mínimo de personal que sea capaz de manejar el SIG.

Fase operacional

En esta fase, los procedimientos técnicos se enfocan en mantener la accesibilidad del SIG y su actualización con el fin de facilitar los cambios en la información que la organización requiera, manteniendo los niveles de calidad en la producción cartográfica

Se puede considerar que un SIG ha alcanzado su fase operacional, cuando el usuario es capaz de hacer un uso racional y eficiente del sistema y cuando es capaz de solucionar problemas como el intercambio de información entre paquetes de forma eficiente y sistemática. Otro factor importante es la capacitación constante del personal que administra y maneja el SIG para que responda a las necesidades de los usuarios de manera responsable.

La información elaborada por medio del SIG presenta otro reto adicional: asignar la responsabilidad de las consecuencias originadas por la distribución de dicha información. “La información es poder” y el ejercicio de éste también implica una responsabilidad para el administrador del SIG.

Esta responsabilidad del experto en SIG recae en cuatro aspectos fundamentales: la exactitud del contenido de la información, la exactitud en el contexto en donde están insertos los datos, el formato de intercambio entre las distintas fuentes de información y, finalmente, el enfrentar los problemas para combinar distintos elementos estadísticos en la base original.

3.2.- CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL DISTRITO FEDERAL Y DE LA COLONIA POLANCO

La construcción del sistema se lleva a cabo siguiendo la metodología desarrollada en el apartado anterior tomando en cuenta la siguiente hipótesis:

Los planes y programas urbanos no son operativos en el ordenamiento físico del territorio por la falta de herramientas técnicas que faciliten la administración, almacenamiento, actualización, manipulación e integración de la información estadística y cartográfica.

Los SIG's permiten utilizar modelos urbanos para simular los efectos de los agentes exógenos sobre el crecimiento de la ciudad, con el fin de formular propuestas para la toma de decisiones y la implementación de políticas acordes con la realidad.

Por consiguiente, el análisis de la zona de estudio se realizará por medio del SIG, utilizando la metodología descrita en el inciso anterior, cuya estructura es la siguiente:

- Descubrimiento

- Definición de los requerimientos del sistema de información
- Evaluación del Sistema
- Desarrollo y elaboración de un plan para el uso del SIG
- Compra e inicio del Sistema
- Fase operacional

Descubrimiento

El primer acercamiento con el SIG consistió en la revisión bibliográfica sobre el tema por medio de revistas especializadas, libros y cursos de introducción a los SIG's. El siguiente paso fue definir cuál era el sistema más adecuado para llevar a cabo la investigación.

Para demostrar las diferencias en la manipulación de la información en los SIG's raster y vectorial, se escogió el software Idrisi y Mapinfo, respectivamente. El primer paquete es de utilidad para realizar un análisis del espacio en forma continua y manipular las imágenes de satélite y el segundo permitirá realizar el análisis demográfico planteado en los objetivos.

Definición de los requerimientos del sistema de información

El primer paso fue definir qué tipo de información se va a incorporar dentro del Sistema. A esta información se le conoce como "dato geográfico"³; después se definió la escala con la que se procesará la información o unidad de observación geográfica⁴; para el análisis demográfico se decidió utilizar *unidades de observación*

³ Bosque Sendra, Joaquín, *Sistemas de Información Geográfica*, Ediciones RIALP, capítulo II pag 30, "Un dato geográfico se puede descomponer (conceptualmente) en dos elementos: Por un lado, la *observación a soporte*, definido como una entidad de la realidad sobre la cual se observa el fenómeno; por otra la *variable o atributo temático*, que puede ser cualquier hecho que adapte diferentes modalidades de observación. Es decir, que los objetos espaciales están dotados de propiedades intrínsecas las cuales se pueden medir; cada una de ellas constituye una variable o atributo temático asociado a un objeto. Los dos tipos de elementos (observaciones soporte y variables temáticas) tienen que ser manejados por un Sistema de Información Geográfica."

⁴ Bosque Sendra, Joaquín, op. cit. "Las unidades de observación geográficas, se pueden subdividir en dos grandes tipos: naturales y artificiales. Las unidades de observación naturales son aquellas donde la referencia espacial es intrínseca al propio hecho (variable) observado, por ejemplo la subdivisión del espacio por usos de suelo. En este caso el trazado de los límites depende de las propias características del fenómeno analizado. Por otra parte, existen las unidades de observación artificiales y ajena a los fenómenos o variables temáticas medidas en ellas. El mejor ejemplo es la partición del espacio en unidades administrativas, en este caso no existe ninguna razón natural para establecer unas u otras fronteras de separación.

artificiales que son los límites por delegación, la traza urbana, las vialidades y las colonias

Se eligió un sistema raster que permitiera utilizar ambas unidades para observar el crecimiento del área urbana desde 1900 hasta 1990 y la modificación en el medio natural y que además fuera capaz de manipular imágenes de satélite al mismo tiempo.

La capacidad de los SIG's seleccionados reside en las operaciones espaciales (análisis espacial⁵) que se pueden realizar, como operaciones de distancia, proximidad y cambios de objetos cartográficos. Ambos SIG's cumplen con el objetivo de analizar el espacio bajo el punto de vista de la planificación urbana.

Evaluación del Sistema

La evaluación se enfocó en tres aspectos fundamentales: el intercambio de información entre ambos paquetes, la facilidad de incorporar los datos geográficos y la producción de nueva información geográfica a partir de los datos originales.

Se realizaron pruebas con la información de la delegación Miguel Hidalgo y con una banda de la imagen de satélite del D.F., comprobando la facilidad de manipulación de la información y su intercambio entre ambos sistemas.

Desarrollo y elaboración de un plan para el uso del SIG

La estrategia en el uso del SIG está definida por la hipótesis de la investigación, la cual consiste en desarrollar una metodología que integre la planificación urbana y los SIG's. Los beneficios obtenidos por el uso del Sistema es visualizar los fenómenos urbanos en el espacio y determinar si las políticas urbanas propuestas por el usuario son útiles para planificar la zona de estudio y medir de esta forma su efectividad.

Compra e inicio del Sistema

El sistema comienza a funcionar cuando la mayoría de la información cartográfica y estadística está corregida dentro del paquete. Además, se producen los primeros análisis para completar el análisis demográfico de la zona de estudio.

El sistema raster se considera iniciado cuando las imágenes de satélite están cargadas y georreferenciadas, incluyendo el modelo digital de elevación y los mapas vectoriales que se manejarán dentro del sistema raster.

Fase operacional

Ésta se cumple cuando el sistema permite realizar las consultas requeridas por el usuario sobre los atributos de la zona de estudio en ambos formatos. Además permite el intercambio de información entre ellos de forma fácil y sistemática.

Por otro lado, se requiere que la conversión de información analógica a formato digital sea fácil y rápida utilizando herramientas como el GPS o la integración de fotografía aérea como insumos que permitan cotejar la información.

3.2.1- ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA BASE DEL ÁREA DE ESTUDIO

La construcción de los distintos mapas temáticos requieren de insumos cartográficos y estadísticos precisos que permitan reflejar objetivamente los problemas urbanos que se presentan en la zona de estudio.

En un principio, la cartografía se dividió en varias escalas; por ejemplo, en el análisis demográfico se seleccionaron tres tipos de representación: la primera a nivel general considerando el límite por delegación; en la segunda se seleccionó el área geoestadística básica como un nivel secundario y finalmente se escogió la división por colonia como otra escala de agregación, pensada para analizar la colonia Polanco.

En la representación de la estructura urbana se decidió trabajar en dos escalas: a nivel de manzana para toda la delegación Miguel Hidalgo y a nivel de lote en la colonia Polanco, con el fin de tener un panorama más amplio de la problemática, combinando los resultados del análisis demográfico con elementos de la realidad.

Sin embargo, hubo que resolver una serie de problemas que retrasaban el desarrollo de la investigación para alimentar el sistema los cuales fueron previamente definidos en la fase de implementación del SIG. Los factores identificados son los siguientes:

⁵ Bosque Sendra, Joaquín, op. cit., "El análisis espacial es la denominación habitualmente empleada para referirse a un amplio conjunto de procedimientos de estudio de los datos geográficos en los que se

La información espacial es escasa y obsoleta.

Este factor se presentó en la elaboración de los límites administrativos y en la traza urbana de la delegación, resolviéndose por medio de la consulta de cartas topográficas escala 1 a 250000 y otros productos digitales más recientes producidos por el INEGI.

La información espacial no esta disponible en un formato digital o estandarizado.

Este fue el caso para delimitar la colonia Polanco. La solución en un principio consistió en digitalizar el área de la colonia e integrar la información estadística de los AGEB's distribuyéndolas por la proporción de la superficie del límite digitalizado.

La definición de la información espacial no es consistente.

Este problema se presentó en la consulta del límite de la colonia en distintas fuentes de información, ya que la división de Polanco no es la misma en la cartografía distribuida por la tesorería del D.F., a la señalada por la Guía Roji o al límite oficial propuesto por la delegación

Los datos no están disponibles para el público en general.

Una vez más hubo problemas en la colonia Polanco, ya que los mapas de catastro en formato digital no están disponibles al público en general. Una primera solución fue comprar los mapas en papel y digitalizarlos; sin embargo, este proceso es lento y costoso. Posteriormente fue posible conseguir la cartografía de la zona en formato digital

Los métodos de almacenamiento y consulta de los datos es inadecuada.

Una vez obtenida la información de la zona de estudio, se revisaron los distintos formatos de todos los archivos, encontrándose que los de dibujo fueron realizados en distintos SIG's y con escalas diferentes.

La solución fue buscar un formato de intercambio universal que permitiera exportar la información entre los formatos de los SIG's vectorial y raster (Mapinfo e Idrisi) de manera rápida y fácil. Posteriormente, se corrigieron las diferencias entre las

considera de alguna manera sus características espaciales”.

escalas y su georreferencia consultando las cartas topográficas del INEGI escalas 1 a 50000 y 1 a 250000 respectivamente.

3.2.2.- ELABORACIÓN DEL MAPA BASE EN EL SIG VECTORIAL

En el sistema vectorial se definieron varios mapas base que representan los distintos niveles de la información. Se realizó un mapa del Distrito Federal con su división política; el segundo mapa presenta la traza urbana de la delegación Miguel Hidalgo; el tercer mapa muestra la colonia Polanco dividida por lotes y niveles de construcción y un cuarto mapa contiene la división por AGEB's del D.F.

Se hizo énfasis en utilizar un mismo sistema de coordenadas para toda la cartografía con el fin de realizar sobreposiciones entre los mapas base y los mapas temáticos producidos mediante el análisis demográfico. En primer lugar se corrigió la cartografía que tuviera problemas de escala, esto es, que sus proporciones no coincidieran con las calculadas en las cartas topográficas.

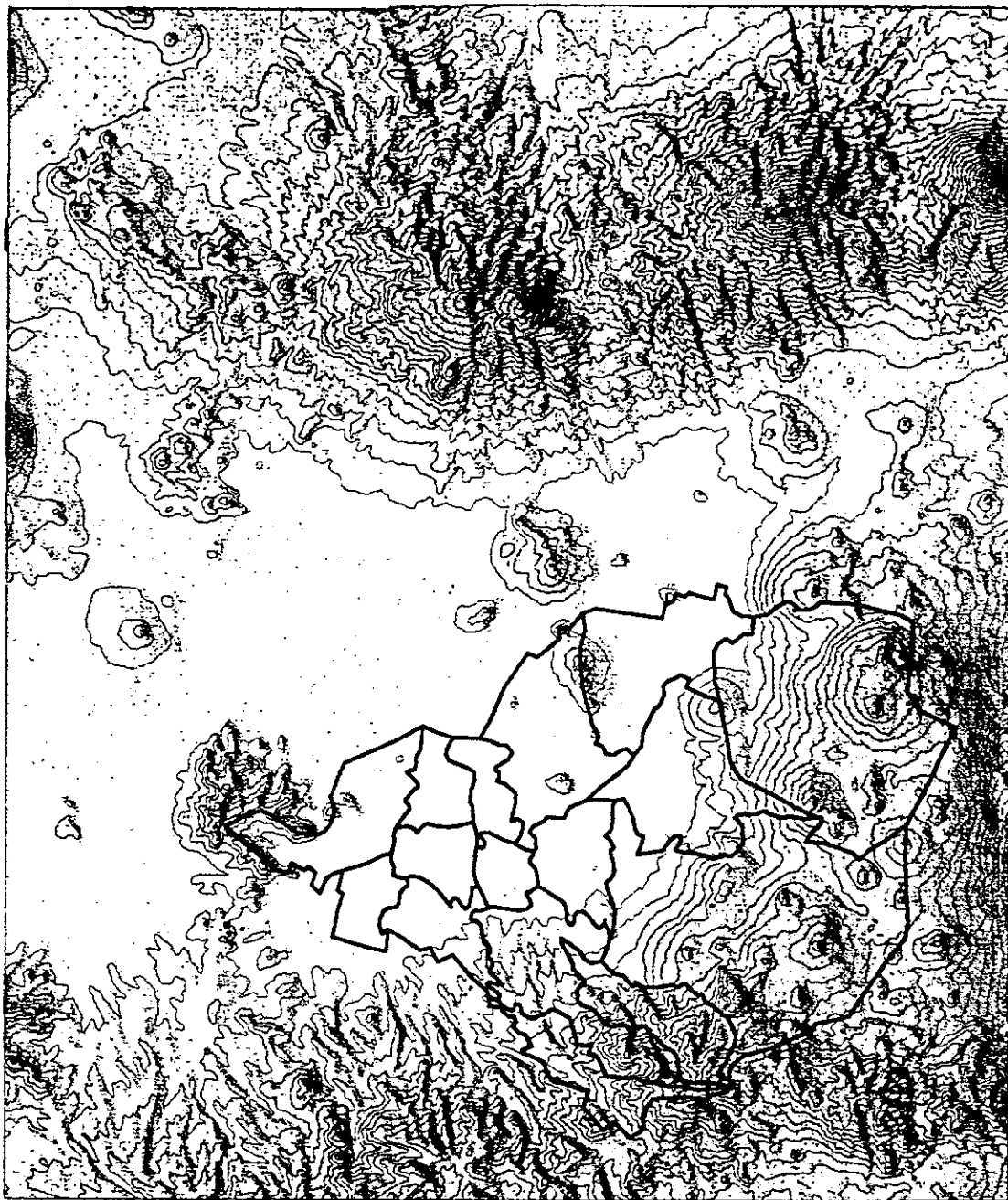
Este cambio en los tamaños del dibujo se encontraron frecuentemente en las trazas urbanas de cada delegación y se modificó su tamaño por medio de un paquete de diseño asistido por computador (CAD). En segundo lugar, se revisaron las coordenadas geográficas en un punto identificable de cada delegación, de preferencia un punto de carácter regional, para trasladar la cartografía a la posición que tiene en la realidad.

Se comprobaron las coordenadas por medio de las cartas topográficas y por el uso del sistema de posicionamiento global (GPS) el cual permite ubicar la posición de cualquier objeto sobre la superficie terrestre con un margen de error de 100 metros.

3.2.3.- METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA CONSTRUCCIÓN Y SELECCIÓN DE LAS VARIABLES DEMOGRÁFICAS.

En el análisis demográfico se determinó utilizar como unidad espacial al Distrito Federal, además, permite visualizar espacialmente el comportamiento de la población y predecir sus tendencias por medio de la construcción de "escenarios".

MAPA 1 TOPOGRAFIA DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO



Fuente: Modelo Digital de Elevación procesado por medio del SIG.

La demografía se define como el estudio del volumen, estructura, distribución espacial y dinámica de crecimiento de la población humana. George Tappinos⁶ la define por los campos de estudio que abarca y por los métodos de análisis que utiliza.

Por ejemplo, un método que utiliza con frecuencia es el cálculo de tasas de crecimiento que define como: “razones matemáticas multiplicadas por una constante, que miden los cambios en la población en un periodo de tiempo determinado y estos cambios deben medirse en relación a un año calendario”.⁷

Los conceptos y variables demográficas que se consideraron útiles para el presente estudio son los siguientes:

Un fenómeno demográfico está definido como “los sucesos que ocurren a toda la población”. Por otro lado, los eventos demográficos son “sucesos que le pasan a una sola persona”. Ambos conceptos se distribuyen de manera uniforme a través del tiempo siguiendo una distribución lineal.

Para medir el crecimiento de la población se utilizan las tasas o ritmos de crecimiento que se calculan de varias formas, por ejemplo: las *tasas de crecimiento geométrico o promedio* donde la tasa se calcula en base a los cambios en el tamaño de la población en un periodo de tiempo “t” y se expresa matemáticamente por la fórmula:

$$r = \frac{Pt - Po}{Po} * K$$

T

donde “Pt” y “Po” son la población en un periodo de tiempo final e inicial respectivamente; “T” es el tiempo transcurrido entre el crecimiento de las dos poblaciones que pueden ser 10, 20 o 30 años; todo multiplicado por una constante K que por lo general es 100 expresando la tasa de crecimiento en porcentaje.

⁶ Tappinos, George, *Elementos de Demografía*, Editorial Espasa Calpe, 1988, capítulo I

⁷ Celis, Francisco, *Análisis Regional*, Editorial de Ciencias Sociales, la Habana, 1968, capítulo 3 pp 45 60

La *tasa de crecimiento geométrico*, que supone que el crecimiento de la población está en función del tiempo y además se utiliza en el análisis por medio del SIG, se expresa mediante la fórmula

$$r = \frac{(P_t)^{1/t} * K}{(P_o)}$$

donde las variables “Pt” y “Po” son las poblaciones, “T” es el tiempo y “K” es la tasa de crecimiento.

La *tasa bruta de mortalidad*, que representa el número de defunciones que ocurren en una población durante un año civil por cada mil personas, está dado por la fórmula

$$TBM = \frac{\text{Número de defunciones} * 1000}{\text{Población}}$$

La *tasa bruta de natalidad*, que calcula el número de nacimientos en una localidad durante un año por cada mil habitantes, se define por la fórmula

$$TBN = \frac{\text{Número de Nacimientos} * 1000}{\text{Población}}$$

El *índice de masculinidad*, que mide la relación entre la población masculina y la femenina, se expresa por la relación:

$$\text{Índice de Masculinidad} = \frac{\text{Número total de hombres} * 100}{\text{Número total de mujeres}}$$

El *índice de relación niños mujer*, que mide la relación que existe entre un niño por cada mujer en edad fértil, se calcula por medio de:

MAPA 2 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN EL D.F. 1990



POBLACIÓN EN 1990
MILES DE HABITANTES

■	1,270,000 a 1,500,000	(1)
▒	520,000 a 1,270,000	(4)
▓	450,000 a 520,000	(3)
□	60,000 a 270,000	(4)

Fuente: X Censo General de Población y Vivienda, INEGI

$$\text{Relación Niños Mujer} = \frac{\text{Población de Niños entre 0 y 4 años}}{\text{Población de mujeres entre 15 y 49 años}}$$

La *densidad de población*, que calcula la cantidad total de personas asentadas sobre una superficie, está definida por la relación entre el número de habitantes por hectárea o por kilómetro cuadrado y su fórmula es:

$$\text{Densidad de Población} = \frac{\text{Población total}}{\text{superficie}}$$

3.3.- INCORPORACIÓN DE LAS IMÁGENES DE SATÉLITE DENTRO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN FORMATO RASTER.

Las imágenes corresponden a la zona central del D.F. tomadas por el satélite Landsat con una resolución de 30 metros por pixel y está compuesta de siete bandas que reflejan los distintos campos del espectro electromagnético.

El primer paso consiste en definir qué información se va a obtener a partir de la imagen; en este caso el interés principal está enfocado al estudio de la estructura urbana. Sin embargo, el primer problema consiste en seleccionar los elementos a identificar debido a la resolución demasiado alta de la imagen.

Se determinó que es impráctico tratar de separar en detalle los distintos elementos de la estructura urbana debido a que la firma espectral de algunos elementos es parecida, aumentando la probabilidad de realizar una clasificación deficiente.

Por lo anterior, se definieron grandes áreas homogéneas resaltando aquellas características más importantes de la estructura urbana, principalmente las áreas verdes de la ciudad, explicando en forma general el procedimiento que se siguió para obtener un determinado resultado a partir de la imagen.

3.3.1.- INFORMACIÓN BÁSICA Y ALTERNATIVAS PARA CONSTRUIR EL SISTEMA DE INFORMACIÓN.

La información que se requiere para construir ambos sistemas se ha definido en la etapa de implementación del SIG; sin embargo, se presentan otras alternativas

como insumos para el sistema. En caso de no contar con los archivos magnéticos del INEGI, se pueden utilizar otras fuentes de información analógicas como las cartas topográficas y las fotografías aéreas de la zona de interés.

El procedimiento que se utiliza consiste en digitalizar el material por medio de una tableta digitalizadora. Sin embargo, el tiempo que se invierte en este proceso puede ser demasiado lento debido a la cantidad de información de las cartas y a los recursos humanos disponibles.

En caso de no contar con la tableta se puede “escanear” la información, esto es, convertir la información analógica en digital y se “digitaliza” en la misma pantalla de la computadora.

Las fotografías aéreas también pueden funcionar como sustituto de las imágenes de satélite con algunas restricciones. Por ejemplo, no es posible obtener imágenes en falso color y sólo se obtienen rangos de 255 valores o escalas de color.

Es necesario insistir que un barredor óptico proporciona una “imagen” del mapa analógico y no un verdadero mapa “raster”, ya que el aparato no genera, simultáneamente, una leyenda de la imagen donde se establezca el significado que tiene en la realidad un color o un nivel concreto de gris de la imagen.

3.4.- INSTRUMENTOS PARA ACTUALIZAR EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: EL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL.

El sistema de posicionamiento global (GPS) es una herramienta que permite actualizar la información cartográfica de forma sencilla. Consiste en un aparato receptor que calcula la posición de cualquier objeto sobre la superficie terrestre con una desviación de 1 a 50 metros.

La exactitud de las posiciones capturadas están determinadas por el número de satélites que se calcularon para el día del levantamiento; a esta alineación se le conoce como constelación.

Se realizará un ejemplo por medio del GPS en la zona de estudio, con el fin explicar su funcionamiento y determinar las capacidad de este sistema en el levantamiento de elementos urbanos. De preferencia, se seleccionarán elementos de la

estructura urbana que están en constante cambio, como por ejemplo el equipamiento urbano.

Por otro lado, por medio del GPS se calculará la velocidad de recorrido en las principales avenidas del D.F., con el fin de observar el grado de congestionamiento que existe y demostrar las capacidades de esta herramienta en la etapa de diagnóstico en la planeación urbana.

CAPITULO IV RESULTADOS Y CONCLUSIONES DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Este capítulo presenta diversas aplicaciones de los S.I.G.'s por medio de la realización de cuatro ejercicios; los cuales, considero que se utilizan frecuentemente en la planeación urbana. Se intenta comprobar las ventajas y desventajas de estos sistemas, la capacidad que ofrecen para realizar operaciones de análisis espacial y las distintas formas de representación de la información.

De esta forma, los ejercicios abarcan temas inherentes al comportamiento de la estructura urbana en distintas escalas, comenzando en un nivel de análisis general (las delegaciones) hasta llegar a un nivel más particular (lotes).

En primer lugar se realizará un análisis del comportamiento demográfico en el D.F., el segundo ejercicio trata de evaluar la efectividad del ZEDEC de la colonia Polanco por medio del análisis del uso del suelo; el tercer ejercicio analiza el crecimiento del área urbana de la ZMCM desde 1900 hasta 1990 y el último ejercicio consiste en identificar los elementos de la estructura urbana por medio de imágenes de satélite.

A continuación, se hace una breve descripción de las características físicas donde se ubica la ZMCM y después se describen los resultados obtenidos para cada ejercicio.

GEOGRAFIA DEL D.F.

