



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

---

---

FACULTAD DE INGENIERIA

“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INFORMACION  
GEOGRAFICO PARA LA DELEGACION  
LA MAGDALENA CONTRERAS”

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA  
P R E S E N T A :  
OSCAR M. SERRANO ENRIQUEZ



MEXICO D.F.

JULIO DE 2005



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.



A LA MEMORIA DE MI ADMIRABLE MADRE  
(1933 – 2005)

Dedicada a

A mi pequeña Paola  
A mi bienamada Esposa  
A mi admirable Padre  
A mis queridos Hermanos  
Y a todos mis amigos  
que me impulsaron a terminar  
este anhelado proyecto.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/007/05

Señor  
OSCAR MARCIANO SERRANO ENRÍQUEZ  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. CASIANO JIMÉNEZ CRUZ, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO TOPÓGRAFO Y GEODESTA.

**"PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO PARA LA DELEGACIÓN MAGDALENA CONTRERAS"**

- I. INTRODUCCIÓN
- II. BREVE RESEÑA DE LA CARTOGRAFÍA MEXICANA
- III. CARTOGRAFÍA DIGITAL
- IV. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)
- V. UN SIG PARA LA DELEGACIÓN LA MAGDALENA CONTRERAS
- VI. CONSULTA DEL SIGMACON
- CONCLUSIONES
- GLOSARIO
- BIBLIOGRAFÍA

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria a 11 de febrero del 2005 .  
EL DIRECTOR

  
M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO  
GFB/AJP/crc.



# PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO PARA LA DELEGACIÓN LA MAGDALENA CONTRERAS

## TEMAS

I.- INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.- GENERALIDADES.....	3
1.2.- CONCEPTOS CARTOGRÁFICOS.....	10
II.- BREVE RESEÑA DE LA CARTOGRAFÍA MEXICANA.....	14
2.1.- TIPOS DE PROYECCIONES.....	22
2.1.1.- PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA PARA LA REPÚBLICA MEXICANA.....	28
2.2.- DISEÑO DE MAPAS.....	33
III.- CARTOGRAFÍA DIGITAL.....	38
3.1.- DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA.....	44
3.2.- TECNOLOGÍA COMPLEMENTARIA PARA LA CARTOGRAFÍA DIGITAL.....	51
3.2.1.- LA TOPOGRAFÍA.....	54
3.2.2.- G.P.S.....	56
3.2.3.- TELEDETECCIÓN.....	63
3.2.4.- SENSORES REMOTOS.....	66
3.2.5.- IMÁGENES DE SATÉLITE.....	71
IV.- SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).....	78
4.1.- BASE DE DATOS Y ARCHIVOS PARA UN SIG.....	92
4.2.- DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE IMÁGENES PARA APLICACIÓN DEL SIG.....	96
4.3.- ANÁLISIS Y MODELACIÓN CARTOGRÁFICA.....	101
4.3.1.- ESTRUCTURA TOPOLÓGICA.....	115
4.3.2.- MODELACIÓN DIGITAL DEL TERRENO (MDT).....	118
4.4.- ACTUALIZACIÓN CARTOGRÁFICA.....	122
4.5.- TERMINADO DE CARTAS.....	126
V.- UN SIG PARA LA DELEGACIÓN LA MAGDALENA CONTRERAS.....	127
5.1.- METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DEL SIG.....	128
5.2.- APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	133
5.3.- ADQUISICIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	135
5.4.- BOSQUEJO HISTORICO DE LA MAGDALENA CONTRERAS.....	138
5.4.1.- ORIGENES.....	138
5.4.2.- ÉPOCA COLONIAL.....	139
5.4.3.- NACIMIENTO DEL PROGRESO.....	140
5.4.4.- CONSTITUCIÓN DE LA MAGDALENA CONTRERAS.....	143
5.5.- ASPECTOS GENERALES DE LA MAGDALENA CONTRERAS.....	144
5.5.1.- LÍMITES Y PUNTOS PRINCIPALES.....	144
5.5.2.- FISIOGRAFÍA.....	145
5.5.3.- GEOLOGÍA.....	145

5.5.4.- CLIMAS.....	145
5.5.5.- AGRICULTURA Y VEGETACIÓN.....	146
5.5.6.- USO POTENCIAL DE LA TIERRA.....	146
5.6.- SUPERFICIES ARTIFICIALES.....	154
5.6.1.- COLONIAS.....	155
5.6.2.- PUEBLOS.....	155
5.6.3.- CALLES.....	156
5.6.4.- VÍAS PRINCIPALES.....	156
5.6.5.- VIVIENDA.....	157
5.6.6.- SERVICIOS.....	163
5.6.6.1.- SERVICIOS PÚBLICOS.....	163
5.6.6.2.- DEPORTIVOS Y CENTROS COMERCIALES.....	164
5.6.6.3.- OTROS SERVICIOS.....	165
5.6.6.4.- COMERCIO Y ABASTO.....	166
5.7.- ZONAS VERDES Y DE CONSERVACIÓN.....	172
5.7.1.- ESPECIES DE ÁRBOLES.....	172
5.7.2.- ZONAS DE CONSERVACIÓN.....	172
5.7.3.- BARRANCAS.....	172
5.8.- POBLACIÓN.....	174
5.8.1.- POBLACIÓN TOTAL.....	174
5.8.2.- NACIMIENTOS Y DEFUNCIONES.....	174
5.8.3.- POR TIPO DE RELIGIÓN.....	174
5.8.4.- EDAD Y CONDICIÓN DE ALFABETISMO POR COLONIA.....	174
5.8.5.- DENSIDAD POBLACIONAL POR COLONIA.....	178
5.9.- EDUCACIÓN.....	181
5.9.1.-NÚMERO DE ESCUELAS Y NÚMERO DE ALUMNOS.....	181
5.9.2.- EDUCACIÓN BÁSICA.....	181
5.9.3.- EDUCACIÓN MEDIA SPERIOR.....	182
5.9.4.- EDUCACIÓN SUPERIOR.....	182
5.10.- SALUD.....	184
5.10.1.-SERVICIOS FEDERALES.....	184
5.10.2.- SERVICIOS DEL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL.....	184
5.10.3.- SERVICIOS PRIVADOS.....	184
5.11.- HIDROLOGÍA EN LA MAGDALENA CONTRERAS.....	186
5.11.1.- RÍOS.....	186
5.11.2.- REGIONES, CUENCAS Y SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS.....	186
5.11.3.-CUERPOS DE AGUA.....	186
5.12.- TERMINADO DE LA CARTA.....	188
VI.- CONSULTA DEL SIGMACON.....	190
VII.- CONCLUSIONES.....	202
VIII.- GLOSARIO.....	204
IX.- BIBLIOGRAFÍA.....	207

## I.- Introducción

La Cartografía ha tenido un desarrollo a la par con la aparición del hombre, ya que a éste le preocupó situarse en el entorno sobre el cual habitaba y sobre el cual tenía influencia.

Pero que es la cartografía?

Según la Asociación Internacional: “Es el conjunto de estudios y de operaciones científicas, artísticas y técnicas que intervienen a partir de observaciones directas o de la exploración de una documentación para formar mapas, planos y otros medios de expresión”.

En esta tesis pretendo mostrar los avances tecnológicos que ha tenido la cartografía hasta nuestros días, la cual ha generado los llamados Sistemas de Información Geográfica (SIG), que nos permiten tener acceso a la información geográfica de un lugar local o global, pero con características como son:

Vialidades, centros de abasto, escuelas, centros de recreación, unidades médicas, centros históricos, etc.. facilitando ubicarlos no solo geográficamente, sino, tener al alcance información topológica que genera todo un sistema informático de consulta, el cual puede ser utilizado en cualquier momento y para consulta de cualquier índole.

Todo esto con la ayuda de las computadoras, que han hecho evolucionar las técnicas, pasando de cálculos, trabajos en campo por temporadas muy largas y dibujos a mano, a realizar trabajos integrales de cartografía con toda la información necesaria, y que puede ser trabajo de una semana, cuando antes nos llevaba meses realizarlo.

Los sistemas de Información Geográfica cuenta con elementos de soporte, como la topografía, a la cual podemos considerar la base fundamental en este proceso, ya que nos permite trabajar en el campo y así levantar la información necesaria para el trabajo de oficina, y en cuanto a tecnología, están los sensores remotos o satélites que son capaces de enviar información o imágenes a la tierra en cortos lapsos de tiempo a través de ondas, también está el G.P.S. (por sus siglas en ingles) que es un Sistema de Posicionamiento Geodésico el cual nos facilita ubicarnos en cualquier punto sobre la superficie terrestre y mostrarnos las coordenadas X, Y, Z, del punto en donde estemos parados, en un breve lapso de tiempo, y algunos elementos más que nos permitirán complementar la información de forma rápida, precisa y verás, a la cual solo hay que darle una interpretación adecuada.

El SIG también nos permitirá obtener rasgos generales, crecimiento de zonas urbanas, equipamiento urbano, zonas agrícolas, zonas de riesgo, zonas de conservación ecológica, por mencionar algunas, así como sus variaciones a través del tiempo:, posibilitándonos hacer estudios de proyectos a futuro de 5, 10, 20 o más años, basándose en los llamados “Modeladores” a los cuales se les dota de información como por ejemplo: el crecimiento de la población, el comportamiento de los eventos naturales, erosión del suelo, deforestación, etc., y con esto, mostrarnos que pasaría en 20 años en alguna zona específica, como el Distrito Federal, mostrarnos hacia donde crecerían las zonas urbanas, que tantas zonas verdes existirán para ese entonces y con esta información hacer posibles planeaciones para prevenir ciertas situaciones de riesgo, donde será necesario invertir en infraestructura que llenen las expectativas del crecimiento urbano, para que no se vuelvan inservibles o que no tengan sentido.

Estos SIG también nos ayudarán a responder preguntas como ¿De donde se suministrara el agua potable para las zonas que crecerán en demasía?, así como la generación de luz? para todos sus futuros habitantes, etc., y podríamos hacer una lista interminable de las aplicaciones de estos sistemas.

La aplicación de mi tesis la enfocare a una zona específica, que es la Delegación La Magdalena Contreras, ya que considero que “la información es poder” y estableciendo este Sistema, las autoridades de esta demarcación podrán tener un control sobre todas las colonias, en cuanto a problemas sociales, de infraestructura, de desastres naturales y otros:, así como tener las herramientas necesarias para dar una pronta respuesta a la ciudadanía.

Les permitirá planear rutas criticas para combatir la delincuencia, para prevenir el narcotráfico, ubicar puntos de conflicto o centros de vicio, así como para establecer puntos de recreación aunque no sean fijos (físicamente) pero que ayuden a la población a tener una mejor calidad de vida.

Por lo que considero que es una propuesta viable y de mucha utilidad para la delegación, y espero que al implementarlo, sea un elemento de aplicación tanto para las autoridades como para la población en general, pues con esto, se daría la apertura necesaria y no se siga manejando el monopolio de la información, que solo es para unos cuantos.

## 1.1.- Generalidades

La historia de la cartografía se desarrolla junto con el hombre, pues desde que este aparece sobre la faz de la tierra, empieza a representar gráficamente lo que encontraba a su alrededor, zonas donde había peligros, lugares donde había comida, empieza a marcar rutas que ya conocía, sobre piedras, pedazos de troncos, pieles, etc, con el fin de ubicarse en el espacio que habitaba y así no perderse y poder regresar a su hogar, y con la evolución llegaremos al uso del pergamino, del papel y por último el uso de las computadoras.

Haciendo un poco de historia,. En la época de los griegos se piensa que la tierra es plana (concepto que caería después de 200 años), fundadores del pensamiento científico, como el geodesta Tales de Mileto (625-574 a.c.) considera a la tierra como un cuerpo parecido a un disco flotando en un océano infinito, siendo este océano una porción de agua bautizada así por Homero y que significa “Hijo del cielo y esposo de Tetis, padre de los Dioses y un río que rodea la tierra” (Figura 1), ( *Vanicek y Krakiwsky. 1986*).

Alrededor del Siglo VI a.c. Heceteus de Mileto compiló uno de los primeros mapas del mundo, y en él ilustra el conocimiento limitado y los prejuicios de los antiguos griegos acerca del mundo, pero así como los griegos tenían su concepción del mundo (Figura 2) (*Raiz. 1985*), hubo otras civilizaciones como los Hebreos que consideraban que la tierra era sostenida por cuatro elefantes en sus puntos cardinales y estos a su vez eran soportados por una enorme tortuga, por lo que alrededor de la tierra, solo había agua,. Para los egipcios abarcaba todo el cosmos y para nuestra cultura (la Azteca) la tierra y sus ciclos estaban ligados al cosmos.



Figura 1.- Interpretación de Vanicek y Krakiwsky del concepto de Tales de Mileto, respecto a la tierra. (Tomado de "GEODESY, The concepts", 1986; pag 4)



Figura 2.- Interpretación de la tierra según, Heceteus de Mileto (Tomado de "CARTOGRAFÍA", 1985; pag 18)

Transcurrido el tiempo se comenzaron a desarrollar otras ciencias como la geodesia, la astronomía, que llevaron al polaco Nicolás Copérnico, a realizar teorías sobre la forma de la tierra, la continuación de estos trabajos por Galileo, le permitieron afirmar que la tierra era redonda y que los planetas, incluyendo la tierra, giraban alrededor del sol, lo cual casi le cuesta la vida, pues la inquisición de aquel tiempo lo calificó de hereje y lo condenó a la hoguera por blasfemar contra los conceptos de la iglesia, que ponían en el centro del Universo al hombre y por consiguiente a la tierra.

Pasadas este tipo de situaciones, es como empieza a desarrollarse la cartografía formal, con conceptos como la esfericidad de la tierra, latitudes, longitudes, y de lo que se trata, es de representar porciones de la tierra o el mundo completo en un plano, es decir pasar de un espacio 3D (3 dimensiones) a uno de 2D (2 dimensiones), solo que se necesitaba saber las verdaderas dimensiones de la tierra, y el primero que tuvo esa inquietud fue Eratóstenes de Cirene (276-196 a.c) , un griego que vivía en Egipto., ¿Como lo hizo?

Él estimaba la distancia entre Alejandría y Siena en Egipto, en alrededor de 5000 estadios (925 Km. Aprox.). En Siena (Asuan) situada en el trópico de Cáncer donde existía un pozo en el cual se posaba el sol a plomo al medio día, del 20 al 22 de junio (Raiz, 1985), así que se le ocurrió poner un palo en Alejandría, y medir el 21 de junio (Raiz, 1985) el ángulo que formaba éste con el sol, pues el ángulo del sol en el pozo era de  $90^\circ$  y el ángulo en Alejandría era una cincuentava parte del círculo (unos  $7^\circ$ ), con lo que le daba una medida de 250,000 estadios (unos 46,250 Km) siendo de una gran precisión (menor del 15% de error) (Raiz,1985), después el francés Picard, en 1670 realiza la primera medida moderna

del tamaño de la tierra dando un resultado de 6,275 Km. para el radio y es la primera mejoría desde Erastótenes, hasta que recientemente la Asociación Internacional de Geodesia adoptó nuevas dimensiones del elipsoide de referencia geodésica 1980 (GRS80, por sus siglas en ingles), donde se estiman las siguientes medidas:

Semieje mayor=6´378,137 m                      Semieje menor= 6´356,752 m

Velocidad angular=  $7´292,115 \times 10^{-11}$  rad/seg

Constante gravitacional=  $3´986,005 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/seg<sup>2</sup>

Tomado de “La Nueva Red Geodésica Nacional, INEGI 1994”

Ya con la concepción de que la tierra es redonda, la cartografía toma nuevos bríos y otra forma de realizarse, pues se establecieron principios teóricos como el modelo de la tierra, que no es esférica, pues esta achatada en los polos y ensanchada en el ecuador, que la tierra es de forma irregular, por lo que se le da el nombre de GEOIDE (*Vanicek y Krakiwsky 1986*) por lo que se tiene que establecer una figura geométrica que se le asemeje y esta figura es un elipsoide, que al girar asemejara la tierra, por lo que se le llama elipsoide de Revolución. (Figura 3)

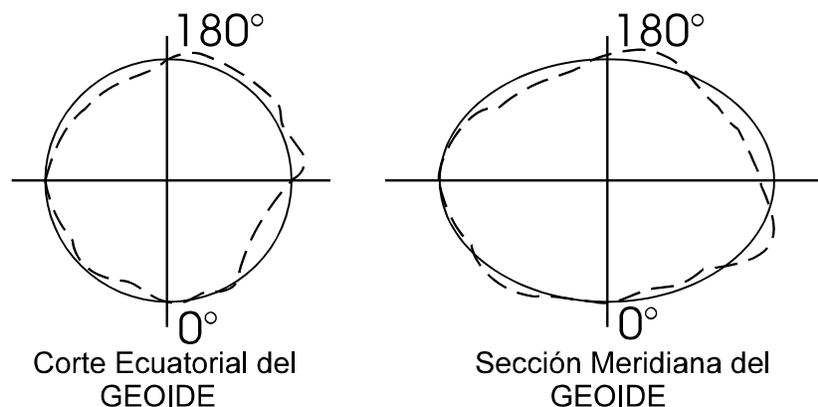


Figura 3.- Cortes esquemáticos de la tierra. ( Tomado de "GEODESY, The Concepts",1986; pag 5)

Una vez establecido esto, se necesita dividir la tierra de tal suerte que cualquiera se pueda ubicar en ella, por lo que se inventan los sistemas de coordenadas, y como sabemos, la distancia más corta entre dos puntos en un plano es una línea recta, pero en este caso,

tratamos con una esfera, por lo que, la distancia más corta entre dos puntos es un arco (Figura 4) a los cuales se les da el nombre de círculos máximos, teniendo las siguientes características.

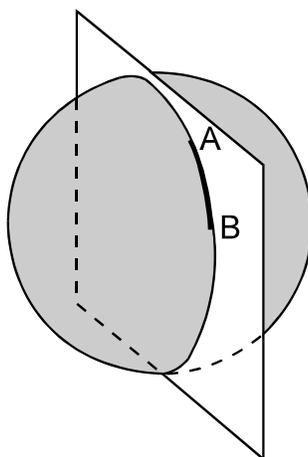


Figura 4.- Intersección de un plano sobre una esfera. El punto A y el Punto B, son unidos por el arco de un círculo máximo. ( Tomado de "ELEMENT OF CARTOGRAPHY". 1985; pag 59)

- 1.- Un círculo máximo siempre bisecta otro círculo máximo.
- 2.- Un arco de círculo máximo es la mínima distancia entre dos puntos sobre la tierra.
- 3.- El plano que contiene un círculo máximo, yace siempre bisectando la tierra y de aquí que siempre incluya el centro de la tierra.

A todo este complejo sistema de círculos máximos se le llama la Bóveda Celeste (Figura 5) Ahora mencionaremos otro tipo de sistema que es el “Sistema de Coordenadas” del cual existen dos tipos hasta nuestros días:

- 1.- El sistema de coordenadas geográficas, que emplean latitud y longitud.
- 2.- El sistema de coordenadas rectangulares planas o simplemente coordenadas planas.

En el primer caso es necesario determinar que es la latitud y longitud, (Termino usado por los griegos) (Raiz, 1985), donde la latitud es el ángulo entre una normal (perpendicular a la superficie) y el plano del ecuador (Figura 6),. Teniendo una división de  $0^{\circ}$  a  $90^{\circ}$  norte o sur, a los cuales se les conoce como paralelos.

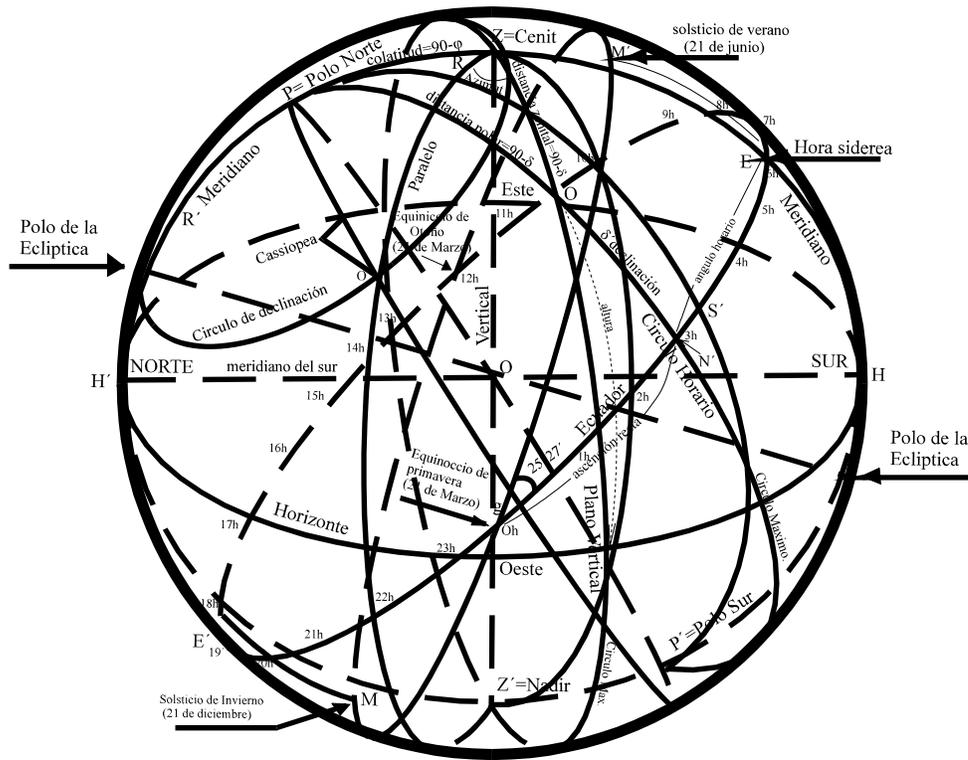


Figura 5.- Bóveda Celeste, con sus círculos máximos. (Tomado del Boletín mensual del SICORI (Sistema Cooperativo de Información Geográfica de PEMEX), abril de 1996; Portada)

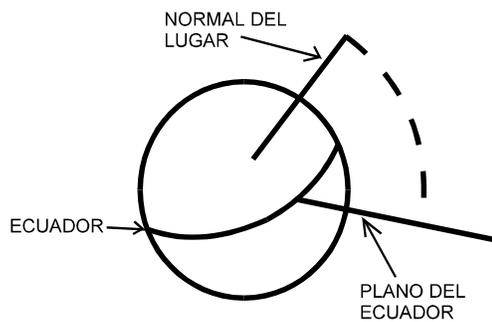


Figura 6.- Arco de círculo máximo que nos representa una latitud determinada y va del ecuador al polo, por lo que puede medir de 0° a 90°. (Tomado de "ELEMENTS OF CARTOGRAPHY", 1984)

La longitud es representada por círculos máximos, llamados meridianos, que son perpendiculares a los paralelos, pero estos no tenían una base natural del cual partieran, hasta la determinación del Almirantazgo inglés que calculó las longitudes a partir del Observatorio de Greenwich, en Londres (Raiz, 1985), dividiéndose la tierra de 0° a 360° (Figura 7).

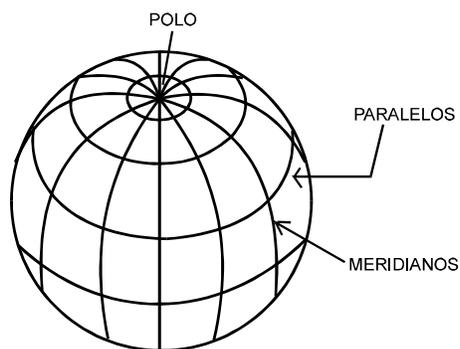


Figura 7.- Globo terraqueo mostrando paralelos y meridianos (latitudes) que van de 0° a 360°. (Tomado de "ELEMENT OF CARTOGRAPHY", 1984)

#### Coordenadas Rectangulares.-

Un sistema arbitrario de localización sobre la superficie de un plano comienza colocando un “punto origen” hasta la intersección de dos localidades o ejes perpendiculares, y el plano se divide en una malla con un número infinito de líneas paralelas igualmente espaciadas para cada eje (Figura 8). La posición de cualquier punto en el plano, con referencia al punto de origen, puede estar indicada por la distancia de cada eje o la medida en cada paralelo al eje y ser expresada por alguna precisión.

En el sistema familiar de coordenadas rectangulares (por ejemplo sección cruz en el papel) (Figura 8) la distancia horizontal es llamada valor “X” o abscisa, y la distancia perpendicular es llamada valor “Y” u ordenada.

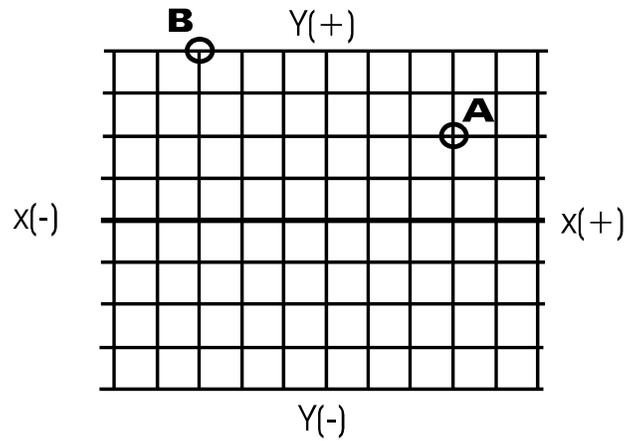


Figura 8.- Coordenadas rectangulares X e Y. (Tomado de "ELEMENT OF CARTOGRAPHY., 1984)

El sistema de coordenadas geográficas es usado para áreas grandes, para medir distancias y direcciones en medidas angulares en grados, minutos y segundos.

## 1.2.- Conceptos Cartográficos

Se puede decir que el principal objetivo de la cartografía, es la obtención de un plano que nos muestre la realidad o lo que queremos ver de ella, por lo que es necesario revisar varios conceptos que intervienen directamente en la elaboración de los planos, como serían:

La Grádicula.- Es la elaboración de una malla, generalmente cuadrículada y perpendicular (también llamado sistema de coordenadas), que nos ubicará gráficamente en un punto de la tierra, con coordenadas X, Y, o latitud y longitud, pues esta grádicula tiene un marco de referencia, que puede ser global o local, y no se repite.

Norte.- Nos permite orientar el plano con respecto al norte magnético de la tierra, lo cual nos servirá de referencia para todos los puntos que estén involucrados en el plano y que sea necesario orientar.

Dirección.- Las direcciones en la tierra son enteramente arbitrarias, desde una superficie esférica que no tiene orilla, ni comienzo ni final y por definición el norte-sur se ubica a lo largo de cualquier meridiano, mientras que el este-oeste es a lo largo de cualquier paralelo, debido a que la grádicula es en dos direcciones y son todas perpendiculares, excepto los polos. La dirección de una línea en la tierra es llamada de muchas formas, pero la más común es llamada azimut o rumbo.

Azimut.-Es el ángulo formado entre la dirección del norte y la línea en cuestión que va de  $0^\circ$  a  $360^\circ$  en el sentido de las manecillas del reloj. (Figura 9)

Rumbo.- Es el ángulo formado por la meridiana y la línea en cuestión hacia el este o hacia el oeste y va de  $0^\circ$  a  $90^\circ$ . (Figura 10)

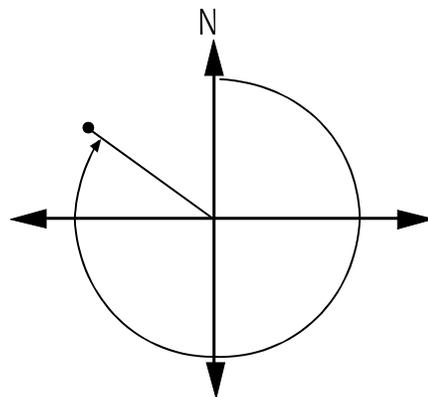


Figura 9.- El azimut de una línea se mide a partir del norte, y la medida va de  $0^\circ$  a  $360^\circ$  en el sentido de las manecillas del reloj.

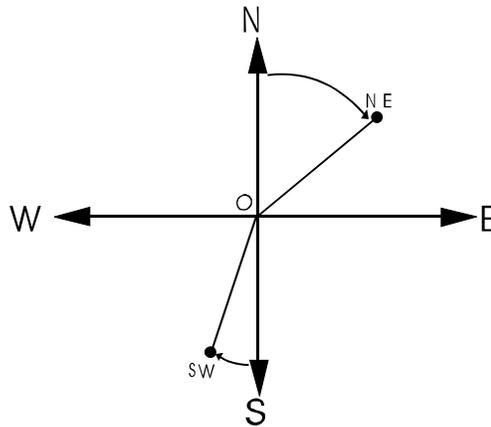


Figura 10.- El rumbo nos muestra la dirección de una línea, la cual se mide a partir del norte o del sur y la medida va de 0° a 90°

Distancia.- Esta es calculada a lo largo de líneas, pero como la tierra es esférica, serán arcos de círculos máximos, donde los grados son cercanamente iguales y son aproximadamente de 111 Km. (Robinson y Sale. 1985).

Escala.- La relación que existe para obtener una escala implica dos cosas principalmente, que son la magnitud conocida del objeto o en este caso de la porción de tierra y la magnitud que se tiene sobre el plano al que nos estamos refiriendo, ya con estas dos longitudes, se forma la relación:

$$\text{ESCALA} = \frac{\text{Distancia sobre el mapa}}{\text{Distancia sobre el terreno}}$$

Existen tres formas de representar una escala:

1.- Escala numérica o escala en fracción, nos muestra la relación entre la longitud de una línea en el mapa y la correspondiente en el terreno en forma de quebrado con la unidad por numerador.

$$\text{ESCALA} = \frac{1}{250,000} \quad \text{ó} \quad 1: 250,000$$

2.- Escala centímetro por kilómetro, nos indica el número de kilómetros del terreno que corresponden a un centímetro del mapa.

ESCALA 1 c.m. por 1 Km.

3.- Escala gráfica, nos representa las distancias en el terreno a través de una línea recta graduada, y esta escala tiene una ventaja, ya que sirve siempre que el mapa se reproduce por métodos fotográficos.

ESCALA 0 1 2 3 4 5Km  


Otro elemento importante que interviene en la cartografía es la geodesia, pues esta establece el principio teórico del modelo de la tierra, el cual es de forma irregular debido al movimiento de rotación y la afección de la gravedad, por lo que nos lleva a establecer 3 teoremas:

1°.- La masa terrestre es afectada por la dirección de la gravedad, la cual nos permite indicar la horizontal y la vertical de cualquier lugar, esto con observaciones locales y tomando en cuenta la variabilidad de la gravedad de la tierra, lo que hace que la masa tome la forma de un geoide.

2°.- Para hacer un mapa, se hacen observaciones sobre el geoide y la información se transfiere a una superficie geométrica llamada elipsoide, el cual incorpora el achatamiento y cierre aproximado del geoide con respecto al elipsoide.

3°.- La relación geográfica tridimensional del elipsoide puede ser transformado a un plano de dos dimensiones, para lo cual se requieren proyecciones del mapa. (*Vanicek y Krakiwsky, 1986*)

Por lo que es fácil determinar que hay una estrecha relación entre el geoide y el elipsoide. (Figura 11)

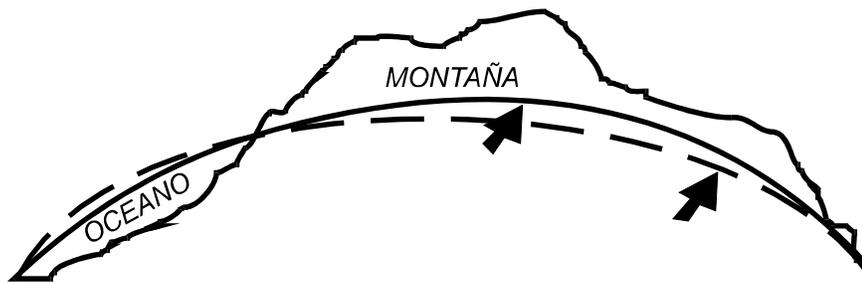


Figura 11.- Corte esquemático, donde se muestra la relación del elipsoide, el geoide y la tierra. (Tomado de Diplomado en Geomática, 1999; pag. 12)

La astronomía nos permite a través de observaciones al sol o a las estrellas y con cálculos, ubicarnos en cualquier parte de la superficie terrestre, es decir, tendremos en ese momento las coordenadas X, Y, del lugar donde estemos parados o la latitud y la longitud que corresponde a ese lugar de la superficie de la tierra en particular. Con la astronomía podemos “amarrar” cualquier línea, superficie, área, u objetos en el espacio, pues como nuestro marco de referencia son las estrellas o el sol, éstos no cambian de posición con el paso del tiempo, por lo que es fácil retomar cualquiera de los elementos “amarrados” después de muchos años.

Dentro de estos conceptos, uno muy importante y hasta fundamental es la topografía, que engloba todas las técnicas y el manejo de herramientas actuales como el GPS, o los sensores remotos, etc., y permite aplicarlos a la elaboración de los mapas. Es importante también debido a que mucha de la información se recoge en campo, ya sea para complementar la ya existente o tomarla completamente a través del llamado “levantamiento” y con herramientas como la computadora elaborar dichos planos.

Es fundamental darle la interpretación adecuada a la información, saberla leer y saber cuales de los rasgos importantes del “levantamiento” deben de estar contenidos en el plano.

## II.- Breve Reseña de la Cartografía en México

La reproducción de mapas en el México antiguo era una actividad regular y una artesanía bien organizada, al servicio de los gobernantes, sacerdotes y comerciantes entre los mexicas, los mayas, los mixtecos y zapotecos de la región de Oaxaca, los huastecos, los tarascos y todos los demás señoríos principales, siendo su básica fuente de información los comerciantes o “Pochtecas”, los cuales viajaban y registraban minuciosamente todas sus rutas, con todos sus aspectos, características, rasgos sobresalientes para poder identificar de nuevo el camino.

Cabe mencionar, que también en mesoamerica, “la cartografía tuvo un gran desarrollo, y a diferencia de los europeos, no pretendían retratar la naturaleza, sino describirla mediante un lenguaje cartográfico hecho de símbolos, pictogramas y glifos numerales y toponímicos, recurrían preferentemente a valores simbólicos, a glifos emblemáticos, a pictogramas significantes (Fig. 12), que debían ser objeto de una interpretación oral.” (Reyes y Ruiz. 1990).

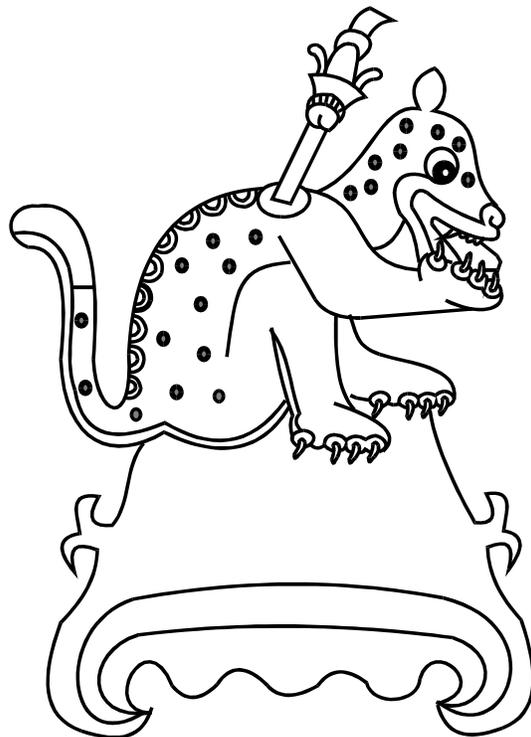


Figura 12.- Glifo del código Nauhatl que representa "El lugar del monte del Jaguar". (Tomado de "Joyas de la Cartografía", 1988; pag 25)

Después del descubrimiento de América, Moctezuma II muestra a los españoles la cartografía indígena, la cual les maravilló, debido a que los Mexicas eran expertos cartógrafos y contaban con mapotecas y talleres de producción de mapas, de tal capacidad que podían reproducir, de un día para otro, un mapa del Golfo de México con toda precisión y detalle.

El célebre mapa que apareció en la segunda carta de relación de Hernán Cortés a Carlos V, escrita en Tepeaca, Puebla en 1520, era un mapa de Tenochtitlan, de acuerdo con Ricardo Toscano, (*"Cartas de Relación"*, Ed. Porrúa) siendo impreso por primera vez en Nuremberg en 1524, y que fue el primero que se conoció en Europa sobre México, como también el mapa trazado por Alonso Álvarez de Pineda que se conserva en el archivo de Indias, de hecho este fue el primero y más exacto que recogió el conocimiento pleno de todo el litoral del Golfo de México, que habían obtenido las expediciones de Cortés y de Francisco de Garay combinadas con el aporte cartográfico indígena referido.

De todas las expediciones que realizaron los españoles en México, se hicieron memoria y apuntes, los cuales eran enviados a España, para que se tuviese conocimiento de las majestuosas tierras conquistadas, por lo que comenzaron a recrear los planos y complementar los ya hechos, ya que en la carta portulana mundial de Juan de la Cosa que es considerado el primer documento cartográfico, donde aparece el recién descubierto Nuevo Mundo, y donde se plasma por primera vez la costa oriental de México.

Este documento histórico es un pergamino manuscrito y está fechado en el puerto de Santa María, en el año de 1500. (Reyes y Ruiz, 1990)

En 1541 se hace un mapa que es el más antiguo de la costa del Pacífico, donde se presenta California correctamente en forma de península, ya para 1507, Walseemuller publicó un planisferio y un mapa del globo terrestre, donde aparece por primera vez rotulado el nombre de América, sobre la parte superior del continente. En este mismo año el holandés Ortelio publicó el primer atlas moderno del mundo, donde se representa lo que actualmente se conoce como el occidente de México y el veneciano Baptista Agnede de la escuela italiana realiza un mapa llamado Mondo Nuovo e Océano Pacífico en 1542, donde figura el territorio mexicano con varios toponímicos, California como península y Yucatán como isla, ya en el siglo XVI surge la obra del famoso cartógrafo Gerardo Mercator quien liberó la cartografía de la influencia de Ptolomeo e ideó la proyección que lleva su nombre que es

de las más conocidas, también proyectó a México en sus mapas donde también aparece California como península.

Al transcurrir del tiempo arribamos al siglo XVII donde Enrico Martínez nacido en Hamburgo y que vivió en España desde 1560, es llamado “El primer cartógrafo mexicano” el cual le dio a su obra el nombre de “Descripción de la Comarca de México y obra de desagüe de la Laguna” realizado en 1608, el cual presentaba toscamente la cuenca de México teniendo la particularidad de apoyarse en coordenadas geográficas, obtenidas por métodos astronómicos bastante precisos, ya en el año 1616 calculó la longitud de la Ciudad de México, y en 1638 Diego Rodríguez las volvió a calcular, con asombrosa precisión, ya que al comprobarlos con cálculos del siglo XIX, había una mínima diferencia.

El celebre Jesuita Kino exploró el noreste mexicano, realizando una carta de esta región la cual fue publicada en 1702., e hizo la comprobación más importante de aquel tiempo, descubriendo que Baja California era una península y no una isla como se pensaba, así como también los Jesuita Ugarte en 1721 y Consag en 1746 realizaron planos litorales de Sonora y de la misma California.

Un avance significativo en la cartografía novohispana de este siglo, y que merece una relevancia es la realización de un mapa, hecha por un mexicano de la Nueva España., el poeta, filósofo, historiador, anticuario, crítico, matemático y cosmógrafo. El ilustre Don Carlos de Singüenza y Gongora, considerado el primero hecho por un mexicano nacido en México. (*Sanchez Lamego Miguel. 1995*)

El mapa contenía los nombres y situaciones de numerosos poblados y de otros accidentes geográficos, como no los tenía ningún otro mapa de la Nueva España, y fue construido probablemente en 1681, pero no fue publicado sino hasta 1775 por Bauche por encargo de la Academia de Ciencias de París. También determinó en 1771 la longitud de la ciudad de México, contribuyó con otros trabajos no menos meritorios como la carta general en 1772 señalando la ubicación de los Reales de Minería y a mediados de 1774 realizó una triangulación topográfica entre Ecatepec y Tula, así como el levantamiento de un plano del Valle de México, publicado en 1748, con tres reimpressiones.

Pero de acuerdo con Orozco y Berra, el primer plano geográfico publicado en México data de 1682 y fue hecho por Antonio Ysartii.

En el siglo XVIII empieza a formarse una conciencia de la necesidad de descubrir y explorar todo el país, volviendo a tomar un gran impulso en este siglo, superando en gran medida la de los siglos XVI y XVII.

A la llegada de Humboldt en 1803, realiza la carta general de la Nueva España, donde utiliza 142 posiciones de las cuales 36 se le adjudican a él, y recopiló también datos sobre aspectos geográficos como: extensión y forma del territorio, orografía, hidrología, climatología, estadísticos demográficos, económicos; agricultura, minería, manufacturas, comercio; hacendarios, militares y sobre las condiciones políticas y sociales del país, además se le considera el creador de la geografía moderna.

En Apatzingan, el 12 de octubre de 1814, se decreta que el país fuera dividido en 17 provincias que fueron:

México

Puebla

Tlaxcala

Veracruz

Yucatán

Oaxaca

Tecpan

Michoacán

Querétaro

Guadalajara

Guanajuato

San Luis Potosí

Zacatecas

Durango

Sonora

Coahuila

Nuevo León

*(Reyes y Ruiz, 1990)*

Elegido el primer presidente de México que fue Guadalupe Victoria, quien merece un lugar distinguido en la historia de la cartografía mexicana, pues entre sus primeros actos de

gobierno en 1825 está la adquisición y publicación de una serie de cartas levantadas por la marina española a fines del siglo XVIII y principios del XIX.

En 1833 se crea la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística (*Mercader, 1950*), logrando la primera Carta General de México en 1850, esto es, después de 17 años. Sin embargo, después de este logro inicial, hubo que desarrollar toda una labor para precisar y perfeccionar esta primera carta, donde destaca la figura de Antonio García Cubas al cual se le comisiona para copiar la Carta General de la República Mexicana a la que le hacen correcciones y concluye en 1856. En 1861 publica su Carta General de la República Mexicana, la cual enriqueció posteriormente con investigaciones desarrolladas entre 1870-1874 y que culminaron con el Atlas Mexicano Geográfico y Estadístico.

México en este mismo año publica el Compendio de Geografía de la República Mexicana (*INHA, 1998*). Entre 1857 y 1864 Federico Winder realizó un plano fotográfico catastral de la ciudad de Victoria de Durango y la carta del estado de Sinaloa, Así como en el estado de Veracruz una comisión obtuvo un plano de esta región, y casi, simultáneamente, el presidente Victoria comisionó a Obregoso, que levantará el primer mapa del Istmo.

Como consecuencia de la invasión norteamericana y los tratados de ella, las tres comisiones mexicanas de límites entre México y Estados Unidos que sucesivamente funcionaron entre 1848 y 1856, realizaron los levantamientos geográficos más extensos efectuados hasta entonces en el país.

El Instituto Nacional de Geografía y Estadística, que se transformó en la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística ( S.M.G.E.), (nace el 18 de abril de 1833) que es la más antigua de nuestras sociedades científicas, la cual terminó la primera carta general de la República en 1850, después de la Independencia; ya para 1856 comenzó sus trabajos la Comisión del Valle de México que pretendía hacer un Atlas de historia y otro de geografía, geología, zoología, botánica, estadística y “las cartas geológicas y geodésico-topográficas del valle de México”.

Las Empresas de colonización, las concesiones mineras y las construcción de líneas de ferrocarriles motivaron la elaboración de mapas y planos técnicamente avanzados, sin embargo, el desarrollo de la cartografía reclamaba cada vez más recursos, equipo, personal y sofisticadas técnicas, por lo que el 15 de diciembre de 1877 se expidió el decreto por el cual se creó la Comisión Geográfica Exploradora (*Mercader,1950*), que fue la primera

dependencia del gobierno federal dotada de la organización y elementos para la elaboración de una cartografía nacional, la cual tuvo una existencia de 36 años, durante los cuales emprendió la ambiciosa tarea de editar la Carta de la República Mexicana a la cienmilésima, con curvas de nivel a cada 50 metros, empleando la proyección cónica de Bonne.

El presidente Carranza ordenó en 1914 que se unieran las Comisiones Geográfica, Exploradora y Geodésica, que a su vez unidas al Observatorio Astronómico, dieron lugar a la creación en 1915 de la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos de la Secretaría de Agricultura y Fomento (*Reyes y Ruiz, 1990*), después funcionó como Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional, de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, y tres años más tarde, en 1918 se funda el Servicio Geográfico Militar que funciona hasta 1939 y en 1938 se crea la Comisión Geográfica Militar, hoy Dirección General del Servicio Cartográfico de la Secretaría de la Defensa Nacional.

En 1945 se constituyó el Comité Coordinador del Levantamiento de la Carta Geográfica de la República Mexicana, con representantes de las Secretarías de Estado, Petróleos Mexicanos, Universidad Nacional Autónoma de México y varias instituciones científicas, la cual publicó una serie de hojas a escala 1:50,000 correspondientes a la carta Geográfica de la República, ya para 1956 por decreto presidencial el 2 de enero se creó la Comisión Intersecretarial Coordinadora del Levantamiento de la Carta Geográfica de la República Mexicana, integrada por varias instituciones y realizan triangulaciones geodésicas, levantamientos aéreos, restituciones fotogramétricas y verificaciones de campo a fin de obtener la Carta Geográfica de la República Mexicana a escala 1:500,000.

En los últimos 30 años la demanda de información que se requiere por parte del sector privado, como el público, han dado origen al Sistema Geográfico de Información que la Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática de la Secretaría de Programación y Presupuesto ha de cumplir a través de la Dirección General de Geografía. Cabe mencionar que el Sistema Geográfico de Información tiene como antecedente primordial a la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) y Planeación, fundada en octubre de 1968, cuyas funciones eran el levantamiento del inventario de los recursos naturales y obras de infraestructura del país, y que después se convirtió en CETENAD.

En 1978 la Coordinación General del Sistema Nacional de Información, la entonces Dirección General de Estudios del Territorio Nacional, definió el Sistema Geográfico de Información y clasificó sus productos en 4 grupos o subsistemas, los cuales son:

Condiciones Físicas, Recursos Naturales, Actividades Económicas y por último los Asentamientos Humanos.

Ya en 1980 por necesidad se crea la Coordinación General de Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática, que sustituyó a la Coordinación General del Sistema Nacional de Información que había sido constituida en marzo de 1977, esto como una respuesta a los requerimientos de información de una sociedad cada vez más compleja.

Los primeros intentos por incursionar en las modernas tecnologías para el manejo de información geográfica en nuestro país se dio hacia 1981, cuando el Consejo Nacional de Estudios del Espacio Exterior fue integrado a la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL), y a partir de entonces se trabajó en el desarrollo de la metodología para el procesamiento digital de imágenes con la finalidad de buscar nuevas y más eficientes alternativas para la producción automatizada de cartografía temática.

El Gobierno de la República decidió la creación, el 25 de enero de 1983 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), cuyos objetivos básicos son fortalecer las labores de capacitación, procesamiento, presentación y divulgación de la información estadística y geográfica que genera el país, así como determinar la política, que en materia de informática debe seguir la Administración Pública Federal.

El INEGI dependía directamente de la Secretaría de Programación y Presupuesto (ya desaparecida). En la actualidad el INEGI es el máximo órgano en México, con las facultades de llevar a cabo los programas en cuanto a cartografía se refiere, y normar todas las actividades de levantamientos de la República Mexicana, así como levantamientos Geodésicos, la triangulación nacional y el levantamiento de los censos.

Con el advenimiento de la nueva tecnología, el INEGI trabajó activamente en el desarrollo de la metodología para la edición cartográfica automatizada mediante el uso de tabletas digitalizadoras y graficador SCITEX de gran resolución, y una vez superados los problemas derivados de la descentralización y partiendo de los nuevos avances en el desarrollo de la cartografía automatizada a nivel mundial, el INEGI emprendió importantes intentos que condujeron a la utilización del paquete AU2 para la obtención de cartografía censal.

En los últimos años nuestro país ha presenciado un creciente interés por las modernas tecnologías para el manejo de información geográfica, y para la generación de cartografía automatizada, debido al abatimiento de los costos en equipo, paquetes y la cada vez mayor capacitación de especialistas, lo que ha permitido que diversas instituciones incursionen en este campo.

Dentro de los software de mayor aplicación en México que ofrecen alternativas para la producción de cartografía automatizada, se cuenta con:

ARC-INFO, ATLAS-GIS, AU2, GENEMAP, HORIZAN GIS, ILWIS, INTERGRAPH, MAPINFO, SNAPS., por lo que, con todo esto, se tienen más herramientas para tener una cartografía nacional más verídica, así como confiable y poder mantener una actualización constante de todo el país. (*INEGI, 1995*)

## 2.1.- Tipos de Proyecciones

Consideremos una pelota a la cual hay que ponerle paralelos y meridianos, lo cual no es muy difícil, pero si quisiéramos su representación sobre un plano, es decir extender la pelota sobre una superficie plana, esto si sería más complicado, ya que quedarían pliegues por todas partes, y esto es lo que pasa con la tierra, por lo que requerirá un estudio especial, ya que una superficie esférica no puede desarrollarse sobre un plano sin que se deforme.

Si tratamos de representar en un mapa, una pequeña parte de la superficie terrestre, por ejemplo una zona de 250 a 300 Km<sup>2</sup>, la deformación escasamente sobrepasa los límites del estiramiento del papel; pero si queremos representar una nación hay que resolver el problema de otra manera, (Raiz., 1985) por ejemplo:

- 1.- Rodear la esfera con un cilindro
- 2.- Sobreponer un cono sobre una esfera
- 3.- Colocar un plano tangente a la esfera

(Figura 13)

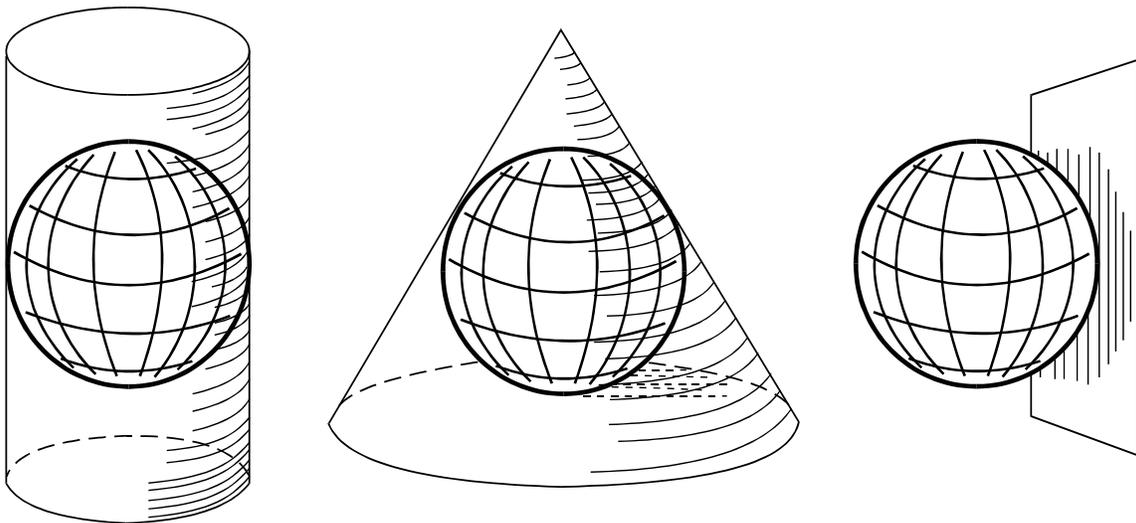


Figura 13.- La mayoría de las proyecciones cartográficas están referidas a un cilindro, un cono o una esfera (Tomado de "CARTOGRAFÍA", 1985; pag 72)

Y proyectar la red de paralelos y meridianos desde el centro de la esfera o desde un punto conveniente elegido sobre el cilindro, cono o el plano tangente, contando después a lo largo

de un meridiano específico al cual llamaremos generatriz y extendiéndolo sobre un plano se tendrá un sistema de paralelos y meridianos, resultado de una buena proyección. En la práctica esto no se lleva a cabo, en forma original, pues siempre se le hacen modificaciones para hacerlas más prácticas y que den mejores resultados.

Por lo tanto diremos que una proyección es un sistema plano de meridianos y paralelos sobre el cual se puede dibujar un mapa., de hecho hay muchas formas de trazar o construir tales sistemas, pero esto dependerá de la región del planeta que queramos dibujar por lo que no podemos decir que uno es mejor que los otros, esto dependerá del cartógrafo, el cual decidirá si tal o cual es el mejor para sus necesidades.

Existen 2 grandes grupos de proyección que son:

1.- Equivalente o Autálica:

Estas se utilizan cuando una zona o extensión cualquiera, grande o pequeña tiene la misma superficie en el plano que en la esfera a igualdad de escalas, pero claro, considerando que hay deformación en los bordes de la extensión representada.

2.- Conformes u Ortomorfos aunque también se les llama Autogonales e Isogónicas:

Son aquellas en que cualquier parte de no mucha extensión tiene la misma forma en el plano que en la esfera, esto es que un rectángulo en la esfera estará representado por un rectángulo en el plano; la relación entre las longitudes de meridianos y paralelos en el plano es igual a la misma relación en la esfera.

Las proyecciones también se clasifican según su manera de obtenerse, y dentro de las principales están las cilíndricas, azimutales y cónicas.

Sin embargo, las proyecciones que después aparecieron, no son exactamente sacadas de un cilindro, de un cono o de un plano tangente a la esfera, así que por esta razón y para evitar confusiones, es más conveniente agrupar las proyecciones de la siguiente forma:

1.- Proyección con paralelos horizontales

2.- Proyecciones cónicas

3.- Proyecciones Azimutales y Análogas

4.- Proyecciones Convencionales

*(Raiz., 1985)*

1.- Las proyecciones con paralelos horizontales se presentan de modo especial para la confección de mapas esquemáticos o de cualquier otra clase tratándose de latitudes bajas,

ya que en este tipo de proyecciones, los meridianos están siempre espaciados de igual modo y se diferencian unos de otros solamente en la separación de sus paralelos.

Aquí tenemos ejemplos como la proyección equirrectangular, proyección de Gall, proyección cilíndrica equivalente, proyección sinusoidal (Mercator, Sanson, Flamsted), proyección Mollweide (homolográfica), proyección homolográfica cortada de Goode, proyección Eckert, pero la más representativa de este grupo, sería la proyección de Mercator la cual se construyó en 1569, los meridianos equidistan entre sí, y están colocados de tal modo que en el Ecuador, esta equidistancia está representada en verdadera magnitud a la escala correspondiente.

Los paralelos están dispuestos de tal manera que en una zona de dimensiones relativamente pequeñas, la relación entre 2 distancias tomadas respectivamente sobre meridianos y paralelos, es igual a la relación entre las longitudes homólogas en el globo terráqueo.(Figura 14)

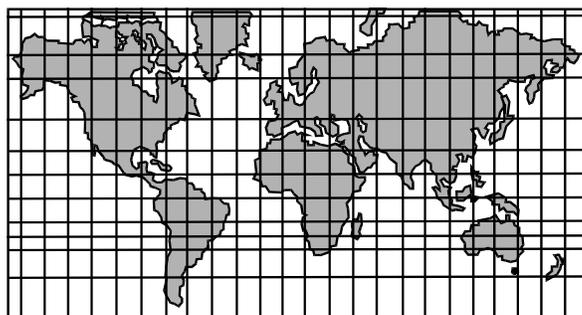


Figura 14.- En esta proyección están muy exageradas las superficies en las altas latitudes, sólo en el ecuador las dimensiones son exactas. (Tomado de "CARTOGRAFÍA",1985; pag. 76)

## 2.- Proyecciones cónicas.-

Este tipo de proyecciones tiene su origen, en la proyección del globo sobre un cono tangente, por lo cual tiene paralelos circulares y meridianos radiales, como por ejemplo, proyección cónica simple, que envuelve al globo con un cono, el cual toca tangentemente a un paralelo específico, exceptuando el Ecuador, pues si lo hace, se convertiría en una proyección cilíndrica.

En la práctica, los paralelos guardan entre sí sus verdaderas distancias, iguales entre sí y las dimensiones también son verdaderas sobre el paralelo base y sobre todo en los meridianos. Proyección cónica con 2 paralelos base.- como la anterior, las dimensiones están falseadas tanto al norte como al sur del paralelo central y para remediar este inconveniente se introduce la cónica con 2 paralelos base, los cuales son partes verdaderas, una superior y otra inferior en el mapa. Este tipo de proyección nos da mayor precisión cuando los dos paralelos comprenden los dos tercios de la altura del mapa, ya que la distancia entre los 2 paralelos base, es verdadera. (Figura 15)

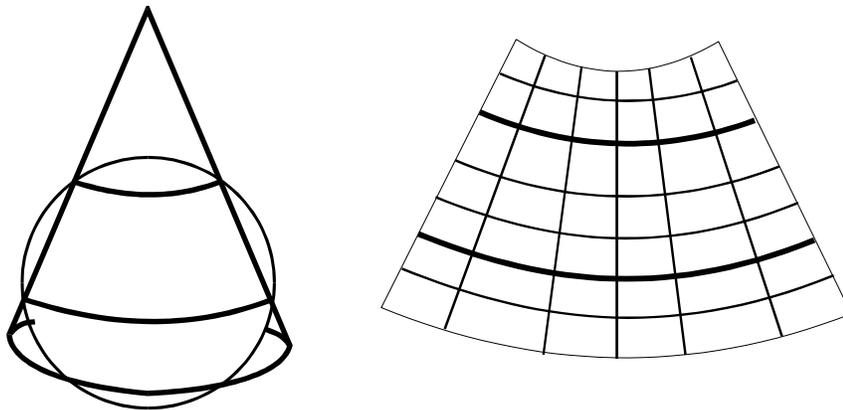


Figura 15.- Proyección cónica con 2 paralelos base. (Tomado de "CERTOGRAFÍA., 1985)

Algunos otros ejemplos serían: proyección cónica equivalente con dos paralelos base o proyección de Albers, proyección conforme de Lambert con dos paralelos base, proyección policónica, proyección poliédrica poliedrales, proyección Bonne del francés Rigoberto Bonne (1721-1795), en cuanto a la forma, se mantiene sin alteración a lo largo del meridiano central, pero la anamorfosis aumenta hacia los bordes y el polo esta representado por un punto que no coincide con el centro de los paralelos. (Figura 16), aunque está es una modificación de la cónica.

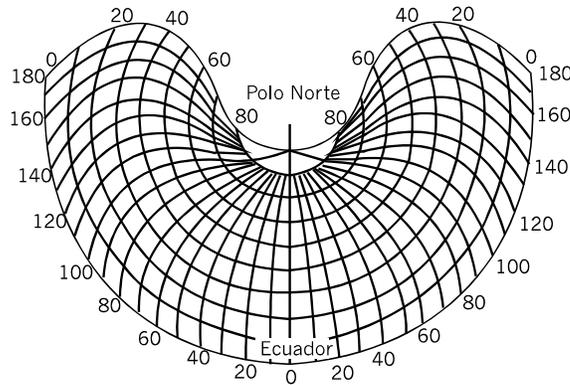


Figura 16.- El hemisferio boreal es una proyección Bonne. Obsérvese que el polo no coincide con el centro de los paralelos (Tomado de "CERTOGRAFÍA", 1985; pag. 93)

### 3.- Proyecciones azimutales o cenitales o planas.-

Estas se obtienen proyectando la superficie del globo sobre un plano, desde un cierto centro de perspectiva o punto de vista del cual depende el sistema resultante y sus principales características son:

- 1) Todos los círculos máximos que pasen por el centro de proyección están representados por líneas rectas y su azimut es verdadero. (a esta condición deben su nombre de azimutales)
- 2) Todos los puntos equidistantes del punto de vista en la esfera los son también en el desarrollo de la proyección. Al círculo que unen estos puntos equidistantes del centro de proyección se le llama horizonte, por que realmente lo es para un punto de vista situado a cierta altura sobre el punto de vista.
- 3) Todas las superficies situadas a igual distancia del centro, presentan la misma deformación.
- 4) Todas las proyecciones azimutales se diferencian entre sí, únicamente en la longitud de los radios de los horizontes, por lo que se pueden convertir fácilmente unas en otras. (Raiz., 1985)

A continuación mencionaremos algunos ejemplos de proyecciones azimutales.