El Distrito Federal tiene una superficie de 1489.86 kilómetros cuadrados, mismos que representan el 0.1% de la extensión correspondiente al país. De la totalidad del territorio, el 50.4% es urbano y el 49.6% es rural o reserva ecológica.¹

Los límites geográficos de la entidad son: al norte, al este y al oeste, el Estado de México; al sur, el Estado de Morelos (ver mapa 1)

El clima predominante en el Distrito Federal es el templado subhúmedo, registrando una temperatura media anual que varía de 16 grados centígrados a 18 grados y una precipitación pluvial de 600 mm. anuales. Respecto a su división geoestadística, se integra por 16 delegaciones distribuidas en 1955 Areas Geoestadísticas Básicas (AGEBS's).

¹ Econo Consultores, Departamento del Distrito Federal, **El Distrito Federal y sus delegaciones**, 1994 capítulo I, Geografía, pp 3 , 6.

El D.F. el cual forma parte de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México², se ubica en la cuenca de México, la cual es una unidad hidrológica endorreica, es decir, cerrada o sin drenaje natural, de aproximadamente 7,000 kilómetros cuadrados, su parte más baja, tiene una elevación de 2,240 msnm, y se encuentra rodeada en tres de sus lados por una sucesión de sierras volcánicas que sobrepasan en sus puntos más altos los 3,500 msnm: el Ajusco al sur, la Sierra Nevada hacia el oriente y la Sierra de las Cruces hacia el poniente.

Los picos más altos se encuentran al sureste de la cuenca y son el Popocatepetl (5,465 msnm) y el Iztaccíhuatl (5,230) msnm. Estas montañas periféricas son un límite importante a la expansión de la ciudad de México y de la ZMCM en conjunto

4.1.-ANÁLISIS DEMOGRÁFICO EN EL DISTRITO FEDERAL

El análisis demográfico³ es una herramienta que permite pronosticar el comportamiento de la población y es útil, por que evalúa y prevé las necesidades actuales y futuras de vivienda, equipamiento e infraestructura que requiere la población.

La Ciudad de México por sus dimensiones requiere de información actualizada sobre las características demográficas de su población como por ejemplo: niveles de fecundidad, mortalidad y migración. Esta información es útil porque permite pronosticar el comportamiento futuro de éstas variables e identificar los patrones espaciales donde se ubican.

Por esta razón, se decidió utilizar el análisis demográfico como un método para evaluar la capacidad del S.I.G., el ejercicio propuesto consiste en determinar el comportamiento de la población de la Ciudad de México utilizando las opciones que el S.I.G. ofrece para la manipulación y visualización de la información demográfica por medio de mapas.

² La Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) esta compuesta por las 16 delegaciones y los 27 municipios conurbados del Estado de México, para fines de este estudio solamente se utilizara el Distrito Federal, en el entendido de que si se menciona algunas veces a la ZMCM es únicamente con propósitos de referencia.

³ Tappinos, Geoge, **Elementos de Demografía**, Introducción, Espasa Alpe, 1988: "Mientras que para A. Guillard. inventor del vocablo, la demografía es la historia natural y social de la humanidad, el *Tratado de demografía*, publicado en 1945 bajo la dirección de A. Landry, distingue la *demografía cuantitativa*, que estudia los movimientos que se producen en las poblaciones con todo lo que semejante estudio conlleva de investigación referente a los factores donde provienen esos movimientos, y que es el objeto del tratado, y la *demografía cualitativa*, que se ocupa de las cualidades de los seres humanos: cualidades físicas, fisicointelectuales, intelectuales puras [...], cualidades del carácter [...], cualidades propiamente morales".

Además, se plantean tres hipótesis en el comportamiento de la población para detectar las delegaciones que presenten cambios bruscos en su estructura demográfica y manejando estas hipótesis dentro del SIG.

POBLACION EN 1990

Según datos del XI Censo General de Población y vivienda de 1990, la población en el Distrito Federal era, al comenzar la década, de 8,235,744 personas, lo cual representaba el 10.1% del total del país.(ver mapa 2)

En el transcurso de la década pasada, la entidad presentó un incremento del 2%. Las tasas de crecimiento en el período 70-90 no difieren en signo, lo que indica que el 4.1% del incremento poblacional del país se explica por el que experimentó la entidad.

Con base en XI Censo General de Población y Vivienda, la población del Distrito Federal presenta una proporción baja de inmigrantes, 55,412 personas nacieron en otro país. Ello significa el 16.3% del total de inmigrantes en el país. Por su lado, el saldo migratorio del Distrito Federal, con relación al resto de los estados de la república, indica una expulsión de población, registrando 3,138,776 emigrantes contra 1,990,652 inmigrantes.

En cuanto a la migración reciente, entendida como los desplazamientos de población ocurridos en los últimos cinco años previos al levantamiento censal de 1990, sólo un 4.3% de la población de 5 años o más registrada entonces, no residía en la entidad en 1985⁴.

POBLACIÓN EN EL AÑO 2010.

Se estimó que el crecimiento de la población en el año 2010 será más intenso en tres delegaciones: Tlalpan, Iztapalapa y Gustavo A. Madero. Contendrán una población estimada en 740,000 hasta los 2'100,000 habitantes.

Por otro lado, se prevé que la mayor distribución de población estará ubicada en 5 delegaciones: Cuauhtémoc, Alvaro Obregón, Coyoacán, Xochimilco y Milpa Alta con una población de 310,000 a 740,000 habitantes, le siguen en importancia Iztacalco, Venustiano Carranza y Azcapotzalco con 250.000 a 310.000 habitantes

⁴ Econo Consultores, Departamento del Distrito Federal, op. Cit.

Finalmente las delegaciones Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Cuajimalpa, Magdalena Contreras y Tláhuac contendrán una población de 90,000 a 250,000 habitantes. (Ver mapa 3).

POBLACIÓN EN EL AÑO 2015.

En el año 2015, se pronostica que las delegaciones con mayor concentración de población serán: Gustavo A Madero, Alvaro Obregón, Coyoacán, Iztapalapa y Tlalpan con un rango de población entre 500,000 a 2,290,000 habitantes. Le seguirán en importancia las delegaciones Xochimilco y Tláhuac con una población estimada de 270,000 a 500,000 habitantes.

En las delegaciones Cuauhtémoc, Azcapotzalco y Magdalena Contreras la población crecerá en un rango entre 250,000 a 270,000 habitantes, incorporándose en esta dinámica de crecimiento las delegaciones de Miguel Hidalgo, Iztacalco y Venustiano Carranza.

Por otra parte, la tendencia de las delegaciones Benito Juárez, Cuajimalpa y Milpa Alta continuaran expulsando población hacia otras delegaciones disminuyendo su población al rango de 90 000 a 250 000 habitantes. (Ver mapa 4).

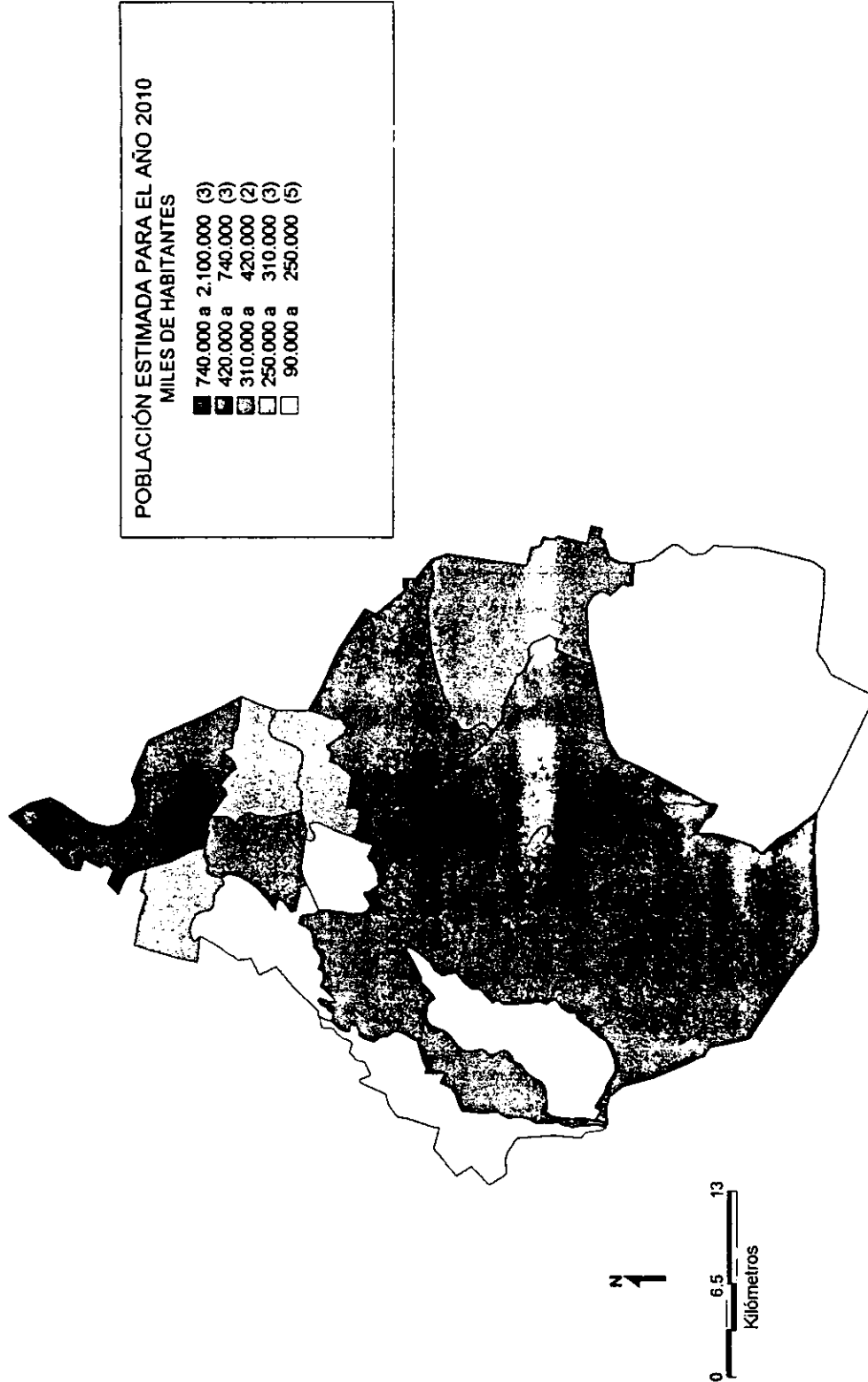
ELABORACIÓN DE ESCENARIOS ALTERNATIVOS: HIPÓTESIS ALTA Y BAJA.

Considero que la influencia de los planes y programas de desarrollo sobre las áreas urbanas serian más efectivas, si los planificadores fueran capaces de visualizar en el espacio los cambios en el comportamiento de la población respondiendo a preguntas como:

¿Qué pasa si disminuye la población total un 20 % suponiendo que crecen los flujos migratorios hacia otras regiones del país?, ¿qué pasaría si por el contrario se incrementara la migración del campo a la ciudad aumentado el volumen de población en 20 %? Y lo más importante ¿ Es posible combinar los resultados y al mismo tiempo visualizarlos en el espacio? .

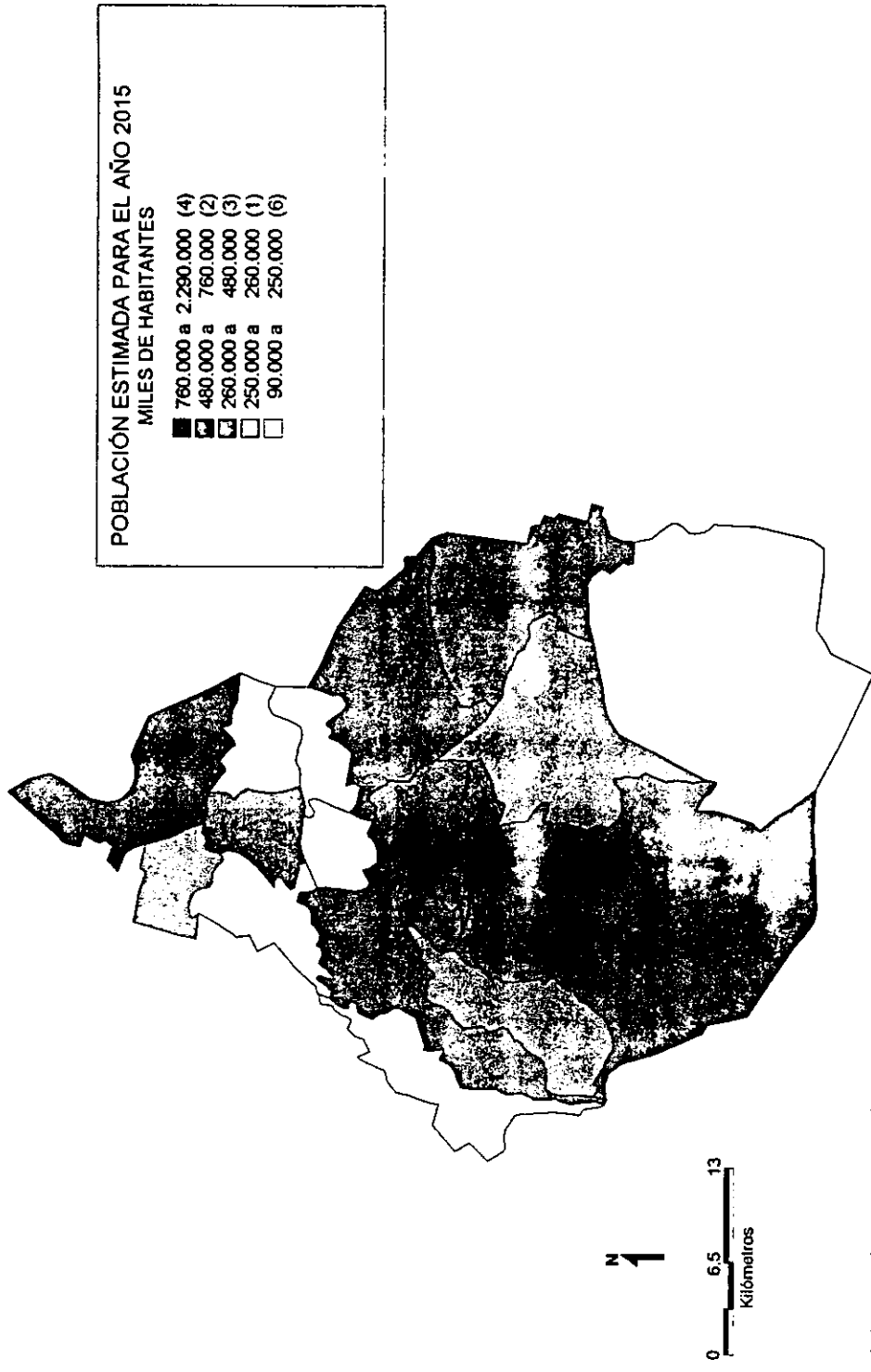
Hasta hace poco tiempo los planificadores utilizaban los métodos que tenían a la mano para combinar la información estadística con la cartografía, con el fin de construir mapas y en base a ellos identificar posibles tendencias. Sin embargo, este proceso es muy lento sobretodo en la integración de ambos resultados.

MAPA 3 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN EL AÑO 2010 PARA EL D.F.



Fuente: Datos calculados a partir de la información del IX, X y XI Censo General de Población y Vivienda, INEGI

MAPA 4 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN EL AÑO 2015 PARA EL D.F.



Fuente: Datos calculados a partir de la información del IX, X y XI Censo General de Población y Vivienda, INEGI

.Considero que una de las principales características del SIG es la habilidad que tiene para manejar o combinar variables estadísticas y cartográficos al mismo tiempo, además de presentar los resultados por medio de mapas temáticos.

De tal forma, el siguiente paso consiste en examinar las posibilidades del SIG para manipular la base de datos estadística, por medio de identificar las posibles tendencias del comportamiento demográfico en el Distrito Federal y combinar las variables dentro del sistema de información.

HIPÓTESIS BAJA E HIPÓTESIS ALTA.

Para evaluar las herramientas de análisis que ofrece el SIG, se determinó disminuir la población de 1980 un 10 %, esto representó disminuir 100,000 habitantes en cada una de las delegaciones, con excepción de Cuajimalpa donde se restó solamente 50,000⁵, una vez hecho esto se calculó la tasa de crecimiento para la década 80 - 90 para la hipótesis baja.

En la hipótesis alta se decidió aumentar el mismo 10% de población para todas las delegaciones, el criterio que se utilizó para tomar esta decisión tal vez es arbitrario; pero hay que tomar en cuenta que el objetivo principal del estudio consiste en evaluar la facilidad del SIG para integrar los datos estadísticos con la cartografía y su visualización en el espacio.

El procedimiento que se utilizó para construir la expresión que calcula la tasa de crecimiento de 1980 a 1990 dentro del sistema, contemplando las dos hipótesis: alta y baja es la siguiente:

En base a la fórmula para calcular la tasa de crecimiento:

$$r = (P_t / P_o)^{ 1/t } * 100$$

Es necesario construir una expresión dentro del S.I.G. que permita interpretar dicha fórmula y realizar el cálculo correspondiente. La sintaxis utilizada dentro del sistema para calcular la proyección de población de 1980 a 1990 para la hipótesis baja es la siguiente:

⁵ Se decidió disminuir esta proporción de población, ya que en el Censo General de Población y Vivienda de 1980, la delegación Cuajimalpa no rebasaba los 100,000 habitantes.

$$(((\text{PobHB}_{1990} / \text{PobHB}_{1980}) ^ { (1 / T) } - 1) * 100$$

Donde PobHB_{1990} es la población en 1990 menos 100, 000 habitantes, PobHB_{1980} es la población en 1980 menos 100, 000, T es el periodo de tiempo que se esta analizando y el resultado se multiplica por 100. Para calcular la tasa de crecimiento con la hipótesis alta, se utilizó la misma expresión cambiando los campos señalados en negritas:

La sintaxis que se escribe dentro del sistema es la siguiente:

$$(((\text{PobHA}_{1990} / \text{PobHA}_{1980}) ^ { (1 / T) } - 1) * 100$$

La formula para calcular la población en un periodo de tiempo determinado está dado por la relación:

$$P_t = P_o * (1 + r) T$$

La sintaxis para calcular la población en 2005 por medio del SIG, es la siguiente

$$(\text{PobHB}_{1990} * (1 + (\text{TCHB80} - 90)) ^ { 15 }$$

Donde Pob_{1990} corresponde a la población total en 1990, $\text{TC80} - 90$ la tasa de crecimiento de 1980 a 1990 para la hipótesis baja.

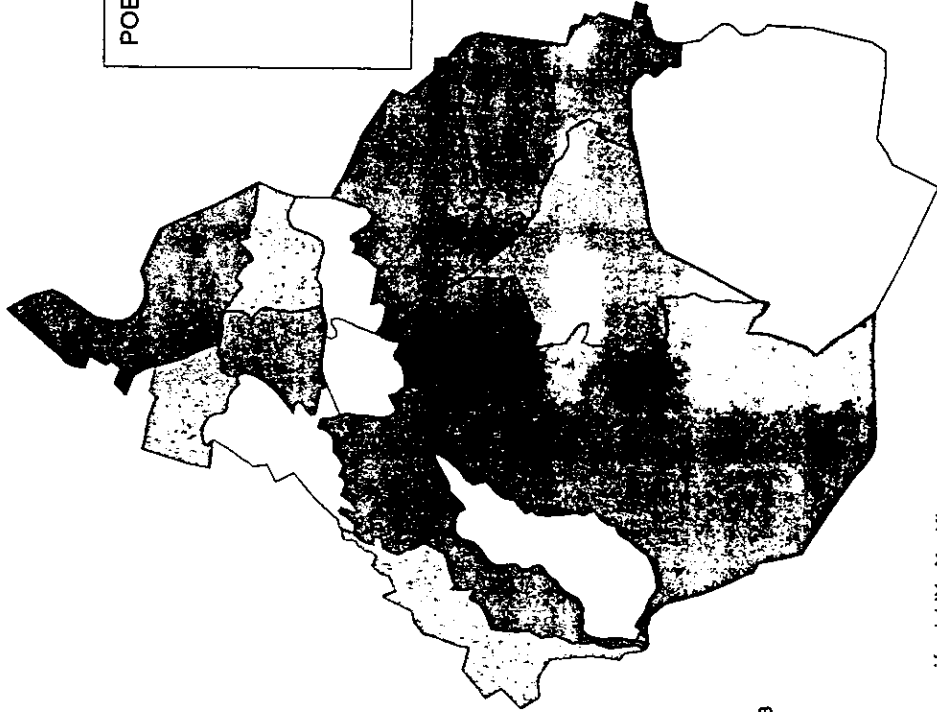
En la hipótesis alta la sintaxis para el cálculo de la población en 2005, es la siguiente :

$$(\text{PobHA}_{1990} * (1 + (\text{TCHA80} - 90)) ^ { 15 }$$

Donde Pob_{1990} corresponde a la población total en 1990, $\text{TC80} - 90$ la tasa de crecimiento de 1980 a 1990.

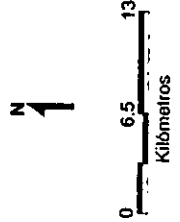
Así, los mapas producidos para determinar la evolución de la población con hipótesis baja, media y alta se presentan en las siguientes páginas (mapas 5, 6 y 7).