Proyección gnomónica ecuatorial, proyección gnomónica oblicua, proyección ortográfica, proyecciones ortoabisdales, proyecciones estereográficas, proyección azimutal equidistante, la proyección transversa de Mercator (Proyección Conforme de Gauss), la cual consiste en la proyección del globo, sobre un círculo tangente en toda la extensión de un meridiano, de

modo análogo a la proyección ordinaria de Mercator, con la variante de que el cilindro esta horizontal y aquí no hay anamorfismo lineal a lo largo del meridiano. (Figura 17)

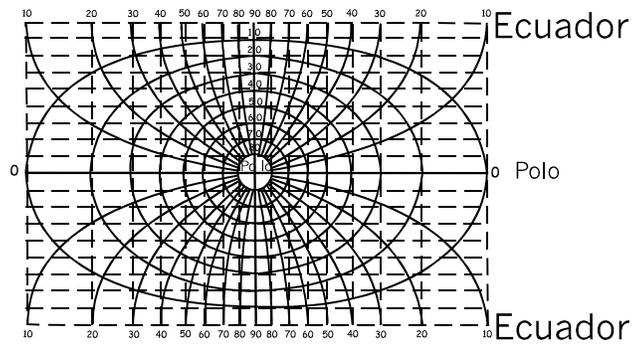


Figura 17.- Proyección Transversa de Mercator, sobre un cilindro tangente a lo largo de un meridiano del Globo. En las proximidades del meridiano central resulta la proyección conforme. (Tomado de "CARTOGRAFÍA., 1985; pag. 105)

### **2.1.1.- Proyección Cartográfica utilizada para la República Mexicana (UTM)**

En 1951, la Comisión Cartográfica Militar dependiente de la Secretaría Nacional adoptó la Proyección Universal Transversal de Mercator para la construcción de la Carta General de la República Mexicana, Esc: 1:100,000 en sustitución de la proyección policónica usada anteriormente. (*Caire, 1986*)

Para esta adopción se considero en primer término que conserva el aspecto real del área, mantiene el verdadero valor de los ángulos y cumple con los siguientes puntos:

1. El sistema de coordenadas tiene un mínimo de zonas o uniones para lograr la exactitud sin necesidad de tener que aplicar correcciones de escala.
2. Utiliza una sola tabla de transformaciones para la conversión de las coordenadas entre zonas adyacentes en cualquier elipsoide.
3. Utiliza una sola tabla para el cálculo de coordenadas geográficas a coordenadas de la cuadrícula y una tabla para el cálculo inverso.
4. Limita la extensión de la zona de cuadrícula en sentido Este a Oeste para evitar la divergencia del cuadrículado Norte no sea mayor de 4°.
5. La cuadrícula se adapta fácilmente a un sistema de referencia único para mapas y designación de puntos.

En esta proyección la tierra se ha dividido en 60 zonas meridianas de 6° de Longitud (bandas meridianas) para cada cual se establece un Meridiano Central y así la zona del meridiano de Greenwich 0° hasta 6° de Longitud lo controla el Meridiano Central 3°; para la República Mexicana se utilizan los siguientes Meridianos Centrales al Oeste de Greenwich: 87°, 93°, 99°, 105°, 111°, 117°.

La proyección UTM que conserva los ángulos, esta sometida a deformaciones que aumentan rápidamente hacia los lados al alejarse de la elipse de contacto, por esta razón se fijaron bandas meridianas cada 6° de Longitud y se estableció la condición secante para reducir considerablemente ese efecto.

Las direcciones que van del centro de la Tierra “O” a los puntos de referencia como P, Q, M y N intersectan al cilindro en p, q, m y n, etc., están en la proyección UTM. (Figura 18)

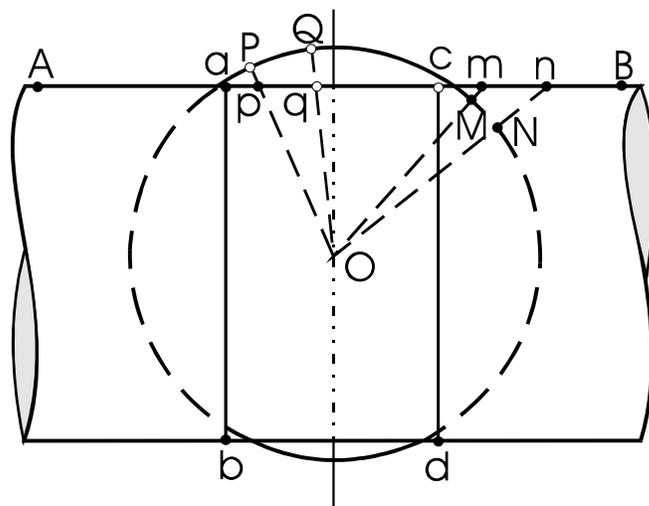


Figura 18.- Digrama de la proyección U.T.M. (Condición Secante). (Tomado de Caire. 1986., pag. 9)

Se observa que al proyectarse una distancia de la superficie de la tierra al cilindro se reduce o aumenta, dependiendo de su ubicación con respecto de las elipses de contacto, PQ se reduce a pq y MN aumenta a mn.

Resumiendo, las especificaciones de la Proyección Universal Transversa de Mercator son:

- 1.- Proyección.- La Transversa de Mercator tipo Gauss-Kruger (Generalización de la Proyección Normal de Mercator con eje transversal en la esfera el elipsoide, coincidiendo el eje del cilindro con el del Ecuador). En zonas de  $6^\circ$  de amplitud.
- 2.- Esferoide.- El de Clarke 1866 para las Américas del Norte y del Centro, para otras: Clarke 1880, Everest, Bessel, Internacional.
- 3.- Longitud de Origen.- Meridiano Central en cada zona, para la República Mexicana son:  $87^\circ$ ,  $93^\circ$ ,  $99^\circ$ ,  $105^\circ$ ,  $111^\circ$ ,  $117^\circ$  al Oeste del Meridiano de Greenwich.
- 4.- Latitud de Origen.- El Ecuador.
- 5.- Unidad.- el metro.
- 6.- Falsa Ordenada.- Cero metros en el Ecuador para el hemisferio Norte y diez millones de metros para el hemisferio Sur.
- 7.-Falsa abscisa.- 500,000 metros para el Meridiano Central de cada zona.
- 8.- Factor de escala para el Meridiano Central.- 0.9996.
- 9.- Numeración de las zonas.- Comenzando con el número 1 parta la zona comprendida entre los meridianos  $180^\circ\text{W}$  a  $174^\circ\text{W}$  y continuando hacia el Este en numeración

consecutiva hasta llegar al número 60 que corresponde a la zona situada entre los meridianos 174°E y 180°E.

10.- Límites en Latitud del sistema:

Norte: 80°N

Sur: 80°S

11.- Límites de zonas y sobreposición.- Las zonas están limitadas por meridianos, cuyas longitudes son múltiplos de 6°W ó 6°E de Greenwich. En mapas a escala grande y en listas de puntos de control, se ha previsto una sobreposición de la cuadrícula en 25 millas aproximadamente a uno y otro lado de las uniones entre zonas adyacentes, con objeto de facilitar los trabajos, sin embargo, esta cuadrícula de sobreposición no se debe utilizar para dar la localización de un punto.

12.- Sobreposición en las áreas polares.- en las áreas polares se usan cuadrículas en la Proyección Estereográfica Polar, que se extiende desde los polos hasta 79°30'N ó 79°30'S., dando así una sobreposición de 30' con la Proyección Universal Transversa de Mercator. (Caire, 1986)

Pero volviendo al caso de la Carta de la República Mexicana el fraccionamiento de hojas escala 1:1,000,000 por el Departamento Geográfico Militar, los cuadriláteros llamados Designación de zonas de "Gradícula" son divididos en doce cuadriláteros de 2° de latitud por 2° de longitud denominándoseles con letras minúsculas de la "a" hasta la "i", a su vez cada una de éstas es nuevamente dividida en doce partes, asignándoles la numeración progresiva del 1 al 12, dando por resultado hojas de 30' de latitud por 40' de longitud con un cubrimiento superficial de 3,800Km<sup>2</sup>, que en función de su escala se tiene 70 cm de largo por 55 cm de ancho. (Figura 19)

Las siglas para definir cada una de estas Cartas Geográficas se forman de :

1.- La designación de Zona de "Gradícula" 14R

2.- Letra y número correspondiente d(10)

Siglas de la hoja del Estado de Coahuila, 28°00' a 28°30' y

101°20' a 102°00' 14RD(10)

Para la selección de áreas, localizaciones de puntos e identificación de los detalles, se utiliza la "Identificación de Cuadros de 100,000 metros" que consisten en la formación de áreas cuadradas de lados de 100,000 metros dados por cuadrícula Universal Transversa de

Mercator en valores enteros y para la identificación de un cuadrado se procede leyendo primeramente la letra de la columna seguida de la del renglón y si se antepone la “Designación de Zona de Gradícula”. De donde:

- 14RLG (Para localizar un punto en un cuadrado de 100,000 metros)
- 14RLG91 (Para localizar un punto en un cuadrado de 10,000 metros)
- 14RLG9209 (Para localizar un punto en un cuadrado de 1,000 metros)
- 14RLG916091 (Para localizar un punto en un cuadrado de 100 metros)

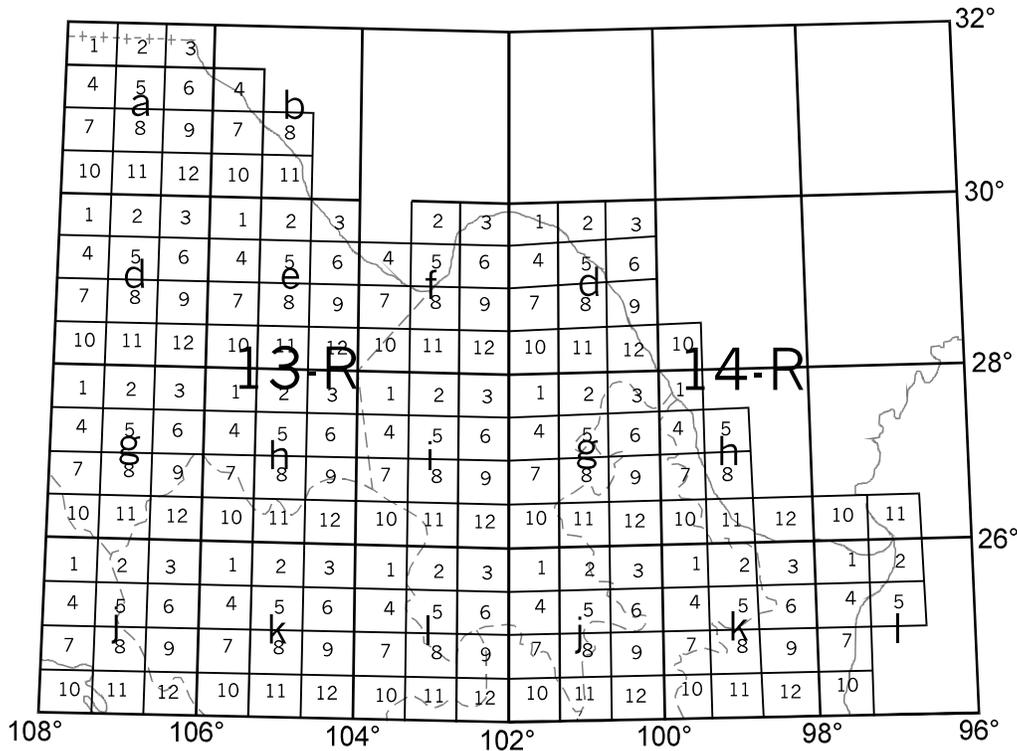


Figura 19.- Fraccionamiento de la carta general de la República Mexicana para la escala 1: 100,000. (Tomada de Caire., 1986, pag. 19)

La Comisión de Estudios del Territorio Nacional para la Construcción de las Cartas Geográficas escala 1:50,000 que elaboró, realizó el fraccionamiento de la República Mexicana en forma de cuadriláteros en función de las Zonas Meridianas de 6° de longitud y 4° de latitud, principiando por el Ecuador con la letra “A” en orden ascendente alfabético. Así se tiene que para nuestro país las letras: D, E, F, G, H, I para las latitudes y para las longitudes las zonas meridianas: 11, 12, 13, 14, 15 y 16. (Caire, 1986)

Cada uno de estos cuadriláteros se subdividió en cuatro: a, b, c, d, que les corresponde 3° de longitud por 2° de latitud; estos a su vez se subdividen en 72 partes (9 columnas con 8



## 2.2.- Diseño de mapas.

Para la elaboración de un mapa se deben tener en cuenta algunas consideraciones como, las fuentes de información, los símbolos más adecuados, la homogeneización, la jerarquización de las cosas, de que tratara el mapa, que es lo que pretendemos que llame la atención del usuario, etc. Por lo que a continuación se presentaran algunos elementos que conforman el mapa y que se pueden considerar como los criterios para la elaboración del mismo, ya que desde el punto de vista comunicativo, el mapa es una forma de comunicación visual, que busca la transmisión de la información geográfica mediante la utilización de sistemas de representación gráfica.

El enfoque cognoscitivo por su parte concibe al mapa como modelo sintético y complejo del espacio geográfico, y como una herramienta de investigación de los fenómenos que en él ocurren. Por lo que es de primordial importancia tener en cuenta las fuentes de información que lo conforman, las cuales son de dos tipos:

### 1.- Fuentes primarias

Aquí la obtención de la información es a partir del campo, donde interviene fundamentalmente la topografía, o fotografías aéreas, pues lo que aquí se considera son los accidentes topográficos, los ríos, las presas, etc.

### 2.- Fuentes secundarias

Una vez que se tiene la información primaria para la hechura del mapa, entra en acción la secundaria, que es acerca del aspecto humano y físico, el gobierno, la administración pública local, etc., esta información es llamada también espacial, donde entran los rótulos de nombres de calles, colonias, avenidas, edificios públicos, nombres de parques, ríos, lagos, monumentos, etc. (*Keates. 1987*)

Estas fuentes de información cubren una guía fiel de eventos pasados y condiciones que pueden reconstruirse, como por ejemplo: como han variado las fronteras, las modificaciones de los límites, las poblaciones, las costumbres culturales, el número de habitantes, etc.

Representación y Símbolos de un mapa.-

Las teorías de comunicación cartográfica juegan un papel muy importante en este rubro, pues se utilizan para analizar el mapa, así como el usar modelos científicos, ya que el diseño debe ser satisfactorio para el usuario, como por ejemplo estandarizar colores y que

al verlos sepamos que esta representando tal o cual cosa, los símbolos que nos representarán los fenómenos como curvas de nivel, ríos, carreteras, aeropuertos, etc.

Entre los tipos de símbolos se encuentran los puntos, las líneas y áreas, siendo relativos a la escala y a las características de lo que están representando, pues un edificio puede ser representado como un cuadro en escala pequeña, pero en una escala un poco más grande se podrá mostrar como una “ele” (L) y aún en una escala más grande se podrá representar en su firma original. (Figura 21)

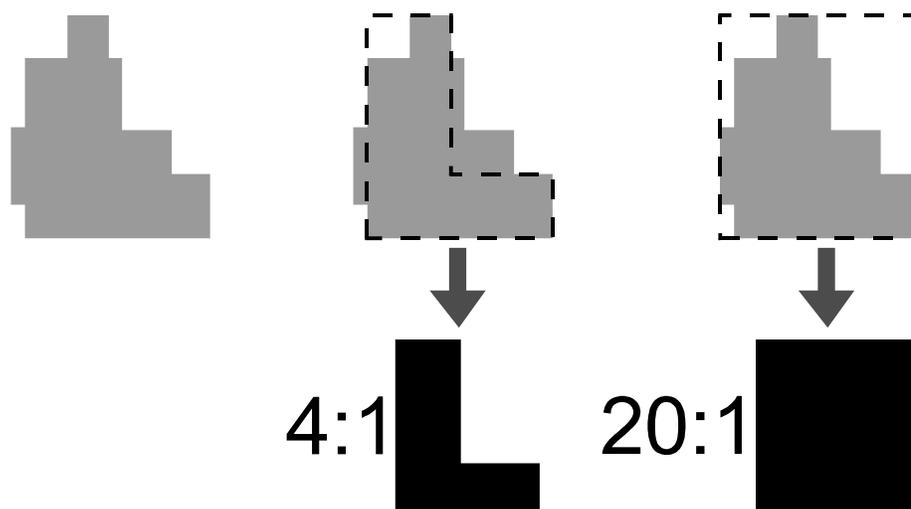


Figura 21.- Forma de símbolo de acuerdo a la escala. (Tomado de "CARTOGRAPHIC DESIGN & PRODUCTION"., 1989; pag. 28)

Las dimensiones de un símbolo punto, puede variar según sea el caso, así por ejemplo, para representar ciudades el tamaño del punto variará según la importancia de ésta, sumados los habitantes que se representarán topológicamente en número, estado socioeconómico, etc., también se utilizan colores preestablecidos de acuerdo a una estandarización que convenga a los investigadores, los que los elaboran y a los usuarios del sistema, pues cada color representara algo específico, como las líneas azul claro será agua, color verde representa vías de ferrocarril, color lila representa líneas eléctricas, azul índigo nos representara límites internacionales, las rojas líneas estatales, etc., a lo cual, además hay que agregarle “énfasis” o “grosor” determinado, así como variantes de línea continua, línea punteada, línea-punto-línea, etc. (Figura 22)

Y en general, al utilizar todos estos símbolos, se debe tener cuidado de los contrastes, haciendo sobresalir lo que interesa resaltar del mapa, debe tener legibilidad, esto es, debe estar todo ordenado, claro, debe tener formas bien específicas, para que no se preste a confusiones ya que cuando tiene toda la información elemental se debe complementar con rótulos, escalas y toda su simbología.

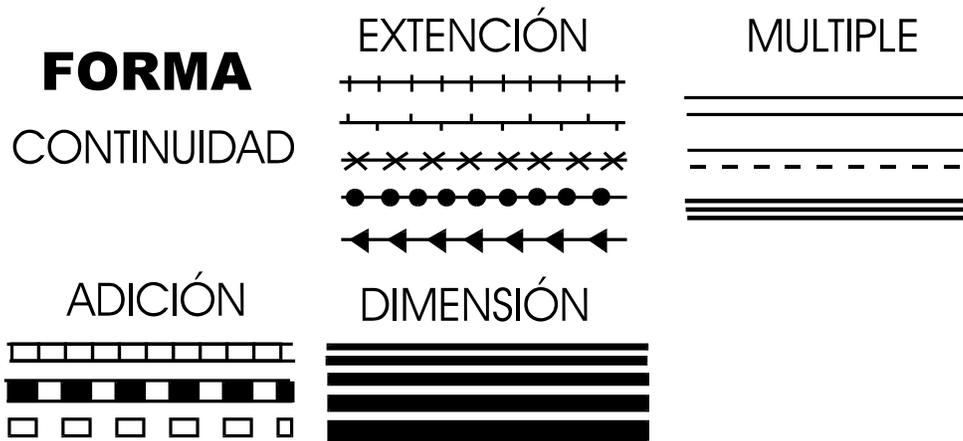


Figura 22.- Variables gráficas y símbolos de líneas. (Tomado de "CARTOGRAPHIC DESIGN & PRODUCTION", 1989; pag. 30)

### Clases de Mapas.-

Como el número de combinaciones de escala, objetivos principales y objetivos astronómicos son muy variados, tendremos consecuentemente una gran variedad de mapas, los cuales se puede dividir en grandes rubros, ejemplo:

#### 1.- Mapas Generales

Donde se presenta toda la asociación espacial como carreteras, construcciones, ríos, elevaciones del terreno, líneas de costa y a los de escala grande se le suele llamar, mapas topográficos.

#### 2.-Mapa Temático

En estos se muestran atributos específicos, como importancia de ciudades de un país, número de habitantes por ciudad o por provincias y en general las variaciones espaciales, como la estructura de distribución.

### 3.- Cartas

Que no son otra cosa que mapas especializados en algún tema de interés como podría ser una carta geológica, carta catastral, carta morfológica, carta topográfica donde solo se mostrarán curvas de nivel, bancos de nivel, etc.

De lo anterior se puede hacer otra clasificación más general:

#### 1) Por su especialización:

##### 1.1) Geográficos Generales

##### 1.1.1) Topográficos

##### 1.1.2) Geográficos de Observación

##### 1.2) Temáticos

##### 1.2.1) Naturales

##### 1.2.2) Sociales

##### 1.2.3) Económicos

#### 2) Por la Amplitud Temática:

##### 2.1) Generales

##### 2.2) Parciales

#### 3) Por el Grado de Generalización Temática

##### 3.1) Inventarios y Diagnóstico

##### 3.2) Complejos y Sintéticos

#### 4) Por el Cubrimiento Territorial

##### 4.1) Mundiales

##### 4.2) Nacionales

##### 4.3) Regionales

##### 4.4) Locales

*(Franco Mass, 1992)*

Dándonos así un aspecto más general del tipo de mapa que se desee obtener, y por último trataremos la generalización de un mapa, para el cual se requiere de la deducción de los detalles, con objeto de que una gran extensión de la superficie terrestre pueda ser

comprendida por la capacidad visual del individuo, sin embargo la reducción de escala trae consigo diversos problemas como pueden ser, el crecimiento de la confusión que existe debido al aumento de los detalles del mapa, con la consecuente disminución de su legibilidad, por lo que para evitar este tipo de problemas a escala más pequeña se hace necesario realizar un proceso de generalización, el cual consiste básicamente en tres puntos:

- 1.- Selección de los objetos a ser representados (de acuerdo al propósito del mapa)
- 2.- Simplificación de su forma (aplicación de simbología)
- 3.- Valoración del significado relativo de los detalles que van a ser representados, con objeto

de hacer la apariencia de los asuntos importantes, más prominente (*Keates.,1987*)

La generalización de un mapa se puede dividir en:

- 1) Intelectual.- Refiriéndose al proceso que comprende la selección y representación gráfica de

los detalles del mapa

- 2) Visual.- Comprende el aspecto donde el cartógrafo está relacionado con el efecto visual que

ejerce sobre el lector, ya que puede lograr que se preste mayor atención a algún determinado detalle, si este aparece de un color contrastante de los demás o una forma complicada.

(*Cortes Ortiz, 1994*)

De hecho una buena generalización, requiere muchas cualidades del cartógrafo; principalmente el conocimiento preciso de lo que está tratando el mapa y sobre todo honradez intelectual y devoción a la verdad, para poder distinguir la simbología mal hecha.

### **III.- Cartografía Digital**

Surge en la década de los sesenta como respuesta a la inquietud de algunos investigadores de la geografía por utilizar equipos de cómputo para el análisis de información geográfica y su rudimentaria representación gráfica.

Los primeros intentos encaminados a la obtención de cartografía en forma digital se basó en el desarrollo de algunas posibilidades de consulta y búsqueda espacial mediante la interrelación de los elementos gráficos y la base de datos, de esta manera se posibilitó la asignación automática de simbología a entidades geográficas mediante la consulta de sus atributos contenidos en la base de datos, lo que permitía la utilización de las diversas alternativas de representación cartográfica y la creación de un gran número de mapas a partir de una misma base de datos.

Las expectativas en ese tiempo, eran que en un futuro cercano la cartografía tradicional podría ser sustituida, y que el mundo en su totalidad podría ser manejado en una base de datos compleja, que permitiría la producción de todo tipo de mapas, dado que no existían verdaderos expertos en el área y que el desarrollo de paquetes se realizaba fundamentalmente en centros universitarios de investigación.

A principios de los setenta el desarrollo de la cartografía automatizada se vio frenado por serios problemas, ya que el equipo o Hardware era muy caro, muy complicado y poco confiable, la captura de datos se hacía en forma ciega, dado que no existían equipos y paquetes interactivos.

El software existente era muy escaso e inapropiado para el dibujo y ediciones cartográficas. En la segunda mitad de la década de los setenta se da un fuerte impulso al desarrollo de paquetes interactivos como el CAD (Computer Aided Design), donde sobresalen compañías como "Computer Vision" e "Intergraph" que a partir de la tecnología CAD/CAM desarrollan aplicaciones para fotogrametría, geodesia, topografía y catastro.

A principios de los ochenta aparecen nuevos problemas relacionados con la producción definitiva de mapas referentes principalmente a la generalización cartográfica y el manejo de tipografía para grandes formatos.

Hacia 1986 el ambiente de grandes equipos empezó a ser desplazado por la tecnología PC (Personal Computer) y la década de los ochenta fue de transición, en el que el software se desarrolló y maduro marcando la aparición en el mercado de los paquetes SIG que permitían el establecimiento de relaciones de contexto espacial, y esto se debió fundamentalmente al diseño de software con los algoritmos adecuados para la organización y el ordenamiento espacial, la representación de la geometría de los datos espaciales y la relación de procesos de análisis que involucran elementos geométricos, por lo que a partir de ahí se establece una división entre los SIG y los paquetes de cartografía automatizada. ¿Pero que es la cartografía automatizada?

Según el M. en C. Sergio Franco Mass, Coordinador del Postgrado de la Facultad de Geografía de la U.A.E.M. la define como:

“El conjunto de operaciones científicas y técnicas para el diseño, producción, análisis y modelación de mapas mediante el auxilio de las computadoras” (Franco *Mass*, 1992)

Es indiscutible que la cartografía automatizada encuentra su fundamento científico en los paradigmas básicos que rigen la cartografía como ciencia:

Paradigma Cognoscitivo y Paradigma Comunicativo

Desde el punto de vista comunicativo el mapa es una forma de comunicación visual que busca la transmisión de la información geográfica mediante la utilización de sistemas de representación gráfica.

El enfoque cognoscitivo por su parte concibe el mapa como modelo sintético y complejo del espacio geográfico, y como una herramienta de investigación de los fenómenos que en él ocurren.

Si se toma en consideración que el manejo de la información geográfica debe casarse en ambas concepciones, la cartografía automatizada debería permitir tanto la investigación de la realidad geográfica a partir de modelos cartográficos, como la definición de un medio de comunicación gráfica de la información geográfica.

Los mapas, independientemente de la tecnología utilizada para su producción, ofrecen una imagen de la distribución, posición y características de los fenómenos geográficos, a la vez que sirven como instrumentos de investigación científica que permite analizar las leyes, estados, vínculos y procesos que rigen dichos fenómenos.

Esta concepción implica el manejo de los mapas como formas de representación de la realidad geográfica e incorpora la noción del uso del suelo y manejo de base de datos que almacenan la información temática y geométrica que los mapas representan. El mapa por ende, deja de ser un soporte visual y se convierte en una herramienta dinámica de análisis y síntesis, pues la cartografía automatizada guarda una estrecha relación con los siguientes puntos:

1) El tipo de mapa que se desea obtener:

Dada la enorme variedad de productos cartográficos que se pueden obtener, resulta muy difícil hablar de un sistema de cartografía automatizada capaz de hacer frente a todas las alternativas cartográficas, por lo que los productores de software en el mundo han tendido hacia la especialización de sus productos de tal suerte que hay paquetes para cartografía estadística, para cartografía temática, para cartografía básica, etc.

2) La secuencia del trabajo de producción:

Es indiscutible que el proceso cartográfico puede adquirir diversas modalidades y que éstas dependen no solo de los productos terminales esperados, sino de los productos y procesos intermedios requeridos.

3) La disponibilidad de equipamiento y paqueterías:

En condiciones de disponibilidad limitada de recursos, idealmente es el proceso cartográfico automatizado el que condiciona la adquisición de software y hardware., sin embargo, los proyectos de cartografía automatizada se pueden ver condicionados a los equipos ya existentes.

4) el número de ejemplares que se desea obtener y el formato de salida:

El diseño de un sistema de cartografía automatizada, debe considerar los requerimientos de edición de los productos cartográficos esperados, mismos que dependen de las necesidades del usuario y que pueden variar desde compilaciones hasta mapas de calidad reproductiva. (Figura 23 ) La creciente aplicación de tecnologías cada vez más modernas ha permitido el manejo de diversos formatos, desde la tradicional impresión de documentos en papel, hasta la generación de aplicaciones de análisis y consulta en forma digital.

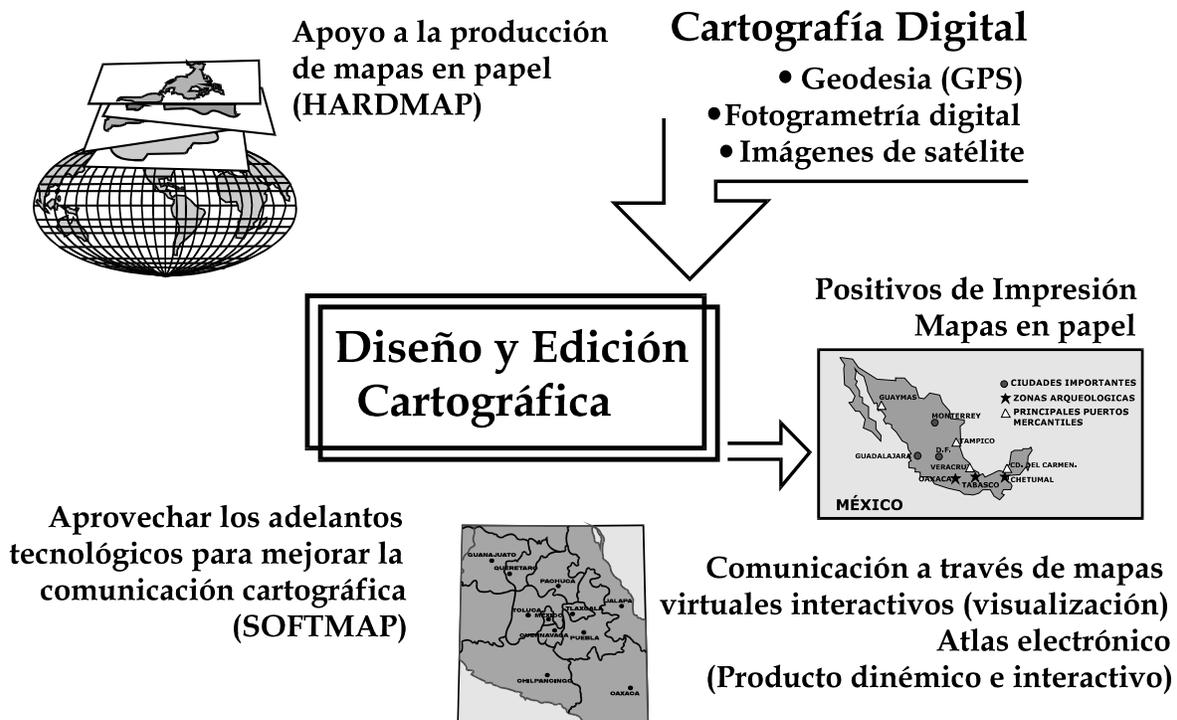


Figura 23.- Diseño y edición de la cartografía digital. (Tomado de "Memorias del Diplomado en Geomática", Carmen Reyes., 1999, pag.104)

En la presente década la cartografía automatizada puede ser considerada como una alternativa importante para la reproducción cartográfica, por múltiples razones.

- 1.- Ahorra tiempo en comparación con los procesos manuales
- 2.- Presenta una versatilidad y flexibilidad en las opciones de salida
- 3.- Posibilita el manejo de grandes volúmenes de información, así como su almacenamiento en formatos compactos
- 4.- Permite la generación y manejo de datos espaciales y su correspondiente representación cartográfica.
- 5.- Facilita la actualización, consulta y análisis de la información geográfica a mayor velocidad y bajo costo.
- 6.- Permite la extracción y manipulación simultánea e interrelacionada de la información geográfica (tanto como no geográfica)
- 7.- Facilita la integración de los procesos de captura de datos, análisis espacial y toma de decisiones dentro del mismo contexto.
- 8.- Prevé mapas actualizados.

Dado el constante cambio de la información geográfica, la automatización es la alternativa más viable para mantener la cartografía actualizada, pues permite la mejor organización del trabajo cartográfico.

Las principales instituciones geográficas de todos los países han adoptado por organizar sus sistemas cartográficos en función de modernas técnicas automatizadas por varias razones:

1) Permite la reducción de los costos de producción cartográfica.

Aunque a corto plazo implica una fuerte inversión de capital, y a largo plazo se reducen tiempos y se simplifican los procesos con los que se logra un importante ahorro.

2) Permite el manejo de algunas herramientas para la manipulación cartográfica (mediciones, sobreposiciones, transformaciones, etc.), el análisis espacial y el diseño gráfico interactivo.

En nuestro país se ha venido desarrollando la cartografía digital principalmente en grandes instituciones como INEGI, PEMEX, CFE, etc., o en importantes compañías privadas como SIGSA, debido a que implica una serie de requerimientos, como son:

**CAPITAL.-** La adquisición de modernos equipos y sofisticadas paqueterías implica fuertes inversiones, este es quizá el aspecto que ha frenado en mayor medida la aplicación de modernos sistemas cartográficos automatizados en pequeñas instituciones, además de la inversión inicial, existen una serie de costos derivados de la puesta en operación, el mantenimiento del equipo y los gastos generales de operación.

**INFRAESTRUCTURA.-** Los equipos deben instalarse en condiciones especiales que incluyen el riguroso control de temperatura, la instalación de sistemas de cableado eléctrico en condiciones controladas y de sistemas de intercomunicación (HIGH TECH ENVIROMENT) Alta Tecnología Envolverte.

**PERSONAL CAPACITADO.-** El manejo de equipos y paquetes requiere de personal altamente capacitado, el cual debe mantenerse en constante capacitación.

**EQUIPO.-** La cartografía automatizada requiere de poderosos equipos que permitan el almacenado, procesado y gestión de gran cantidad de información geográfica en condiciones de seguridad, integridad y gran velocidad.

**EL SOPORTE LÓGICO O SOFTWARE.-** Puede ser de muy diversa índole, desde paquetes para el diseño gráfico general hasta aplicaciones específicas dentro de la

cartografía automatizada como puede ser el modelado del terreno o el procesamiento de imágenes de satélite.

EL SOPORTE FÍSICO O HARDWARE. Incluye poderosas Unidades Centrales de Proceso (UPC), monitores de alta resolución, tabletas digitalizadoras, barredores o escaners y graficadores. (Franco *Mas, 1992*)

Para poder hacer un cambio de tecnología se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

1.- Un cambio tecnológico radical en el cual las actividades tradicionales de la empresa se ven seriamente afectadas, siendo este un esquema costoso pero muy rápido y que genera resultados a corto plazo.

2.- Un cambio tecnológico progresivo en el que las actividades son situadas secuencialmente, siendo este más lento, pero que permite a las instituciones mantener en cierto nivel sus ritmos de producción.

La cartografía automatizada en nuestros días ha podido sortear en buena medida los problemas del pasado y se ha consolidado como una técnica avanzada y confiable para la producción cartográfica, basado en todo lo anterior.

Los últimos términos que se han suscitado respecto a la cartografía digital son la cartografía cibernética o Cybercartography. (*Reyes, 1999*) la cual tiene las siguientes características:

- 1) Altamente interactivo e involucra a los usuarios de formas novedosas
- 2) Aplicaciones en temáticas más amplias
- 3) Uso de formas distintas de comunicación, redes de telecomunicación (Internet, WWW)
- 4) Cartografía multidimensional utilizando formatos de multimedia
- 5) Parte integral de otros sistemas de información
- 6) Alianza inter-institucionales (Universidades, Gobierno, Sector privado)
- 7) Equipos multidisciplinarios. (*Reyes, 1999*)

### 3.1.- Desarrollo Tecnológico en la Producción Cartográfica

Todos sabemos el impacto que han causado los avances tecnológicos para la elaboración de un mapa moderno, la relación entre el trazo y el estado persuasivo del desarrollo tecnológico que ha sido muy rápido.

El desarrollo cartográfico se ha dado en base a los avances técnicos, basado en los principios mecánicos, ópticos, químicos, metalúrgicos, electromagnetismo y electrónica, los que han sido aplicados en los procesos de los mapas para tener mayor alcance, por lo que estos conocimientos se han perfeccionado para seguir aplicándolos en la manufacturación, lo que permite a su vez tener un crecimiento constante de la tecnología y de los conocimientos, lo que repercute en beneficio de mejores herramientas y materiales, reflejándose en las 4 etapas bastante marcadas, que son:

- 1.- Tecnología manual
- 2.- Tecnología óptico-mecánica
- 3.- Tecnología foto-mecánica
- 4.- Tecnología electrónica (Keates,1987) (Fig. 24)

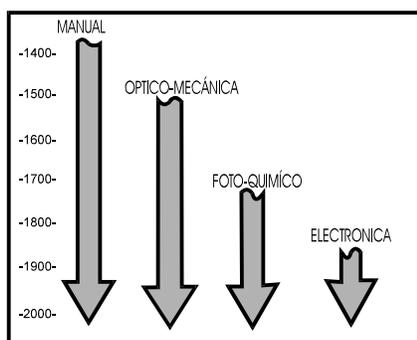


Figura 24.- Las 4 mayores revoluciones desde el tiempo, cuando las imágenes cognitivas eran primero transcritas en un producto cartográfica tangible.

Cada tecnología tuvo un dramático impacto en cuanto a facilidad, rapidez y costo del mapa. (Tomado de "ELEMENT OF CARTOGRAPHY", Robinson y Sale., 1985, pag 43)

#### Tecnología Manual.-

La producción de mapas hechos manualmente fue dominante durante un largo periodo en el recorrido histórico de la cartografía, donde predominaba como única herramienta la mano y

todo se plasmaba con pinceles, pluma y el estilo particular de cada quien, donde era muy útil la seda, pergamino, mimbre de arcilla y metal.

En estos grupos donde se hacían litografías y grabado en acero en el siglo XIX, (Figura 25) algunos grandes nombres en la historia de la cartografía son asociados con la hechura a mano de mapas , por ejemplo Mercator que fue diestro grabador, Abraham Ortelius que produjo el primer atlas moderno coloreado y Augusto Petermann que vino a dominar la cartografía y geografía alemana y quién fundó un dominio periódico de Petermanns Geographische Mittelogen, comenzando con un diestro del grabado litográfico.



Figura 25.-Un "Foormschneider" (uno que hace buenos cortes) trabajando frente a una ventana. En estos días no era satisfactorio substituir la luz del día. Autor: Amman y Hans Sachs, Eygentliche Beschreibung aller Stande auf Erden, 1568 (Cortesía de Fundación John M. Wing, sobre la historia de la imprenta, en la Biblioteca de Newberry, Chicago). (Tomado "CARTOGRAPHIC DESING & PRODUCTION"., 1989, pag 44)

### Tecnología Óptico - Mecánica.-

La segunda generación de mayor innovación tecnológica en cartografía envuelve aplicaciones de los principios de óptica y mecánica. Lentes más acertados, percepción humana y proyección de la luz, se vieron substancialmente reducidas en su labor, y se improvisó con exactitud la operación de transferir imágenes.

Aumentó el poder de las máquinas y el poder del músculo humano. (Figura 26)



Figura 22.-Impresión con rodillos de presión el cual era un trabajo duro. Autor: Abraham Bosee, de la maniere de graver...Paris, 1745, (Cortesía de Fundación John M. Wing, sobre la historia de la imprenta, en la Biblioteca de Newberry, Chicago)(Tomado de "CARTOGRAPHIC DESIGN & PRODUCTION", 1989, pag 45)

El resultado fue un mayor incremento en la rapidez y eficiencia en el proceso de los mapas, con una conmensurada reducción en el costo de cada mapa, por lo que fue justo que los cartógrafos buscaran tecnología mecánica, que fue rápidamente adoptada.

#### Tecnología Foto - Química

El desarrollo de la litografía, así como la aplicación de técnicas de grabado para hacer mapas en el siglo XIX estimula la tercer mayor revolución tecnológica en la cartografía, siendo está la litografía, llamada primeramente impresión química, que producía duplicados desde una superficie aplanada, empleando el principio de la repulsión del petróleo y el agua, para formar una imagen impresa, la cual fue barata y más manejable como lámina de cobre grabado y después impreso a color. Ahora la litografía, es el mejor método para imprimir mapas, junto con la fotografía aplicada para hacer mapas a mitad del siglo XIX, pues tuvo rápidamente un mayor impacto en el campo. Comenzando este campo fotográfico en el año de 1800 (Keates, 1987) y subsecuentemente llamado sensor remoto envolvente, dando un cambio dramático a los cartógrafos, pues en vez de un mapa, apareció

lo que se denominaba fotomapa (1950) que empezaba a tener una gran variedad de usos sin límites.

Para la mayoría la tecnología mecánica y la foto-química tienen fuerza en el pensamiento del cartógrafo, ya que el grado de reproducción altera los procesos de producción, por ejemplo, un mapa de trabajo artístico puede ser correctamente caligrafiado al revés (izquierdo) para impresión litográfica.

Similarmente el método de producción altera el proceso de compilación, ya que la compilación de una hoja de trabajo, designa lo que se trace en subsecuencia de dibujo a tinta, y el uso de lápices de colores para distinguir una categoría de la otra.

#### Tecnología Electrónica.-

Los cartógrafos comenzaron a explotar, el poder de la electrónica en los años 50's, y ahora se encuentran, en la mitad de las altas revoluciones tecnológicas, (*Keates, 1987*) considerando que la cartografía asistida por computadora, tiene 30 años, pero que sus efectos, han sido de lo más revolucionarios (Figura 27), pues se trata de una nueva tecnología con flexibilidad y capacidad para aplicaciones en el campo, se ha pasado de un mapa de 2 dimensiones a registros digitales o archivos en los cuales las localidades y características son codificadas en un sistema binario (1 y 0).

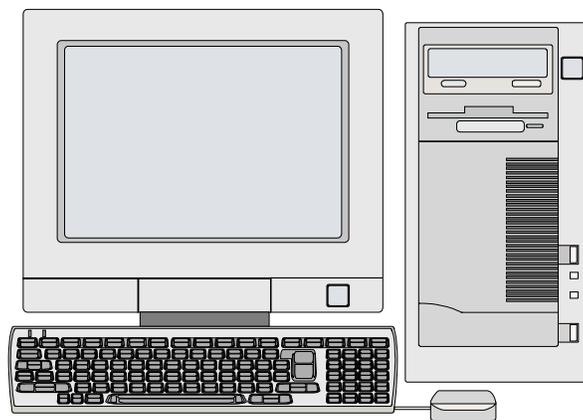


Figura 27.- La Computadora es la base de la cartografía digital

Los mapas asistidos por computadora envuelven el desarrollo y la integración de 3 componentes en cualquier sistema computarizado como se muestra en el siguiente diagrama (Figura 28).

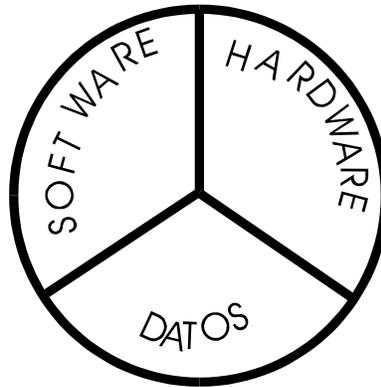


Figura 28.- El progreso en los mapas asistidos por computadora dependen del desarrollo e integración de los componentes hardware, software y los datos en el sistema, considerando que el elemento central es el cartógrafo. (Tomado de "ELEMENT OF CARTOGRAPHY"., 1985, pag 48)

Hardware.- Son la máquinas para ejecutar las operaciones

Software.- Son las instrucciones que se le dan a la máquina, esto es, que debe hacer la máquina (que, cuando, como, donde)

Datos.- Son los datos manipulados por la máquina bajo el control del software.

Los aspectos del hardware como un asistente computarizado para sistemas de mapas, son mostradas (Figura 29). Sin olvidar que es algo muy tangible e importante así como el software, pues las computadoras necesitan instrucciones explícitas llamadas programas.

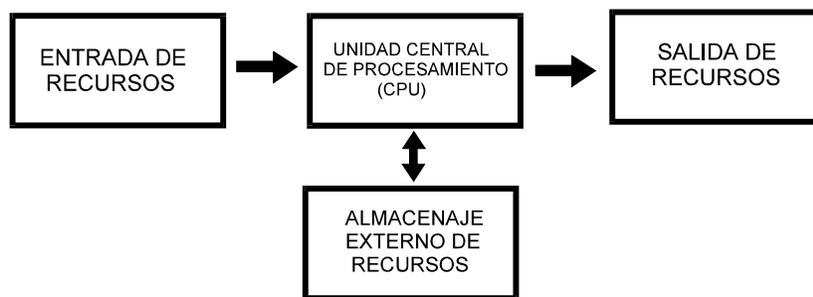


Figura 29.- La configuración del sistema de computadoras estándar, consiste en meter datos, tener un recurso de manipulación de datos, un CPU, un recurso de almacenaje, un recurso de salida de datos y un apropiado lenguaje para comunicar datos de una unidad a otra. (Tomado de "ELEMENT OF CARTOGRAPHY"., 1985, pag 49)

La versatilidad con que cuentan las computadoras, son designadas para el manejo de una gran variedad de datos, entrada de recursos en forma parecida, simultáneamente y en la

actualidad usando más rutas para soportar operaciones diarias, en acciones de mapas grandes y en establecimientos de investigación cartográfica.

El hardware y le software del sistema, representan un recurso que no serían útiles sin los archivos resultantes o la base de datos, ya que pueden ser guardados los datos y mantenerlos al servicio de las necesidades de los cartógrafos, ahora y en el futuro, y a la fecha el componente “dato” del sistema de mapas por computadora, puede ser el más delicado de las 3 partes, y tiene un lejano rezago, entre los avances del hardware y el desarrollo del software.

Es importante mencionar el impacto que causa el cambio de una a otra tecnología y diremos que históricamente han sido lejanos, pero impactando a la cartografía, de hecho no a sido fácil y sí muy significativo para categorizar los cambios, tratándolos de integrar ya sean buenos o malos, tratando de ser reflejo del punto de cambio evolutivo, ajustándose a las necesidades de los usuarios de mapas en una sociedad cambiante y dinámica, que es útil considerar, así como la vida del cartógrafo que se ve influida por los cambios dados, pues en esta integración tecnológica, hablar de poder, operación rápida y capacidad funcional de las modernas computadoras nos ayuda a una manipulación gráfica, imposible de hacer antes, sin embargo esta tecnología electrónica tuvo 3 extensas generaciones de recursos eléctricos durante el último cuarto del siglo, como se esquematiza en el siguiente diagrama (Figura 30).

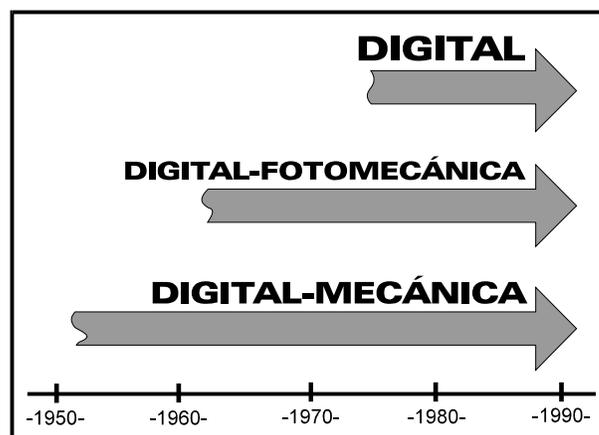


Figura 30.- La producción electrónica de mapas, revela haber tenido 3 grandes desarrollos en el último cuarto de siglo. (Tomado de "CARTOGRAPHIC DESIGN & PRODUCTION", 1989, pag. 51)

En cuanto al costo de la tecnología digital, es bastante elevada, por lo que solo las grandes agencias de mapas pueden tener varios duplicados de cada máquina, lo que ha marcado el incremento, en la diferencia entre grandes y vastos establecimientos de mapas, y en México sólo instituciones gubernamentales cuentan con estos equipos, entre los que se encuentran PEMEX, CFE, IFE, etc. Una importante consecuencia del cambio de tecnología, incluye muchos factores como, educación, técnica, un gran desembolso, educación continua y renovación de equipo.

### 3.2.- Tecnología Complementaria para la Cartografía Digital

La cartografía se ha soportado en elementos generales como el norte magnético, la gradícula o malla, la escala, las proyecciones cartográficas (cfr. capítulo V) etc., Así como conocimientos como son la geodesia que es la ciencia que trata de las dimensiones exactas y de la forma de la tierra y de la localización precisa de puntos sobre la superficie .

La fotogrametría que es la ciencia que tiene como objeto la determinación de la forma y dimensiones de objetos sin estar en contacto directo con ellos.

La topografía que tiene como objeto de estudio los métodos necesarios para llegar a representar un terreno (Topología) con todos sus detalles, naturales o hechos por el hombre, así como el conocimiento y manejo de los instrumentos que se precisan para tal fin. *(Campos, 1994)*

La Teledetección que es la ciencia, arte y tecnología de obtener informaciones fiables acerca de objetos físicos y su entorno mediante procesos de registro, medida e interpretación de imágenes fotográficas y datos obtenidos a partir de energía electromagnética radiante o de fenómenos magnéticos. *(Villa, 1994)*

Pero también la tecnología ha ido en avance y se ha buscado facilitar el trabajo, pues la estación total y las computadoras.

Una herramienta que ha fortalecido la cartografía digital es el G.P.S. (Geodetic Position System) ya que ha sido la solución a unos a uno de los problemas más antiguos de la humanidad “¿ En que lugar de la tierra me encuentro ?”, pues este sistema esta enlazado a 24 satélites que nos dirán en que coordenadas X, Y y Z de la tierra nos encontramos en el momento de enlazarnos a estos., y esto en cuestión de minutos y con aproximación de los 1 o 2 metros.

La configuración completa del G.P.S. comprende 3 segmentos:

- 1.- El segmento espacial.- Satélites que giran en órbitas alrededor de la tierra.
- 2.- El segmento de control.- Estaciones ubicadas cerca del Ecuador terrestre para controlar y observar los satélites.
- 3.- El segmento de usuarios.- Cualquiera que reciba y utilice las señales G.P.S. *(Campos, 1994)*

Pero además estos satélites que están en la órbita nos pueden proporcionar información enviada desde este, en forma de ondas y que al representarse en la computadora o en el papel se convierten en imágenes (los datos enviados son codificados) a las que denominamos imágenes de satélite, lo que nos sirve para representar la esencia de todo esto que es la cartografía.

De hecho el desarrollo de las computadoras ha sido impresionante en cuanto capacidad, desarrollo de programas más específicos, y la capacidad de almacenamiento, así como las salidas de información que son las impresoras con un alto grado de resolución, los plotters, y los medios de captura de información como son los diskets, los CD, los Zipp etc. (Figura 31)

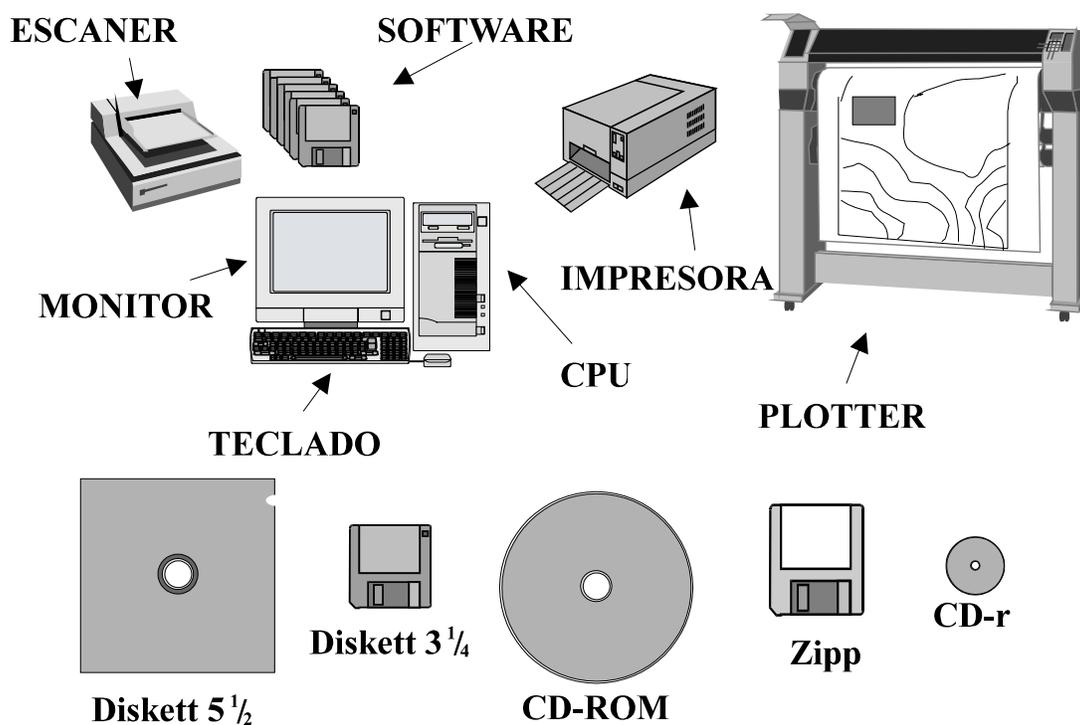


Figura 31.- Aditamentos complementarios de la computadora y evolución de los dispositivos de almacenaje externo

Aunque la cartografía se concibe como todo el proceso de captura, compilación y presentación del producto, nuestro mente siempre relaciona la cartografía con un mapa o plano.

Todos estos conceptos, elementos y tecnología ha fortalecido enormemente a la cartografía como tal, por lo que se desarrollarán individualmente en los siguientes puntos:

Sin dejar de mencionar que en conjunto nos han facilitado no solo la hechura de mapas, sino su captura, compilación, su precisión y la forma de modificaciones para realmente hacerlos de interés público y científico.

### 3.2.1.- Topografía

La topografía ha sido el método más antiguo de recoger la información y características de la superficie terrestre, la cual permitía después transferirla a un plano, destacando los aspectos de interés para el usuario, que durante mucho tiempo estuvo restringido solo para cierto tipo de gente.

La topografía se puede utilizar para “levantamientos” ( recoger detalles del terreno con ángulos horizontales y verticales, para después interpretarlos en un papel ) sin considerar la curvatura de la tierra hasta por 20 Km, ya que después se tendrá que usar la geodesia.

El desarrollo de la topografía comenzó muy rudimentariamente, después se empezaron a concebir aparatos para mejorar los levantamientos, como por ejemplo se desarrollo del transito, llamado así por que con este se seguía el transito de las estrellas, después el teodolito, así como los niveles que nos sirven para sacar distancias verticales entre dos puntos.

Posteriormente con el desarrollo de la tecnología, se crearon las estaciones totales, las cuales son totalmente digitales, y contienen un distanciómetro que sin necesidad de una cinta métrica nos proporcione la distancia entre el aparato y otro punto en cuestión. Los niveles también tuvieron su desarrollo pasando por los niveles basculantes hasta lo digitales. Lo que permitió también hacer levantamientos debajo de la superficie terrestre que es la minería, así como levantamientos debajo de la superficie del agua, llamada batimetría, y muchas formas de utilizar esta tecnología en beneficio del conocimiento humano.

También se realizan restituciones de fotos aéreas para complementar planos, esto se hacia de forma análoga (manual y óptica) aunque después paso a la forma digital usando las computadoras.

Esta ciencia da la capacidad de interpretar los datos obtenidos en el campo o el terreno para lograr la configuración de un plano, que con el desarrollo de la computadoras y las paquetería, la hechura de planos se traslado a las computadoras. Con el advenimiento de los Sistemas de Información Geográfica a la topografía le toco el papel de interprete de los datos, el almacenamiento de estos, y la continuación de los levantamientos, aunque a veces solo tendría que levantar detalles que faltaban para complementar la información necesaria,

para que la computadora no tuviera vacíos a la hora de presentar los planos en estudio, utilizando un software adecuado y poder sobreponer un plano digital que se encuentre en la computadora, así como por ejemplo poder hacer, un proyecto de vías de comunicación y transportarlo a los planos de tercera dimensión, que nos permitirá ver los cortes, en forma virtual, lo que nos facilitara determinar si el proyecto es viable o no, o si hay que hacer modificaciones antes de empezar a trabajar en lo real.

Lo que significa que aun con el avance de la tecnología, la topografía seguirá teniendo un papel muy importante en el desarrollo de la cartografía manual, cartografía digital o la cybercartographia (cartografía cibernética) (*Reyes, 1999*), y lo que le toca a la topografía es irse adaptando a las necesidades así como avanzar junto con la tecnología para poderla emplear, ya que los fundamentos o preceptos de está no cambian con el tiempo, simplemente se va adecuando a la forma de hacer los levantamientos con la nueva tecnología, la forma de vaciar los datos, y la forma de interpretarlos en los medios electrónicos.

Por lo que considero que es de gran importancia la topografía llevada como elemento complementario de todas estas tecnologías, que se soporta en otras tecnologías menores, pero que contribuye de manera importante a la realización de la cartografía digital.

### 3.2.2- G.P.S. ( Global Positioning System )

El sistema G.P.S. (Global Positioning System) ha sido uno de los más significativos desarrollos durante los 80's (*Frei Shubernigg. 1995*), ya que provee técnicas de medición a través de satélites y que provee una significativa rapidez, bajo costo y mayor aproximación. Este sistema consta de una antena y un receptor que es usado para la navegación, como posicionador, diseminador de tiempo y otras actividades, pues la antena recibe directamente las señales de satélite o SVs., (Figura 32).

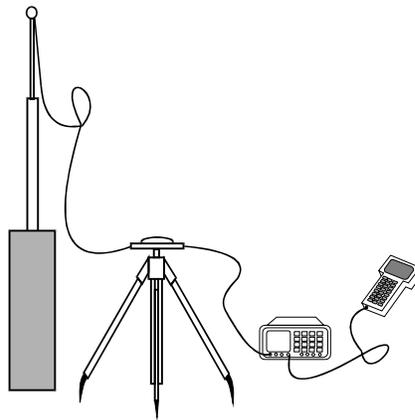


Figura 32.- Componentes físicos del G.P.S., como es la antena, el receptor, y la computadora o procesador de información (tomado de Reporter de LEICA Heerbrugg A.G. octubre 1991)

La antena requiere tener un espacio libre mínimo de 15° despejados sobre el punto más alto de la antena, para evitar interferencias entre la antena y los satélites, esta antena cuenta con un dispositivo capaz de captar las señales a grandes distancias, y esta señal la codifican al receptor, pudiendo este configurar la información y poderla ocupar o vaciarla en una computadora.

Al receptor se le introducen parámetros como, altura de la antena, temperatura en algunos casos, tiempo de recepción ( cada que tiempo el receptor estará captando la información enviada por el satélite ) que puede ser desde cada 10 segundos hasta cada hora, o más tiempo dependiendo de las necesidades. Esto sirve para que al obtener el posicionamiento

sea más precisa, aunque hay que considerar otros errores inminentes los cuales solo se pueden minimizar., y estos errores se pueden clasificar en tres grupos:

- 1.- Errores relacionados con los satélites
- 2.- Errores relacionados con los medios de propagación
- 3.- Errores relacionados con el uso del equipo.

El G.P.S. fue desarrollado, fundado y controlado por el Departamento de la Defensa de los EE.UU. y después se propago a los usos de los civiles, pero sigue siendo operado por los militares de los EE.UU., y trabaja a partir de una constelación de satélites a los cuales se les llama vehículos espaciales (SVs). Considerando que la constelación operacional del G.P.S. consiste en 24 satélites, de los cuales 21 son navegacionales SVs y 3 activos ahorradores en la órbita de la tierra, en órbitas de 12 horas y estas órbitas repiten el rastreo (como los turnos de la tierra debajo de ellos) una vez cada día (*Dana, 1996*). Esta constelación de satélites es llamada NAVSTAR (NAVigation Satellites Timing And Ranging), siendo el elemento principal del G.P.S. En una forma mayor, estos simulan las estrellas del cielo en la noche, los cuales experimentan viajes teniendo usos para encontrar su situación (Figura 33).

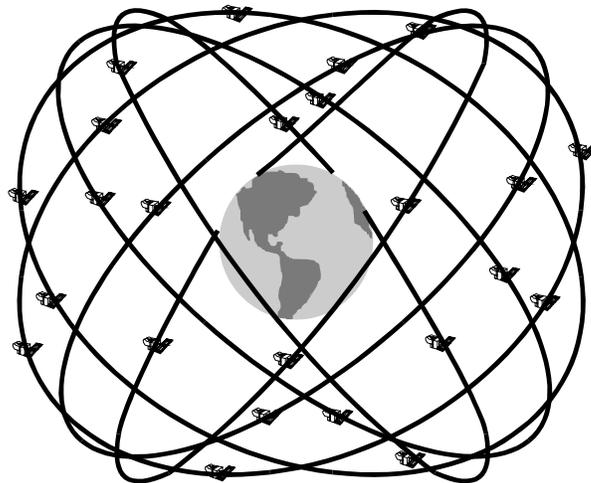


Figura 33.- Constelación nominal G.P.S., con 24 satélites en 6 planos orbitales, con 4 satélites en cada plano y una altitud de 20,200 Km., e inclinación de 55 grados (Tomado de "Memorias del Diplomado en Geomatica", Tema G.P.S., 1999)

La altitud de la órbita es aproximadamente de 20,000 Km. Pasando por el mismo punto cada 24 Hrs. Estos 6 planos orbitales (con 4 nominales SVs en cada una), igualmente espaciados ( $60^\circ$  aparte) y con una inclinación de alrededor de  $15^\circ$  con respecto al plano ecuatorial, por lo que provee al usuario entre 5 u 6 SVs visibles desde cualquier punto sobre la tierra.

Estos SVs mandan señales de radio desde el espacio, transmitiendo 2 microondas las cuales llevan 2 señales, que trabajan en 2 frecuencias:

La L1 de 1575.42 MHz llevando mensajes de navegación y el código de señales SPS (Sistema de Posicionamiento Standar)

Trabajando las siguientes precisiones:

100m. aprox. Horizontal

156m. aprox. Vertical

340 nanosegundos de aprox. en tiempo

La L2 de 1227.60 MHz es usada para medir la dilación o detención ionosférica del equipo receptor PPS (Precise Positioning System) Precisión del Sistema Posicionador.