**MAPA 5 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN EL AÑO 2010 PARA EL D.F.
HIPOTESIS BAJA**



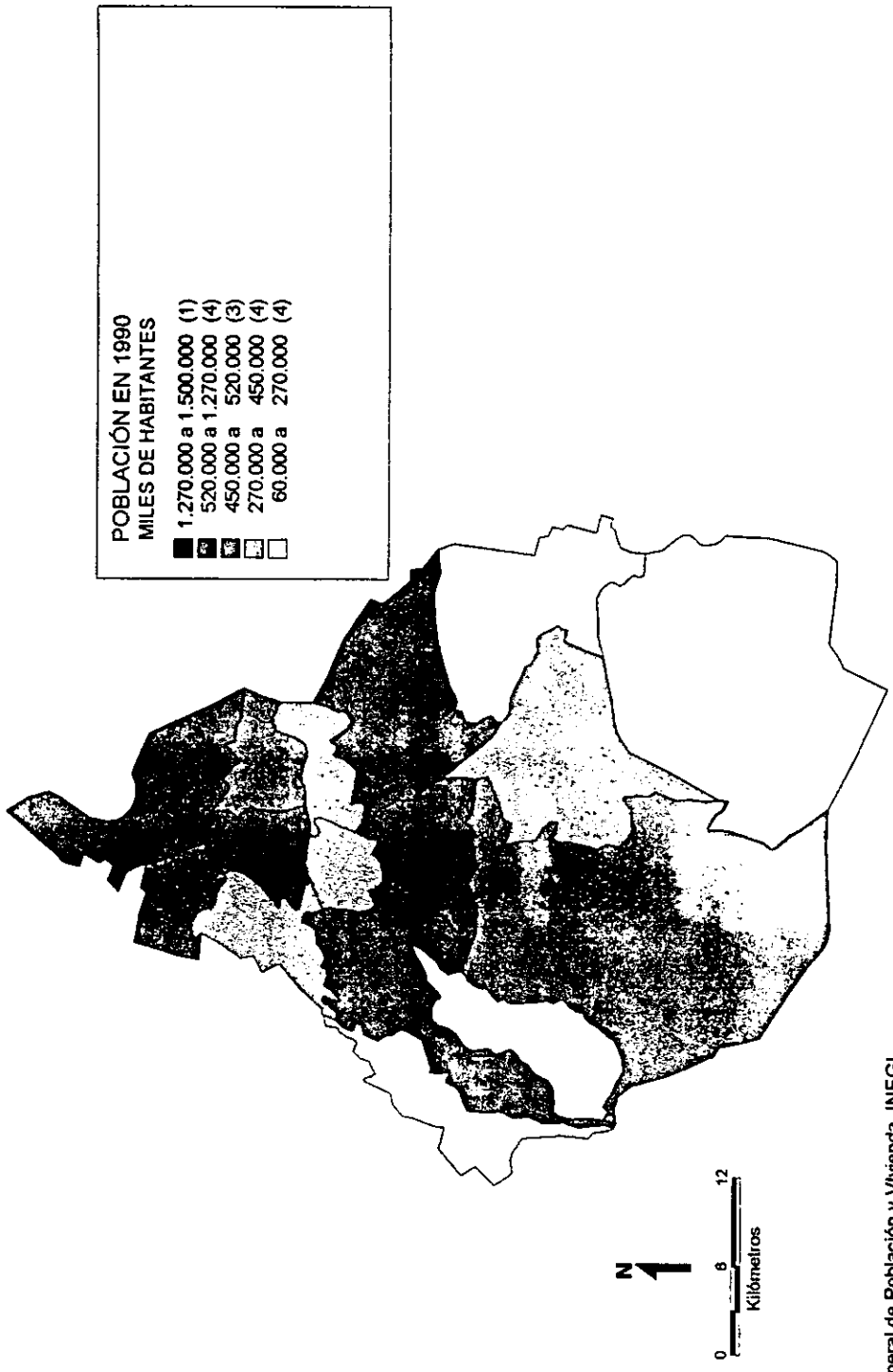
**POBLACIÓN ESTIMADA EN EL AÑO 2010
HIPOTESIS BAJA**

■	640.000 a 2.010.000 (3)
▒	370.000 a 640.000 (3)
░	230.000 a 370.000 (2)
□	190.000 a 230.000 (3)
□	0 a 190.000 (5)



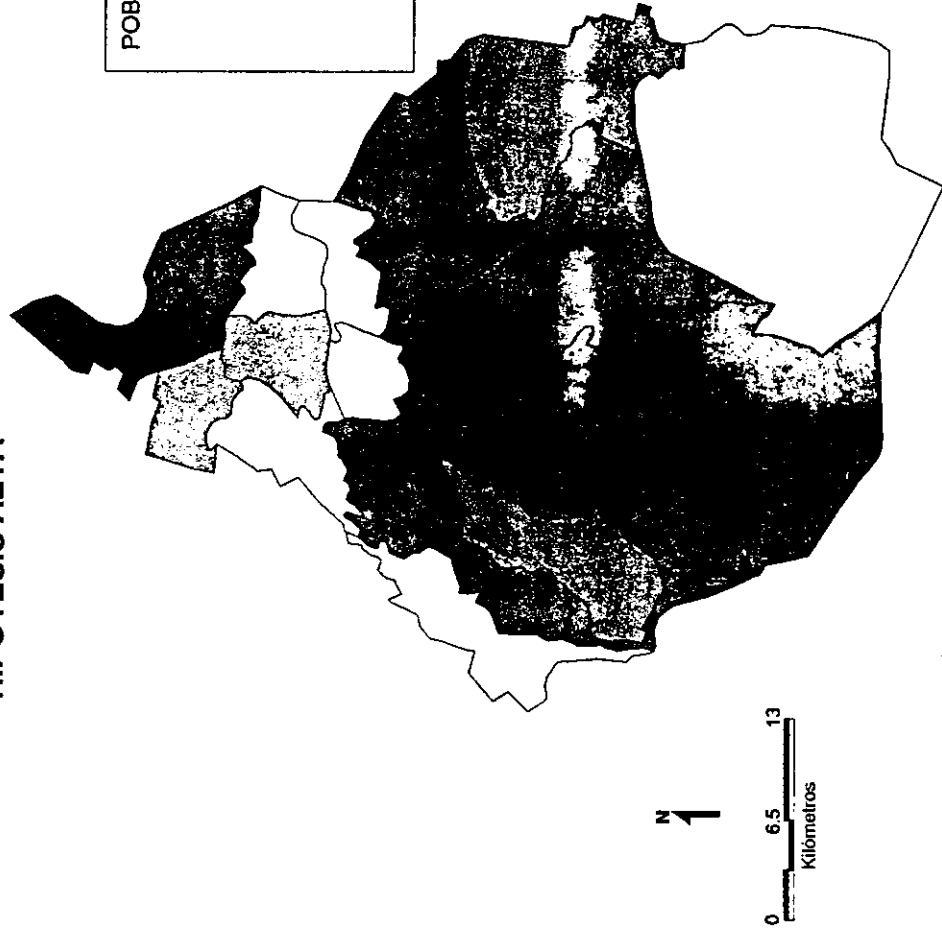
Fuente: Datos calculados a partir de la información del IX, X y XI Censo General de Población y Vivienda, INEGI

**MAPA 6 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN EL D.F. 1990
HIPOTESIS MEDIA**



Fuente: XI Censo General de Población y Vivienda, INEGI

MAPA 7 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN EL AÑO 2015 EN EL D.F. HIPOTESIS ALTA



Fuente: Datos calculados a partir de la información del IX, X y XI Censo General de Población y Vivienda, INEGI

4.2.- ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCION DE LOS USOS DEL SUELO EN LA COLONIA POLANCO

La colonia Polanco esta ubicada dentro de la delegación Miguel Hidalgo al poniente de la ciudad, fue fundada en la década de 1950 como un fraccionamiento residencial de altos ingresos. Las principales vialidades que limitan la colonia son: Al norte la Avenida Ejercito Nacional, al oriente la Avenida Mariano Escobedo, al Poniente el Anillo Periférico y al sur la Avenida Paseo de la Reforma las cuales la mantienen comunicada con toda la ciudad.

Además, cuenta con vialidades secundarias que facilitan la movilidad interna de sus habitantes y dividen la colonia de forma transversal y longitudinal. Entre las calles más importantes se encuentran: Presidente Masaryk, Homero, Horacio, Newton, Arquímedes (la cual une a Paseo de la Reforma con Ejercito Nacional) y Moliere (ver mapa 8).

El medio de transporte que predomina en la colonia es el automóvil particular, peseros y taxis; además cuenta con una línea de metro que es el principal modo de transporte de la población que sólo trabaja en la colonia. Esta línea se comunica con otros ramales de la red por medio de sus estaciones Tacubaya y el Rosario.

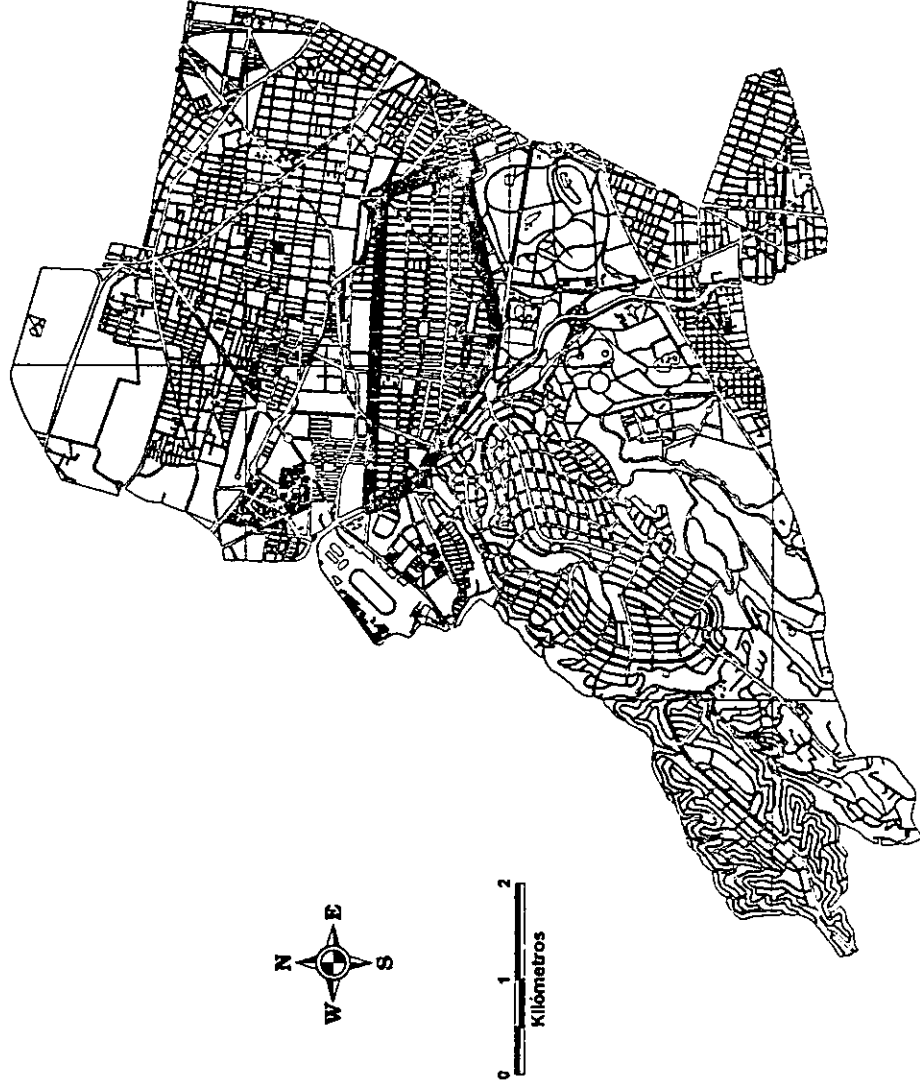
Las principales áreas verdes de la colonia son el parque Angela Peralta y parte del Bosque de Chapultepec ubicadas en el limite sur de Polanco, además; la mayor parte de sus calles cuentan con prados y áreas verdes al interior de la vivienda

Como se puede apreciar, Polanco es un polo de atracción para el mercado inmobiliario, el cual ésta en busca de las zonas más favorables de la ciudad para realizar nuevas inversiones, provocando que en la colonia se incrementen las presiones para cambiar el uso de suelo habitacional a comercial⁶.

Esta especialización que ha obtenido la colonia a través de los años se explica por que "al ampliarse la ciudad en tamaño y amplitud, sus funciones han evolucionado creando una variedad de áreas espacialmente descentralizadas dentro del área metropolitana.

⁶ Ward, M. Peter, México. una megaciudad, capítulo IV, Alianza Editorial, pag. 134, 1990: "En términos de proximidad a los alrededores, los ricos y los grupos de mejores ingresos económicos compiten para obtener los terrenos con servicios, panoramas agradables, cercanos a sus semejantes, a los centros

MAPA 8 UBICACION DE LA COLONIA POLANCO



Por consiguiente, la mayoría de la población ya no acude al viejo núcleo histórico de la ciudad de México para obtener servicios y satisfacer sus necesidades cotidianas. En lugar de ello, va al subcentro local más cercano.”⁷

La funcionalidad de estas “ciudades dentro de la ciudad” fue reconocida por los planificadores de los años setenta y varios núcleos poblacionales existentes fueron programados para su consolidación como “Centros Urbanos Metropolitanos”. Los ejemplos más representativos de esta política son Nezahualcoyótl y Pantitlán.

Sin embargo, considero que no se tomó en cuenta que algunas zonas evolucionarían más rápido que otras provocando un cambio intensivo en los usos del suelo. Esto generó problemas de saturación vehicular, sobreutilización de los espacios de estacionamiento y una anarquía en la distribución de los usos del suelo.

El primer instrumento que fue creado para tratar de resolver este problema fue llamado *Zona Especial de Desarrollo Controlado* o ZEDEC el cual tiene como objetivo fundamental el proteger la calidad de vida de la población por medio del control de los cambios en los usos del suelo (ver mapa 9).

Hasta el momento no se ha evaluado la efectividad del ZEDEC porque no existían herramientas técnicas que permitieran manipular los cambios en la estructura urbana de manera sencilla y que fuera capaz de detectar las zonas con potencialidad de cambiar su uso. Pensando en esto, el ejercicio que se presenta a continuación tiene como objetivo determinar si el uso de un S.I.G. permite evaluar la normatividad del ZEDEC y al mismo tiempo, establecer si existe una relación entre la antigüedad de construcción de un predio y los cambios en los usos del suelo.

Diagnóstico de la situación actual de Polanco

La colonia Polanco ésta comprendida por 209 manzanas, las cuales están divididas en 3676 lotes. Estos últimos ocupan una superficie total de 1555913 metros cuadrados⁸, en el mapa 10 se muestra la superficie total de cada uno de los lotes para cada una de las manzanas.

comerciales y a servicios socialmente aceptados; y evitan los alrededores negativos como zonas contaminadas, plantas industriales y áreas sin prestigio social.”

⁷ Ward, M. Peter, op. cit.

⁸ Datos estimados a partir de la información proporcionada por la Tesorería del Distrito Federal para 1994

MAPA 9
PROGRAMA PARCIAL DE LA COLONIA POLANCO EN 1992



PROGRAMA PARCIAL DE POLANCO

- AREA VERDE Y ESPACIOS ABIERTOS (13)
- EQUIPAMIENTO DE SERVICIOS (11)
- HABITACIONAL COMERCIAL ALTURA MAXIMA 9 METROS (158)
- HABITACIONAL PLURIFAMILIAR ALTURA VARIABLE (1'019)
- HABITACIONAL PLURIFAMILIAR COMERCIAL EN PLANTA BAJA ALTURA VARIABLE (400)
- HABITACIONAL PLURIFAMILIAR Y/O OFICINAS SIN SERVICIOS ALTURA VARIABLE (63)
- HABITACIONAL PLURIFAMILIAR Y/O OFICINAS Y COMERCIAL EN P.B. ALTURA VARIABLE (246)
- HABITACIONAL VIVIENDA MAYOR A 150 M Y 200 M SECCION V (1732)
- SERVICIOS TURISTICOS ALTURA MAXIMA 90 METROS (28)
- SUBCENTRO URBANO (6)

MAPA 10

SUPERFICIE TOTAL POR LOTE EN LA COLONIA POLANCO EN 1994



SUPERFICIE TOTAL POR LOTE

900 a	26,400	(222)
800 a	900	(77)
700 a	800	(60)
600 a	700	(119)
500 a	600	(272)
400 a	500	(776)
300 a	400	(506)
200 a	300	(676)
100 a	200	(333)
1 a	100	(459)
0 a	0	(176)

En gamas de color azul se muestran los terrenos con una superficie que oscila entre los 900 metros cuadrados hasta los 26400 metros, lo que representa el 6.04% del total de la superficie de la colonia. Algunos predios se ubican principalmente en el límite poniente y oriente de la calle de Homero y Horacio; y a lo largo de Campos Elíseos al sur.

Con respecto a los lotes que tienen una dimensión entre 800 a 900 metros cuadrados se detectaron 77 casos, los cuales representan el 2.1% del total y están ubicados aleatoriamente dentro de Polanco. El número de lotes que tienen una superficie entre 700 y 800 metros cuadrados son 60 y ocupan solamente el 1.6 % de la colonia, su ubicación presenta el mismo comportamiento que el caso anterior.

Las superficies que predominan en la colonia son de dos tipos, el primero oscila entre 400 y 500 metros y el segundo tiene una superficie mínima de 200⁹ hasta 300 metros, con un número de lotes de 776 y 676 respectivamente, que en conjunto suman 1452 lotes y representan el 39.5 % de la superficie total siendo su distribución más homogénea que en los casos anteriores (ver cuadro 1).

Le sigue en importancia los lotes cuya superficie caen dentro del rango de 300 a 400 metros cuadrados con 506 casos y representan el 13.8% del universo de estudio. Los lotes que cuentan con una superficie de 1 a 100 metros cuadrados son 459 casos y representan el 12.5% del total¹⁰.

Ambas categorías de lote se distribuyen de forma heterogénea a lo largo de la colonia, Finalmente los lotes que presentaron el menor número de casos son del rango de 800 a 900 y de 700 a 800 metros cuadrados, con 77 y 60 respectivamente y representan el 2.1% y 1.6% del total

⁹ Se encontraron dos casos en que fue imposible combinar la información cartográfica con la base de datos, en primer lugar se encontraron lotes cuyo identificador catastral no coincide con el mapa, y en el segundo caso se encontró que el identificador es el mismo pero no existe información. De tal forma que se determinó un valor de 10 como mínimo para el primer caso (169 lotes y que son el 4.60% del total) y en el segundo (17 lotes o el 0.46% del total).

Por otra parte el S.I.G. permite calcular las áreas de forma automática, de tal forma que en párrafos posteriores se realiza ésta operación para comparar los datos oficiales con los obtenidos por el Sistema de Información Geográfica.

¹⁰ Debido a la falta de información en la base de datos de 176 casos, se determinó que el valor mínimo del arreglo por rangos es 1, con el fin de que el mapa temático pudiera reflejar fielmente el comportamiento de la colonia y de los límites que se presentan cuando la información no es exacta.

CUADRO 1
SUPERFICIE POR LOTE EN POLANCO

RANGOS	LOTES	PORCENTAJE
900-26400	222	6.0
800-900	77	2.1
700-800	60	1.6
600-700	119	3.2
500-600	272	7.4
400-500	776	21.1
300-400	506	13.8
200-300	676	18.4
100-200	333	9.1
1-100	459	12.5
0-0	176	4.8
total	3676	100

Fuente: Cálculos realizados a partir del uso de suelo propiedad de Econo Consultores S.A. de C.V.

CUADRO 2
INTENSIDAD DE LA CONSTRUCCION EN POLANCO

RANGOS	LOTES	PORCENTAJE
900-26400	454	12.4
800-900	76	2.1
700-800	100	2.7
600-700	164	4.5
500-600	308	8.4
400-500	457	12.4
300-400	670	18.2
200-300	711	19.3
100-200	327	8.9
1-100	134	3.6
0-0	271	7.4
sin registro	4	0.1
total	3676	100.0

Fuente: Cálculos realizados a partir del uso de suelo propiedad de Econo Consultores S.A. de C.V.

La superficie construida o intensidad de construcción¹¹ se estimó en 2637311 metros cuadrados, ésta cantidad equivale a casi el doble de la superficie total que existe en la colonia por lote (41 %), lo que significa que existe una tendencia por parte de la población a aprovechar al máximo la superficie de el predio (ver mapa 11).

Los lotes que tienen una mayor intensidad de construcción son en primer lugar los lotes cuyas dimensiones oscilan entre 200 y 300 metros, existen en la colonia 711 lotes (19.3%) que cumplen con esta condición, le siguen en importancia el rango de 300 a 400 metros cuadrados con 670 lotes y representan el 18.2% del total, además existen 457 lotes con una superficie que oscila entre los 400 a los 500 metros cuadrados que representan el 12.4% y los lotes con una superficie de 900 a 26400 metros cuadrados con 454 lotes y representan también el 12.4%.

Como es posible apreciar, en los terrenos mas grandes existe el doble de espacio construido comparado con la superficie total del terreno (ver cuadro 2). Analizando los mapas se observa que los terrenos que cumplen esta condición son de uso comercial y habitacional y están ubicadas a lo largo de Campos Eliseos, Moliere y Mariano Escobedo.

Con respecto a la antigüedad de los inmuebles se estimo que el 29.3% tiene una edad promedio entre 25 y 30 anos, le siguen las construcciones con 35 a 40 anos y que representan el 24.6% del total. Es curioso, pero los lotes con una edad promedio de 1 a 5 anos aportan el 11.1% al universo de estudio, esto quiere decir que existe una tendencia significativa a modificar al inmueble, ya sea por motivos como la comodidad de los ocupantes o el cambio de uso de suelo (ver mapa 12).

Algunas de estas construcciones se ubican en zonas definidas por el ZEDEC, donde es posible realizar algún cambio en su uso de suelo, le siguen en importancia los lotes cuya edad promedio es de 20 a 25 anos, los casos en que no existen registro y se clasificaron en rangos de 0, 30 a 35, 15 a 20, 5 a 10 y finalmente de 10 a 20; las cuales representan el 10.8%, 8.7%, 6.7%, 4.5%, 2.1% y 1.7% respectivamente.

Los resultados obtenidos a partir del análisis de la distribución de los usos del suelo que existen en la colonia son los siguientes:

¹¹ Se entenderá como intensidad de construcción a la cantidad medida en metros cuadrados, que ocupe el inmueble o edificio sobre el lote incluyendo cada uno de sus niveles.

MAPA 11 INTENSIDAD DE LA CONSTRUCCION EN LA COLONIA POLANCO EN 1994



INTENSIDAD DE LA CONSTRUCCION EN POLANCO
SUPERFICIE CONSTRUIDA EN EL LOTE

900 a 26,400	(454)
800 a	900 (76)
700 a	800 (100)
600 a	700 (164)
500 a	600 (308)
400 a	500 (457)
300 a	400 (670)
200 a	300 (711)
100 a	200 (327)
1 a	100 (134)
0 a	0 (271)
all others	(4)

MAPA 12 ANTIGUEDAD DE LA CONSTRUCCION EN POLANCO



ANTIGUEDAD DE LA CONSTRUCCION
AÑOS DEL INMUEBLE

35 a 40	(904)
30 a 35	(248)
25 a 30	(1077)
20 a 25	(396)
15 a 20	(165)
10 a 15	(82)
5 a 10	(78)
1 a 5	(407)
0 a 0	(319)

El uso predominante es el habitacional (ver mapa 13), el cual, representa el 74.3% del total de los lotes analizados, le sigue el uso destinado a oficinas particulares con el 12.1%; existen 4.6% de los lotes en donde no se identifico un uso específico; sigue en importancia el comercio con el 3.7%; existen 102 lotes baldíos (2.8%). En el siguiente cuadro se presenta la distribución de usos del suelo considerados por la Tesorería del D.F. como oficiales para 1994.

Hasta este momento se ha presentado un diagnóstico general de la colonia Polanco, el cual ha permitido comprobar la importancia que tiene como una zona prioritaria en la regulación de sus usos del suelo. Sin embargo, antes de seguir adelante, es necesario mencionar algunas consideraciones sobre la metodología utilizada para la integración de la información estadística con la cartográfica.

En primer lugar se tuvo que revisar el contenido de la base de datos, con el fin de encontrar un código, que permitiera asociar la información con el objeto geográfico correspondiente, el identificador catastral para cada lote encontrado en el mapa coincidió con la clave catastral de la base de datos con excepción de los últimos tres dígitos.

La solución propuesta fue separar los dígitos de cada clave catastral para obtener la clave que necesitaba, este procedimiento se puede realizar en un manejador de base de datos o dentro del SIG mismo. Se utilizó este último para después integrar los datos con los elementos del mapa, una vez hecho esto, procedí a revisar la estructura del mapa corrigiendo los errores como líneas dobles y aquellos lotes sin identificador.

De esta forma se encontraron 176 lotes que no se identificaron y representan el 4.78% del total de lotes analizados, después se integro la base de datos con el mapa para realizar los mapas presentados en el diagnóstico de la colonia. Se encontró que existen lotes que a pesar de tener su identificador no contaban con la información requerida.

En el análisis de la intensidad de la construcción se elevó el número de lotes sin información a 271 o 7.37% de error, en el cálculo de la edad de la construcción se elevó aun más llegando a 8.67%. Esto refleja que la calidad de la información es un factor que se debe de cuidar para evitar errores en los análisis y generación de resultados.