Trabajando las siguientes precisiones:

22m. aprox. Horizontal

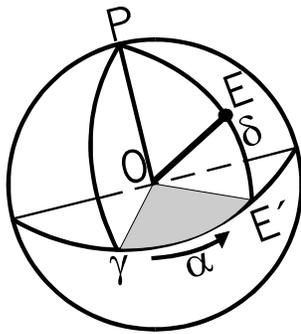
27.7m. aprox. Vertical

100 nanosegundos en aprox. en tiempo.

( *Dana, 1996* )

#### SEGMENTO DE CONTROL.-

Los satélites NAVSTAR y sus portacargas son monitoreados desde el suelo a través del OCS (Operational Control System ), Sistema de Control Operacional, consistente de un Master Control System (MCS) y 5 monitores, el cual consiste en un marco de referencia, que es el sistema de ascensión recta (RA) Right Ascension (Figura 34), este es un sistema inercial, el cual, por definición es colocado en el espacio o en un movimiento uniforme, y para intervalos cortos de tiempo, la orientación de Right Ascension, sin embargo es relativamente constante para posicionar estrellas, pero es más importante está orientación, pues es predecible en largos periodos.



La ascensión recta es el ángulo formado por los círculos horarios que pasan por el punto  $\gamma$  (equinoccio de primavera) y por el astro considerado

Figura 34.-Ascensión Recta (Forma esquemática). Tomado de "Astronomía de posiciones".19XX; pag. Y)

La posición en el espacio o sistema inercial tiene su origen en el centro de masa de la tierra con la rotación de los ejes en la dirección Z.

Los sistemas de posicionamiento de la tierra son definidos de una forma similar. El tercer eje (Z) es el mismo que el sistema de posicionamiento espacial, el primer eje (X) es a lo largo de la línea de intersección del meridiano del Greenwich y el plano ecuatorial, el segundo eje (Y) es  $90^\circ$  ESTE de X en el plano del ecuador.

En México el INEGI tiene la atribución para desarrollar la capacitación, generación y difusión de información relativa a su ámbito de competencia, en febrero de 1993 puso en operación el proyecto denominado RED GEODESICA NACIONAL ACTIVA (RGNA) (Figura 35), con la finalidad de producir información geodésica a partir de un marco de referencia uniforme y confiable, acorde con las precisiones que proporcionan los modernos equipos de posicionamiento vía satélite del sistema de posicionamiento global (GPS). Esta red constituye la estructura básica de referenciación geodésica para el país y la integran un total de 14 puntos distribuidos estratégicamente en el territorio nacional, los cuales fueron establecidos físicamente mediante monumentos permanentes sobre los cuales se han hecho mediciones de precisión de acuerdo a estándares internacionales, para definir sus coordenadas.

Esta nueva red actualmente la integran un conjunto de 24mil vértices geodésicos situados sobre el terreno, materializado a través de monumentos permanentes en los cuales se han hecho observaciones directas con equipos GPS, obteniéndose de ellos sus respectivas coordenadas referidas al ITRF92 época 1988.0, cuyo elipsoide es el GRS80, el cual define

un marco geocéntrico de referencia, lo cual constituye el sistema de referencia natural para un posicionamiento realizado por métodos satelitales. (INEGI, 1994)

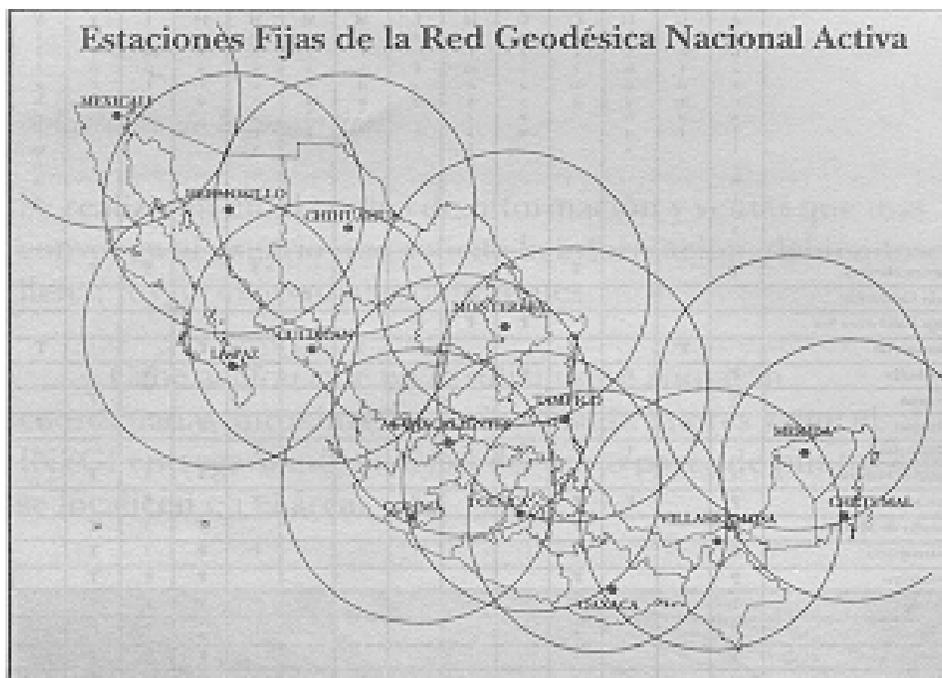


Figura 35.- Mapa de México que muestra las posiciones de las estaciones geodésicas (RGNA), para monitoreo con G.P.S. (Tomado de "La Nueva Red Geodésica Nacional, 1994: Tecnología de vanguardia". 1994, pag 5)

Para la cartografía el G.P.S. tiene las siguientes ventajas:

1.- La necesidad de propagar el levantamiento desde sitios alejados en áreas de baja densidad de cobertura geodésica.- Con el G.P.S. los posicionamientos son diferenciales los cuales consisten en un par de antenas y los recibidores, enganchándose a un G.P.S. ya establecido y del cual se conocen sus coordenadas exactas, y ya con estas se procede a la programación de las requeridas, para este método también se utilizan los navegadores que son aparatos portátiles, a los cuales se les introducen las coordenadas de puntos que deseamos encontrar y al engancharse con la estación fija, solo lo que hará la base es mandarle la información de su posición, y la posición que el navegador tiene en ese momento, trabajando ambas en un radio de 8Km dependiendo de sí la zona esta despejada y la única dependencia es con respecto a la RGNA, donde la distancia del levantamiento a las estaciones de la misma no representa ningún problema.

- 2.- Con el nuevo sistema, el usuario puede ubicarse prácticamente en cualquier sitio, sujeto solamente a tener una buena recepción de la señal de los satélites, evitando en lo más posible lugares de difícil acceso.
- 3.- Evita la necesidad de abrir líneas de vista cuando estas están obstruidas, ya que con el G.P.S. no se requiere esto debido a que se está trabajando con los satélites y lo único que se requiere es que la zona donde se coloca el G.P.S. esté despejada. Por otra parte, la no necesidad de intervisibilidad entre estaciones permite el desarrollo de redes geoméricamente bien configuradas, en contraste con lo que se puede lograr normalmente en otros tipos de levantamientos, pues nosotros podemos planear la figura que se requiere, generalmente triangulaciones y lo único que se requiere es transportar el equipo al punto deseado, y aun teniendo un acceso difícil, nuestra misión es llegar ahí, auxiliándonos con el navegador.
- 4.- En el caso de destrucción o pérdida de las marcas geodésicas, el sistema GPS permite reponer con facilidad y mucha precisión las marcas perdidas.
- 5.- Evita la dependencia de las condiciones meteorológicas para hacer las observaciones, tomando las pertinentes precauciones, pues a la antena no le pasa nada con la lluvia, pero puede ser peligroso si hay muchos rayos, ya que puede atraer alguno, y el receptor se debe tratar de proteger pues el agua sí lo puede afectar, pero en general se puede decir que el G.P.S. no depende de las condiciones climáticas.
- 6.- Se eliminan los problemas de levantamientos que pueden ser tardados, especialmente donde se requiere aumentar significativamente la densidad de las estaciones, ya que un posicionamiento puede constar de una media hora, 1 o 2 horas. Con el G.P.S. no ocurre esto y los levantamientos son mucho más rápidos.
- 7.- Los datos de rastreo derivados de la operación en cada una de las estaciones de la RGNA estarán a disposición de todos los usuarios en forma continua, a través de los esquemas de transferencia de información que para tales efectos se establezcan.
- 8.- El servicio de la RGNA permitirá la colaboración con organismos de investigación que trabajen con equipamiento GPS, en estudios sobre movimientos de la corteza terrestre, actividad sísmica y otras disciplinas en el campo de la Geofísica, la cual nos ayuda a mantener una cartografía mundial actualizada, ya que se pueden registrar cambios en

cuanto a coordenadas de los lugares afectados o que hayan tenido un desplazamiento sobre la superficie terrestre.

9.- Las estaciones de la RGNA y los puntos geodésicos derivados de ella pueden servir como vértices de referencia para corregir diferencialmente la posición instantánea de receptores móviles y reducir así los errores de posicionamiento.

10.- La operación de la RGNA permite calcular datos orbitales precisos de los satélites G.P.S. así como establecer esquemas de integración y cooperación con otras redes de monitoreo en el ámbito internacional, lo que permitirá a México participar activamente en el desarrollo científico y tecnológico del más alto nivel en la materia.

Es por todas las facilidades que proporciona el G.P.S. a la cartografía automatizada, que me permití considerarlo como una de las bases de este estudio, ya que posteriormente se tratara este método en cuanto a actualización de la misma.

La forma de operar es la siguiente:

Podemos tener espaciomapas, cartografía digitalizada o imágenes por satélite a los cuales les podemos introducir referencias geográficas más precisas con el uso del G.P.S., así como puntos de control, los cuales nos pueden servir de apoyo en la modelación o al empalmar dos espaciomapas, dos planos digitalizados, etc.

De hecho se puede utilizar el G.P.S. para la cartografía temática como podría ser el levantamiento de una zona urbana, considerando el levantamiento por cuadras, los postes, las bancas del parque, las fuentes, los caminos de terracería o de brechas y hacer un levantamiento al detalle de las áreas que podrían estar en estudio.

### 3.2.3.- Teledetección

La teledetección fue primero aéreo, con captores de tipo fotográfica, de hecho la primera fotografía aérea fue efectuada desde un globo por Nadar en 1858, pero esta área tomó su impulso pleno durante la 1ª guerra mundial, por lo que su primera aplicación fue 100% militar, y después ampliamente utilizada con fines civiles, que son hoy innumerables.

La teledetección espacial apareció en los años 1960, con la serie de satélites meteorológicos TIROS (ancestros de los actuales satélites NOAA), y se generalizó luego gracias a las fotografías espaciales tomadas desde vuelos tripulados, pero su verdadero lanzamiento comenzó, sin embargo, con la aparición de los satélites Landsat (y su captor MSS) a partir de 1972.

Para poder realizar la teledetección se requiere de los siguientes puntos:

- 1.- Fuente de energía .- Que supone el origen del flujo energético detectado por el sensor.
- 2.- Cubierta terrestre.- Formada por distintas masas de vegetación, suelo, agua o construcciones humanas, que reciben la señal energética de 1, y la reflejan o emiten de acuerdo a sus características físicas.
- 3.- Sistema sensor.- Compuesto por el sensor, propiamente dicho, y la plataforma que la sustentan
- 4.- Sistema de recepción-comercialización.- En donde se recibe la información transmitida por la plataforma, se graba en un formato apropiado y, con las oportunas correcciones, se distribuye a los interpretes.
- 5.- Interprete.- Que analiza esa información, normalmente en forma de imágenes analógicas o digitales.
- 6.- Usuario final.- Encargado de utilizar el documento fruto de la interpretación.

(*Chuvienco. 1995*).

#### BASES FÍSICAS ELEMENTALES PARA LA TELEDETECCIÓN.-

La teledetección aerospacial utiliza radiaciones que van desde el ultravioleta a las microondas y restituye las medidas en forma de imágenes. (Figura 36)

Sin embargo , en este espectro algunos sectores de longitudes de onda son absorbidos o difundidos por la atmósfera. (Figura 37)

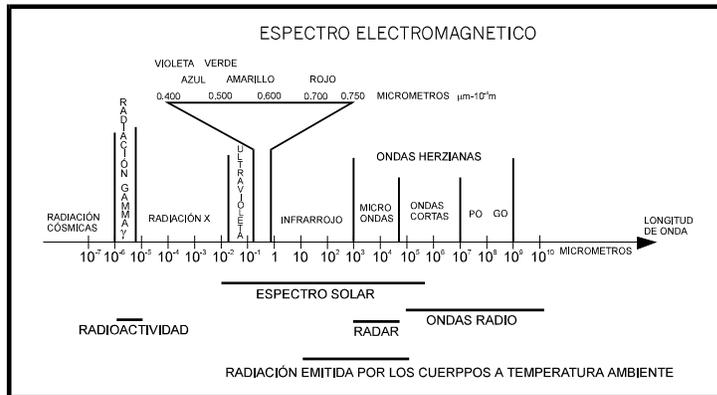


Figura 36.- La radiación electromagnética según "Cours de Télédetection" de P. Foin (Tomado de "Fundamentos de Percepción Remota", 1994)

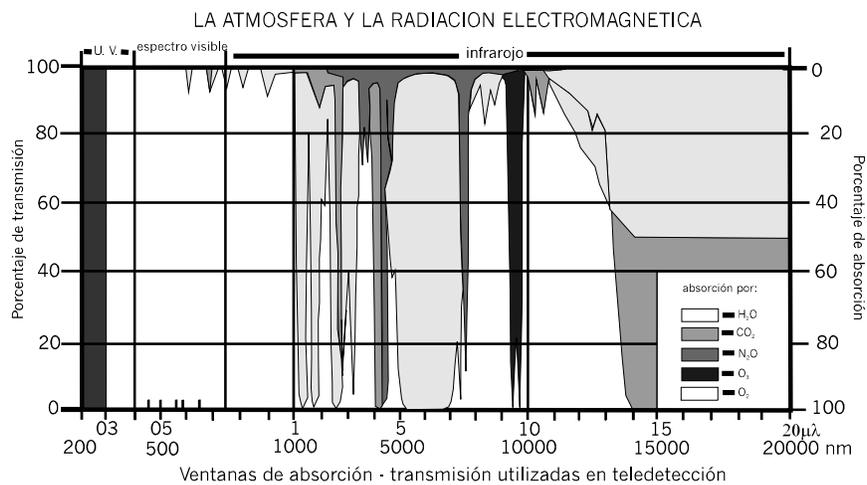


Figura 37.- Curva de absorción de la radiación electromagnética por la atmósfera, según "Cours de Télédetection" de P. Foin (Tomado de "Fundamentos de Percepción Remota", 1994)

Por lo que los captadores solo pueden utilizar esos sectores de transparencia para efectuar mediciones de energía reflejada o emitida por la superficie terrestre.

Un sistema de teledetección incluye los siguientes artefactos:

- 1) Un vector
- 2) Un Captor
- 3) Un conjunto de medios que permiten controlar y explorar los datos.

(Demargne., 1994)

Las tres formas de adquirir información a partir de un sensor remoto son:

- 1.- Por REFLEXIÓN
- 2.- Por EMISIÓN
- 3.- Por EMISIÓN-REFLEXIÓN (*Chuvienco, 1995*) (Figura 38)

La primera de ellas es la forma más importante de teledetección, pues se deriva directamente de la luz solar, principal fuente de energía de nuestro planeta. El sol ilumina la superficie terrestre que refleja esa energía en función del tipo de cubierta presente sobre ella.

La segunda es cuando el mismo vector emite iluminación a la superficie terrestre y el sensor lo capta

Y por último el tercero es una combinación de los dos anteriores.

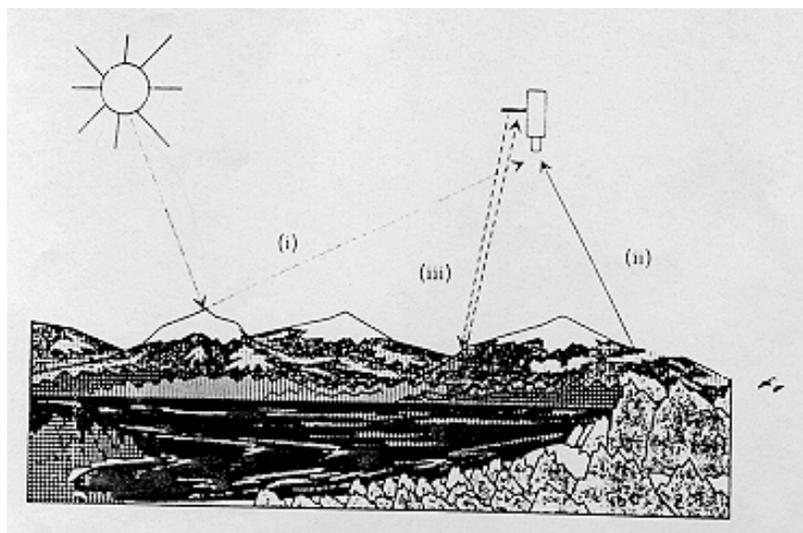


Figura 38.- Formas de Teledetección (Tomado "FUNDAMENTOS DE TELEDETECCIÓN ESPACIAL", 1995 pag 46)

### 3.2.4- Sensores Remotos

Se puede decir que los sensores remotos son aquellos artefactos que tienen la capacidad de captar imágenes de la superficie de la tierra, y que se encuentran a cierta distancia de ella, no necesariamente desde el espacio, aunque aquí nos ocuparemos de estos.

Los sensores remotos o satélites cuentan con dos elementos importantes que los hacen funcionar, y que son los VECTORES y los CAPTORES.

Vectores o Plataformas.-

El Vector es un vehículo aéreo o espacial utilizado para transportar una plataforma y su carga útil.

(la plataforma misma, es definida como la estructura o soporte en el cual pueden instalarse el conjunto de captosres y sus anexos), por lo que podemos decir que, pueden tratarse de un avión o, lo que nos interesa más, de un satélite (SPOT, LANDSAT, NOAA, METEOSAT, etc.) (*Demargne, 1994*).

Las plataformas o vectores se clasifican en migratorios o estacionarios y según su función en: satélites de comunicación, meteorológicos, aplicaciones terrestres y oceanográficos y por último de espionaje, teniendo 3 tipos de posiciones en el espacio los satélites:

- 1.- Geosincrónicas, es decir que tienen sincronización con el movimiento de la tierra.
- 2.- Heliosincrónica que son de tipo migratorio, con órbitas polares, ecuatoriales o libres.
- 3.- Estacionarias, estas son las geoestacionarias, siempre están con una misma posición con respecto a la tierra. (*Chuvieco, 1995*)

Los satélites emplean 2 tipos de órbitas:

- 1) Órbita geoestacionaria ecuatorial: El satélite está aproximadamente a 36,000 Km de altura y se encuentra fijo sobre un punto en el ecuador, por lo que también se utilizan para la televisión y las telecomunicaciones.
- 2) Órbita cuasipolar heliosincrónica: El satélite utiliza órbitas mucho más bajas (de 700 a 1,200 Km aprox. ) y vuelven a pasar siempre por la vertical del mismo lugar a la misma hora solar (heliosincronismo). El satélite se desplaza, pasando cerca de los polos, y a este tipo de órbitas corresponden los satélites SPOT, LANDSAT y también los de NOAA, etc.

## Captadores.-

Son instrumentos que recogen la energía radiante proveniente de la escena enfocada (una cierta gama de longitudes de onda o transformarla en una señal que permite la memorización de la información) y entrega una señal eléctrica correspondiente a la escena y es medible., estos aparatos efectúan el registro correspondiente al instrumental HRV del satélite SPOT, Thematic Mapper (TM) o MSS del satélite Landsat, por lo que también son llamados Sensores (*Demargne,1994*)

Los más utilizados en América Latina (por su bajo costo) son los satélites Landsat como:

1.- Sensores MSS (Multiespectral Scanner) que es un equipo de barrido multiespectral, su campo total de visión es de 11,54 segundos, y con la altura orbital del satélite, le permite explorar una franja de 185 Km, comprendiendo 2340 líneas de barrido y 3240 columnas por línea.

Cada pixel nos representa una superficie real de 79 X 80m de lado, codificando las 4 bandas, entre 0 y 25 colores, ya que esta compuesto por foto-diodos de silicio y por tubos foto-multiplicadores.

Las señales analógicas son amplificadas y convertidas a formato digital y grabadas en CCT o enviadas directamente a las estaciones receptoras.

2.- Sistema Vidicon el cual consta de 3 cámaras de vidicon (RBV, Return Beam Vidicon), est cubre una superficie de 80 Km y tiene una resolución aproximada a los 40 m.

3.- Sensor Thematic Mapper es un explorador de barrido multi-espectral que proporciona mayor resolución espacial y espectral que el MSS, ya que esté aumente los detectores de 24 a 100, aumenta los niveles de codificación y realiza el barrido en las dos direcciones mejorando de 79 a 80m., de 4 a 7 bandas y de 6 a 8 bits.

Cada oscilación del espejo supone 16 líneas de barrido, de esta forma se precisan 16 detectores por banda y alcanza los 231 millones de pixeles.

4.- ETM, utiliza un formato Geo-TIFF, lo cual lo hace compatible con todo software de GIS., esta georeferenciado para zonas locales con el Datum GS84, maneja Ortorectificado del terreno corregido y proporciona mayor cobertura de Norte América (Dato 2000).

Maneja una resolución de 28.5 m. Por píxel, 15 m. Por píxel en banda de 8 y 60 m. Por píxel en bandas de 6H y 6L, con una aproximación posicional de más menos 50 m. RMS.

#### Medios de control recepción.-

Además del vector que transporta el captor, un sistema por satélites requiere para funcionar otros medios terrestres:

- 1) Un centro de misión, que define cotidianamente la tarea del satélite, y una estación de control que permite “pilotear” el satélite (verificación y corrección de órbitas, etc.)
- 2) Estaciones de recepción, repartidas en todo el mundo en el caso de los satélites que se desplazan, que recogen y registran las informaciones enviadas por el satélite.
- 3) Un centro de procesamiento de datos. Recupera las imágenes en bruto recibidas en la estación de recepción y las transforma radiométrica y geoméricamente para su difusión hacia los usuarios. (*Demargne., 1994*)

#### Clasificación de los sensores remotos (*Santos, 1996*):

La banda del ESPECTRO ELECTROMAGNETICO utilizada.-

- 1.- sensor ultravioleta, por los rayos que atraviesan la atmósfera
- 2.- visible, siendo los más utilizados
- 3.- infrarrojo, limitados por las existencias de ventanas óptico-macánicas
- 4.- frecuencias extremadamente/alta, se encuentran entre los 30 y los 300 KgHtz
- 5.- microondas, trabajan directamente el radar como detector
- 6.- frecuencias ultra/altas, estando entre 300 KgHtz y los 30 GgHtz
- 7.- frecuencias muy altas, se encuentran entre los 30 y 300 MgHtz
- 8.- frecuencia, media, alta y muy alta para uso de telecomunicaciones

#### Considerando la fuente emisora.-

- 1) pasivos, son los que reciben la energía por ejemplo la cámara fotográfica
- 2) activos, son por ejemplo los radares principalmente, láser y rayos X

#### Considerando la ubicación de la fuente emisora y la fuente receptora.-

- 1.- sensor mono-estáticos, tiene la misma posición especial cuando emiten y reciben energía
- 2.- sensores bi-estáticos, tiene una misma posición para la emisión y una posición diferente para recibir la energía

#### Considerando la información registrada.-

- 1) sensores fotográficos, registran en su momento, sobre una emulsión fotográfica

2) sensores no fotográficos, la información recibida es presentada en una pantalla (TV), registrada en forma gráfica o en forma digital.

Considerando los mecanismos utilizados para captar información.-

1.- sensores fotográficos, captan la información en cintas magnéticas, multibandas, etc.

2.- sensores electro-ópticos, dentro de los cuales encontramos:

1) formato o cuadro, no necesita movimiento de barrio, son llamados autosuficientes

2) barredores estáticos, barren en una sola dirección por medio de lecturas electrónicas

3) barredores mecánicos, teniendo gran variedad de barridos

3.- electro-ópticos no conformadores de imagen, prevén curvas y forman grupos de números sencillos

4.- de microondas

1) sistemas activos formadoras de imagen generalmente de radar (SLAR y SAR)

2) sistema de microondas no formadoras de imagen

(Figura 39)

Resolución de los sensores:

1.- Resolución espacial.-

es el objeto más pequeño que puede ser distinguido sobre una imagen, esto es captar a detalle y esto depende de varios factores como son: la altura orbital, velocidad de exploración y un número de detectores, donde se deben considerar el tamaño del pixel con el tamaño de la imagen

2.- Resolución espectral.-

Indica el número y anchura de bandas espectrales que pueden discriminar el sensor, el número indica en cuantas regiones se va a trabajar y la anchura, la medida de que rango a que rango esta trabajando.

3.- Resolución radiométrica.-

Es la capacidad de detectar variaciones en la Radianza Espectral que recibe (se habla de niveles digitales de imagen), ya que trabajan con 256 niveles de imagen (imágenes de forma digital)

4.- Resolución temporal.-

Esta depende del tipo de estudios del satélite, algunos transmiten cada 30 minutos o cada 12 horas y otros transmiten cada 16 días o 26 días. (Chuvieco, 1995)

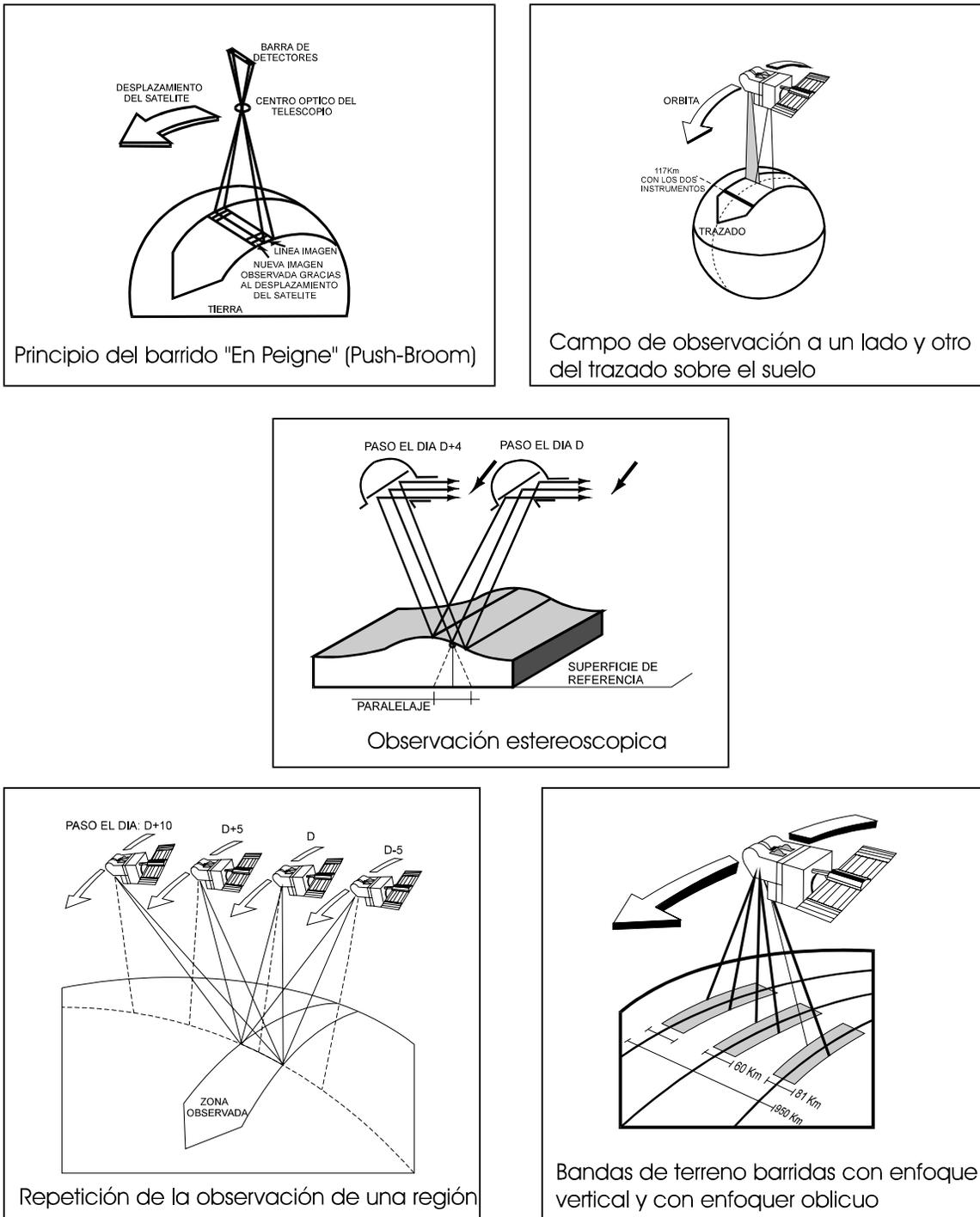
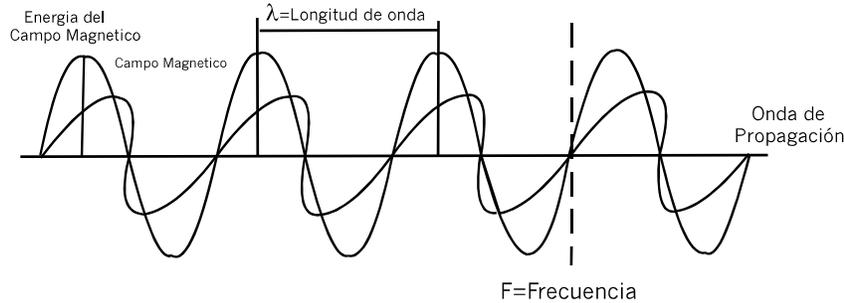


Figura 39.- Muestra el tipo de satélites SPOT, y su forma de operar para el recogido de información. (Tomado de "MEMORIAS L CURSO INTERNACIONAL PARA EL TRATAMIENTO DE IMÁGENES DE SATELITE CON APLICACIONES CARTOGRAFICAS", 1995)

### 3.2.5.- Imágenes de Satélite

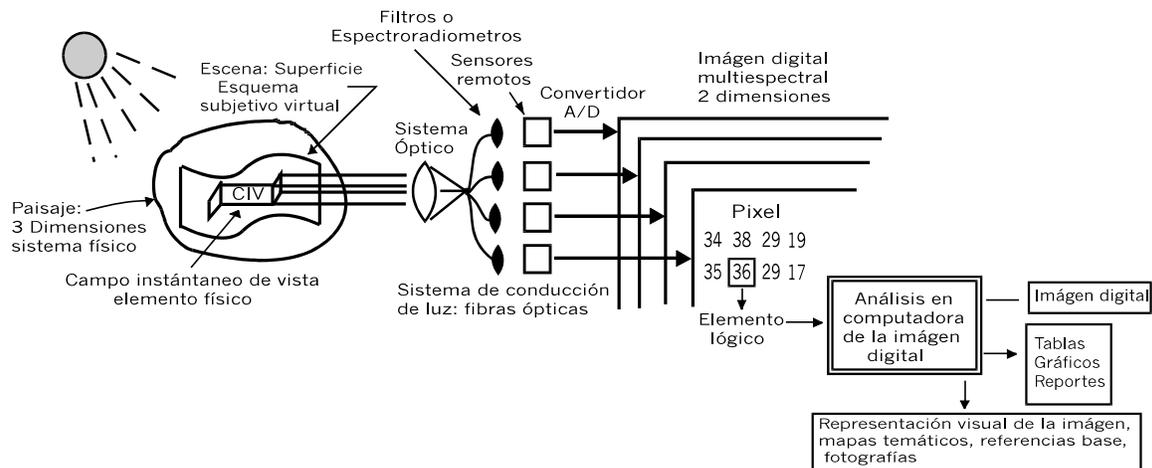
Elementos de una imagen digital.-

Aquí consideraremos una radiación de tipo ondulatorio (electromagnética (Figura 40) o acústica) aunque también puede ser de tipo corpuscular ( neutrones, electrones o positrones).



**Figura 40.- Esquema de una onda Electromagnética (Tomado de "FUNDAMENTOS DE TELEDETECCIÓN ESPACIAL.,1995, pag 47)**

La fuente de energía está separada del sistema físico que se desea estudiar, y la radiación emitida por la fuente se hace interaccionar con el elemento físico de la escena llamada Campo Instantáneo de Vista (CIV), la mecánica de como interaccionar depende de la geometría y los detalles técnicos del arreglo experimentado empleado. Siendo el CIV una subarea o subregión de una escena que se encuentra formando parte del sistema físico (Figura 41)



**Figura 41.- Elementos de una imagen de satélite donde interviene el Campo Instantaneo de Vista (Tomado de "FUNDAMENTOS DE TELEDETECCIÓN ESPACIAL.,1995)**

El resultado de la interacción de la radiación es también otra radiación cuya energía o longitud de onda no es la misma que incide originalmente, y esto es resultado de que parte de esa incidencia es absorbida o reflejada en otra dirección, está es captada, sobre un cierto ángulo sólido (ángulo tridimensional, que se refiere a la sección completa de la energía transmitida), (Figura 42) en una dirección predeterminada, por un arreglo de sensor o detector que contiene un subsistema de enfoque y conducción de radiación.

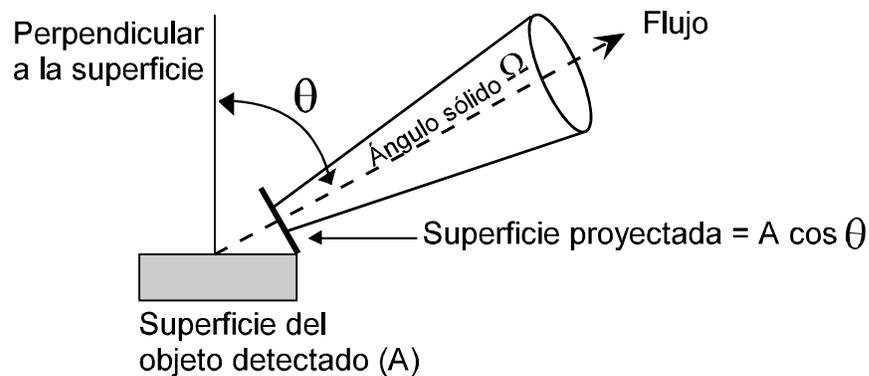


Figura 42.- Representación del ángulo sólido

Este subsistema o sensor puede consistir en un arreglo de lentes (telescopio) y fibras de conducción de luz, y la radiación que llega a estos, es conducida a los detectores, enfrente de los cuales se ubican los filtros o un espectroradiómetro, cuya función es seleccionar un conjunto de intervalos de energía (DE1, DE2, DE3,.....) o de longitud (D11, D12, D13,.....) para los que cada detector está óptimamente diseñado y calibrado, por lo que el detector i-ésimo está adecuado para detectar la radiación  $De_i$ , y es posible que tenga uno o varios detectores para cada intervalo, dependiendo esto de si se mide en CIV o un conjunto de ellos.

Por ejemplo si se tienen  $g$  intervalos de energía y se miden  $h$  CIV's para cada uno de estos, entonces se requiere de  $gh$  detectores para operar el sistema sensor.

Para cada intervalo de energía, los detectores miden la cantidad de radiación por unidad de ángulo sólido, por unidad de tiempo, llamada cuantificación y las medidas son en  $mW/msterad/s$ .

La señal de voltaje generada por los detectores a medida que se observa un CIV tras otro, es introducida en un convertidor análogo/digital que la contabiliza empleando una escala que

usualmente va de 0 a 255, (Figura 43) es decir 256 posibles niveles en que este número es almacenable en un byte de 8 bits de una computadora digital, y con esta resolución radiométrica es suficiente para la mayoría de las aplicaciones que se le da a las imágenes de satélite.

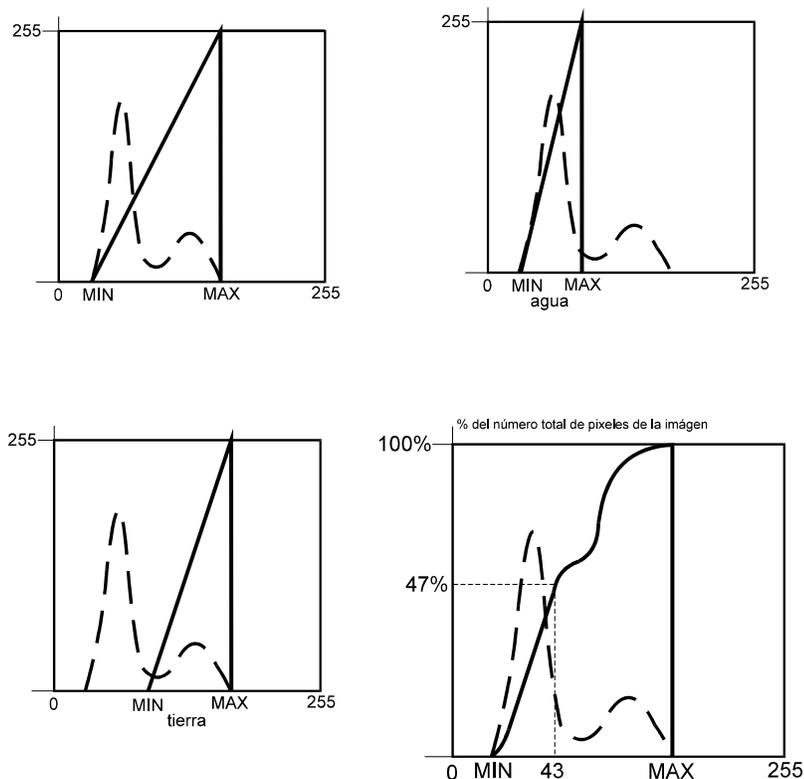


Figura 43.- Esquema del comportamiento del histograma donde se observa el comportamiento de los 255 tonos de grises.

Los detectores están tan bien calibrados de tal suerte que se genera un 255 para el CIV más brillante de la escena y un 0 para el más oscuro, debido a que la respuesta del detector, en la mayoría de los casos, es lineal de acuerdo a la gráfica mostrada.

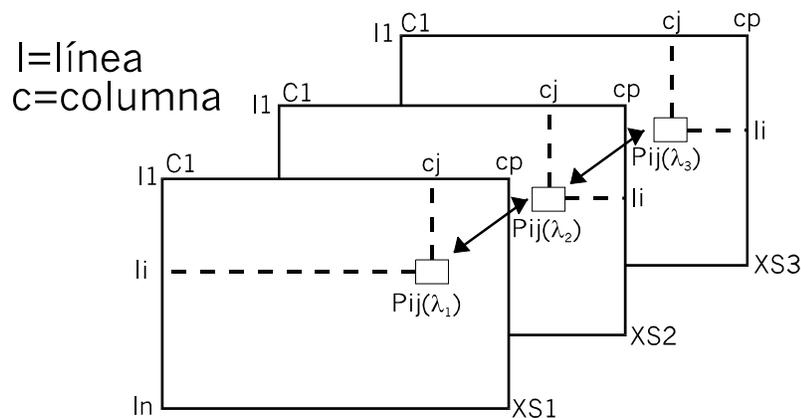
La polarización del detector es debida a la radiación incidente nula, y los parámetros de radiación incidente, como la señal de salida se ajustan para que los sensores respondan a escenas más o menos brillantes, de tal forma que se adecuen a diferentes condiciones de estudio.

Al medir la radiación proveniente de cada intervalo de energía y para cada CIV, se genera un número cuyo valor se guarda en algún medio de almacenamiento masivo (magnético u

óptico) en una posición lógica, que va de acuerdo al lugar relativo que tiene el CIV correspondiente en la escena.

La colección de estos números arreglados secuencialmente en cuanto a la energía o longitud de onda de la radiación empleada, forman lo que se conoce como pixel, el cual es el elemento lógico de la imagen digital, así las características espectrales de un CIV quedan representadas por el pixel correspondiente, donde queda implícitamente registrada la posición y tamaño relativo de éste, en una relación unívoca CIV-PIXEL donde el CIV es el elemento físico de la escena y el pixel es un elemento lógico de la imagen digital, y al medir todos los CIV's pertinentes de una escena se tiene una colección de matrices de números, uno para cada intervalo de energía empleado.

Estas matrices que se crean de  $M \times N$  (Figura 44) forman una imagen digital conocida como banda, ya que representa la distribución espacial de valores de radiación provenientes de la escena para una banda, y al conjunto de estas bandas se les conoce como imagen digital multiespectral



**Figura 44.- Matriz de una imagen digital con sus respectivas columnas y renglones (Tomado de "FUNDAMENTOS DE TELEDETECCIÓN ESPACIAL., 1995)**

Una imagen SPOT mide 60 Km X 60 Km, y la dimensión espectral requiere de  $g$  dimensiones para representar los pixeles que la componen, así el pixel es un elemento digital básico de una imagen multiespectral.

Una vez discretizada la escena, la imagen multiespectral queda almacenado en dispositivos magnéticos u ópticos, y para visualizarlo es necesario contar con una tarjeta de video y un monitor de despliegue a color capaz de leer a través de un programa, el valor de un pixel y

ponerlo en pantalla, en la posición adecuada, en un tono gris o de color. Y como ya se dijo que el pixel es un vector de tantos elementos como bandas tenga, es necesario seleccionar una tarjeta par poder desplegar los colores de tantos elementos como bandas tenga, es necesario seleccionar una tarjeta para poder desplegar los colores rojo, verde y azul (RGB por sus siglas en ingles) en el monitor de color, en las mismas coordenadas Dij que ocupan en el archivo donde se esta almacenado, a cada pixel se le asigna una pequeña área en la pantalla y a cada valor un tono de gris o de color. (Figura 45)

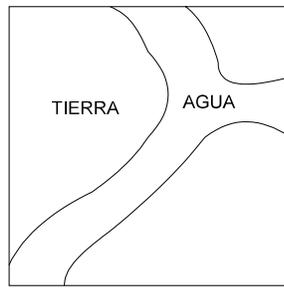
Al mandarlo a pantalla, si se usan las tres bandas RGB (Red, Green, Blue) rojo, verde, azul, con uno o un subconjunto de pixeles, se tendrá la representación visual donde es posible apreciar en diferentes tonos los patrones espaciales y espectrales, por o que se tienen 3 tipos de representación:

- 1.- Tono de grises.- donde se despliega una sola banda
- 2.- Pseudocoloración.- donde se despliega una sola banda y los valores de los pixeles se dividen en rojo, verde y azul.
- 3.- Falso color.- donde se despliegan 3 bandas, asignando a cada una de ellas, tonos de color rojo, verde y azul. (Figura 46)

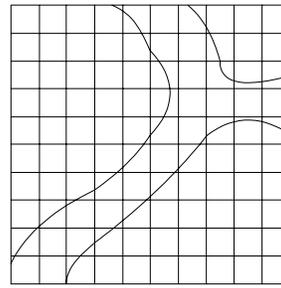
Para poder lograr hacer esto, necesitamos definir primero que es un STI (Sistema de Tratamiento de Imágenes), que es un conjunto de hardware (HW) y software (SW), que nos permite la transformación de datos digitales en información útil al usuario, lo cual abordaremos en el siguiente tema.

Como cualquier sistema de información (SI), un STI consta de unidades de entrada, unidades de proceso y unidades de salida, y una vez que tenemos el HW y SW básico hay que añadirle el software de aplicación de tratamiento de imagen (TI) aplicado a la teledetección en nuestro caso. Cabe mencionar que lo elemental del hardware es una antena de recepción, unidades de cinta magnética estándar, unidades de almacenamiento óptico, disqueteras, scanner, tablero de digitalización, cámara de T.V., radiómetro.

En el software del sistema operativo , debe distinguirse para que se esta manejando, ya sea una P.C. o Workstation.



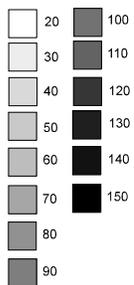
TERRENO



MUESTREO ESPACIAL

100	117	92	83	33	29	30	57	92	103
114	121	119	107	84	30	31	60	79	63
123	124	131	112	87	42	25	36	44	49
148	150	144	132	98	53	24	29	40	37
143	148	140	127	100	37	24	23	25	29
132	137	129	111	54	28	27	30	41	42
93	112	101	42	23	30	49	47	69	68
87	34	24	23	41	63	70	69	74	72
30	20	21	49	67	64	68	107	91	112
22	23	43	54	77	62	66	83	92	127

MUESTREO NUMÉRICO



100	117	92	83	33	29	30	57	92	103
114	121	119	107	84	30	31	60	79	63
123	124	131	112	87	42	25	36	44	49
148	150	144	132	98	53	24	29	40	37
143	148	140	127	100	37	24	23	25	29
132	137	129	111	54	28	27	30	41	42
93	112	101	42	23	30	49	47	69	68
87	34	24	23	41	63	70	69	74	72
30	20	21	49	67	64	68	107	91	112
22	23	43	54	77	62	66	83	92	127

APLICACIÓN DE COLOR

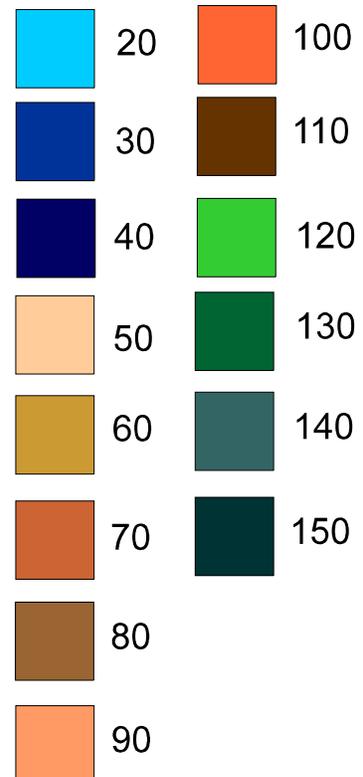
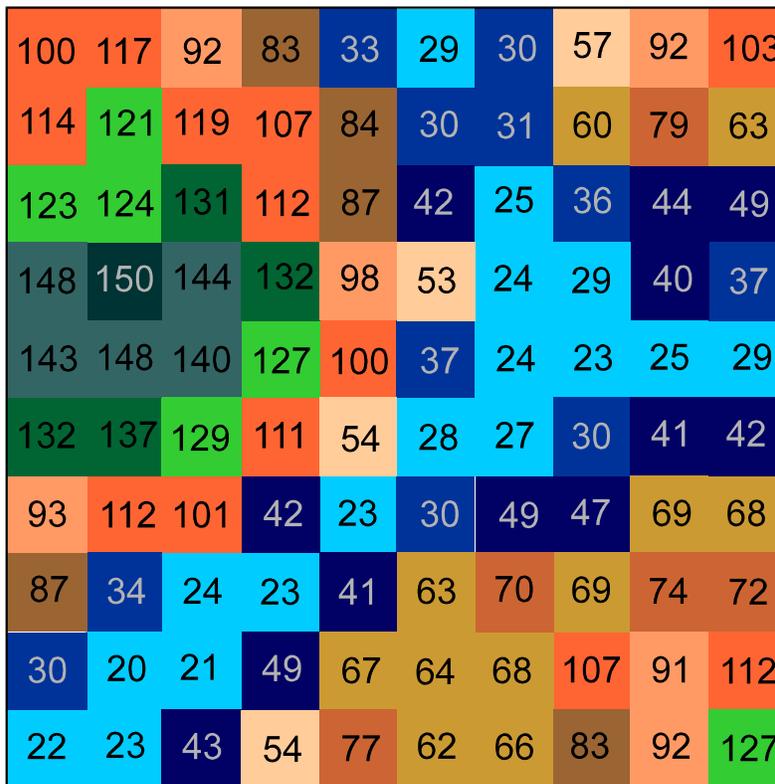
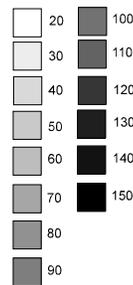


Figura 46.- Estructura de una imagen de satélite con aplicación de color, de acuerdo al número de tonalidad correspondiente. (Tomado de "FUNDAMENTOS DE PERCEPCIÓN REMOTA., 1994)

Una vez adquiridas las imágenes se requiere de cierto tipo de correcciones (radiométricas y geométricas) debido a ciertos errores que se presentan, como por ejemplo:

1.- Efectos de rotación de la tierra.-

Cuando el sensor barre, las imágenes son adquiridas en tiempo finito, pero durante ese tiempo la tierra se mueve un cierto ángulo, por lo que se tienen varios puntos de la superficie cuando empieza cada línea de la imagen.

2.- Distorsión panorámica.-

Cuando el campo instantáneo de vista (CIV) es constante da como resultado el tamaño del pixel, en el terreno se agranda, en los extremos de la línea barrida y la deformación del pixel se da en función del tamaño nominal del nadir.

3.- Curvatura de la tierra.-

Afecta debido a la altura del satélite con respecto a la tierra, pero puede ser calculado y corregido.

4.- Oblicuidad del tiempo de barrido.-

Hay un tiempo finito para barrer una línea, pero como el satélite esta en movimiento, los extremos de la línea no corresponden a una misma perpendicularidad a la pista barrida.

5.- Variaciones en la altitud, velocidad y actitud de la plataforma.-

Esto afecta el CIV, y es considerado un error sistemático.

6.- Tasa de distorsión del aspecto.-

Debido a la diferencia entre el tamaño del CIV en la superficie y el correspondiente para la obtención de un pixel contiguo.

7.- No linealidades de barrido del sensor.-

Aquí se incluyen las variaciones en la velocidad constante del espejo de barrido.

Y aquí entran las correcciones radiométricas, con modelos matemáticos

1) modelos de corrección atmosférica

2) modelos de ruido electrónico para el sensor específico

3) modelos de transmisión a través de la atmósfera.

## IV.- Sistemas de Información Geográfica (SIG)

La colección de datos referentes a la distribución y propiedades del espacio, relacionadas principalmente a la superficie de la tierra, ha sido siempre una importante actividad de las sociedades primitivas hasta las modernas. Desde entonces la información espacial ha sido colectada por navegantes, geógrafos y exploradores, y representada en forma gráfica por los cartógrafos, lo que ha dado como resultado a través de los años, hasta nuestra época los sistemas de información geográfica (SIG).

Pero vallamos al comienzo de esto, que data de finales de los 60's cuando Tomlinson, Calkins y Marble (*Dana, 1996*) desarrollaron el sistema de Canadá (Canadian Geographical Information System) conocido por sus siglas en ingles CGIS, en Gran Bretaña se desarrollo la Unidad Experimental de Cartografía, pero no fue hasta 1982 que se desarrollo el ARC/INFO, bajo la tutela de los ingenieros del Instituto de Investigaciones de Sistemas Ambientales (ERSI) en Red Lands (California), fundado en 1969, ya que en 1987 se publico por primera vez una revista internacional acerca de la tecnología SIG (*International Journal of Geographical Information System N° 1 Vol I-III 1987*).

Es difícil establecer el momento exacto en que estas técnicas se popularizan entre la comunidad geográfica, tal vez ese momento esta ocurriendo ahora y “los árboles no nos dejan ver el bosque” (*Guevara,1992*), lo cierto es que este inicio de siglo, casi todas las instituciones geográficas de importante prestigio han adquirido o desarrollado un sistema de información geográfico para su gestión, toma de decisiones o investigaciones.

Pero que es en sí un Sistema de información Geográfico?

- 1.- Cualquier sistema manual o de computadora, basado en procedimientos utilizados para almacenar y manipular geográficamente datos referenciados. (*Stan Aronoff S., “Geographic Information System: A Management Perspective”*)
- 2.- Un sistema con avanzadas capacidades para el geo-modelado. (*Kosharivov A. V., Tikunov V. S., Trafimov A. M., “The Current State and the Main Trends in the Developpment of Geographical Information System in the URSS”*)

3.- Un sistema que usa, una base de datos espaciales, como respuesta al tipo de búsqueda que se debe realizar en el ámbito geográfico. Así mismo, debe verse como un conjunto de rutinas que están integradas a un manejador de datos relacional. (*Goodchilg M. F., "A Spatial Analytical Perspective on GIS"*)

Pero más específico sería decir que, es una colección organizada para el hardware, software y diseño de datos geográficos, para su eficiente captura, almacenamiento, salida de datos, manipulación de todas las formas de información geográfica referenciada, según Dangermond (1992), quien ha estado investigando sobre los usos comerciales y su enseñanza, pero una descripción corta de un Sistema de Información Geográfica puede incluir un sistema de software el cual incorpora programas para almacenar y acceder al dato espacial, programas para manipular estos datos y programas para dibujar mapas, de aquí se da origen a sistemas modernos que pueden ser una combinación de programas manejadores de dato, programas auxiliares de diseño por computadora (CAD por sus siglas en inglés) para automatizar mapas, el cual comenzó conocido como Manejador Automatizado/Manejador Fácil AM/FM por sus siglas en inglés).

Algunos SIG son amalgamas de programas de análisis de datos y manejadores de datos, siendo el más famoso el ARC/INFO y el cual es una combinación de procesador de información geográfica y un sistema de datos, y esta tecnología puede ser vista como un impacto semejante a la introducción de un microscopio en un telescopio, ya que hace visible una perspectiva invisible, abriendo nuevamente el mundo a nuestros ojos. (*Dorling y Fairbairn, 1997*)

Algunos contienen enlaces directos con variados paquetes estáticos de análisis desde el mismo mapa, otros usan principalmente arreglos de datos (estructura de datos), admite base de datos de mapas que pueden fácilmente colocar software estático o analítico para análisis por separado, en ambos casos la razón de esto permite el acceso a los cartógrafos para colocar posibles técnicas, esto, para contestar preguntas acerca de datos espaciales.

La representación de datos espaciales y otros formalismos no pueden ser otros, que no estemos listos para examinar cuando movamos la actual forma de la tierra para definir objetos llamados puntos áreas y superficies, esto no como las abstracciones cartográficas de estos objetos y estos niveles de medidas en los objetos mapeables, la diferencia es

meramente, como podemos representar al dato digital dentro de la computadora, en este caso puede ser editado, medido, analizado y sacado en una forma usual.(DeMers 1997)

Cabe mencionar que los tres elementos más importantes de los sistemas de información geográfica son tres: el software, el hardware y los datos (Figura 47), los cuales se interrelacionan entre sí, aunque con el tiempo han ido cambiando los software y los hardware de acuerdo a como ha avanzado la tecnología, pero los datos se mantiene y de hecho consideraría que los tres, el dato es el más importante, pues en base a estos funciona el sistema, ya que a partir de ellos se genera la base de datos, la cual es el corazón de todo sistema de información geográfica y con esta base se pueden hacer análisis y simulación, consulta, actualización, etc. (Figura 48)

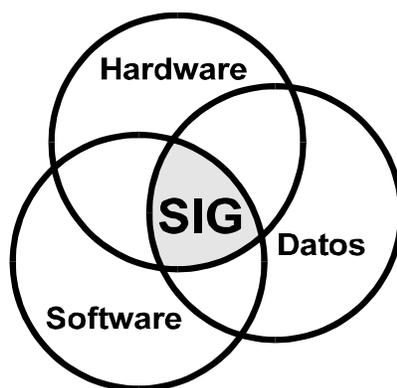


Figura 47.- Elementos básicos que conforman el SIG (Tomado de "FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA"., 1994)

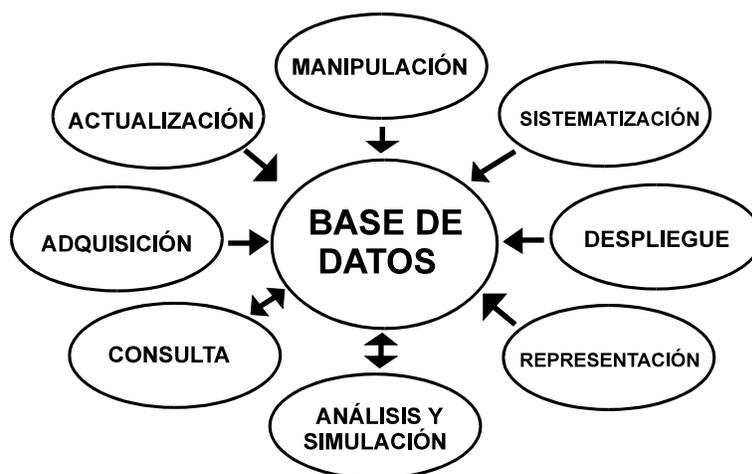


Figura 48.- Esquema de la interrelación de la base de datos y lo que se puede obtener de ella. (Tomado de "MEMORIAS DEL DIPLOMADO EN GEOMÉTICA"., 1999)

Hay diferentes tipos de datos como son:

- 1.- Datos georreferenciados.- son comúnmente caracterizados por tres componentes fundamentales: 1) El fenómeno reportado como una dimensión física o clase, 2) la localización espacial del fenómeno, 3) el tiempo. (Guevara, 1992)
- 2.- Datos espaciales.- subdividen la superficie de la tierra en objetos o entidades significativas que pueden ser caracterizadas. (Guevara, 1992)
- 3.- Datos topológicos.- retiene las relaciones espaciales entre las entidades, a través de un registro de adyacencias. (Franco Mass, 1992)
- 4.- Dato geográfico.- es un rasgo geográfico, el cual posee ubicación geográfica y atributos que lo describen. (Cortes, 1994)

Esta información geográfica presenta tres características básicas.-

- 1) El fenómeno o característica, su clasificación, su valor, su nombre, etc.
- 2) Su localización espacial (el espacio geográfico donde reside)
- 3) El tiempo, es decir, la coordenada temporal (Figura 49).

El manejo de datos espaciales puede ser muy complejo dado que los datos locacionales y los atributos pueden variar con el tiempo. (Franco Mass, 1992)

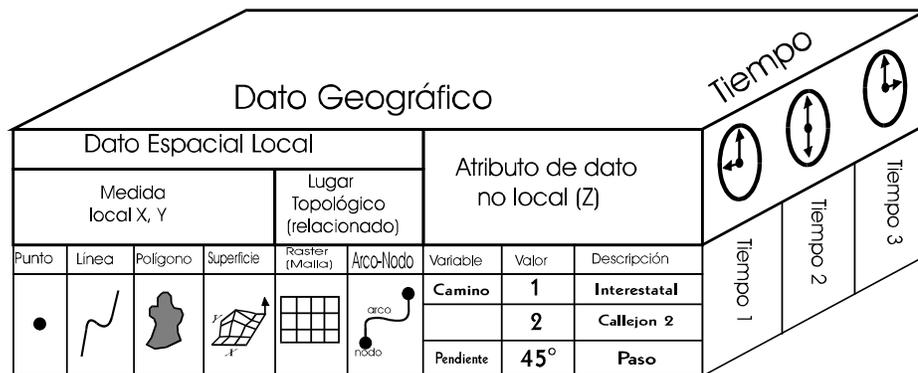


Figura 49.-Un SIG almacena información de lugares (X,Y) y atributos (Z), obtenido en multiple tiempos. (Tomado de "INTRODUCTORY DIGITAL IMAGE PROCESSING A REMOTE SENSING PERSPECTIVE", 1996, pag 282)

La Base de Datos es un conjunto organizador de estos dato (geográficos, espaciales, etc.) almacenados en forma digital dentro de la computadora, donde todo manejador de estos sistemas de base de datos dependerá del software que utilice para la entrada, manejo y desplegado de los mismos, claramente referidos a un sistema de coordenadas geográficas,

es decir, definidos en términos de su localización espacial, y son representados en forma de mapas o representaciones bidimensionales.

Con el uso de las computadoras ha sido posible implementar dos modelos básicos para el manejo de estos datos geográficos: VECTOR y RASTER.

En cartografía es posible distinguir distintos tipos de entidades:

1.- Puntos.- Se considera como punto a toda entidad geográfica definida por un par de coordenadas. Asociados a dicho punto existen una gran variedad de atributos o etiquetas que lo describen. Para describir un punto, por simple que este sea, es necesario definir un complejo sistema de etiquetas que incluyen información numérica y alfanumérica

2.- Líneas.- Son las entidades definidas por la unión de puntos o nodos mediante segmentos.

Las líneas pueden ser de tres tipos: 1) Líneas rectas, 2) Líneas complejas, 3) Líneas de red.

3.- Áreas.- Son entidades definidas mediante polígonos cerrados que circunscriben regiones específicas. La forma en que se define la estructura de los datos referentes a dichas áreas es muy importante pues permite preservar la topología.

La información Vector puede ser almacenada en capas o “layers” o mediante particiones, donde en cada capa se pueden almacenar diferentes atributos, dichos atributos pueden combinarse para obtener un mapa completo o pueden graficarse por separado. (*Franco Mass, 1992*)

Estructura de datos Raster.- En la información raster el área es dividida en una retícula regular y la localización de cada celda de tamaño regular, también llamado PÍXELES (Picture Element), es dado en términos de columnas y renglones mediante un código numérico o alfanumérico. En este formato el punto se define como una celda individual, la líneas como una sucesión de celdas contiguas con dirección específica y el polígono como una agrupación de celdas contiguas.