El S.I.G. tiene la capacidad de generar nuevos datos a partir de la información disponible, en este caso es posible solicitar la información sobre algún atributo en particular o la combinación de varios atributos. El objetivo de este apartado consiste en

CUADRO 3
ANTIGÜEDAD DE LA CONSTRUCCION EN POLANCO

RANGOS	LOTES	PORCENTAJE
5 a 10	78	2.1
35 a 40	904	24.6
30 a 35	248	6.7
25 a 30	1077	29.3
20 a 25	396	10.8
15 a 20	165	4.5
10 a 20	62	1.7
1 a 5	407	11.1
0 a 0	319	8.7
sin registro	20	0.5
total	3676	100.0

Fuente: Cálculos realizados a partir del uso de suelo propiedad de Econo Consultores S.A. de C.\

CUADRO 4
USO DEL SUELO EN POLANCO

RANGOS	LOTES	PORCENTAJE
Habitacional	2732	74.3
Oficinas priv	446	12.1
sin uso	176	4.8
Comercio	136	3.7
baldíos	102	2.8
transporte	22	0.6
Abasto	14	0.4
Talleres	13	0.4
Restaurantes	11	0.3
Oficinas Gob	7	0.2
Educación	6	0.2
salud	3	0.1
Deportes	2	0.1
Baños	1	0.0
Gasolineras	1	0.0
Hoteles	1	0.0
Mercados	1	0.0
Cultura	1	0.0
infraestructura	1	0.0
total	3676	100.0

Fuente: Cálculos realizados a partir del uso de suelo propiedad de Econo Consultores S.A. de C.\

MAPA 13 USO DEL SUELO POR LOTE EN 1994



USOS DE SUELO EN 1994 COLONIA POLANCO

ABASTO	(176)
ABASTO	(13)
BAÑOS	(1)
BAÑOS	(1)
COMERCIO	(129)
COMERCIO	(6)
COMERCIO	(1)
DEPORTES	(1)
DEPORTES	(1)
EDUCACION	(6)
GASOLINERAS	(1)
HABITACIONAL	(2878)
HABITACIONAL UN NIVEL	(52)
HABITACIONAL DOS NIVELES	(1)
HABITACIONAL TRES NIVELES	(1)
HOTELES	(1)
MERCADO	(1)
OFICINAS PARTICULARES	(436)
OFICINAS PARTICULARES	(9)
OFICINAS PARTICULARES	(1)
OFICINAS DE GOBIERNO	(7)
CULTURA	(1)
RESTAURANTES	(1)
RESTAURANTES	(10)
SALUD	(3)
TRANSPORTE	(19)
TRANSPORTE	(3)
INFRAESTRUCTURA	(1)
BALDIOS	(102)
TALLERES	(10)
TALLERES	(9)

encontrar las incompatibilidades entre las normas oficiales de planificación (ZEDEC) y el diagnostico de alguna zona en la colonia.

La avenida presidente Masaryk se selecciono como la zona de análisis por medio del SIG, ya que con la ayuda de esta herramienta es posible comparar los usos del suelo definidos por dos fuentes distintas: el catastro de tesorería y los usos propuestos por el ZEDEC. El criterio utilizado para delimitar la zona de estudio consistió en seleccionar los lotes que tienen el uso habitacional comercial definido por el ZEDEC y de esta forma determinar su efectividad.

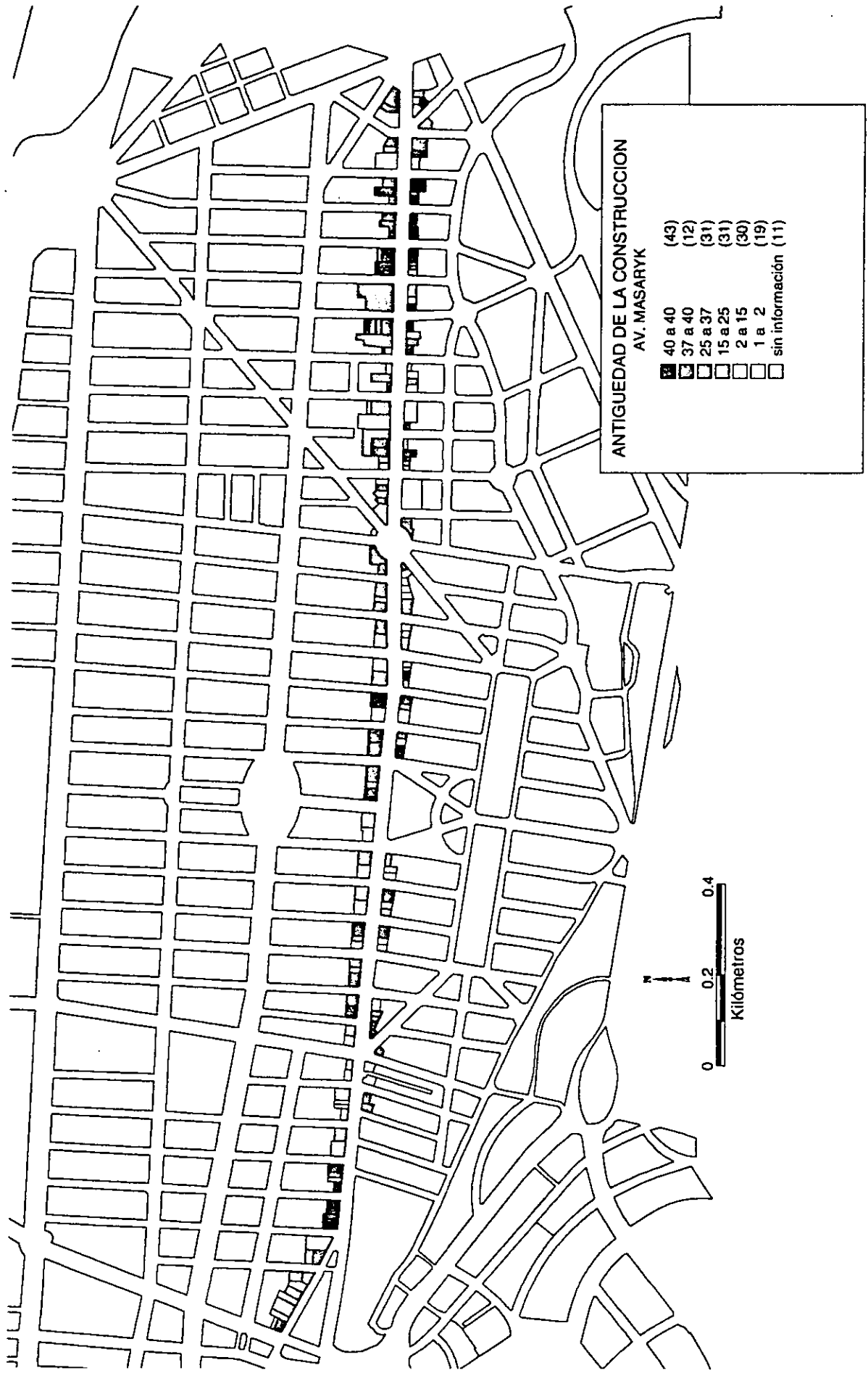
El universo de estudio abarca 177 lotes que están ubicadas a lo largo de la avenida Presidente Masaryk, y que se comunica al oriente con la avenida Mariano Escobedo y al poniente la calle de Moliere, se estimo que la edad de las construcciones que predominan en la zona es de 40 años lo que representa el 24.05% del total, le siguen las construcciones con una antigüedad de 15 a 27 años con 20.88%.

Los inmuebles más recientes tienen una edad de 1 a 2 años de construcción y representan 19 lotes del total de la zona de estudio o el 10.7 % del total, le siguen las construcciones de 2 a 15 años de antigüedad con 30 lotes o el 16.9%, los lotes de 15 a 25 años y de 25 a 37 años representan 31 lotes cada uno y aportan el 17.5% cada uno de ellos, los lotes con una edad de construcción de 37 a 40 años representan el 6.8% y finalmente las construcciones más antiguas tienen 40 años y constituyen el 24.3% del total (ver mapa 14).

El uso de suelo que tiene registrado la Tesorería del Distrito Federal ésta dividido en los siguientes rubros:

1. Abasto
2. Comercio
3. Gasolineras
4. Habitacional
5. Oficinas Particulares
6. Salud
7. Transporte
8. Baldíos
9. Talleres

MAPA 14
ANTIGUEDAD DE LA CONSTRUCCIÓN EN PRESIDENTE MASARYK



Estos usos de suelo están registrados por el Departamento del Distrito Federal para el año 1994, los resultados que se obtuvieron son los siguientes: se identificaron 5 lotes sin información (2.8%), el uso de suelo predominante es el habitacional y ocupa el 51.4% del corredor, le sigue el rubro de oficinas con 24.3%, se detectaron otros usos como gasolineras, abasto, salud y transporte que representan el 0.6% respectivamente del total, finalmente se clasifican tres lotes baldíos y dos talleres con 1.7% y 1.1% respectivamente (ver mapa 14 a).

Los usos de suelo que fueron definidos por el ZEDEC para el corredor de Presidente Masaryk están agrupados en tres clasificaciones:

1. Habitacional Comercial con altura máxima de 9 metros
2. Habitacional Plurifamiliar Comercial en Planta Baja con Altura Variable
3. Habitacional Plurifamiliar y/o Oficinas y Comercial en P.B. con Altura Variable

Se encontró que el uso predominante es el Habitacional Comercial con altura máxima de 9 metros que representa el 72.3% de corredor, le sigue el uso Habitacional Plurifamiliar y/o Oficinas y Comercial en P.B. con Altura Variable con 22.6% y finalmente le sigue el uso Habitacional Plurifamiliar y/o Oficinas y Comercial en P.B. con Altura Variable con 5.1% (ver mapa 14b).

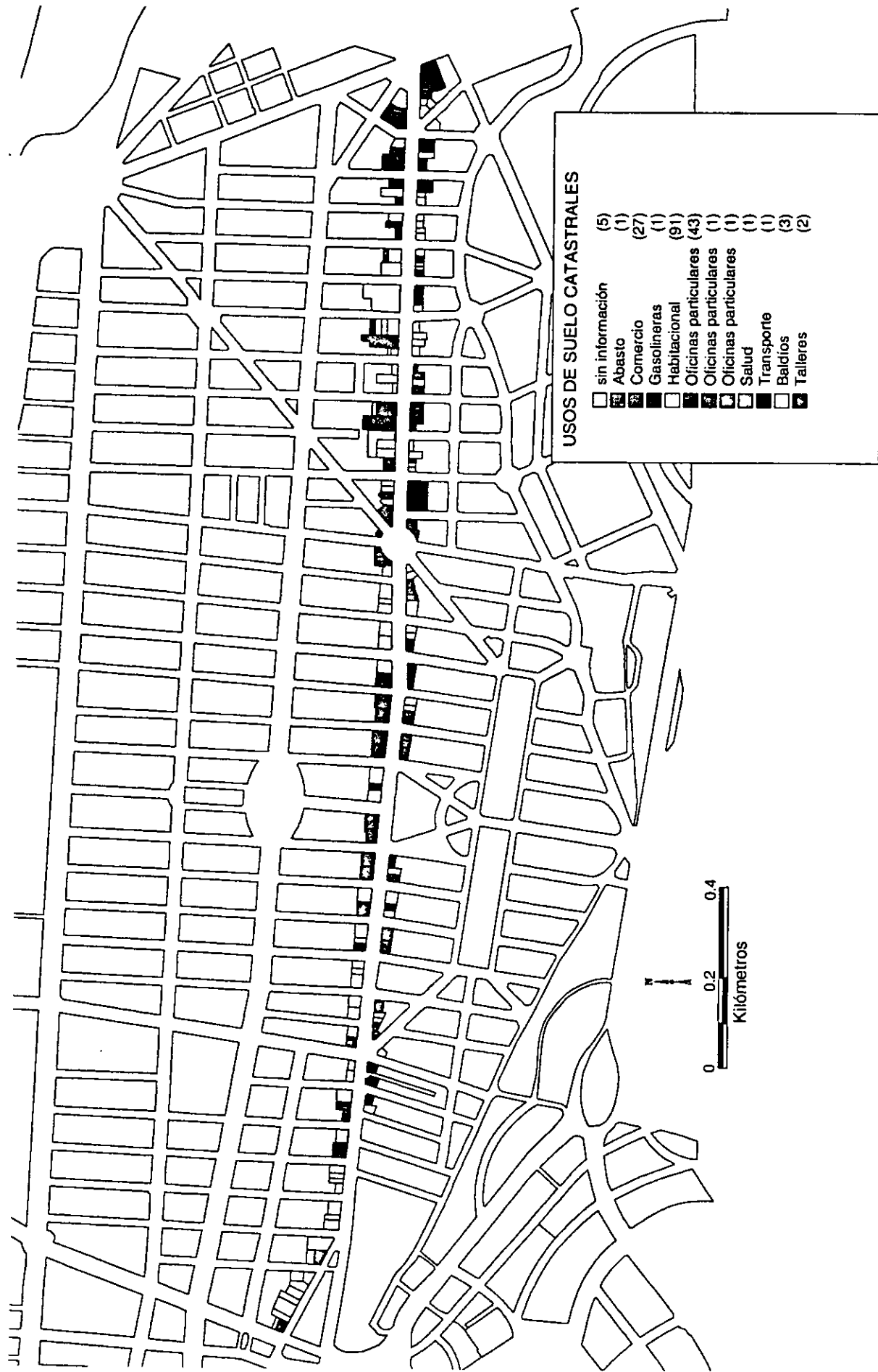
El SIG permitió combinar distintas capas construidas a partir de diversas fuentes de información y de esta forma se encontraron varios problemas:

En primer lugar la existencia de múltiples diferencias en la información cartográfica, como por ejemplo la distribución de los lotes por cada manzana es distinta en el documento oficial del ZEDEC y de la cartografía de catastro sobre todo en la parte oriente de la colonia Polanco.

En segundo lugar, el ZEDEC propone que se permita el uso de suelo Habitacional Comercial con altura variable de 9 metros desde el Periférico hasta la calle de Arquímedes, sin tomar en cuenta que en esta zona el uso predominante es el habitacional y con dos niveles de construcción promedio, en cuanto a su antigüedad de construcción se observa que la edad promedio es de 15 a 27 años.

Considero que este tramo del corredor tiene dos opciones: la primera consiste en preservar su uso de suelo habitacional exclusivamente y el comercio existente se le debe de imponer algunas limitaciones en su expansión física y que cumplan con los

MAPA 14 a
ANTIGUEDAD DE LA CONSTRUCCIÓN EN PRESIDENTE MASARYK



MAPA 14 b
USO DE SUELO DEFINIDO EN EL ZEDEC
PARA LA AVENIDA PRESIDENTE MASARYK



requerimientos que el Reglamento de Construcciones del D.F. establezca para su funcionamiento.

La segunda opción consiste en permitir que el uso de suelo cambie a comercial, siempre y cuando cumpla con las normas que el Reglamento de Construcciones del D.F., cuidando que para cada cierto número de establecimientos comerciales se proporcione un área de donación para equipamiento y la creación de nuevas áreas verdes, además de contar con un mínimo de cajones de estacionamiento.

Además el corredor debería de contar con una sola clasificación de uso de suelo, debido a que en la actualidad existen tres tipos de usos prestándose a confusiones al otorgar las constancias de zonificación, facilitando el control de los cambios en el uso de suelo que se producen en la avenida Masaryk.

Por otro lado propongo que el Programa Parcial sea revisado periódicamente, ya que el cambio en los usos de suelo de Polanco es un proceso dinámico debido a las presiones que el mercado inmobiliario ejerce sobre la zona. Esta revisión; insisto que se haga utilizando un Sistema de Información Geográfica, por que permite la manipulación y combinación de distintas variables de carácter espacial permitiendo una comprensión más eficaz del fenómeno urbano.

4.3.-EVOLUCIÓN DEL CRECIMIENTO DEL ÁREA URBANA DE LA ZMCM DESDE 1900 HASTA 1990

El crecimiento del área urbana a través del tiempo es un indicador del grado de desarrollo que tiene una ciudad, a su vez dicha expansión ésta influenciada por factores demográficos y económicos¹². Así, el crecimiento urbano se orienta hacia las zonas que tienen las *mejores condiciones de urbanización*; esto es suelos con pendientes bajas, con suficientes recursos acuíferos y que estén cerca de las principales vías de comunicación.

Por lo general los suelos que cumplen con estas condiciones tienen un alto potencial agrícola, el cual es desperdiciado en favor de la expansión del área urbana. La planificación ha intentado seguir el crecimiento de la ciudad con poco éxito, utilizando

¹² Ward, M. Peter, op. cit.: "El segundo nivel de análisis urbano se ocupa de las estructuras particulares de las ciudades. Aquí lo importante es la razón de los cambios que una ciudad específica experimenta. Las investigaciones más recientes tienden a subrayar, como concepto central del desarrollo urbano, su función lo mismo como centro de producción que como centro de consumo."

herramientas como la fotogrametría para calcular las áreas devoradas por la expansión de la ciudad.

En base a este problema, el ejercicio de este apartado pretende demostrar que el SIG es capaz de manipular información de distintos períodos de tiempo, por medio de analizar crecimiento del área urbana de la Ciudad de México desde 1900 hasta 1990. En este proceso se utilizará simultáneamente el SIG vectorial y el raster, con el fin de evaluar los medios de representación en ambos sistemas del mismo fenómeno, para que el usuario pueda apreciar el crecimiento de la ciudad desde un punto de vista más amplio.

Cabe mencionar que se utilizará otra forma de representación del S.I.G., la cual permite observar el crecimiento de la ciudad desde un punto de vista dinámico y generar los respectivos mapas temáticos; señalando que los resultados que se presentan, se calcularon totalmente por medio del SIG.

En 1900 el área urbana de la Ciudad de México tenía una superficie de 51.41 kilómetros cuadrados, el área principal estaba ubicada en los límites de lo que ahora es la delegación Cuauhtémoc, existían otras áreas urbanas aisladas hacia el sur aproximadamente en lo que conocemos como Benito Juárez, Iztapalapa, y Alvaro Obregón. En el norte de la ciudad también se localizaban otras áreas urbanas en Gustavo A Madero y Azcapotzalco. (ver mapa 15 y figura 6)

Estos nuevos asentamientos se ubicaron en terrenos casi planos y con pendiente baja, las únicas barreras topográficas más cercanas a dichas áreas estaban ubicadas al poniente y oriente de la ciudad¹³. Además éstas se caracterizan por el alto grado de concentración de equipamiento y servicios¹⁴.

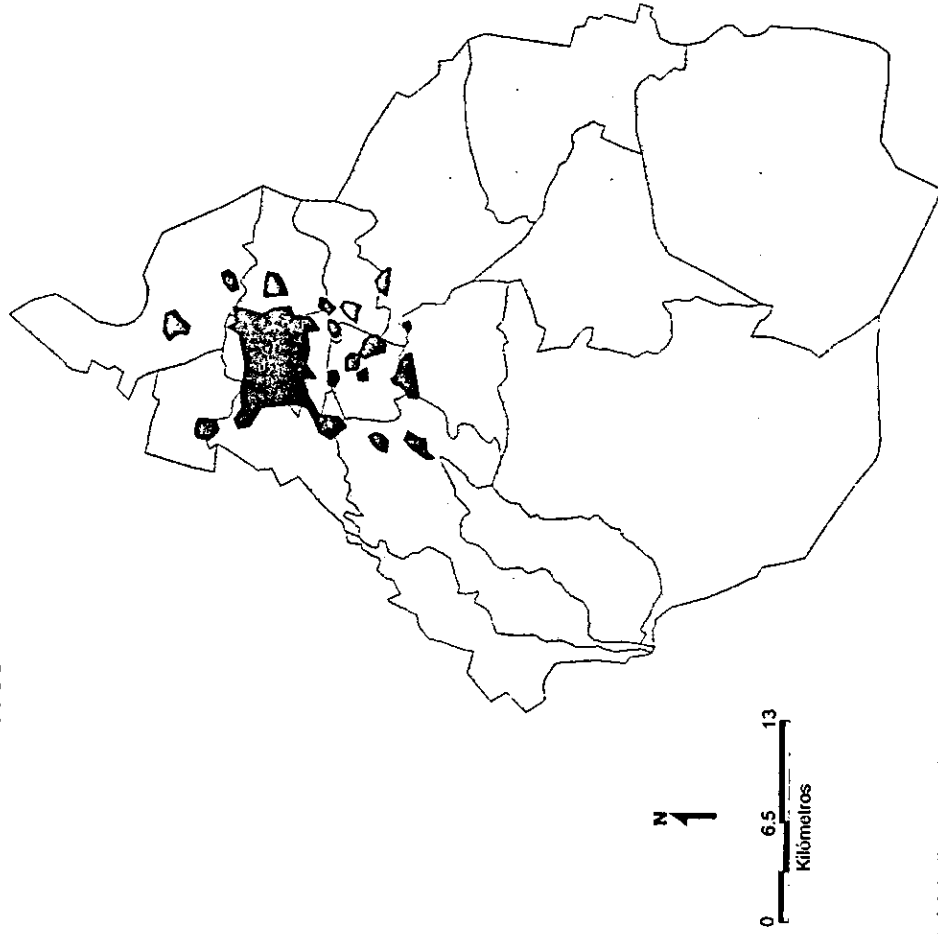
¹³ Garza, Gustavo, *Una Década de Planeación en México*, donde Hiernaux explica el crecimiento de la ciudad en este período a los siguientes factores (sic): "Durante el régimen de Porfirio Díaz el D.F. pierde su autonomía y se somete al poder ejecutivo por medio del ministerio del interior, cuyo decreto se promulgó en la Ley de Organización Política y Municipal del D.F. de 1903.

En la etapa revolucionaria la ciudad creció fundamentalmente por dos factores: la migración del campo a la ciudad, compuesta principalmente por personas que evitaban los combates, y la toma de la ciudad como botín por grupos rurales. Sin embargo no existía una administración definida de la ciudad debido a las situaciones económicas, políticas y sociales que imperaban y se le consideraba solamente un soporte material que no formaba parte de la estructura revolucionaria.

La constitución vino a marcar el crecimiento urbano que ha permanecido hasta nuestros días promulgando que el municipio y el Estado estén subordinados a un régimen federal, llegando a hablarse de institucionalizar de nuevo la figura del virrey.

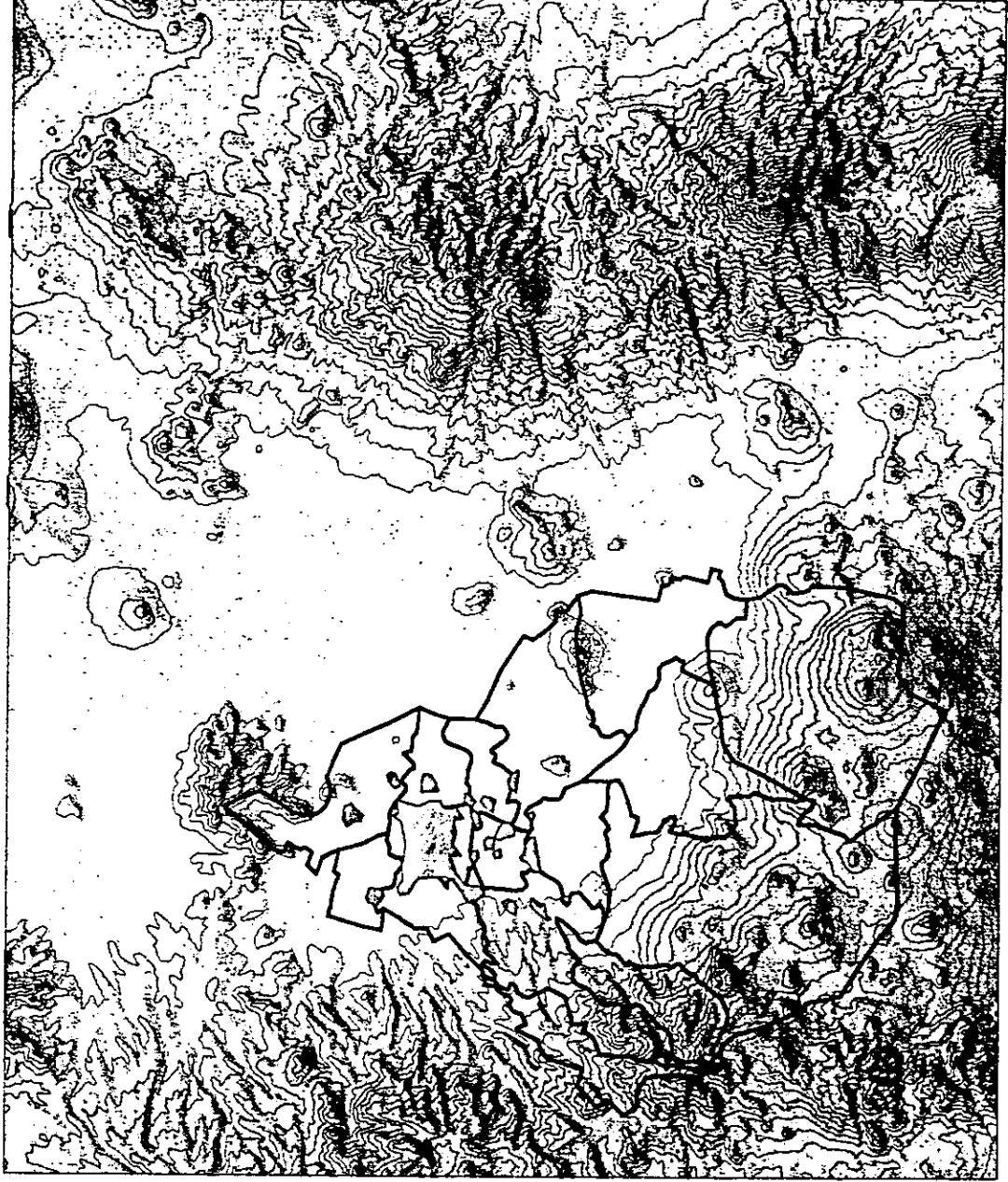
En el periodo comprendido entre 1928 y 1940 se crea el Departamento del Distrito Federal que responde al nuevo modelo administrativo de la ciudad tratando de organizar y contener su crecimiento.