El manejo de datos raster es relativamente sencillo debido al sistema de localización mediante columnas y renglones, pero implica tratar con grandes volúmenes de información pues, independientemente de si hay o no información, siendo evidente que a mayor desinformación de la retícula mayor será la resolución alcanzada pero también mayor será la memoria requerida para su almacenamiento. (*Franco Mass, op. cit. 1992*). (Figura 50)

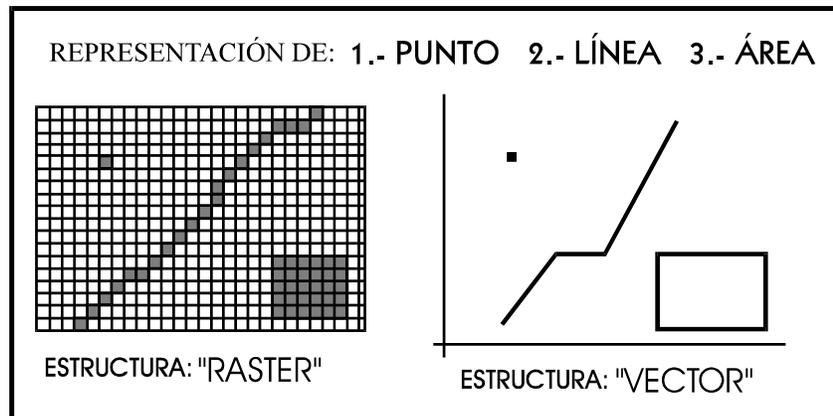


Figura 50.- Esquema de la estructura vector y raster dentro de la computadora (Tomado de "FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA"., 1994)

#### Entrada de los datos al Sistema de Información Geográfica.-

La entrada de los datos es definida como una conversión de una información espacial en un formato existente, en un formato digital y que es compatible con la estructura de datos del sistema, los datos georreferenciados son incluidos y que es compatible con la estructura de datos del sistema, los datos georreferenciados son incluidos en las copias de mapas y tablas de atributos, archivos electrónicos de mapas y atributos de datos asociados, fotos aéreas escaneados y datos digitales de sensores remotos.

La conversión de datos puede ser muy complicada como digitalizar manualmente el contenido de un mapa o simple como convertirlo en un archivo de un mapa digital ya existente dentro de un formato que tenga acceso al sistema.

Son cuatro formas fundamentales para meter y almacenar datos en el SIG: puntos, líneas, polígonos y superficies (Figura 51). Estos datos son normalmente usando uno de los cuatro formatos:

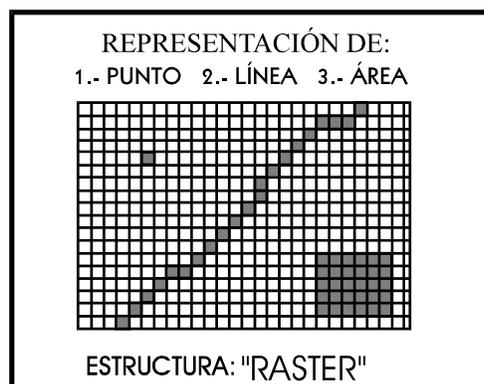


Figura 51.- Esquema de la estructura raster dentro de la computadora. (Tomado de "FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA"., 1994)

1.- Modelo de dato Vector

- 1) Vector tradicional en coordenadas cartesianas (modelo espagueti) (Figura 52)
- 2) Vector topológico, modelo basado en nodos y arcos (Figura 53)

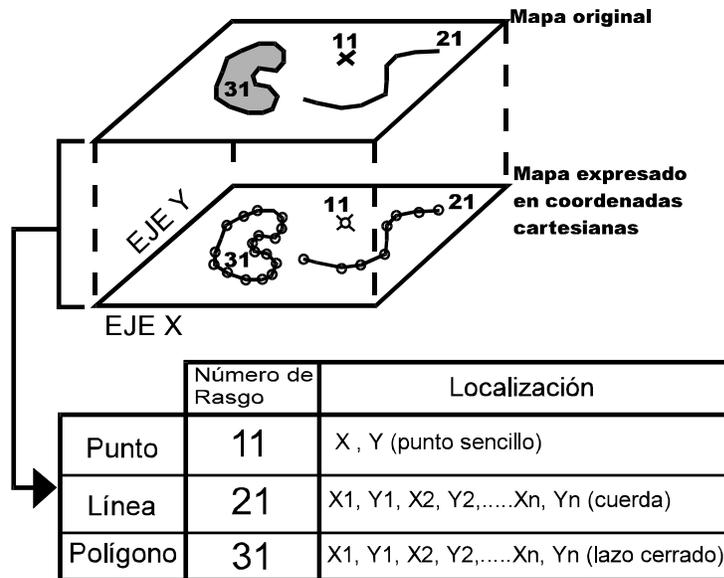


Figura52.- Rasgo de punto, línea y polígono usando el vector tradicional (Spagueti) con técnicas digitales de coordenadas cartesianas. (Tomado de "INTRODUCTORY DIGITAL IMAGE PROCESSING A REMOTE SENSING PERSPECTIVE", 1996, pag 283)

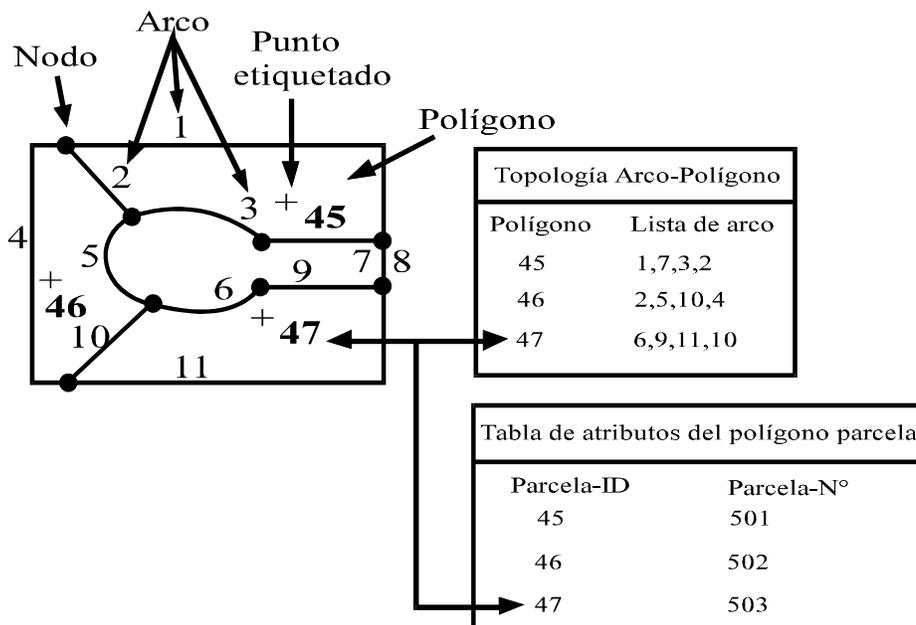


Figura53.- Se muestran rasgos de la estructura de datos topológicos constando de nodos, arcos y puntos etiquetados. Los polígonos son derivados desde la topología del arco-polígono, y cada característica del polígono es almacenada en la tabla de atributos de polígonos. (Tomado de "INTRODUCTORY DIGITAL IMAGE PROCESSING A REMOTE SENSING PERSPECTIVE", 1996, pag 284)

## 2.- Modelo de dato Raster

- 1) Formato Raster tradicional (malla) (Figura 54)
- 2) Modelo de dato Raster Quadtree (Figura 55) (Jensen, 1996)

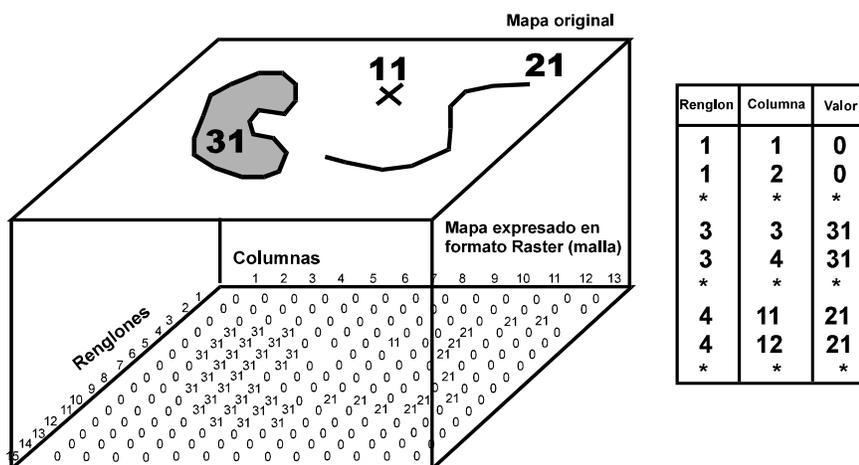


Figura 54.- Estructura básica de un archivo malla (Raster). (Tomado "INTRODUCTORY DIGITAL IMAGE PROCESSING A REMOTE PERSPECTIVE"., 1996, pag. 285)

### Modelo de datos lineales Raster Quadtree

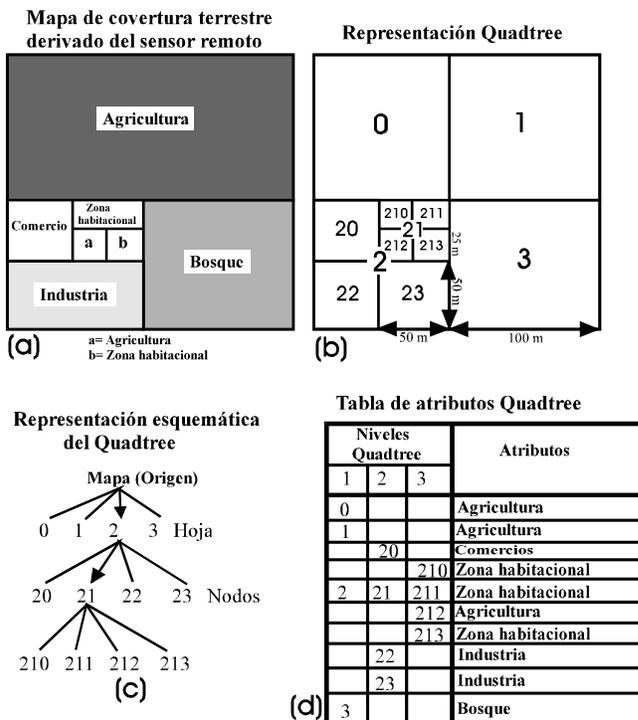


Figura 55.- Características de una estructura lineal de datos Raster Quadtree (modificada desde Aronoff, 1991). (Tomado de "INTRODUCTORY DIGITAL IMAGE PROCESSING A REMOTE SENSING PERSPECTIVE".1996, pag 287)

Cuando nosotros decidimos un método de colección de datos, ya sea con centros completos, o procesos de muestreo, algunos objetos son asignados con nombre, otros con números y otros con medidas, los cuales decidiremos si se representan en forma gráfica, tomamos un grupo de datos y decidimos en que proyección la queremos o necesitamos (si es cualquiera), que sistema de malla es la mejor y como ponerla. En algunos casos, especialmente con la ausencia del sistema, nosotros producimos un mapa directamente desde los datos, solamente después integramos estos en una base de datos cartográficos para usar dentro del sistema. (Figura 56)

Este proceso envuelve justamente la cubierta que vemos del desarrollo, decidiendo que conceptualización es necesaria para poder realizarla, y aún más abstracto, este es como un mapa computarizado de forma compatible para entrar directamente al sistema.

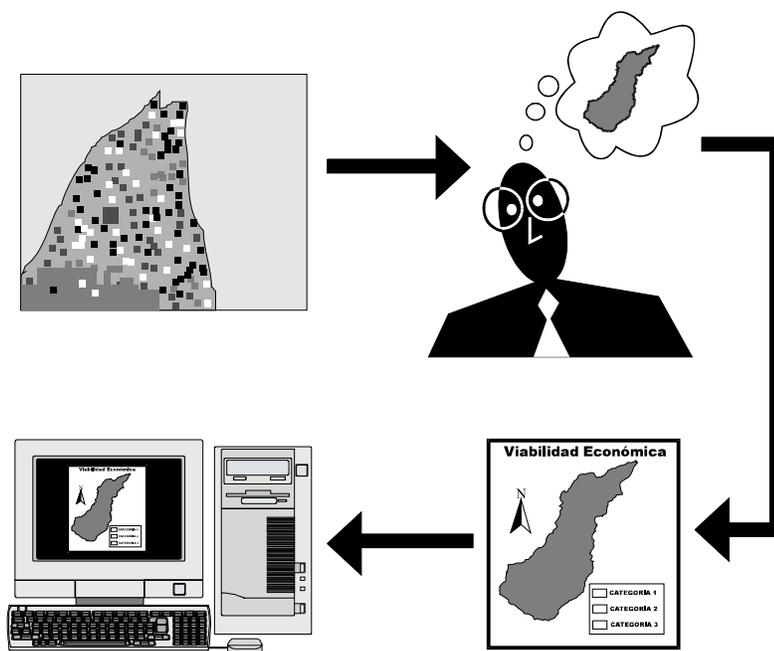


Figura 56.- Transformando el espacio geográfico en base a los datos para el SIG, donde muestra el cambio del nivel de abstracción, desde la concepción del cartógrafo del mundo real, a la abstracción cartográfica, y finalmente para la abstracción de la computadora (Tomado "MAPPING WAYS OF REPRESENTING THE WORLD"., 1997)

El diagrama muestra el cambio de nivel de abstracción desde el mundo real para la concepción del cartógrafo para la abstracción cartográfica y finalmente la abstracción de la computadora, con lo que se forja a la computadora para que lo modifique de acuerdo a

como nosotros vemos los datos, la computadora no piensa como nosotros, por lo que no puede operar directamente una visual u objetos gráficos como nosotros los dibujaríamos en un papel, por lo que necesita un lenguaje o programa (*DeMers.,1997*), que le permita envolver esta serie de datos en “layers” o capas y le permita la creación de nueva información que es archivada a través de la construcción de más capas, derivadas para el procesamiento de una o más capas existentes, ya que en una capa pueden alojarse los caminos (representados con líneas), puede ser usado como entrada en el proceso, y así meter en cada capa característica del terreno (Figura 57), como la hidrología, topografía, uso de suelo, etc. (*Dorling y Fairbairn, 1997*)

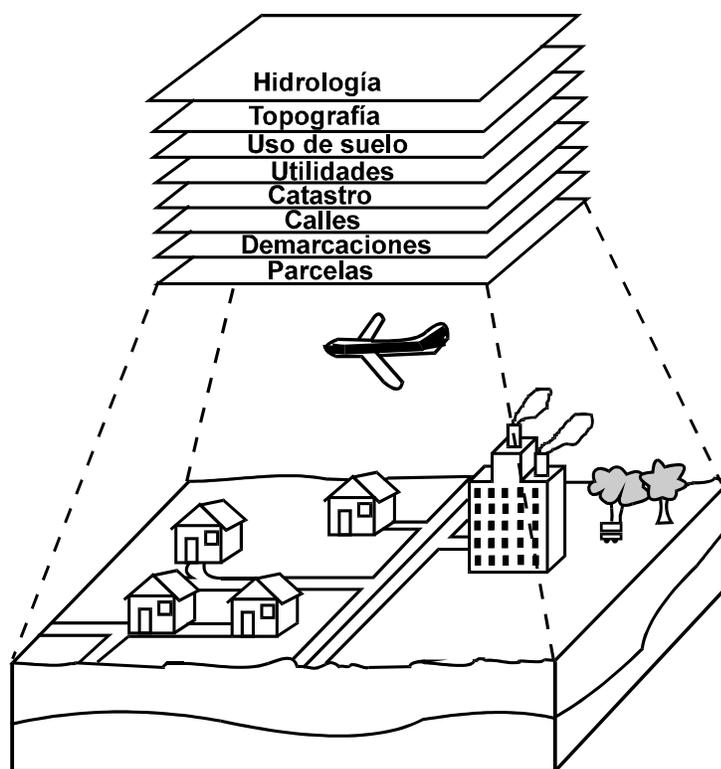


Figura 57.- Modelación del mundo a través del SIG. (Tomado de "MAPPING WAYS OF REPRESENTING THE WORLD", 1997)

Algunas estructuras básicas de los archivos de la computadora.-

Mucho de lo que hacemos en el Sistema de Información Geográfico consiste en almacenar entidades y atributos de los datos de forma que nos permita retroalimentar cualquier combinación de estos objetos, por lo que estos requerimientos de la computadora, usando una estructura de archivos representativos, son para almacenar, localizar, ubicar y registrar

a través de referencias, en otras palabras, cada característica geográfica puede ser almacenada explícitamente, solamente con sus atributos, por lo que podemos seleccionar la combinación correcta de entidades y atributos en un periodo razonable de tiempo, esto es igual para tener una referencia a través de nombres, direcciones, y números telefónicos.

Por ejemplo podemos crear una lista simple, donde ordenar la estructura de los archivos, ya que las bases de datos pueden ser tan complejas o sencillas como queramos, y se pueden ordenar los archivos en orden alfabético, hacer una lista de archivos para tener acceso más rápido a ellos.

#### Salidas de los Sistemas de Información Geográfica.-

Las respuestas fundamentales de los SIG consiste principalmente en gráficos y mapas, aunque también se incluyen formas textuales. Ambos tipos de salida, pueden ser representadas tanto en formato analógico como digital.

El producto analógico es el que se obtiene cuando un usuario ha procedido a interrogar al sistema en cualesquiera de sus opciones programadas y recibe la repuesta correspondiente.

El producto digital también es una respuesta del sistema a una interrogación del usuario, pero esta destinada principalmente a otros sistemas automatizados de información, pues se encuentran soportadas bien sobre bandas magnéticas, o sobre discos flexibles o rígidos de diversos tipos y capacidades.

La información textual analógica normalmente es un conjunto de listas o tablas resultantes de la base de datos o quizá de uno de los análisis o manejos implementados y la información gráfica analógica puede consistir en mapas, gráficos o esquemas cartográficos elaboradas sobre papel o sobre algún material sintético especial y también sobre la pantalla (Figura 58). De cualquier forma, son las salidas gráficas y fundamentalmente los mapas, los que tiene mayor peso e importancia y a su vez constituyen los rasgos distintivos de los Sistemas de Información Geográfico con respecto a otros sistemas automatizados desarrollados en otras ciencias naturales y en la esfera de económica. (*Guevara, 1992*)

Por lo que podemos concluir que los elementos característicos que conforman un SIG son:

- 1) Los mapas
- 2) La base de datos
- 3) El análisis espacial

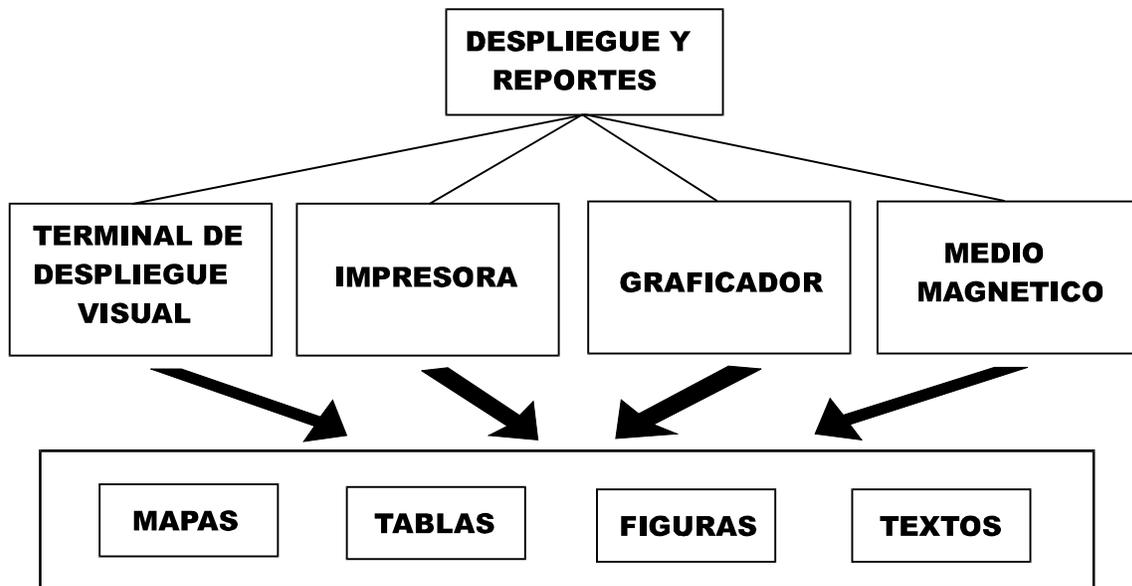


Figura 58.- Esquema que muestra la salida del Sistema de Información Geográfica (Tomado de "FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA", 1994)

Existen dos formas en las que un SIG puede ser utilizado:

La primera es para hacer preguntas descriptivas del tipo ¿qué?, ¿cuándo?;

La segunda se concentra en hacer preguntas analíticas, con lo cual ya podemos conformar un espacio en el sistema y cotidianamente se entiende por espacio el medio en el que es posible el movimiento y que es susceptible a ser medido en términos de distancia, de lo cual se deriva orientación y tamaño, ya que el mundo real es expresado de acuerdo a la nomenclatura y métodos geográficos, y se le conoce como espacio geográfico.

Para la adquisición de un SIG, lo primero a considerar son los objetivos que persigue el proyecto, los cuales deben ser claros y enfocados a los usuarios finales. (Figura 59) Una vez que se ha aceptado el proyecto, se deben de ver varios puntos:

- 1.- Selección.- Definición de los datos e información a utilizar (base cartográfica y datos alfanuméricos).
- 2.- Diseño de la base de datos.
- 3.- Dimensionamiento del sistema.
- 4.- Selección de los productos hardware y software.
- 5.- Carga de la base de datos.
- 6.- Desarrollo de las aplicaciones.
- 7.- Implementación de un método operativo.
- 8.- Formación.- Preparación de los resultados y las salidas.
- 9.- Previsión y organización para el mantenimiento del sistema.

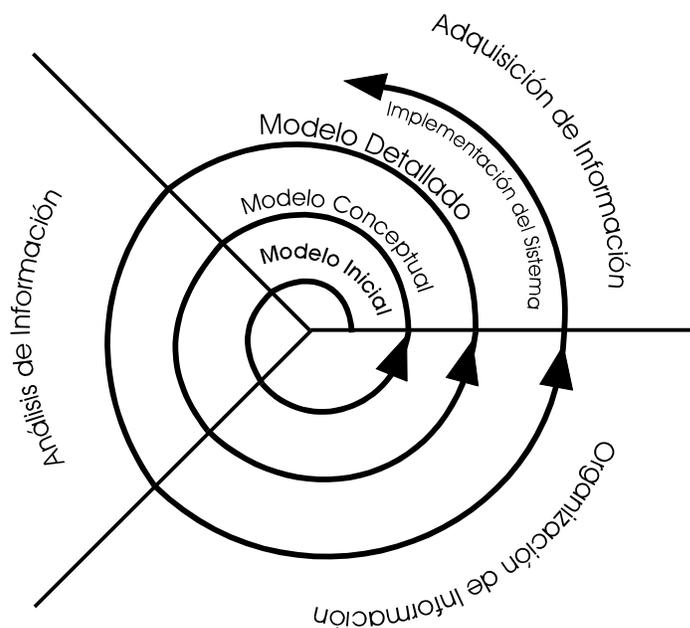


Figura 59.- Diseño del Modelo MARble es espiral para SIG. Los niveles indican el nivel del diseño. (Tomado de "MAPPING WAYS OF REPRESENTING THE WORLD", 1997, pag. 439)

Visto esto, ya para el establecimiento del sistema existen básicamente tres métodos:

- 1.- Directamente en el terreno (métodos topográficos)
  - 1) Empleo de receptores GPS, en combinación con instrumentos
  - 2) Topográficos convencionales
  - 3) Para coleccionar coordenadas y atributos

2.- Otras fuentes (métodos cartográficos)

1) A partir de otros mapas, escaneado y vectorizado

3.- Indirectamente (métodos fotogramétricos)

1) Fotografías aéreas y satélites

2) Imágenes digitales aereotransportadas

Empleo de los diferentes métodos.-

1.- Cuando no existen datos o estos son demasiado antiguos e imprecisos, el insumo más adecuado es la fotografía

2.- Cuando se realiza actualización cíclica, el insumo más adecuado es la fotografía

3.- Para la realización de actualizaciones continuas y/o de pequeños volúmenes de datos, es recomendable y conveniente emplear el método directo

4.- Cuando los mapas son suficientemente completos, actuales y confiables, se usan estos como fuente de datos. (*Campos, 1999*)

## 4.1.- Base de Datos y Archivos del SIG

La base de datos es un conjunto organizado, de datos almacenados en forma digital en una computadora, está puede ser muy sencilla y no concluir datos espaciales (*Franco Mass, 1992*), el DBMS (Data Base Management System) Sistema de manejo de base de datos; de los algoritmos utilizados para el procesado de los mismos y de la estructura de la base de datos, que permite su organización.

Un DBMS debe proveer:

- 1.- Seguridad de los datos tanto para su acceso como para su manipulación
- 2.- Integridad en la topología de los datos
- 3.- Sincronización a lo largo de todos los procesos de almacenamiento y manipulación
- 4.- Protección en cuanto al acceso de la información

Un DBMS aplicado al manejo de sistemas de información geográfica, comprende el manejo de datos espaciales o geográficos, claramente referidos a un sistema de coordenadas geográficas, es decir, definidos en términos de su localización espacial. (*Franco Mass, 1992*)

Las etapas en el diseño de una base de datos serían 3 (Figura 60)

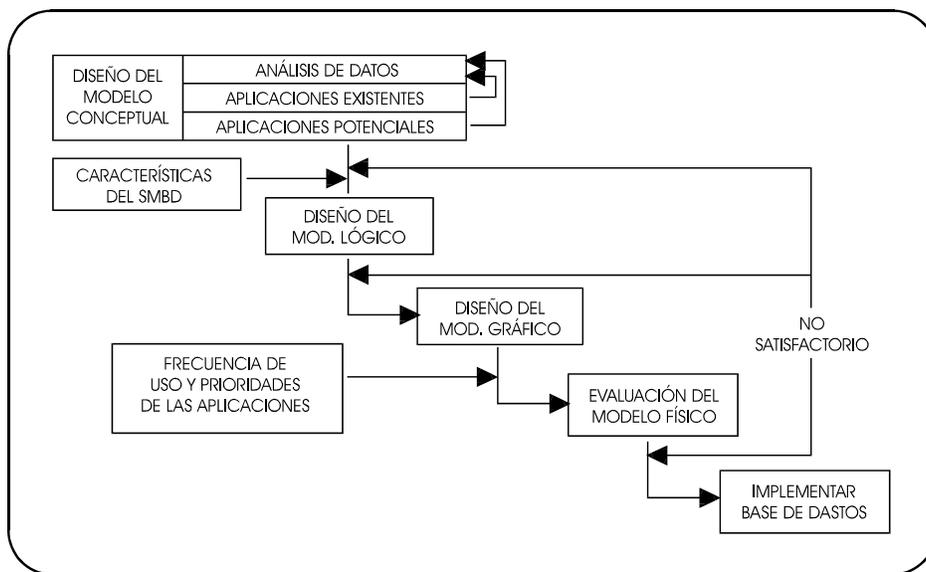


Figura 60.- Diagrama que muestra el procedimiento para realizar una base de datos. (Tomado de " FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA",., Cortes, 1994)

### 1.- CONCEPTUAL.-

- 1) Independiente del software y hardware
- 2) Describe y define las entidades incluidas
- 3) Identifica como serán representadas en base de datos
- 4) Requiere decisiones sobre como se representarían las dimensiones del mundo real y las relaciones

### 2.- LOGICO.-

- 1) Software específico e independiente del hardware
- 2) Define la estructura lógica de los elementos del base de datos, determinando el sistema manejador de la base de datos

### 3.- FÍSICO.-

- 1) Hardware y software específicos
- 2) Requiere consideraciones de la manera de como los archivos estarán estructurados para el acceso desde el disco

Las características deseables de la base de datos:

- 1.- Actualizada
- 2.- Tener el detalle como sea necesario para las aplicaciones propuestas
- 3.- Posicionalmente precisa
- 4.- Compatible con otra información que pueda ser incorporada
- 5.- Actualizar realmente con un programa regular
- 6.- Accesible para cualquiera que lo necesite (*Cortes, 1994*)

Lo que se hace en el sistema de Información Geográfico consiste en almacenar entidades y atributos de los datos, de forma que nos permita retroalimentar cualquier combinación de estos objetos, lo que conforma la base de datos.

Estos requerimientos para la computadora, son usando una estructura de archivos representativos, lo que nos permite almacenar, localizar, ubicar y registrar a través de referencias o niveles, en otras palabras, cada característica geográfica puede ser almacenada explícitamente solo con sus atributos por lo que podemos seleccionar la combinación correcta de entidades y atributos en un periodo razonable de tiempo, esto es igual para tener

una referencia a través de nombres, direcciones, números telefónicos, etc. (Dorling y Fairbairn., 1997)

Una vez establecido el concepto de base de datos y para que nos sirva, ahora debemos ver como introduciremos los datos y que tipo de datos requerimos (Figura 61)

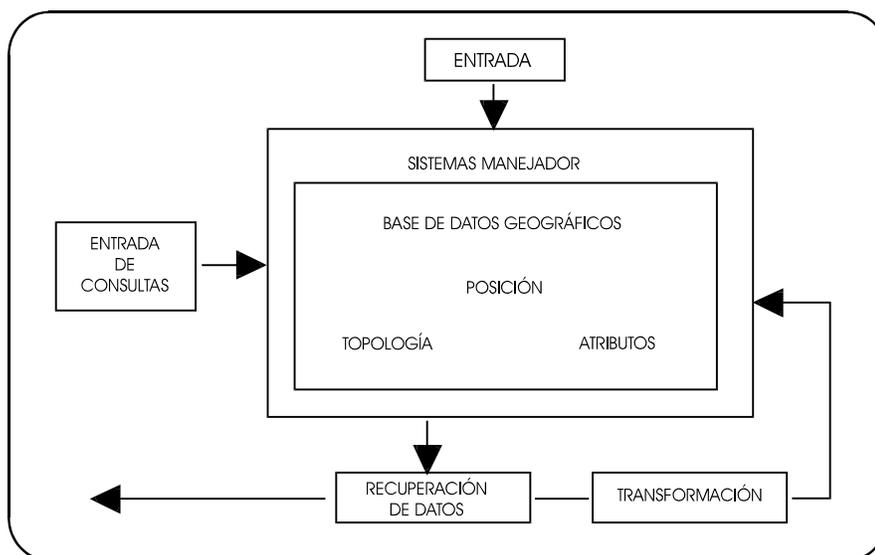


Figura 61.- Diagrama que muestra la entrada de los datos a la base de datos(SMBD). (Tomado de " FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA"., Cortes, 1994)

Por lo que es conveniente ordenar estas estructuras de archivos o “layers” que no son otra cosa que manejar la información a través de niveles, ver como se dividirán, que contendrán cada uno, que conceptos se manejaran en cada uno, para el caso que nos ocupa en particular, que es la Delegación Magdalena Contreras podríamos obtener un esquema por puntos de interés, por tópicos, o de diversas formas, por ejemplo:

- 1) La configuración de la Delegación
- 2) Coordenadas geográficas
- 3) Historia de la Delegación
- 4) Principales localidades delegacionales
- 5) Elevaciones principales
- 6) Colonias que conforman la Delegación
- 7) Fisiografía
- 8) Geología

- 9) Climas
- 10) Regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas
- 11) Corrientes de agua
- 12) Agricultura y vegetación
- 13) Uso potencial de la tierra
- 14) Áreas naturales protegidas (coordenadas geográficas)
- 15) Estado y movimiento de la población

Así como otras características más.