**MAPA 15 AREA URBANA DE LA CIUDAD DE MEXICO
EN 1900**



Fuente: Límites administrativos obtenidos del CIMA 1990, INEGI
Área urbana de 1900 digitalizada de Ward, Peter op. cit.

FIGURA 6 AREA URBANA EN 1900 SOBRE EL MODELO DIGITAL DE ELEVACION



Fuente: Límite delegacional procesado a partir del CIMA, 1990
el Modelo de elevación fue procesado en el SIG

En esta área se da la primera conurbación al interior del D.F., al unir poblaciones entonces periféricas como Tacubaya, Tacuba, la Villa, San Angel e Iztacalco en el centro, suscitando cambios drásticos en sus usos del suelo y expulsando población.

La estructura urbana estaba conformada por una zona de vivienda en el centro donde “ la élite vivía en el centro de la ciudad y en sus alrededores inmediatos, los pobres vivían en precarias chozas y edificios bastante alejados de estas calles, pero aún así a distancias caminables de sus sitios de trabajo”.¹⁵

El crecimiento de las áreas periféricas de la ciudad se debió a la influencia que tuvieron las élites políticas, la clase media y los “nuevos ricos”, quienes desarrollaron nuevas propiedades en las zonas más atractivas que estaban ubicadas en Tacubaya, Mixcoac y Coyoacán. Aunado a esto, las mejoras en las carreteras facilitaron la comunicación hacía las zonas centrales de la ciudad por medio de carretas y posteriormente por tranvías eléctricos.

Para 1940 la superficie de la ciudad aumento a 123.13 kilómetros cuadrados, consolidándose el área central de la ciudad, expandiendo sus límites principalmente hacía el sur ocupando tres cuartas partes de la delegación Benito Juárez, al poniente se crea una franja urbana que corre a lo largo de Alvaro Obregón y Miguel Hidalgo, además surgen nuevos asentamientos en Tlalpan y Milpa Alta (ver mapa 16 y figura 7).

El crecimiento experimentado por la ciudad en esta década se explica por el intenso proceso de industrialización que sufre el país, se crean nuevas industrias que requieren mano de obra y el fenómeno de la migración del campo a la ciudad se hace más intenso.

Durante la década de 1930 hasta 1950 se observó la primera conurbación dentro del D.F., hacía las delegaciones de Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Alvaro Obregón, Coyoacán, Iztapalapa e Iztacalco. El automóvil fue el principal factor que permitió

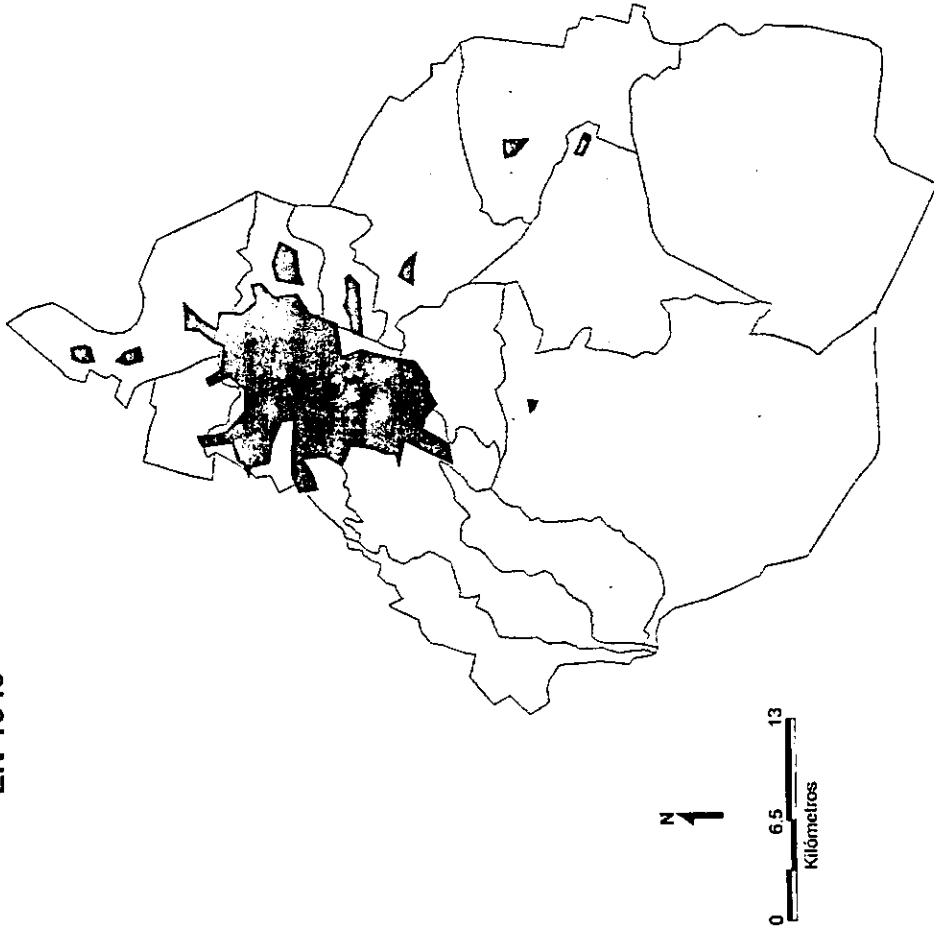
Surgen organizaciones de urbanistas influenciados en mayor o menor medida por el modelo de planeación soviético.

La organización más importante fue dirigida por el arquitecto Carlos Contreras, quien creó los primeros instrumentos de planificación mexicanos: la Ley Nacional de Planeación de 1930 con un apartado dirigido a la Ley de Planificación y Zonificación del D.F. y del territorio de Baja California y participó en la promulgación del Plan Sexenal de 1934 a 1940.

¹⁴ Delgado, Javier, *De los anillos a la segregación. La ciudad de México, 1950-1987* en Estudios Demográficos y Urbanos, Colegio de México, Volumen 5, número 2, mayo-agosto de 1990, pp 241

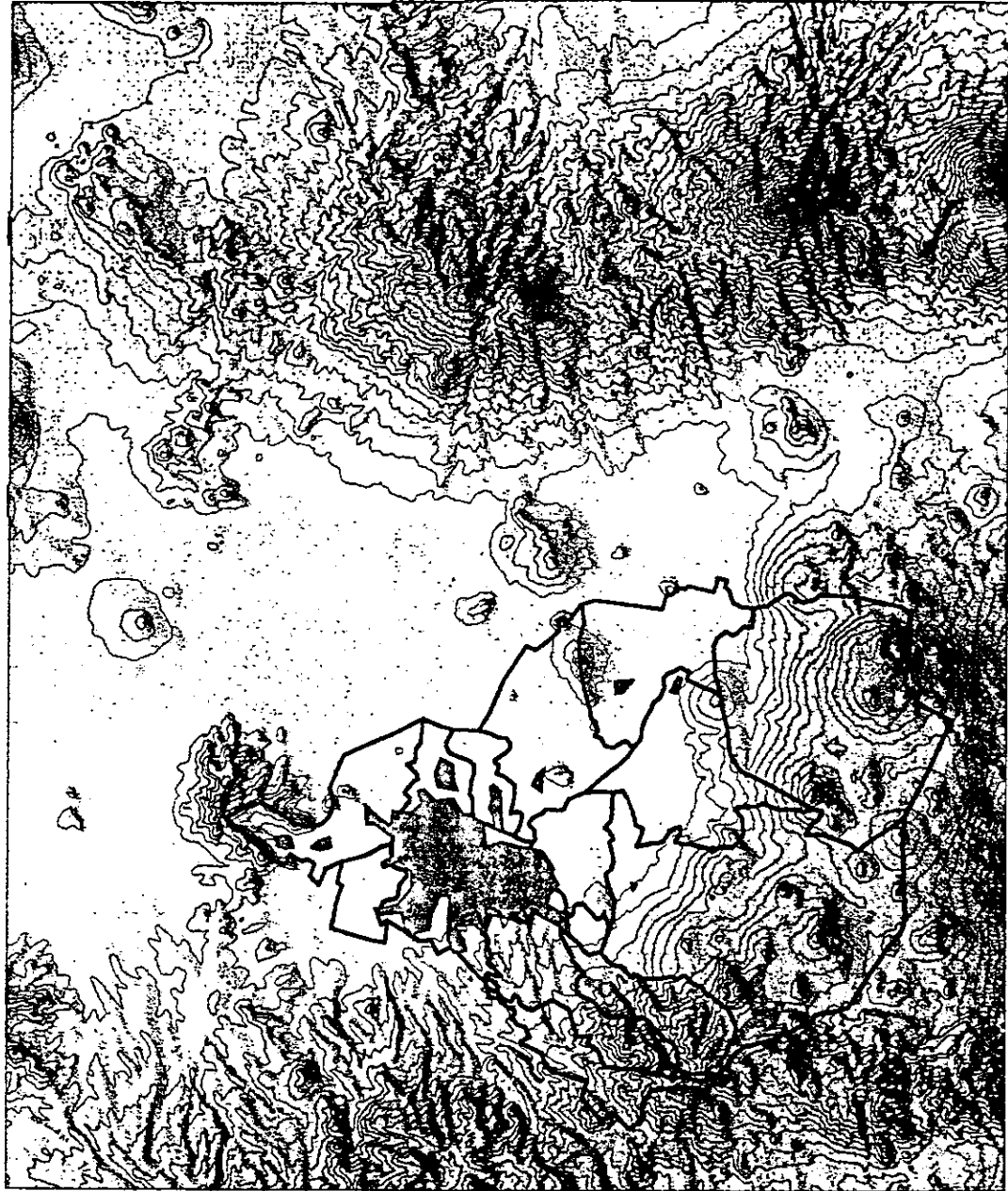
¹⁵ Ward, M. Peter, op. cit

**MAPA 16 AREA URBANA DE LA CIUDAD DE MEXICO
EN 1940**



Fuente: Límites administrativos obtenidos del CIMA 1990, INEGI
Área urbana de 1940 digitalizada de Ward, Peter op. cit.

FIGURA 7 AREA URBANA EN 1940 SOBRE EL MODELO DIGITAL DE ELEVACION



Fuente: Límite delegacional procesado a partir del CIMA, 1990
el Modelo de elevación fue procesado en el SIG

expandir el área urbana, gracias a que acortó las distancias de estas zonas hacia el centro de la ciudad.¹⁶

En 1950 la ciudad incremento su superficie a 170.97 kilómetros cuadrados, la estructura urbana comienza a expandirse hacia las delegaciones ubicadas al oriente y sur de la ciudad principalmente hacia Iztapalapa y Coyoacán. En el norte, la delegación Gustavo A. Madero comienza a extender sus áreas urbanas hacia el centro de la ciudad (ver mapa 17 y figura 8).

En 1960 las delegaciones que incrementaron su área urbana fueron las siguientes: Coyoacán, Miguel Hidalgo, Gustavo A. Madero y Azcapotzalco, la superficie total del área urbana estimada en este periodo es de 295.39 kilómetros cuadrados. Por otro lado comienza a desbordarse el área urbana hacia los municipios del Estado de México sobre todo en Naucalpan y en Tlalnepantla (ver mapa 18 y figura 9)

En 1970 la extensión total del área urbana se estimó en 435.79 kilómetros cuadrados,. En la zona poniente de la ciudad se intensifica el crecimiento urbano y en el sur la delegación Coyoacán comienza a saturarse. El área urbana crece hacia el oriente y poniente de la ciudad, conurbándose por primera vez con Nezahualcoyotl, e incrementando la superficie de los municipios de Naucalpan y Tlalnepantla (ver mapa 19 y figura 10).

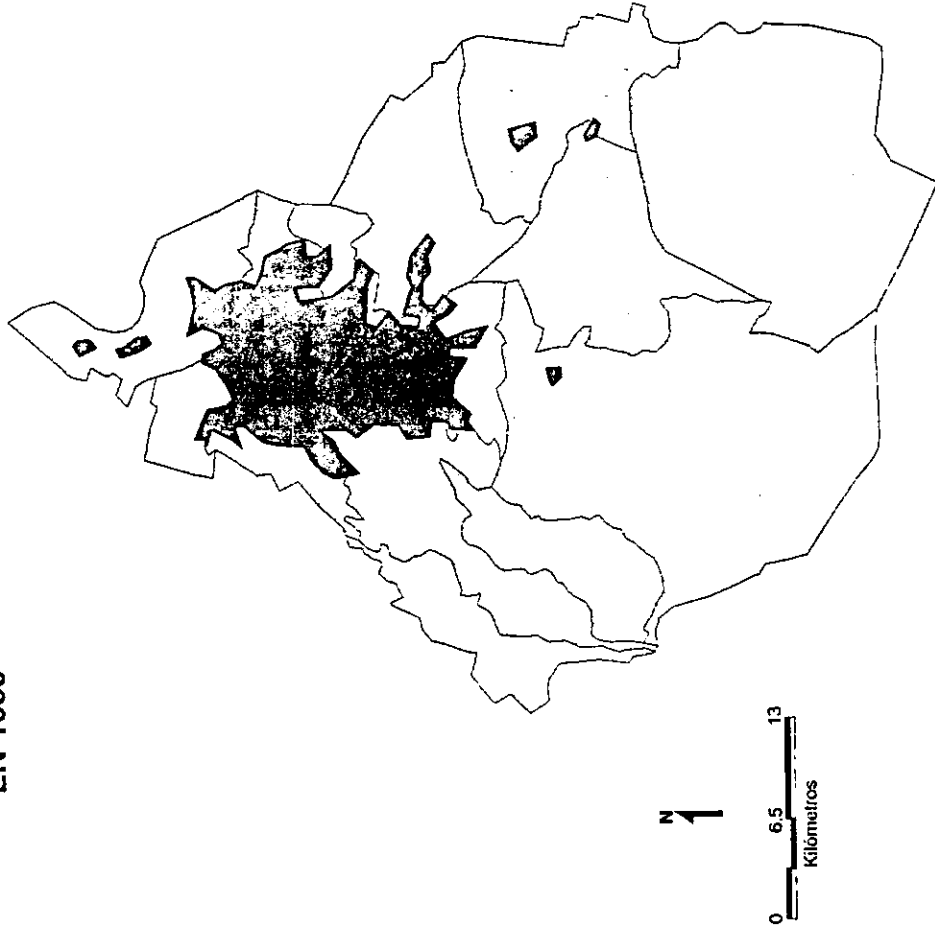
En el transcurso de las décadas de 1950 a 1970 se generó una expansión “masiva” de la ciudad, debido a las grandes obras de infraestructura metropolitana, como por ejemplo la ampliación y modernización de la vieja planta industrial hacia Tlalnepantla y Ecatepec; la construcción del periférico que impulsa la segunda conurbación, de Naucalpan, Tlalpan, Xochimilco y la Magdalena Contreras; así como las primeras modernizaciones del sistema de abastecimiento de agua, drenaje y energéticos de la ciudad.¹⁷

En 1980 la superficie estimada del área urbana es de 857.86 kilómetros cuadrados, este aumento de casi el doble, provoco que algunas delegaciones se urbanizaran por completo, como Coyoacán, Iztapalapa, Venustiano Carranza, Iztacalco, Azcapotzalco y Gustavo A. Madero.

¹⁶ Delgado, Javier, op. cit

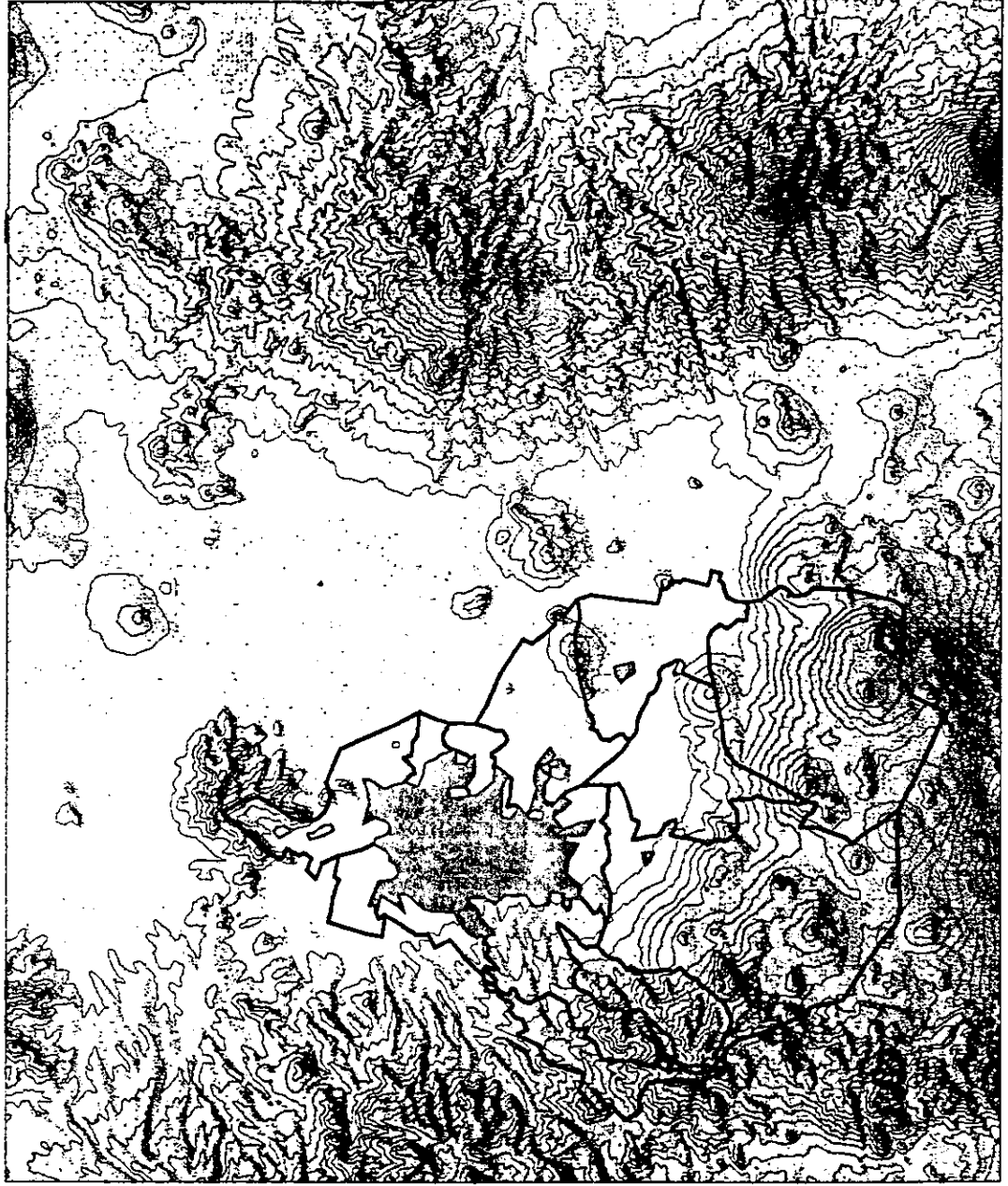
¹⁷ Delgado, Javier, op. cit

**MAPA 17 AREA URBANA DE LA CIUDAD DE MEXICO
EN 1950**



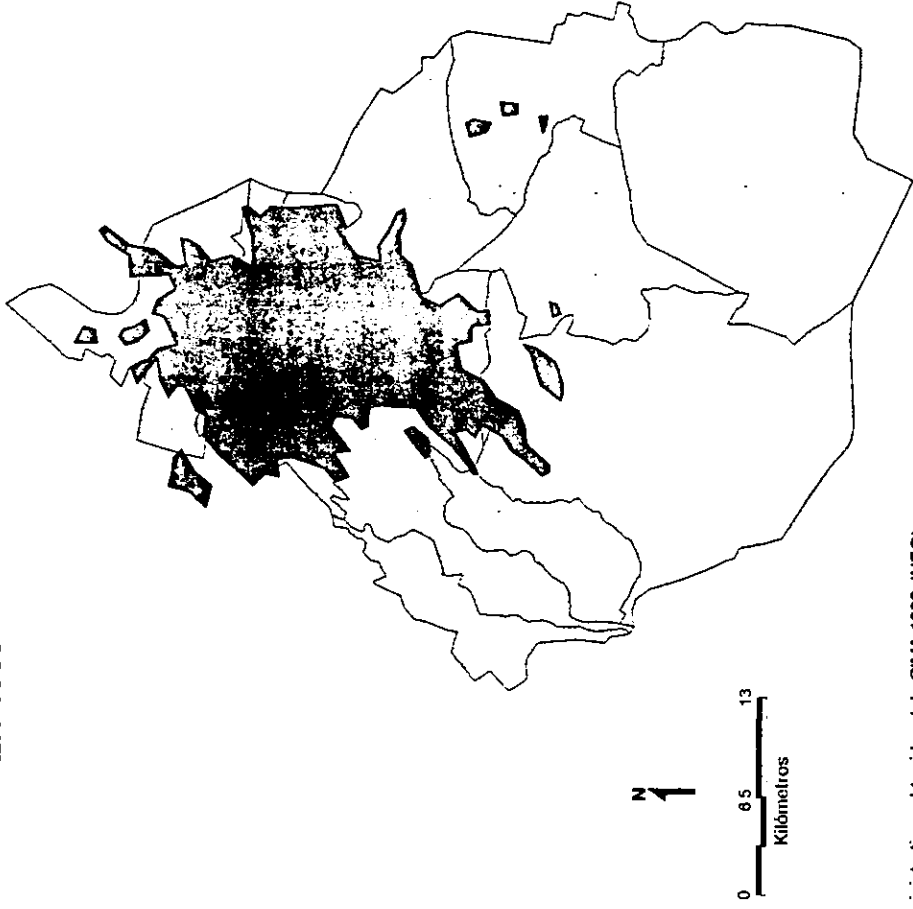
Fuente: Límites administrativos obtenidos del CIMA 1990, INEGI
Área urbana de 1950 digitalizada de Ward, Peter op. cit.

FIGURA 8 AREA URBANA EN 1950 SOBRE EL MODELO DIGITAL DE ELEVACION



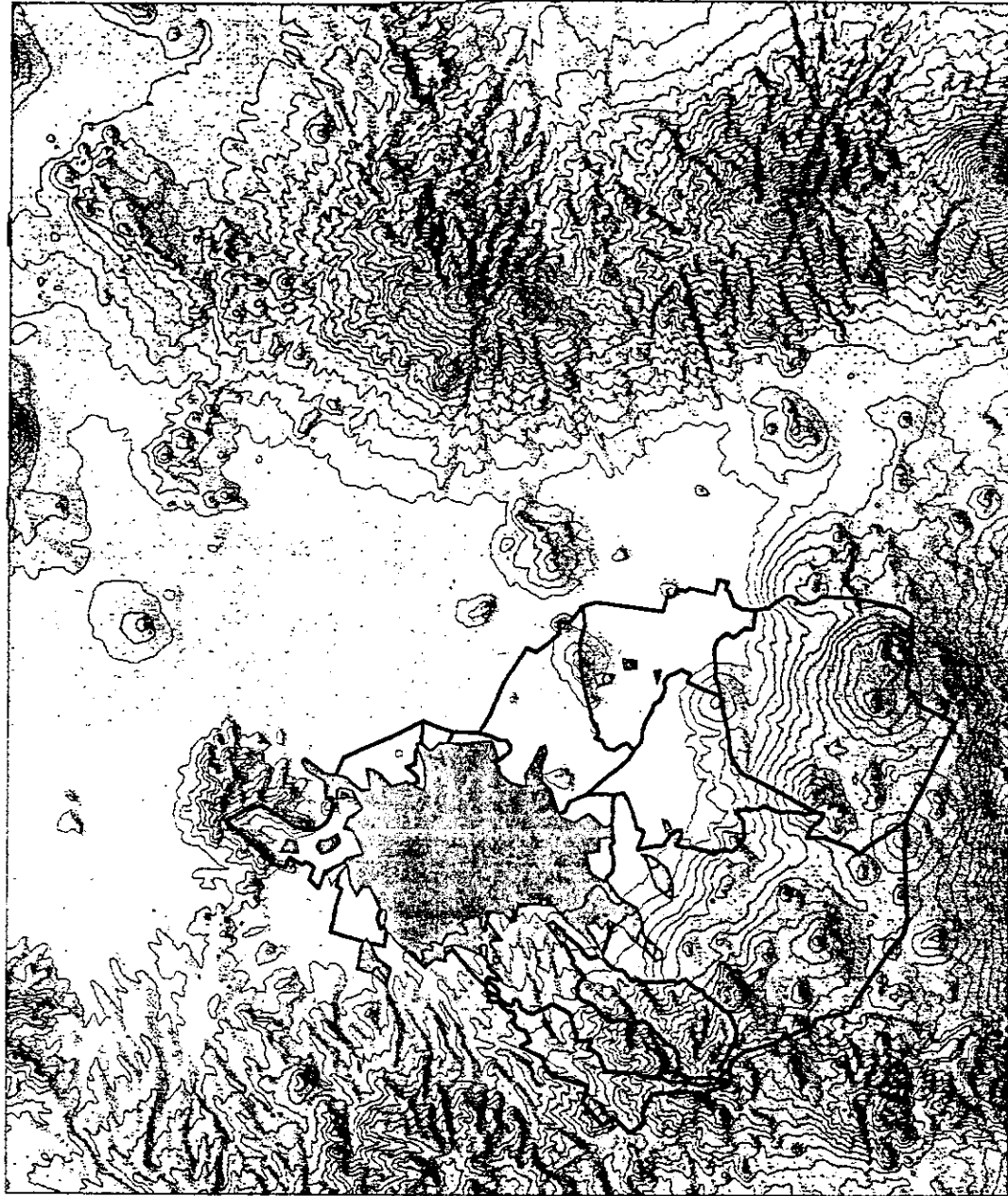
Fuente: Límite delegacional procesado a partir del CIMM, 1990
el Modelo de elevación fue procesado en el SIG

**MAPA 18 AREA URBANA DE LA CIUDAD DE MEXICO
EN 1960**



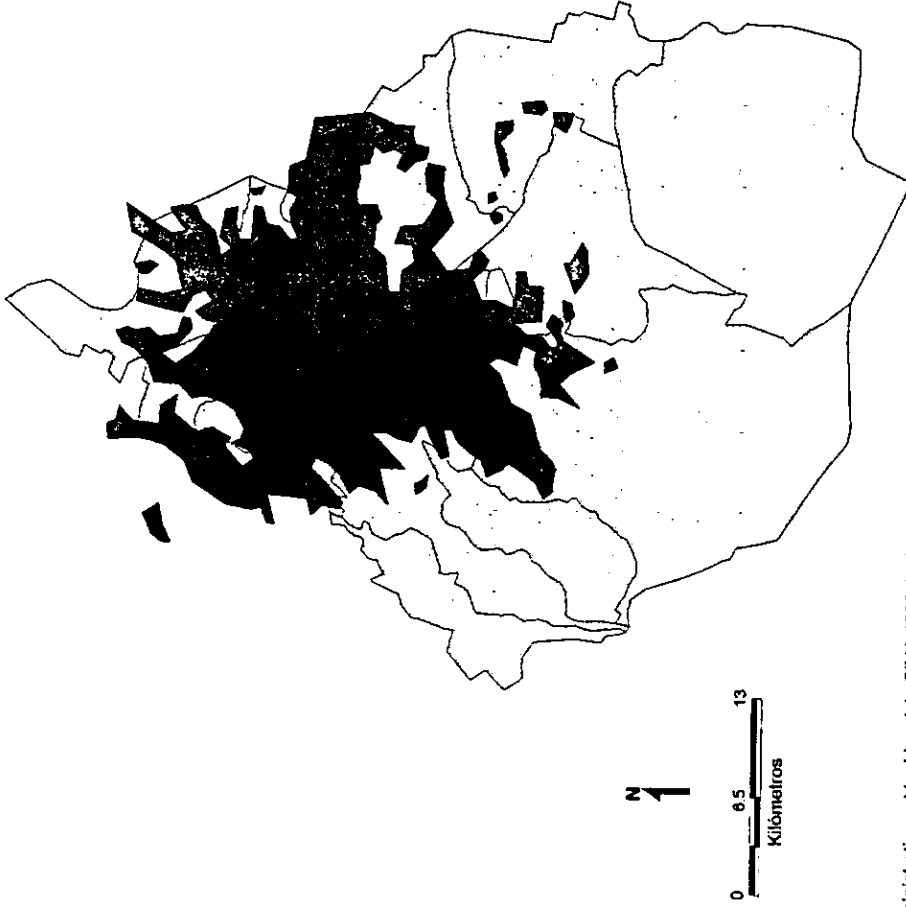
Fuente: Límites administrativos obtenidos del CIMA 1990, INEGI
Área urbana de 1960 digitalizada de Ward, Peter op. cit.

FIGURA 9 AREA URBANA EN 1960 SOBRE EL MODELO DIGITAL DE ELEVACION



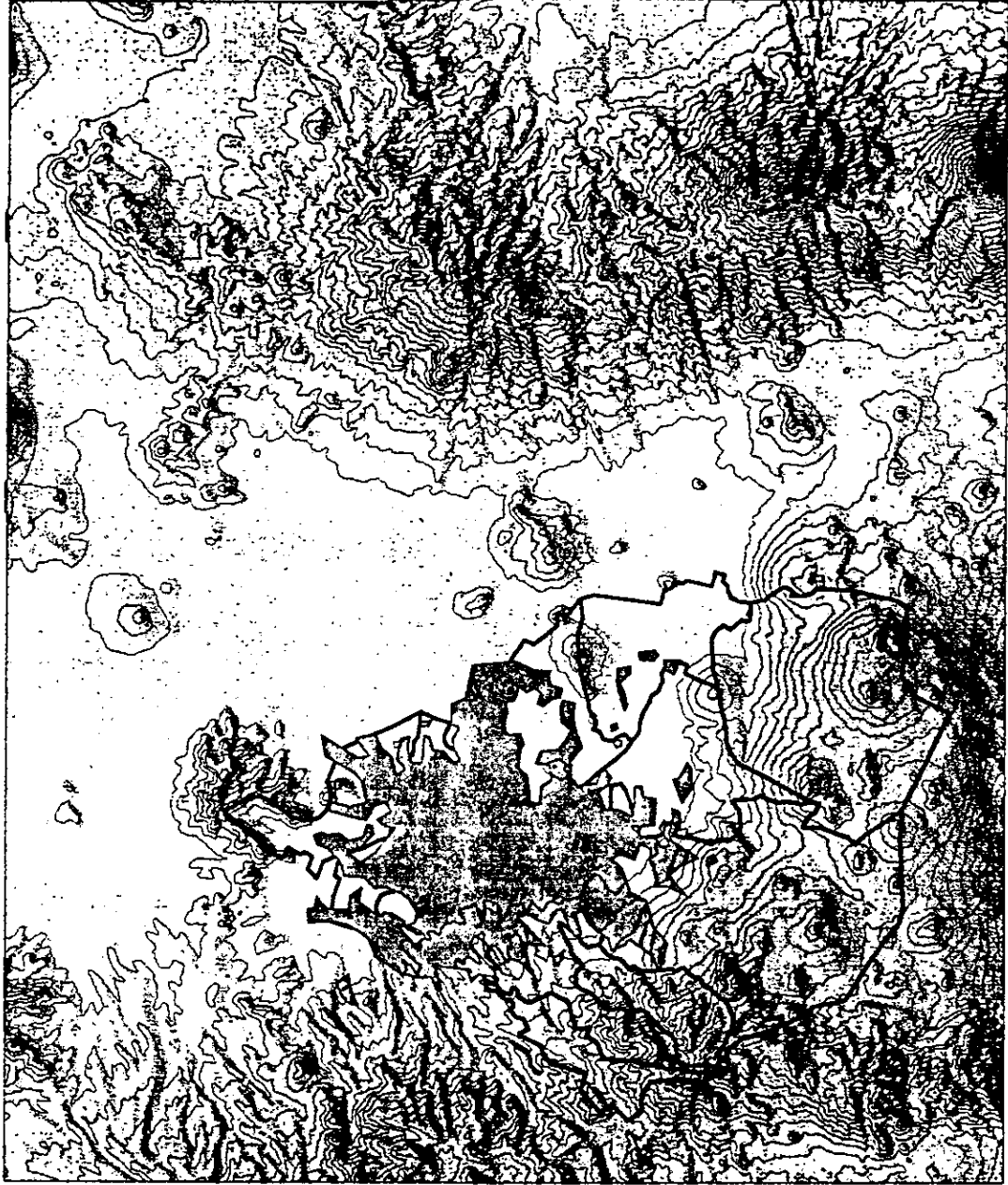
Fuente: Límite delegacional procesado a partir del CIMA, 1990
el Modelo de elevación fue procesado en el SIG

**MAPA 19 AREA URBANA DE LA CIUDAD DE MEXICO
EN 1970**



Fuente: Límites administrativos obtenidos del CIMA 1990, INEGI
Área urbana de 1970 digitalizada de Ward, Peter op. cit.

FIGURA 10 AREA URBANA EN 1970 SOBRE EL MODELO DIGITAL DE ELEVACION



Fuente: Límite delegacional procesado a partir del CIMA, 1990
el Modelo de elevación fue procesado en el SIG

Otras delegaciones y municipios aceleraron su dinámica de crecimiento integrándose a la zona centro de la Ciudad de México y se empieza a hablar de una Zona Metropolitana. Las entidades afectadas por este proceso son: Chimalhuacán, Ecatepec, Coacalco, Atizapán en el Estado de México y e Tláhuac, Milpa Alta y Xochimilco en el Distrito Federal (ver mapa 20 y figura 11).

Finalmente en el año 1990 la superficie que se calculo para la mancha urbana de la Zona Metropolitana del Valle de México es de 1608.55 kilómetros cuadrados, se integran a la Zona Metropolitana las áreas urbanas de Chalco, Chimalhuacán, Atizapán de Zaragoza, Cuautitlán Izcalli y Texcoco; ésta última se caracteriza porque no se conurba físicamente con la ZMCM, pero gran parte de su población se desplaza hacia la zona metropolitana a trabajar.

Por otro lado crece la superficie de Naucalpan, Tlalnepantla, Ecatepec y Nezahualcoyótl en el Estado de México y las delegaciones de Tlalpan, Magdalena Contreras Xochimilco Milpa Alta y Tláhuac incrementan su superficie urbana (ver mapa 21 y figura 12).

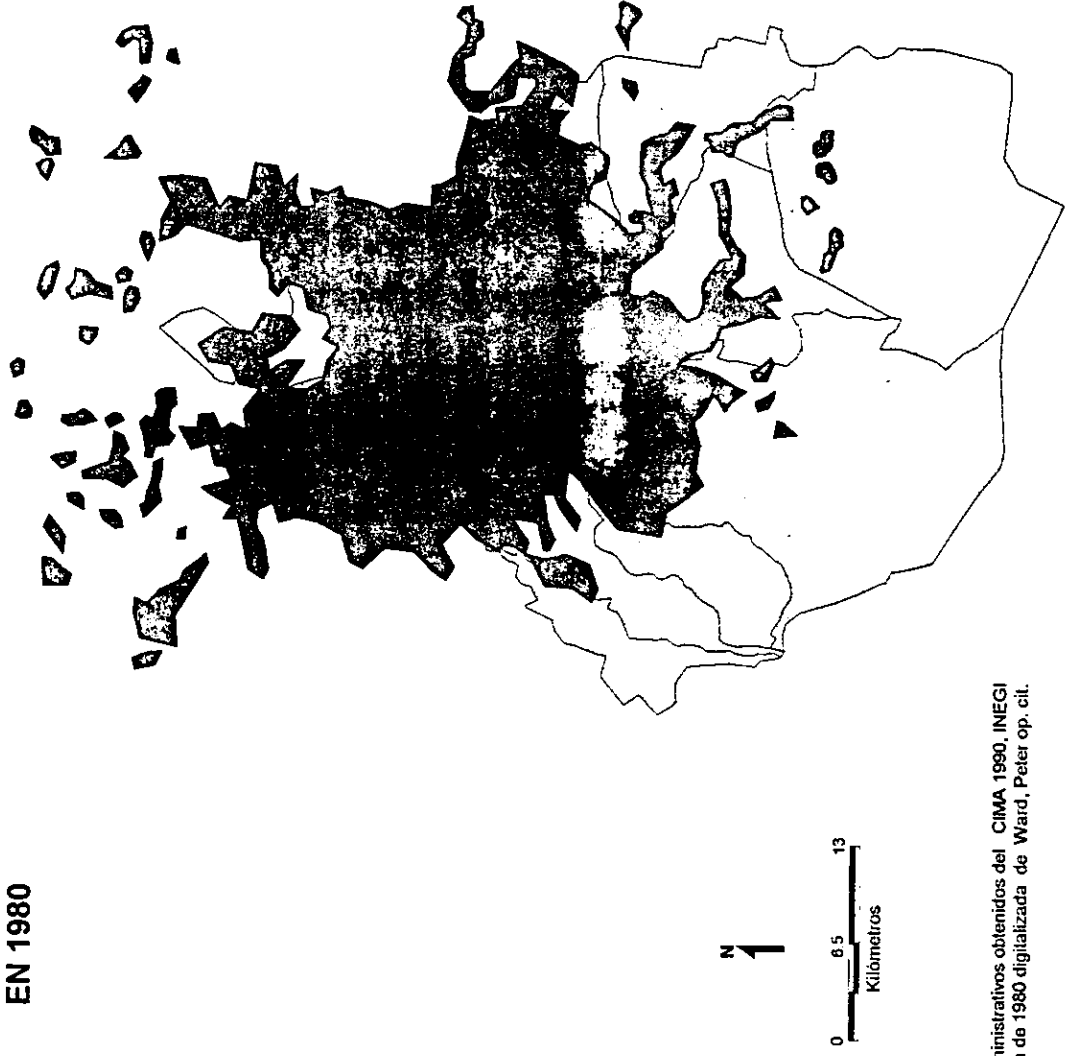
El proceso de expansión urbana que ha tenido la Ciudad de México no sólo se debe a factores sociales, económicos y políticos; se debe también a las decisiones que ha tomado la población tomando en cuenta los factores físicos de su entorno. Sin embargo, es un fenómeno demasiado complejo y amplio, que difícilmente se puede apreciar por medio de fotografías aéreas.

Como se ha visto a lo largo de la investigación, los SIG's presentan varias alternativas que permiten visualizar un fenómeno tan complejo como el crecimiento urbano, de distintas formas y sobre el espacio donde éste ocurre.

La alternativa más interesante que tiene el SIG, consiste en una herramienta que permite "simular" el crecimiento urbano en forma dinámica, esto es, observar la expansión de la ciudad como una "película". Utilizando este método es posible obtener mayores datos del comportamiento de la ciudad y detectar las zonas que se verán sometidas a la presión de dicho crecimiento.

En los resultados que se presentan a continuación se observa el área urbana de la ciudad sobrepuesta en un modelo digital de elevación desde dos puntos distintos, el primero es una vista a "vuelo de pájaro" , esto es, permite ver la cuenca de la ZMCM

**MAPA 20 AREA URBANA DE LA CIUDAD DE MEXICO
EN 1980**



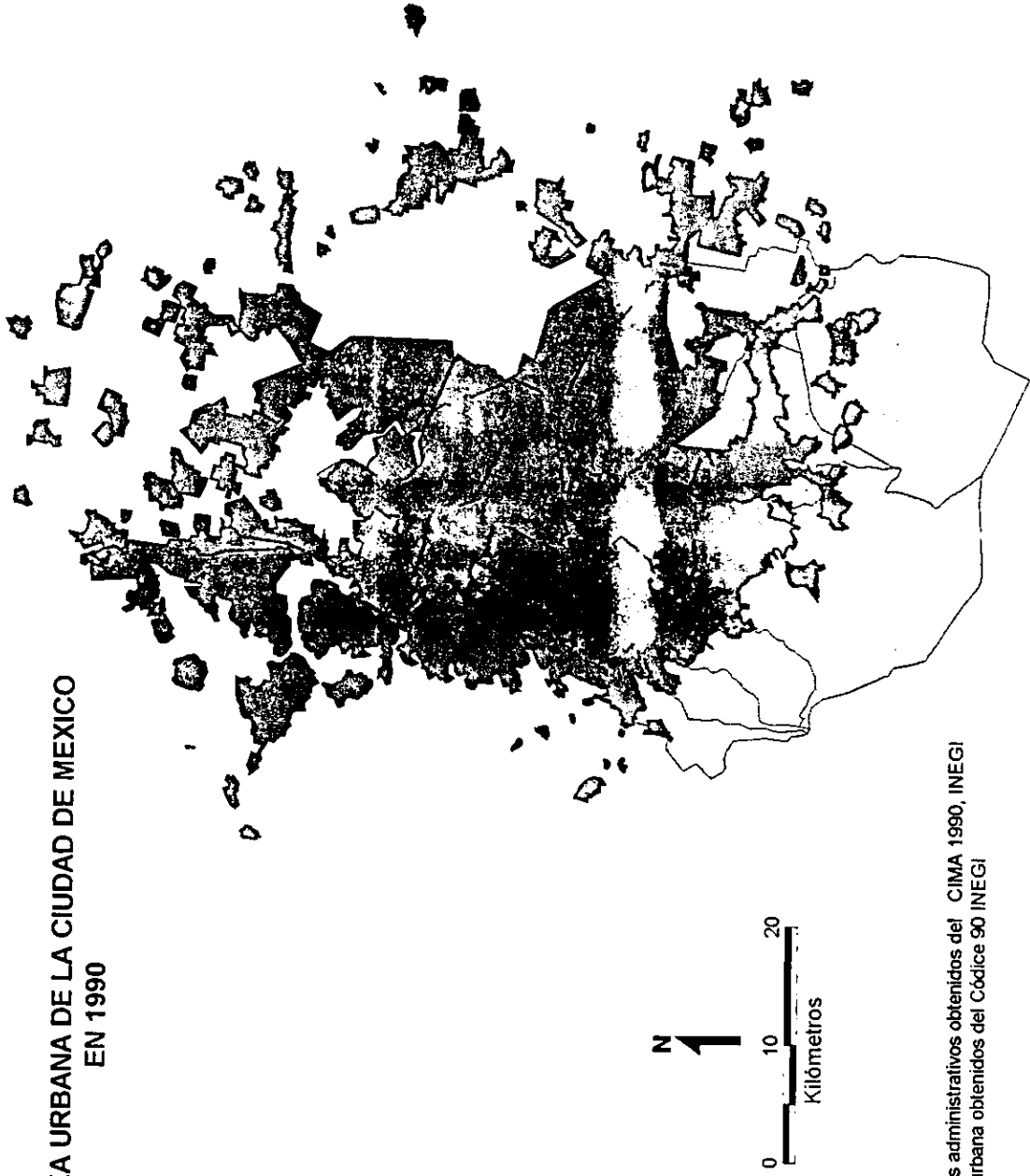
Fuente: Límites administrativos obtenidos del CIMA 1990, INEGI
Área urbana de 1980 digitalizada de Ward, Peter op. cit.

FIGURA 11 AREA URBANA EN 1980 SOBRE EL MODELO DIGITAL DE ELEVACION



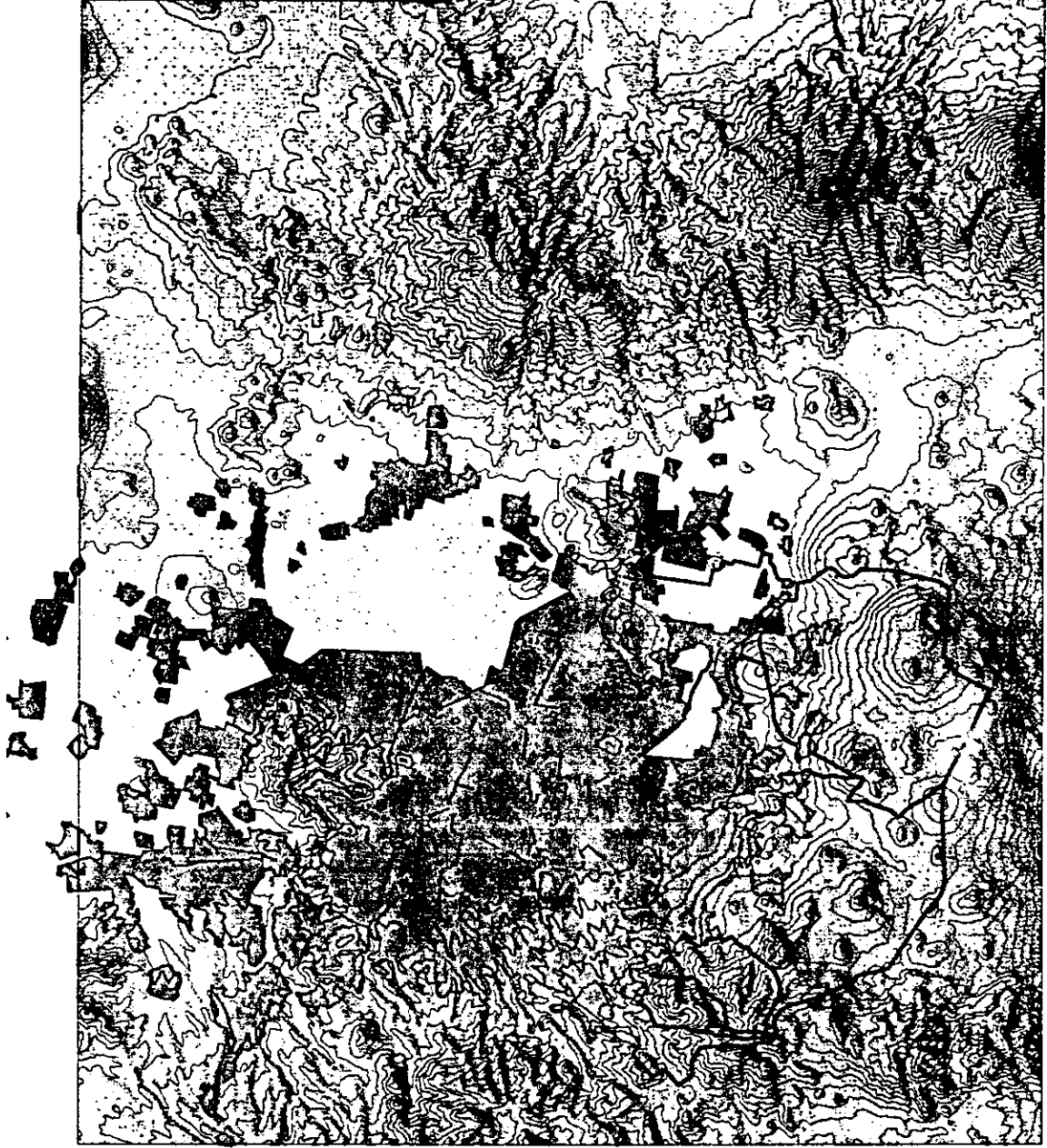
Fuente: Límite delimitacional procesado a partir del CIMA, 1990

MAPA 21 AREA URBANA DE LA CIUDAD DE MEXICO
EN 1990



Fuente: Límites administrativos obtenidos del CIMA 1990, INEGI
Área urbana obtenidos del Códice 90 INEGI

FIGURA 12 AREA URBANA EN 1990 SOBRE EL MODELO DIGITAL DE ELEVACION



Fuente: Límite delegacional procesado a partir del CIMA, 1990
el Modelo de elevación fue procesado en el SIG

como si el observador estuviera en el espacio. El segundo consiste en una vista en tres dimensiones ubicados en el norte de la ciudad, con una inclinación de 35 grados y una altura mínima de visualización es de 100 msnm hasta los 3600 msnm. (ver figuras 13 y 14)

4.4.-IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA URBANA POR MEDIO DEL ANÁLISIS DE LAS IMAGENES DE SATELITE

Estas imágenes se han convertido en una fuente de información para la planeación urbana y presentan algunas ventajas sobre la fotografía aérea; ya que permiten recabar datos en períodos de tiempo mas cortos y con una mayor resolución. Sin embargo, su principal desventaja consiste en el elevado precio de cada imagen y contar con personal capacitado para la interpretación de la imagen.

Otra ventaja de las imágenes de satélite consiste en su capacidad de analizar el espacio en forma continua, siendo capaz de integrarse con los S.I.G.'s en formato vector y obtener análisis más completos. Sin embargo existen problemas que hay que vencer en dicha integración, como por ejemplo:

- Caracterización de las interacciones del espacio - tiempo con las propiedades de escala de las variables de la superficie terrestre.

- Crear una base de datos de alta calidad que represente la información real y simulada para probar y validar estos sistemas híbridos

- Desarrollar distintos tipos de modelos para los distintos ambientes, incluyendo la identificación e integración de los datos de satélite y los datos obtenidos a través de los mapas para su clasificación, calibración y generación de nuevos modelos.

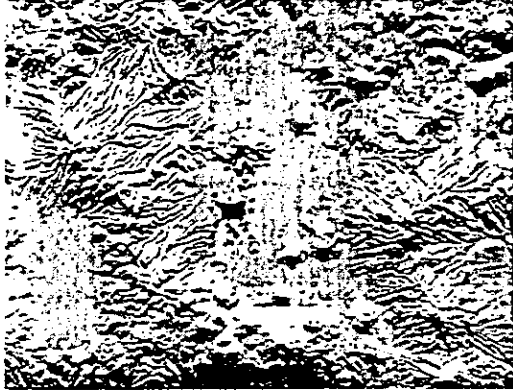
El ejercicio que se presenta a continuación tiene como objetivo establecer las ventajas y desventajas de las imágenes de satélite para identificar los principales elementos de la estructura urbana e integrar las con los sistemas de formato raster.

En primer lugar es preciso revisar algunos conceptos sobre las herramientas para el tratamiento de imágenes que son utilizados en este análisis:

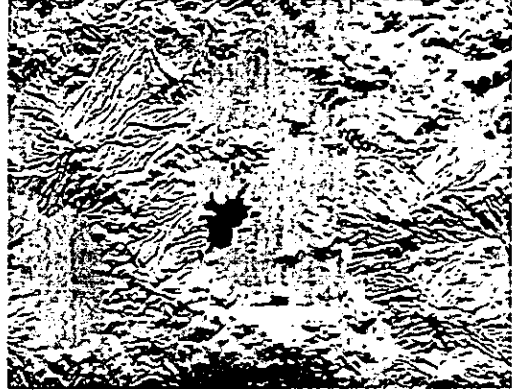
Un filtro es una operación dentro de un conjunto de técnicas para producir el realce en una imagen, en la cual en cada pixel se realiza una operación en el valor correspondiente y/o en los pixeles que lo rodean en la imagen original, se utilizan para

Figura 13 Crecimiento del área urbana de la Ciudad de México 1900 a 1990

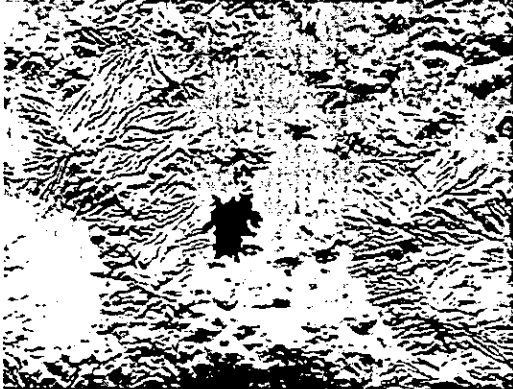
1900



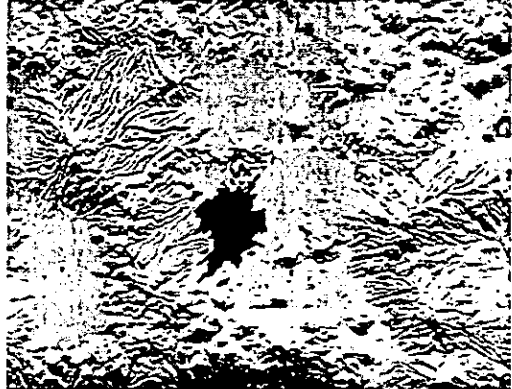
1940



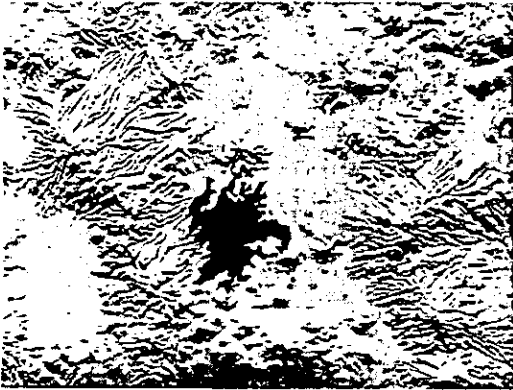
1950



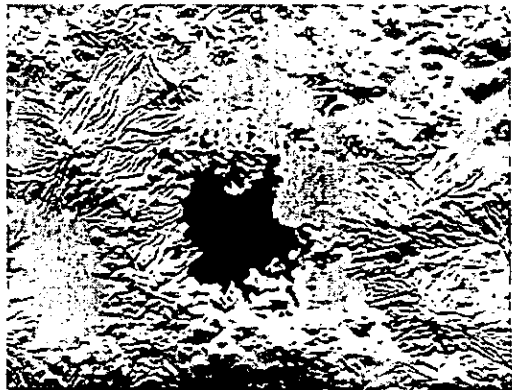
1960



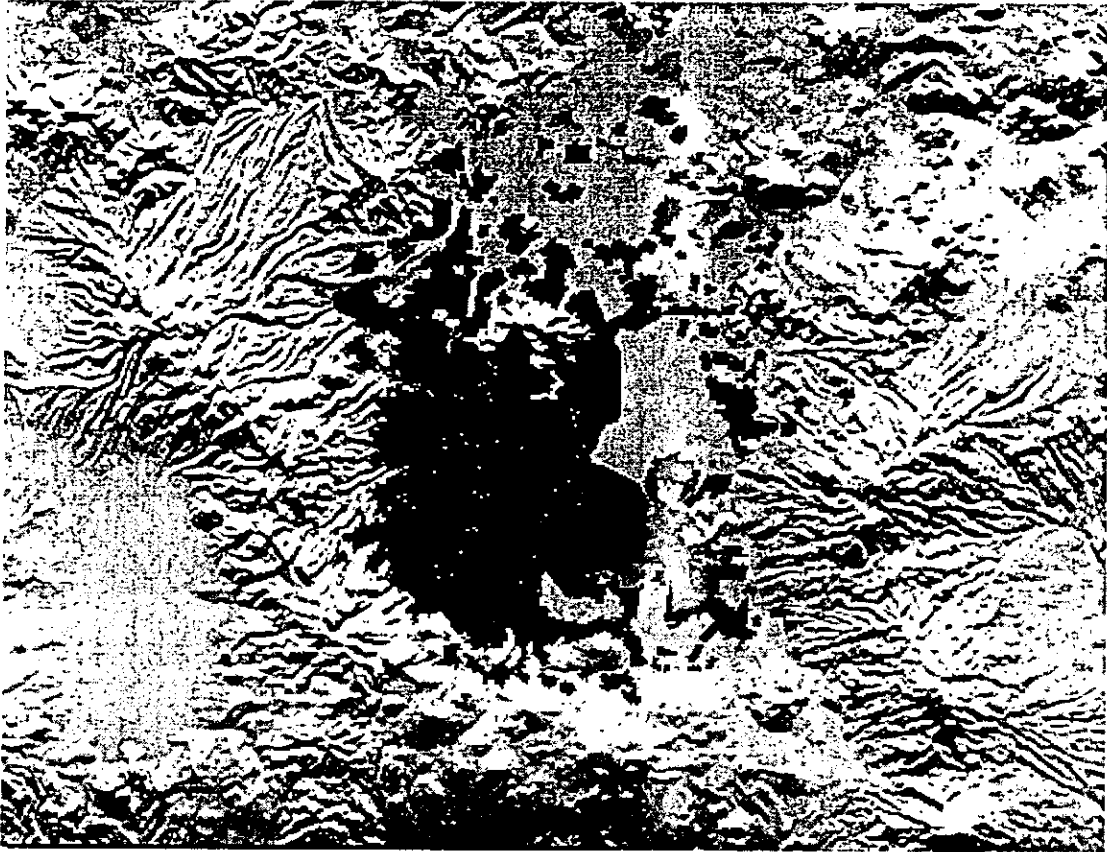
1970



1980



1990

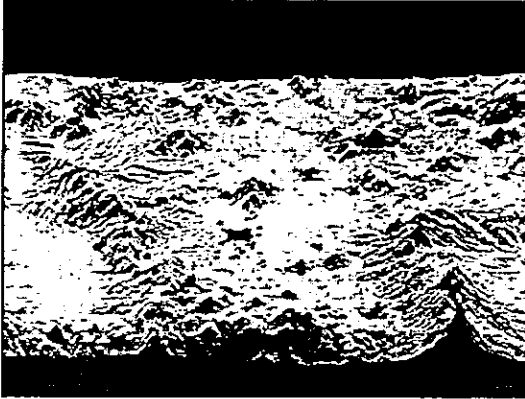


Fuente: Áreas urbanas digitalizadas del libro Ward, M. Peter, **México. una megaciudad**, capítulo II, Alianza Editorial, pag. 67., el modelo digital de elevación fue procesado a partir de la información del disco compacto GEMA, distribuido por el INEGI.

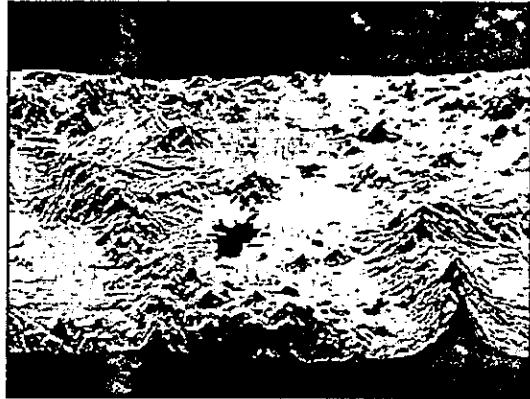
Figura 14 Crecimiento del área urbana de la Ciudad de México 1900 a 1990

Vista en tres dimensiones

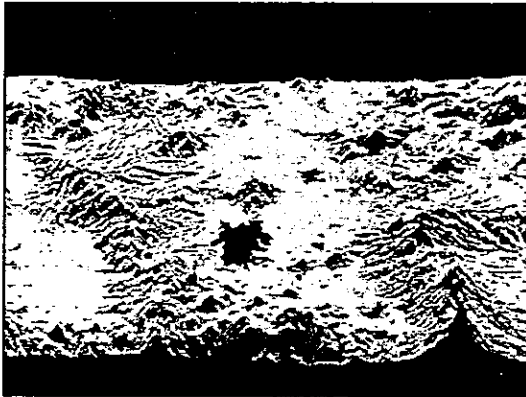
1900



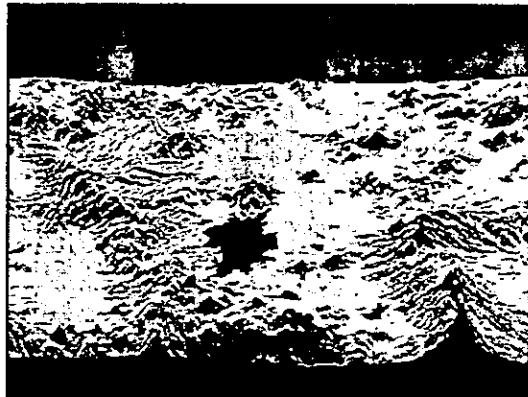
1940



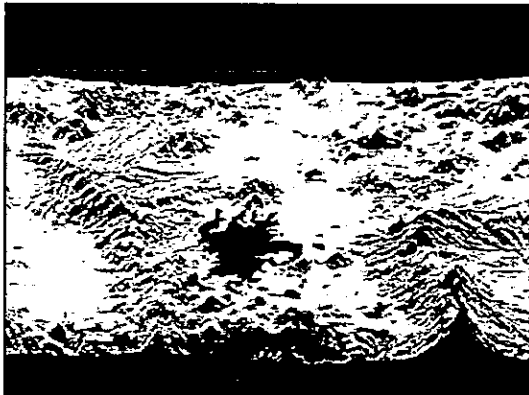
1950



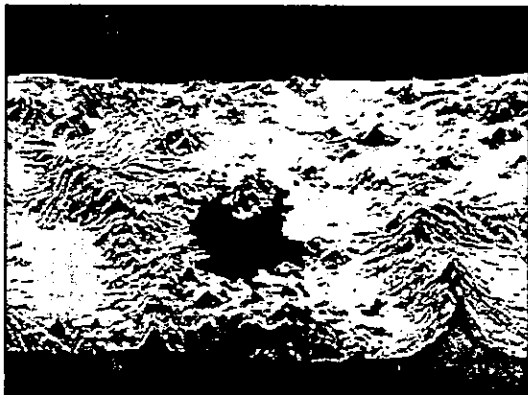
1960



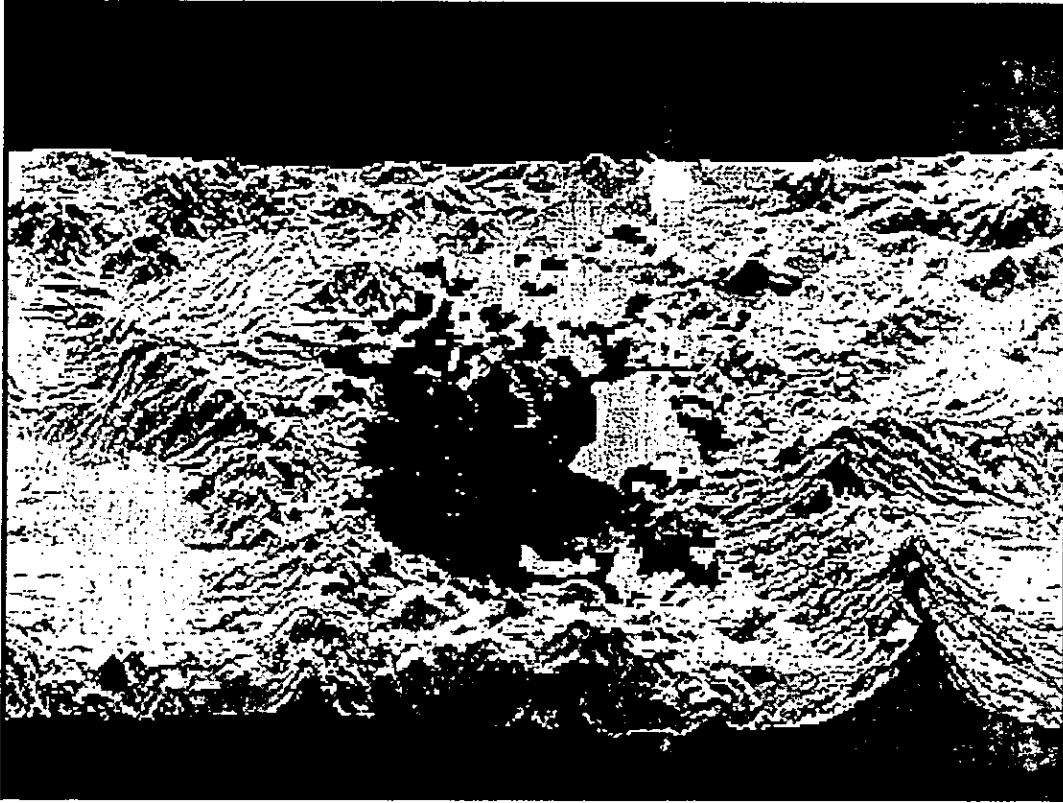
1970



1980



1990



Fuente: Areas urbanas digitalizadas del libro Ward, M. Peter, **México. una megaciudad**, capítulo II, Alianza Editorial, pag. 67., el modelo digital de elevación fue procesado a partir de la información del disco compacto GEMA, distribuido por el INEGI.

mejorar la calidad de la imagen y poder identificar fácilmente los elementos que son de interés para el estudio.

Existen diversas categorías de filtros dependiendo del programa que se este utilizando, entre los mas importantes están:

Filtros de Convolución

Esta definida como una matriz de coeficientes en la cual cada pixel y los que están a su alrededor son multiplicados con el fin de producir un valor único promedio con el fin de mejorar la imagen. En la figura 15 se muestra la imagen del Bosque de Chapultepec, corresponde a un corte de la banda 7 de la imagen del Distrito Federal del satélite Landsat.

TIPOS DE FILTROS DE CONVOLUCION DIGITAL

Los filtros de convolución digital pueden ser usados para obtener distintos efectos sobre una misma imagen, con el fin de realzar los distintos detalles de la estructura urbana.

Filtros pasa baja o Low Pass

Su característica principal consiste en “suavizar” los detalles en la imagen de esta forma se reduce el “ruido” en la imagen original, este último es causado principalmente por las condiciones atmosféricas existentes en el instante de capturar la imagen o por la resolución del sensor, es preciso recordar que es un arreglo matricial donde cada uno de los valores de la matriz corresponde a un pixel en la imagen.

Sin embargo así como reduce el “ruido” en una imagen también reduce el nivel de detalle en la imagen, el filtro “LowPass 1” tiene un efecto de “suavizado” bajo, mientras que en el filtro “LowPass 3” el “suavizado” es mucho mayor.

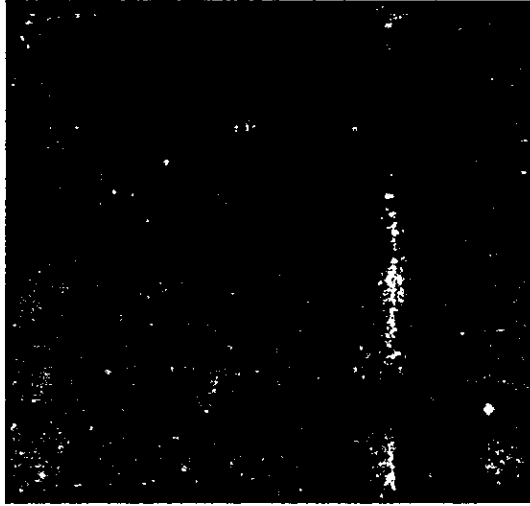
En la figura 16 siguientes imágenes es posible apreciar los efectos del filtro LowPass 1 y LowPass2 en la imagen filtrada del Bosque de Chapultepec que se produjo en el inciso anterior

Filtros pasa alta o High Pass

Este filtro incrementa la diferencia entre los pixeles circunvecinos en una imagen por medio de incrementar el contraste del pixel central y realzar los bordes de los pixeles que lo rodean, un efecto inmediato es que el “ruido” original aumenta siendo proporcional al filtro utilizado para el realce. Entre los ejemplos del filtro Pasa Alta o

Figura 15 Efectos del filtro de convolución digital sobre la imagen original

Banda 7 imagen original del satélite Bosque de Chapultepec

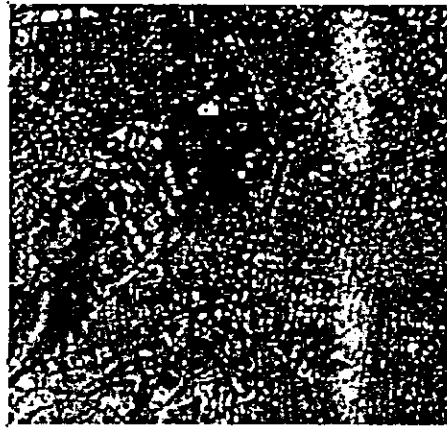


Banda 7 imagen filtrada Bosque de Chapultepec



Figura 16 Efectos de los filtros Lowpass 1 y 2 sobre la imagen original

Imagen filtrada Bosque de Chapultepec



Banda 7 filtro LowPass 1



Banda 7 filtro LowPass 2



HighPass. El filtro “sharpen 1”, tiene el mayor efecto de realce siendo muy útil para mejorar imágenes fotográficas

La combinación de las distintas bandas permite obtener imágenes de distintos colores donde es posible identificar los elementos de la estructura urbana y cuyos resultados se presentan a continuación.

El primer paso consistió en combinar las distintas bandas¹⁸ para observar cuales elementos de la imagen son más fáciles de identificar y se analizó los valores de los pixeles de la imagen para cada una de las bandas. Estos valores determinan como se despliega la imagen en la pantalla.

Por ejemplo, analizando el histograma de la banda uno, se observa que el valor mínimo del pixel es de 57 unidades ubicándose en la región del color negro y su máximo valor es de 255, el cual se acerca al color blanco. Se observa que el mayor número de pixeles se ubica donde predominan los tonos oscuros provocando que la imagen se vea opaca en la pantalla (ver figura 17) .

Cada una de las bandas presentan un comportamiento distinto dependiendo del valor de los pixeles que contengan, de esta forma es posible identificar distintos elementos por medio de analizar cada una de las bandas. A este procedimiento se le conoce como identificación de las firmas espectrales.

Combinando cada una de las bandas es posible obtener composiciones de distintos colores dependiendo de los elementos que se desee identificar, como por ejemplo separar la vegetación del área urbana.

Se encontró que la combinación de las bandas 7, 4 y 3, descompuesta en los colores rojo verde y azul muestra la ciudad en varios tonos de color donde es posible identificar fácilmente los elementos de la estructura urbana (ver figura 18).

Utilizando la guía propuesta en el marco teórico para la identificación de colores en la imagen de satélite es posible identificar fácilmente los elementos de la estructura urbana, en este ejercicio se hace una clasificación de dichos elementos urbanos agrupándose en las siguientes categorías:

¹⁸ Idrisi, Guía del Usuario, Mayo de 1995, pag 3-6 (sic):” La banda 1 presenta la porción azul del espectro electromagnético, la banda 2, presenta la porción verde del espectro, la banda 3 presenta la porción roja, la banda 4 presenta el infrarrojo cercano, la banda 5 presenta el infrarrojo medio, la banda 6 presenta el infrarrojo térmico y la banda 7 presenta también el infrarrojo medio.”

Figura 17 Histograma de la banda 1 de la imagen del D.F. tomada por el satélite Landsat

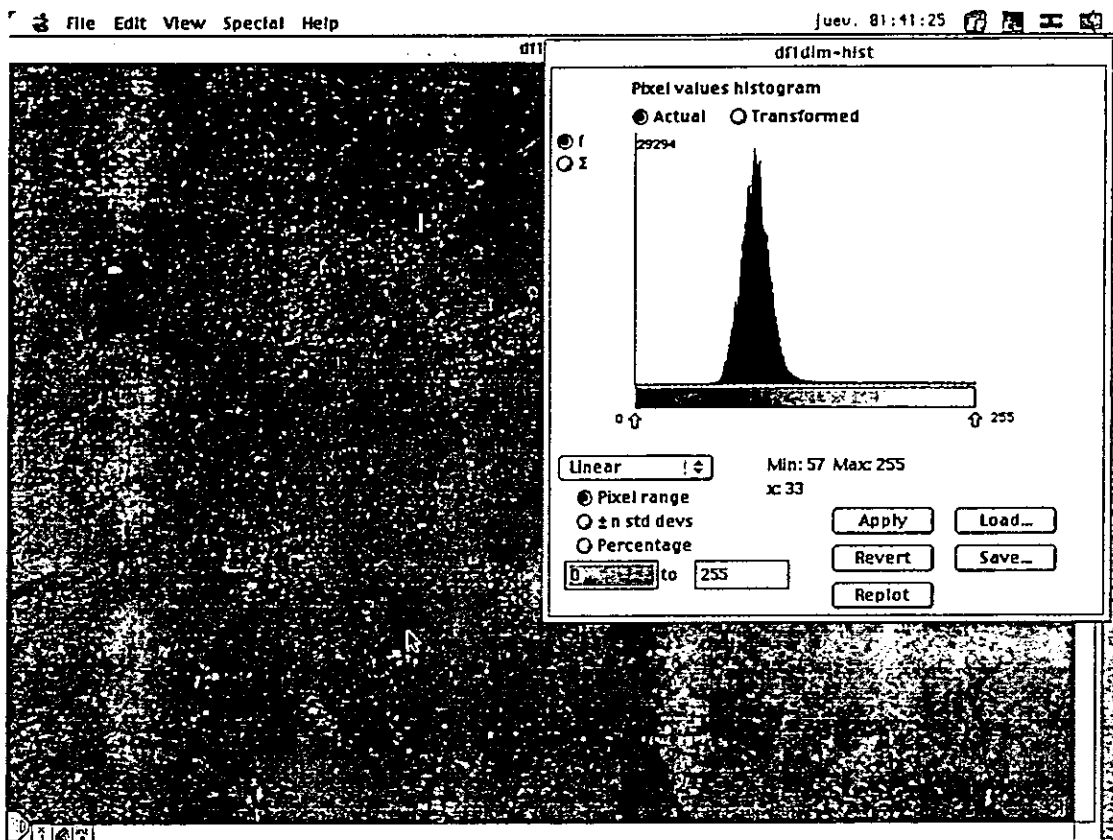
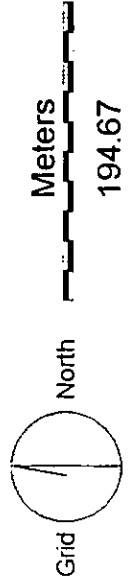
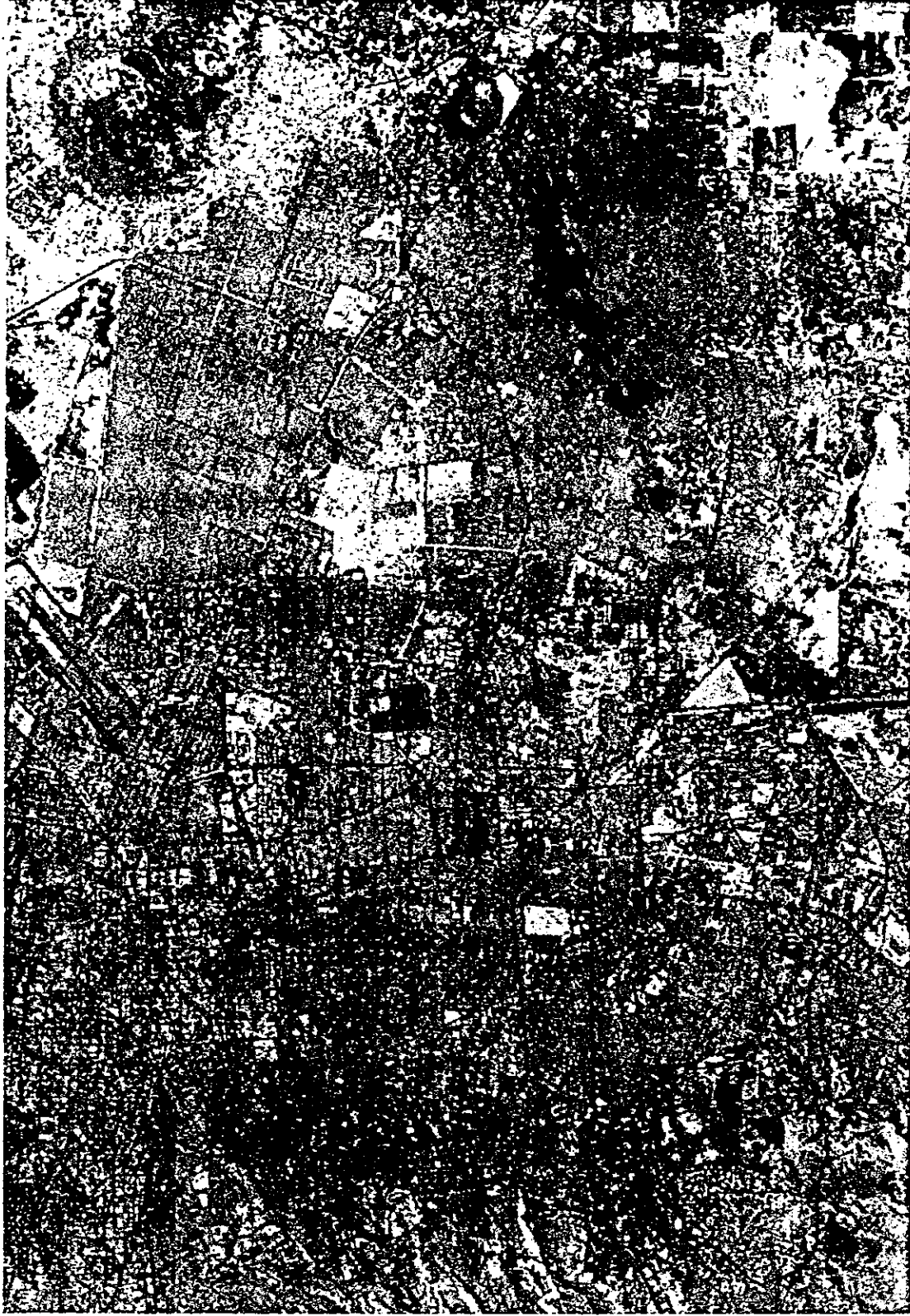


FIGURA 18 IMAGEN DE SATELITE EN COLOR VERDADERO



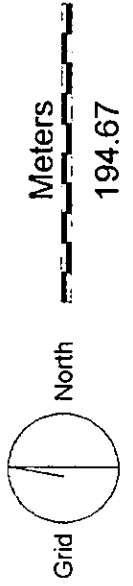
1. Area urbana.
2. Vialidad.
3. Equipamiento.
4. Industrias.
5. Abasto.
6. Areas verdes y Espacios Abiertos.
7. Vegetación de alta humedad.

Cabe mencionar que algunos de los elementos identificados en la imagen presentan un alto grado de incertidumbre, esto es, existe duda en su uso real, por lo que fue necesario realizar recorridos de campo para verificar la información, principalmente en la zona sur oeste y norte de la ciudad.

En el siguiente mapa se muestran los usos de suelo identificados por medio de la imagen de satélite, se observa que un área bastante extensa de la ciudad cuenta con áreas verdes, sin embargo recordemos que algunos elementos pueden presentar la misma respuesta espectral y producir colores semejantes.

Por lo que se combinaron otras bandas con el fin de separar la vegetación de otros elementos con la misma firma espectral, la combinación que ofreció los mejores resultados fue la banda 4, 3 y 2, mostrando la vegetación en color rojo. Las zonas que presentan diferencias significativas es cerca de canal de Cuemanco, la zona de Villa Coapa, el aeropuerto internacional de la Ciudad de México, la Sierra de Santa Catarina la cual presenta vegetación escasa (ver figura 19).

FIGURA 19 DISTRITO FEDERAL EN FALSO COLOR BANDAS 4,3 Y 2



4.5.-CONCLUSIONES

La planificación debe desligarse de el papel de “promotor del desarrollo”, debido a que bajo esta perspectiva, se ha convertido en una herramienta limitada y que justifica los intereses de un pequeño grupo en el poder. El ejemplo más importante ha sido la repartición de recursos económicos a los países que contaban con un Plan de Desarrollo.

El papel del planificador actual consiste en equilibrar y consolidar la estructura urbana de las ciudades mexicanas, con el fin de aprovechar la infraestructura existente y distribuir los recursos financieros a las ciudades con más posibilidades de desarrollo.

Además, el planificador debe de trazar nuevos planes y programas urbanos acordes con la realidad, alejados de cualquier influencia coercitiva que modifique el objetivo original de los programas urbanos.

¿Cómo se llevaría a cabo esta tarea?; en primer lugar, el planificador debe de estar consiente de su papel fundamental en la formulación de políticas para la toma de decisión. En segundo lugar, debe de aumentar su participación en la selección de las políticas que contendrá el programa buscando el máximo beneficio para la población.

Por otro lado, debe de ser capaz de diferenciar, clasificar y entender las relaciones que existen entre los distintos problemas urbanos que se reflejan en el territorio; además de aprender las nuevas tecnologías para el análisis del territorio como los SIG's y los SPR.

Utilizando estas herramientas, el planificador tendría una visión más amplia de los problemas urbanos que tiene que enfrentar, comprendiendo la influencia de estos fenómenos en otras regiones del país. Sin embargo, debe de entender que el SIG es una herramienta, una extensión del proceso cognoscitivo que el planificador ejercita en el estudio de la ciudad.

Por otra parte, no debe de perder de vista que la ciudad es un ente con relaciones internas demasiado complejas, que están sujetas a múltiples factores que la conforman espacialmente. El SIG debe de constituirse como una herramienta que arroje “pistas” sobre la ubicación espacial de estas relaciones sociales y de ser posible, pronosticar su influencia sobre la estructura urbana.

Sin embargo, el SIG mismo aún no es capaz de modificar por si sólo este tipo de patrones urbanos, por lo que el planificador debe de auxiliarse de teorías que expliquen

el comportamiento de la ciudad. Considero que la teoría de la localización explica en forma aproximada el comportamiento de la estructura interna de la ciudad, además de los factores externos que determinan estos cambios.

La integración del SIG y este tipo de teorías producirían una herramienta teórico y conceptual, que explicaría en mayor medida la conformación actual y futura de la estructura urbana de la ciudad. Permitiendo pronosticar de manera más eficiente las zonas susceptibles de ser afectadas por el desarrollo urbano

La Teoría General de Sistemas, presenta una metodología que permite separar el objeto de estudio (la ciudad) en varios elementos, analizando la influencia que tienen en el funcionamiento de la ciudad. Ésta última, se puede considerar como un sistema artificial debido a que es un objeto hecho por el hombre, la cual está sujeta a los caprichos de su "creador".

Pienso que las diferencias que existen en la estructura urbana de las ciudades, es un reflejo del carácter y de la forma de interpretar la realidad del hombre; el cual tiende a buscar las mejores alternativas para resolver sus necesidades, sin tomar en cuenta las alteraciones que produce en el entorno. La estructura urbana de la ciudad es solamente un reflejo de las relaciones sociales que se tejen en su interior combinadas con factores físicos como las características topográficas y la cantidad de suelo disponible para el crecimiento urbano.

Suponiendo que el territorio nacional tuviera las mismas condiciones físicas; esto es, que existiera la misma cantidad de recursos en todo el país; la estructura urbana de cada una de las ciudades serían diferentes, debido a que las relaciones internas son únicas dentro de cada estructura urbana.

Sin embargo, estas relaciones internas comparten factores comunes que están determinadas por otros agentes externos como factores culturales, económicos, políticos y sociales. Considero que la integración e interpretación de ambas teorías (o muchas otras) por medio del SIG, tendría un avance significativo en la comprensión del fenómeno urbano y los factores que lo dirigen.

Sin embargo, el principal problema que tienen los SIG's en nuestro país, es la carencia de un metodología racionalizada que permita obtener el mayor provecho de esta herramienta en el análisis de los fenómenos espaciales. Otro factor importante, es que no

existe un programa académico formal para la preparación de recursos humanos en el área de los SIG's.

Esta programa debería de enfocarse al diseño conceptual del SIG, poniendo énfasis en la formación de profesionistas encargados de estudiar las teorías que analicen el espacio, buscando que integración de los Sistemas de Información Geográfica y los Sistemas de Percepción Remota con estas teorías, produzcan análisis mas reales para aprovechar mejor los recursos territoriales

Por otro lado la metodología que utilice en el desarrollo de la investigación presento los mayores problemas en el área de implementación e introducción de la información, debido a la calidad de la información que utilice y que tuve que corregir varias veces hasta obtener la precisión que necesitaba.

Pero, descubrí que esta etapa permanece abierta a lo largo del proyecto permitiendo de esta forma mejorar la calidad de la información que se va a producir, pero recomiendo que el administrador del sistema (en este caso yo) debe determinar el momento en cerrar dicha etapa.

De no hacerlo así, se corre el riesgo de invertir demasiado tiempo en la corrección de la información y tomar demasiado tiempo para terminar el proyecto (como ésta investigación). La etapa de evaluación del Sistema si cumplió con mis expectativas, porque tuve la oportunidad de comparar varios sistemas y elegir los que más se adecuaban a mis necesidades.

La fase operacional también se cumplió con éxito, ya que el intercambio de información entre ambos SIG's (vectorial y raster) se realizó eficazmente en ambos sentidos, permitiendo que el análisis fuera más completo y experimentar con distintas formas de representación visual.

Los sistemas de información geográfica constituyen una herramienta valiosa para apoyar a la planificación urbana en la propuesta de nuevas políticas y determinar su influencia en el espacio urbano. Decidir cual es el mejor sistema es complicado por el desarrollo acelerado de la tecnología; sin embargo, considero que la integración del sistema en formato vector con el sistema raster es el siguiente paso hacia de los SIG's.

Otro campo importante para explotar a los SIG's, es la presentación de la información de los planes y programas urbanos en multimedia, para difundir la

información a la población y el aprovechamiento del análisis espacial en tres dimensiones.

Como hemos visto, ambos tipos de sistemas funcionan de manera distinta y presentan varias herramientas de análisis, que utilizadas en conjunto generan resultados más completos. Se hace hincapié, que en el estudio se utilizó el SIG apoyando a la planeación urbana tratando de encontrar un punto en común entre ambas disciplinas.

El reto consiste en personalizar el SIG en base a necesidades más específicas y construir un modelo urbano, por medio de la integración de variables más complejas que traten de explicar y pronosticar el comportamiento de la ciudad. Se tiene que eliminar la idea de que el SIG es un paquete que muestra la información en forma de mapas.

Regresando al tema de la formación de recursos humanos y el futuro de los sistemas de información geográficas; considero que el analista es la parte fundamental de el SIG porque es el intermediario entre la máquina y el usuario, es recomendable que cuente con una formación multidisciplinaria que le permita interpretar los datos estadísticos y cartográficos en base a las necesidades de cada usuario.

Es urgente que los SIG's se establezcan a corto plazo como una disciplina teórica, que analice los fenómenos territoriales. y que permita el manejo de modelos teóricos (en este caso urbanos), con el fin de observar y determinar el comportamiento de un problema específico en varios ambientes.

Por otro, lado la falta de una metodología definida para la construcción de un SIG, ha originado que se deforme su objetivo fundamental que consiste en analizar y evaluar alternativas para los problemas de carácter espacial. Es frecuente encontrar que el SIG se alimente con demasiada información, gastando tiempo y dinero y no sea útil para el estudio que se esta realizando.

Este problema se agudiza por la nula homogeneidad en las fuentes de información cartográfica, ya que se manejan distintas escalas o procesos de digitalización en su elaboración. Es importante organizar la información producida por las instituciones públicas, académicas y privadas, con el fin de no duplicar el trabajo y crear un sistema de información mas acorde con las necesidades que requiere la población.

¿Como ayudaría el SIG en la elaboración de planes y programas urbanos?, pues el SIG permitirá realizar diagnósticos más reales y actualizar la información rápidamente.

En el caso del programa parcial de Polanco (Z.E.D.E.C.) el principal problema es que la información no es la misma, por ejemplo, la definición de los lotes y las manzanas utilizadas en el programa parcial es distinta a la que utiliza la tesorería del Distrito Federal.

La ventaja de utilizar el SIG para este estudio consistió en que fue posible analizar el fenómeno urbano a distintas escalas, desde un nivel delegacional hasta el nivel más particular como lo es el lote. Con esto se demuestra que el SIG es capaz de manejar la información cartográfica de forma eficiente y en las escala que se desee.

Por otro lado el Sistema de Percepción Remota es una técnica que permite evaluar los cambios urbanos de forma sencilla y con la ventaja de poder comparar la información en cualquier periodo de tiempo. Esto constituye una herramienta muy valiosa para analizar el crecimiento histórico de cualquier centro urbano y pronosticar su comportamiento.

La desventaja que presenta es que si se requiere un nivel mas detallado de análisis se debe de tener una resolución en la imagen menores a 30 metros por pixel, lo que equivaldría a tener una superficie de 900 metros cuadrados, que es insuficiente para realizar el análisis que llevé a cabo para Polanco en el SIG vectorial.

Con el avance de la tecnología, estoy seguro que las imágenes de satélite con resoluciones menores a 10 metros estarán a disposición del público en general aunque su costo sea elevado. Propongo que en México se realice un banco de datos digital de este tipo de imágenes y que este disponible para las investigaciones que analizan el territorio.

Si el usuario requiere productos más detallados, entonces se le cobraría un cargo extra por el procesado de la información y que al terminar el estudio se comprometiera a dejar una copia de los resultados de su trabajo. De esta forma será posible contar con un acervo de imágenes de satélite y el intercambio de experiencias sobre el uso de ellas.

BIBLIOGRAFIA

Aronoff, Stan, **Geographic Information Systems: A management perspective**, WDL Publications, pag 39, 1989

Berry, Joseph K, **Beyond Mapping: Concepts, Algorithms and Issues in G.I.S**
Editorial GIS World 1995

Bosque, Jorge Sendra, **Sistemas de Información Geográfica**, capítulo IV, inciso B "Sistemas de Información Geográfica Vectoriales", Ediciones RIALP, 1992, p 93.

Burrough, P, **Principles of Geographical Information Systems for land resource assessment**, Oxford, Oxford University Press 1988

Beer S., **Decision and Control**, John Wiley and Sons Ltd, Chichester , 1966

Brambila Paz, Carlos, **Expansión Urbana en México**, Colegio de México, CEDDU, 1992
capitulo I

Cebrian de Miguel, J.A. y Mark, D. "Modelos topográficos digitales" en **Métodos cuantitativos en Geografía: Enseñanza, investigación y planeamiento**, Madrid, A.G.E., pp. 292-334.

Celis, Francisco, **Análisis Regional**, Editorial de Ciencias Sociales, la Habana, 1968, capítulo 3 pp 45 60

CEPAL. **La planificación en América Latina**. Boletín Económico de América Latina, Volumen XII, Número 2, octubre de 1967.

Clark University, **Geographical Informations Systems for Decision Making**, 1994, capítulo I y II.

Cook R N , Kennedy J I **Proceedings of a Tri state conference on a Comprehensive Unified Land Data System.** College of Law , University of Cincinnati 1966

Chuecagoitia, Fernando, **Breve Historia del Urbanismo**, Alianza Editorial, 1986, lección 1, pag 7

Dangermond, L **Software Components Commonly Used in Geographic Information Systems**, ESRI, 1983

Delgado, Javier, *De los anillos a la segregación. La ciudad de México, 1950-1987 en Estudios Demográficos y Urbanos*, Colegio de México, Volumen 5, número 2, mayo-agosto de 1990, pp 241.

Diario Oficial de la Federación **Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal**, D.D. F. Enero de 1996 pp 2, 19.

Ducci, María Elena, **Introducción al Urbanismo: conceptos básicos**, Trillas, 1989, capítulo VI

Econo Consultores, Departamento del Distrito Federal, **El Distrito Federal y sus delegaciones**, 1994 capítulo I, Geografía, pp 3 , 6.

Espinosa López, Enrique, **Ciudad de México: Compendio cronológico de su Desarrollo Urbano 1521 a 1980**, México 1991 capitulo IX pp 158 194

Garza, Gustavo, **Una década de Planeación Urbano Regional en México 1978-1992** Colegio de México, CEDDU, 1988 pp 9 introducción

Garza Gustavo, **Cincuenta años de Investigación Urbana y Regional en México, 1940-1991** Colegio de México, CEDDU, 1996 pp 13

Gutierrez, Gerardo, **Estudio del crecimiento de la mancha urbana de ZMCM a través de sensores remotos**, Colegio de México, 1998, tesis de maestría, capítulo III pp 61-62

Clark, University, **Idrisi for Windows, User Guide**, 1995, pp 2-5, 2-7

INEGI **Sistema Personal Interactivo en Percepción Remota versión 2.0**
"Manual del Usuario" 1993, Introducción

Kunz, Ignacio, **Sistemas de ciudades**, tesis doctoral, 1994, pp 23 38

Lira Jorge **La percepción remota, nuestros ojos desde el espacio**
F.C.E. 1987 pp 126 131

Maguire, David **Geographical Information Systems, Principles and Applications** en Maguire (sic) "History of GIS". Volumen I, capítulo II, Loggman Scientific 1992.

McLoughlin. J., Brian, **Planificación Urbana y Regional: Un enfoque de sistemas**, Instituto de Estudios de Administración Local, capítulo III, 1971 pp 57 a 77

Mattos de A, Carlos en **Revista Interamericana de Planificación**, "Planes versus planificación en la experiencia latinoamericana", Volumen XV, número 59, septiembre de 1981, p 55.

Malthus, C, **Estrategia y Plan**, Siglo XXI, Capítulo 1, 1990

Mapinfo Corporation, **Mapinfo: Users Guide**, 1995 Glosario de Términos

Ortega Blake, Arturo, **Planificación, opción al cambio** Capítulo I pp 1 y 2

Pérez, Pedro Herrero, **Región e Historia en México (1700 -1850)**, Instituto Mora, 1997, capítulo I.

Reif, Benjamin, **Modelos en la Planificación de Ciudades y Regiones**, INAP, Capitulo I, Volumen 27 pp 23-32.

SEDUVI, Miguel Hidalgo, **Programa Delegacional y Programas Parciales de Desarrollo Urbano 1996**, memoria técnica descriptiva" Diagnóstico pp 9 a 10

SELPER, Santos Clemencia, Antún Juan Pablo, **Exploración de la evolución del uso del suelo en la traza propuesta del libramiento norte de la Ciudad de México**, Boletín SELPER México Número 28-29 1995 pp 16-30.

Snell, J. y Shuldiner, P, **Analysis of Urban transportation research**, North Western University, Research Report, 1967

Tappinos, George, **Elementos de Demografía**, Editorial Espasa Calpe, 1988, capítulo I

Trimble Navigation, **General Reference, GPS pathfinder system**,
Introducción al GPS y al SIG 1992 Capitulo 2.

Ward. Peter M, **México: Una megaciudad Producción y reproducción de un ambiente urbano**, Alianza Editorial, 1991, Capítulo V pp 166-167

REVISTAS

Gis World Magazine

Vol 10 No 3, Marzo 1997

Landscape Model provide everglasss managent tools. Pag 48-50

Gis World Magazine

Vol 10 No 5, Mayo 1997

Lernings from the Masters, Undergraduate G.I.S. Programs Provides Multilevel Training
Pp 40-42

Gis World Magazine

Vol 10 No 3, Marzo 1997

Make the most of multiple data formats pag 78.

Gis World Magazine

Vol 10 No 5, Mayo 1997

Winning GIS carrer Strategies – Smart moves for Every phase of the Game

Pag 38