Una vez dentro la información, será manejado como capas o “layers” con su respectivas identificaciones o nombres que los distingan unos de otros, y a la hora de requerirlos, la computadora los mostrara con rapidez y entonces podremos manipularlos, encimarlos, fusionarlos, dependiendo de que resultados deseemos obtener en el plano.

Por lo que es importante diferenciar los tipos de archivos de acuerdo a su importancia y utilidad.

## **4.2.-Diseño e Implementación de un Sistema de Tratamiento de Imágenes**

Un Sistema de Tratamiento de Imágenes (STI) es un conjunto de hardware (HW) y software (SW) que permite la transformación de datos digitales en información útil al usuario. Una ampliación de esta definición es incorporar los sistemas de captura de datos digitales de forma que sean inmediatamente asequibles a los ordenadores.

Como cualquier sistema de información (SI), un STI consta de unidades de entrada, unidades de proceso y unidades de salida, en cuanto al hardware se refiere, a lo que hay que añadir el sistema operativo (SO), responsable de la gestión de recursos de la máquina, de la interfaz con el usuario y de las entradas y salidas (E/S) del sistema, y en cuanto al software básico se refiere, hay que añadirle el software de aplicación de tratamiento de imagen (YI) aplicado a la teledetección. (Figura 62)

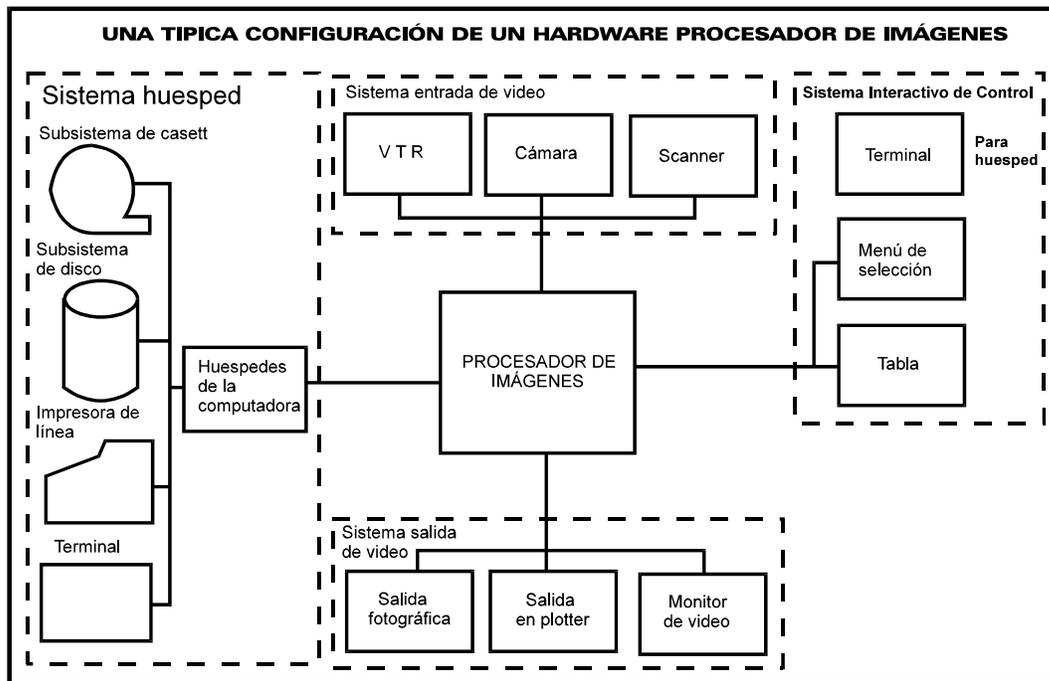


Figura 62.- Configuración básica de un sistema de tratamiento de imágenes (Tomado de "MEMORIAS DEL CURSO INTERNACIONAL PARA EL TRATAMIENTO DE IMÁGENES DE SATÉLITE CON APLICACIONES CARTOGRÁFICAS", 1995.)

## HARDWARE.-

En el bloque de entrada de datos podemos considerar los siguientes elementos:

- 1.- Unidades de cintas magnéticas estándar (tape).
- 2.- Unidades de almacenamiento óptico: unidades CD-ROM, unidades CD-r y disco magneto-óptico
- 3.- Disquetteras.- Los discos actualmente mas en uso son los CD's los cuales tienen una capacidad de 650 Mbytes o los de 3.5" con capacidad de 1.38 Mbytes.
- 4.- Scanner.- Hay que considerar los scanners de sobremesa y de tambor. Los tamaños y resolución de cada uno de ellos es distinto así como su resolución digital de barrido; Los tipos de sobremesa en color pueden dar hasta 600 dpi y los de tambor en color hasta 6000 dpi.
- 5.- Tablero de digitalización.- Este tablero permite la entrada de coordenadas del mapa, directamente la sistema de Tratamiento de Imagen o digitalizar cualquier elemento gráfico de interés para el sistema de Tratamiento de Imágenes.
- 6.- Cámara de T.V.- siendo una entrada de datos rápida y sin problemas de formato

7.- Antena de recepción.- Para NOAA-AVHRR (Vivas, 1994)

En el bloque de unidades de proceso debemos considerar:

El CPU (Unidad Central de Proceso), la memoria RAM y el disco de almacenamiento masivo. Considerando que se necesita una unidad de CPU lo más rápida posible y con potencia de cálculo realmente elevada.

En el bloque de salida destaca por su importancia el sistema gráfico de visualización desde la pantalla de la computadora, permitiéndonos visualizar y comprobar las imágenes que estamos tratando, siendo sus parámetros fundamentales:

- 1.- La memoria RAM de imágenes.
- 2.- La resolución digital.
- 3.- El tamaño de imagen visualizable.

A este tipo de salida se les da el nombre de “blandas” y las salidas “duras” como son las que se presentan en copias de papel llamadas “hard-copy”, ya sean de color o no.

Por mencionar algunos otros tenemos la filmación de película fotográfica desde ficheros digitales, llamados “film-writer” y permiten obtener documentos analógicos, y otro es la conversión de ficheros RGB (Red, Green, Blue) a salidas de separación de colores (AMCN) preparadas para impresión offset y obtenidas también sobre un sistema de filmación sobre película fotográfica.

Las características básicas de cualquiera de estos sistemas de salida duros es la resolución gráfica obtenida y la escala de la imagen de salida sobre el soporte considerado (papel, película, fotográfica, etc.)

SOFTWARE.-

Ya hemos mencionado el software básico consistente en el sistema operativo que incluye toda la funcionalidad para manejar los recursos de la máquina.

La mayoría de los software comerciales de tratamiento de imágenes son modulares, de forma que se va diferenciando la funcionalidad específica en distintos módulos.

Los módulos mínimos que son necesarios para el tratamiento de imágenes y teledetección son:

- 1.- Núcleo o “CORE”.- Que sustenta el corazón del paquete de software, encontrándose en el, más rutinas elementales de tratamiento de imágenes; entrada/salida (en discos, cintas, etc.) visualización de imagen, manipulación de imagen y gráficos, gestión de ficheros,

interfaces con sistema operativo, realce interactivo, filtrado espacial elemental, manipulación geométrica de imagen, manipulación pixel a pixel, correcciones radio métricas y reconocimiento de periféricos conectados al sistema, etc.

2.- Entrada/Salida.- Que controla los distintos periféricos de estos bloques.

Con estos dos módulos ya tendríamos las funciones básicas de un tratamiento de imágenes y teledetección, aunque claro esta, estamos muy lejos de tener aun un sistema de tratamiento de imágenes. Por lo que para complementarlo se necesita de los siguientes módulos, aunque no se encuentren tal cual en los software comerciales.

3.- Aritmética de imagen y operaciones Booleanas.- Nos permite operaciones aritméticas entre imágenes y/o bandas de imágenes multiespectrales, así como aplicar senos, cosenos, con aplicaciones más allá de lo que esta potencia pretende, y las Booleanas nos permite la combinación de imágenes.

4.- Correcciones atmosféricas.- Permite modificar los valores de grises de los pixeles atenuando el efecto atmosférico que en ellos subyace debido a factores de radiación difusa y emisión propia de la atmósfera en el cambio de la radiación hasta el sensor.

5.- Corrección geométrica y cartográfica.- Este módulo nos permite obtener una imagen en la que se han retirado los distintos efectos geométricos introducidos por la forma de captura de la imagen.

6.- Filtrado espacial.- En este módulo se incluyen los métodos de proceso de imagen destinados a mejorar el aspecto visual de la imagen para su interpretación visual o para realizar distintos fenómenos enmascarados en la imagen y de interés para el usuario.

7.- Filtrado en el dominio de las frecuencias.- Nos permite trabajar con el dominio de las frecuencias a través de la transformación rápida de Fourier.

8.- Análisis multivariado.- Donde deben estar las funciones de componentes principales, cálculo de matriz de varianza, covarianza, análisis discriminante, etc.

9.- Clasificación.- Módulo al que se incorporan todas las funciones de reconocimiento de formas y sus herramientas anexas, así como elementos necesarios para la depuración de los estadísticos a aplicar.

10.- Periféricos espaciales.- Aparte de los estándares se debe tener las funciones básicas para manipular otros periféricos específicos.

11.- Conversión de distintos formatos de imagen.- Estas capacidades dan al software una forma versátil y flexible de comunicar distintos entornos de tratamiento de imágenes y usuarios que manejen distintos formatos de datos.

12.- Conversión Raster-Vector y viceversa

13.- Modelos Digitales de Terreno (MDT).- La construcción del modelo digital de terreno a partir de imágenes espaciales o aerotransportadas con carácter estereoscópico es una aplicación clara de teledetección y algunos software ya la implementan con resultados francamente buenos.

14.- Modelos 3D.- A partir de los modelos digitales del terreno se pueden obtener perspectivas que ayudan a interpretar el entorno geográfico de la imagen y pueden superponer sobre un modelo digital del terreno, una imagen de satélite obteniendo un modelo de paisaje.

15.- Radar.- Este módulo trata con los datos radar suministrados principalmente por la plataforma ERS-1, y se está aplicando para la construcción del modelo digital del terreno por interferometría.

16.- Sistema de información geográfica (SIG).- Algunos software ya incorporan módulos de SIG, ya que se tienen todas las fuentes de entrada (imágenes geocodificadas, imágenes clasificadas por diferentes temas: uso de suelo, modelo digital de terreno, etc.) que permite explorar el simple dato digital obteniendo una información mucho más elaborada y útil para el usuario.

17.- Desarrollo propio.- Englobando aquí todas las herramientas de las que se ha de disponer para poder llevar a cabo el desarrollo propio por el usuario. No es normal que el fabricante de software nos suministre los programas fuentes, en las que se basa su sistema de tratamiento de imágenes, pero sí es normal acceder a las rutinas elementales que permiten crear funciones y comandos a nuestra medida. Un software de tratamiento de imágenes no debe dejar cerrado al usuario en su propio entorno sino debe dejar que el usuario pueda crear más allá de lo que el fabricante del software le ha dado. (*Vivas, 1994*)

### **4.3.- Análisis y Modelación Cartográfica.**

Debemos diferenciar entre un SIG y un sistema de cartografía, ya que la diferencia radica en las capacidades de transformar los datos espaciales para poder contestar a búsquedas específicas que tengamos.

EL subsistema de análisis es el corazón del SIG es muy utilizado, hasta se puede decir que es abusado, pues estos abusos van desde ensayos para comparar los datos espaciales nominales no comparables con el radio de datos espaciales de alta precisión para expresarnos acerca de la causa natural del fenómeno correspondiente espacial hecho sin ensayo por causas alternativas; algunos datos son a propósito condicionados en un nivel ordinario, primero en base a su importancia percibida para un problema en particular. (*De Mers, 1997*)

De hecho en el SIG la aplicación de cambios de escala y cambios de proyección, mover distorsiones, realiza rotación y translación de coordenadas, y mide puntos, distancias, áreas y volúmenes (Figura 63).(Jensen.,1996). El primer paso del SIG es categorizar los problemas espaciales, donde es importante distinguir entre operaciones que localizan algo y aquellas que buscan establecer que hay en un determinado lugar, las búsquedas espaciales, por lo general basado en puntos, líneas y áreas, regresan información que dependen del contenido de la base de datos, sin embargo, existen operaciones que requieren de mediciones espaciales o de conocer las relaciones entre diferentes lugares.

Los problemas espaciales requieren de operaciones estadísticas que resuelvan problemas de predicción, interpolación, comparaciones o simulaciones alternativas.

La manera en como percibimos al mundo, se refleja en la organización de los datos. Los elementos básicos pueden ser combinados para formar otras unidades espaciales, o sea elementos o unidades básicas utilizadas para recolectar los datos; predios, conexiones telefónicas, etc. (Guevara,1992)

Los orígenes del análisis espacial se da durante el desarrollo de la geografía cuantitativa y estadística en los años 50's. Posteriormente se extendió a la creación de modelos matemáticos y métodos operacionales de investigación. Algunos autores definen el análisis espacial como procedimientos y técnicas cuantitativas (principalmente estadísticas) aplicadas al análisis locacional. (Guevara,1992)

Cambio de escala	Traslación y Totación	Cambio de Proyección	Eliminación de Distorción (Rectificación Lineal y no lineal)

Manipulación geométrica fundamental de los archivos de las bases de datos del SIG

<p>Número Total</p>	<p>Recta</p>	<p>Área</p>	<p>Sección Transversal</p>						
<table border="1"> <tr> <td>Polígono 1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Polígono 2</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Polígono 3</td> <td>2</td> </tr> </table>	Polígono 1	1	Polígono 2	0	Polígono 3	2	<p>Curva</p>	<p>Perímetro</p>	<p>Área</p>
Polígono 1	1								
Polígono 2	0								
Polígono 3	2								
Punto	Distancia	Áreas	Volúmenes						

Medidas de puntos, distancias, áreas y volúmenes en un SIG

Figura 63.- propiedades del SIG. (Tomado de "INTRODUCTORY DIGITAL IMAGE PROCESSING A REMOTE PERSPECTIVE".,Jensen, 1996, pag. 291)

Pero como encuentra objetos el SIG?

La base de datos digital tiene diferentes coberturas donde se puede aislar numerosas características por estudiar. y conocer cada característica seleccionada que es más ocurrente, con un simple proceso de reclasificación.

La identificación y localización absoluta de datos punto en el barredor del SIG, pueden olvidar el equivoco, puntualizando la tarea, porque la celda de la malla divide o cuantifica el espacio dentro del paquete uniforme espacial, esta localización esta basada en las propiedades electromagnéticas.

En el barredor (scanner), las líneas del SIG son meramente colecciones de celdas mallas, las cuales tocan a unas u otras a lo largo de cada lado o diagonalmente en espacios cartesianos. Los polígonos son grupos de celdas mallas que son conectados en gran parte de la misma forma, o parte de los valores de los tributos (llamados regiones).

Después puedes usar el cursor para identificar la localización de la columna o el renglón y atributos para cada localidad.

En sistemas Vectore descubrir puntos, de un tipo específico por ejemplo como son postes de teléfono, nidos de pajaros, etc., puedes necesitar acceso a los atributos de la base de datos que son establecidos en las entidades, puedes aislarlos selectivamente, según sus tipos de especificación del objeto punto. Ya que contiene información espacial explícita, donde fácilmente puedes obtener las coordenadas exactas en el espacio proyectado, puedes obtener información acerca de líneas y polígonos para seleccionarlos individualmente.

Cuando necesitamos encontrar y localizar objetos?

Es importante aislar, contar y localizar objetos, que nos dan un entendimiento de la completa complejidad de nuestras coberturas de mapas.

Los objetos en el mapa representan características de la tierra, basadas en nuestros paradigmas tradicionales de comunicación, una primer propuesta del mapa es para desplegar estos objetos, para facilitar la identificación entre las relaciones espaciales y entre ellos mismos, como otros objetos en la superficie de la tierra.

La existencia de objetos , sus localizaciones y distribuciones son muy importantes, para determinar causas y distribución de patrones, nos permite examinar sus relaciones con objetos más prominentes en la misma cobertura.

Pero todo requiere la habilidad inicial de aislar, contar y localizar las entidades individuales desde la base de datos. (De Mers,1997)

Existen funciones de análisis espacial en todos los paquetes que son un requisito mínimo en un SIG. (Figura 64) (Guevara,1992)

<i>Tipo de Datos Geográficos</i>	<i>Método de Análisis</i>
Punto	Vecino Cercano Métodos Cuadrados
Línea	Análisis de Redes y Métodos de Teoría de Gráficas Dimensión de Fractales Detección de Orillas
Árae	Medición de Áreas Autocorrelación Espacial Regresión Espacial Regionalización RegionalizaciónEspacial Determinación de Sitios Idóneos
Superficies	Proceso de Imágenes Mapeo Bayesiano

Figura 64.-Funciones del SIG, donde se resumen las operaciones del análisis espacial, que se aplican a los diferenes tipos de datos geográficos.

El análisis en el mapa generado por el SIG, es el resultado de una serie de preguntas hechas por le usuario, que envuelven operaciones de análisis espacial. Por ejemplo: los patrones del mapa significan algo?, son reales?, que estará causando un patrón particular?, pueden estos patrones ser modelados, predecidos?, pueden ser manipulados con herramientas de planeación?

Estas preguntas se reducen a dos tipos de patrones:

- 1). La descripción espacial de los patrones.- Se pueden obtener varias descripciones numéricas

2). La relación espacial de los patrones.- Se pueden elaborar preguntas más sofisticadas como por ejemplo ¿ si un patrón existe, que lo estará causando? (*Guevara, 1992*)

Definiendo objetos basados en sus atributos.-

Para encontrar puntos, líneas y áreas de un mapa es que son un pequeño valor, no son seleccionados basados solamente en su tipo de entidad, pues no podemos almacenarlos como entidades estériles en nuestra base de datos del SIG. La importancia del valor de cada uno y sus categorías, por que nuestro gran interés se basa en sus atributos de descripción.

Definición de objetos punto basado en sus atributos.-

Son muy importantes sus atributos característicos; Los árboles son diferentes a las casas, las cuales son diferentes a los carros, que son diferentes de los negocios, y otros.

Estas diferencias nos proporcionan variadas relaciones de patrones espaciales, de cada grupo de objetos, por que pueden diferir del tipo nominal. Cada una de estas categorías nominales, son una razón inherente para una segregación individual para aislar los patrones de forma individual. Los objetos punto pueden ser separados por tipo, por una categoría ordinal o nominal, por valor en intervalos de escala radio.

Definiendo objetos línea basado en sus atributos.-

Son unidimensionales definidas por dos o más puntos con pares correspondientes de coordenadas, puede contener nodos, específicamente indicados entre el comienzo y el final de la línea, objeto línea identificados por atributos con niveles variables de datos medidos, incluyendo vías, calles, líneas de fallas, cercados o arroyos. Las líneas pueden ser separadas basándose en categorías ordinarias, o algunas medidas de magnitud, que pueden experimentar un cambio en el tipo de atributo; categoría o magnitud.

En el sistema Raster, la tarea de identificar nuestros requerimientos para poder representar la elaboración de manipulaciones categóricas, es llamada función de cercanía.

En el sistema Vector se emplea un modelo de datos topológicos que pueden representarse para identificar cada atributo de cada silueta del polígono; un método simple para ambos Raster y Vector es para repetir los atributos para la línea que se relaciona con las vecindades del polígono.

Para localizar las líneas, es necesario identificar el par de coordenadas que hacen la línea en Vector o toda la malla celda de valores columna y renglón en Raster, algunas son simples, con una línea singular, otras son complejas, con una rama cadena que puede formar una jerarquía de líneas.

Definiendo objetos área basado en sus atributos.-

Estos son definidos, separados y distribuidos basados en sus categorías, clases o magnitud, el atributo más usado es la medida de su forma, donde intervienen las matemáticas llamadas geometría fractal, en la cual la irregularidad de los contornos del polígono son medidas, esto es relacionando la forma con la medida de elongación del polígono.

Las coordenadas para cada punto del polígono pueden ser usados para identificar los puntos que son lejanos en una dirección en particular

En Raster,, el tamaño es determinado indicando el número de mallas celdas que tienen valor, algunas veces un proceso de reclasificación puede ser necesario para aislar estos polígonos, aunque no son exactas.

En Vector, el perímetro de las líneas es fácilmente calculado y el área es calculada de forma más manual o con cálculos de longitud-tiempo-latitud para las porciones de cada polígono.

Otras formas de medición son:

Contiguo.- Para determinar la cantidad de contiguos, es clasificando los resultados dentro de grupos, el análisis puede ser retribuido y desplegando estos agrupamientos o usar estos para modelados futuros.

Homogeneidad.- En un área no definido como una simple poligonal, esto es la medida de muchas áreas que tienen presencia en el mapa y que entran directamente en contacto con aspectos del polígono, distribuyendo los mismos atributos., sin embargo la homogeneidad, también incluye la cantidad de Heterogeneidad inercial que un área contiene.

Lista de procedimientos básicos para el análisis espacial:

- 1.- Localización y prueba de patrones.
- 2.- Localización y prueba de relaciones entre patrones.
- 3.- Simplificación de datos.

- 4.- Detectores de orillas.
- 5.- Reconocimiento de patrones.
- 6.- Mejoramiento de visualización.
- 7.- Imágenes en movimiento.

#### Modelación Cartográfica.-

Tomlin y otros fueron pioneros en el desarrollo del modelado cartográfico en el ambiente del SIG definiendo la metodología de procesamiento de datos geográficos que apoya diversas aplicaciones, mediante la descomposición de los datos provenientes de diversas fuentes; componentes que pueden ser combinados con relativa facilidad y flexibilidad.

El modelo cartográfico (representación del paisaje) de una área geográfica se representa como una serie de capas o coberturas de dos dimensiones en donde cada locación (pixel, unidad de espacio cartográfico, representadas por un par de coordenadas cartesianas) esta asociada a una característica única. Así mismo, cada cobertura contiene información sobre: la resolución, proyección, orientación, titulo y zonas. En un sistema Raster correspondería un pixel, y en un sistema Vector, correspondería a una área, asociada con un punto o nodo. (Guevara, 1992)

El resultado es una álgebra de mapas, en el cual el mapa de características individuales, tal como tipo de suelo, valor de la tierra o densidad de población son tratados como “variables” que pueden ser transformadas o combinadas con nuevas variables en forma de funciones algebraicas específicas (Tomlin, 1991). La ecuación básica del álgebra de mapas es:

$$\text{NUEVA COBERTURA} = \text{FUNCIÓN DE UNA VIEJA COBERTURA}$$

donde nueva cobertura es el titulo asignado a la cobertura generada del nuevo mapa para aplicar una operación llamada “función” para un titulo de cobertura existente “vieja cobertura”. (Jensen., 1996)

Por lo que primero se debe decidir que resultado se quiere ver y cual es el mejor camino para el tipo de respuesta.

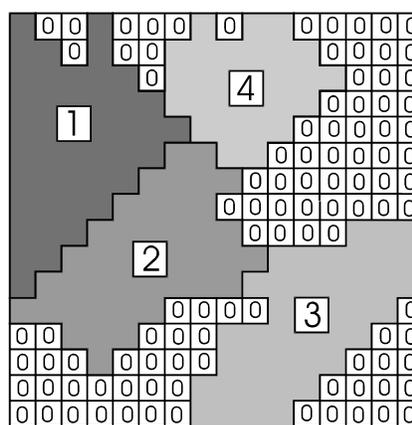
El modelo cartográfico.-

Es el termino acuñado por C. Dana Tomlin y Joseph K. Berry (1997) (*De Meers,1997*) para designar el proceso de usar combinaciones de comandos para responder preguntas acerca del fenómeno espacial. Formalmente la interactuación, operación de ordenadas de mapa que representa datos sin procesar, dato mapa, para simular un proceso espacial para tomar una decisión. Cada operación individual implica cambiar de una cobertura a otra.

La primera operación puede ser reclasificar la cobertura para crear una nueva cobertura que pudiera ser: aislar polígonos con ciertas características, (Figura 65) las que se pueden combinar con una función de vecindad que separe polígonos contiguos.

1	0	0	1	0	0	0	2	3	2	2	1	1	1	1	2
1	1	0	1	0	0	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2
1	1	1	1	1	0	2	2	2	2	2	2	1	2	2	
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	0	
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	0	0	1	1	3	
1	1	1	1	1	0	0	2	2	0	0	0	0	3	3	
1	1	1	1	1	0	0	0	0	3	3	0	0	3	3	0
1	1	1	1	0	0	0	0	3	3	3	3	0	3	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	2	2	2
1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2
1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2
0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	2	2	2	2	2	0
1	1	0	0	3	3	3	2	2	2	2	2	2	0	0	
1	1	1	0	3	3	3	3	2	2	2	2	2	0	0	
1	1	1	1	3	3	3	2	2	2	2	2	0	0	0	
1	1	1	1	1	3	2	2	2	2	2	0	0	0	0	

Valores originales representando diferentes tipos de tierra clasificada. Cada malla celda contiene una hectárea de tierra.



Valores nuevos representando una clasificación de parcelas contiguas basadas en su tamaño. Los 0's representan áreas que están por debajo de las 25 hectáreas, la zona 1 son para áreas con 44 hectáreas, la 2 para las zonas con 42 hectáreas, la 3 para 41 hectáreas y la 4 para 28 hectáreas

Figura 65.- Reclasificación de vecindades por tamaño.- Cumplimiento para aislar los polígonos de 25 hectáreas de largo. (Tomado de "FUNDAMENTAL OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM"., De Mers, 1997, pag.354

Un modelo cartográfico emplea operaciones analíticas en cada dato sin procesar y ver como se va sumando información contenida, para que el dato sea un contexto acerca de cada pertenencia, la cual hace posible posicionar la tierra como una área de estudio, pues podemos manipular esta cobertura que creamos, que tiene atributos específicos que se pueden usar para decidir que contendrá. Resumiendo un poco, el primer paso es la introducción de la “cobertura”, empleando el subsistema de entrada del SIG, después almacenar el mapa y editar algunos errores, con lo cual se presenta un modelo exacto de la cobertura al cual se le retribuye un análisis, que sería el almacenaje y edición del

subsistema del SIG., por lo que este proceso de modelado cartográfico es cíclico y lineal (Figura 66) y el ciclo natural del modelo cartográfico a través de su gran flexibilidad puede moverse de un subsistema a otro subsistema, en una serie de transformaciones de datos, todos designados para producir al final un producto con información espacial.

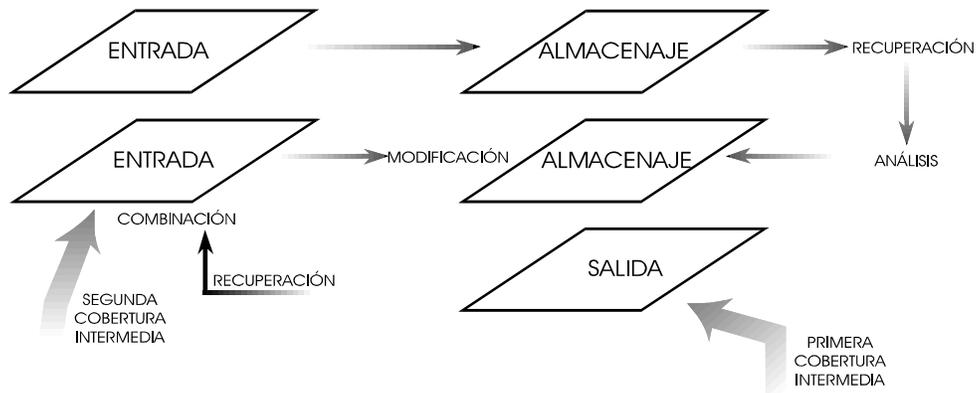


Figura 66.- Proceso del Modelo Cíclico.-La ilustración muestra el movimiento desde un subsistema SIG a otros para producir nuevas coberturas. (Tomado de "FUNDAMENTAL OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM", De Mers, 1997, pag. 355)

### Modelos en geografía.-

El por que el fenómeno del modelado espacial esta relacionado con la superficie de la tierra. Los modelos espaciales tienen una estancia principal de investigación geográfica y aplicaciones para mucho tiempo, después la revolución cuantitativa de los 50's y 60's, el paradigma original de la comunicación fue remplazada por el paradigma analítico y holístico, siendo el más famoso , el desarrollado por Heinrich von Thünen en 1990, es ahora llamado el "Modelo Estado Aislado". (De Meers, 1997) Aproximadamente en el mismo tiempo otros modelos geográficos fueron desarrollados por Alfred Weber (1909) (De Meers, 1997), los cuales después fueron modificados para localizaciones optimas y que ahora se conocen como "Modelos Localización-Asignación".

### Tipos de modelos cartográficos.-

#### Modelos Descriptivos.-

Describen explicando patrones particulares y patrones productores de asociaciones desde el análisis, ilustra las condiciones existentes para aislar el fenómeno preseleccionado, que características son localizadas en específico y como son asociados, permitiendo obtener patrones fácilmente reconocibles del fenómeno espacial. (*De Meers, 1997*)

Modelos Prescriptivos.-

Son desarrollados para representar hechos, para simular procesos, para expresar juicios, para predecir fenómenos, etc., y envuelven una forma de asignación cartográfica, que es el proceso de seleccionar localizaciones que satisfacen objetivos planteados. (*Guevara, 1992*)

Modelos predecibles.-

Determina factores asociados con cada otra espacialidad, requiriendo que las variables tengan una relación casual clara y verificable, comenzando con un desarrollo estadístico inferencial, el cual es como un análisis regresivo, por lo que el modelo requiere tener el desarrollo de la base de datos mostrando todas las características del área, describiéndonos que hay exactamente en ella.

Modelo Inductivo (desde un razonamiento inductivo).-

Es una gran colección de datos espaciales para una región de estudio en particular, el dato espacial tiene que ser colectado sobre un largo periodo de tiempo para proyectos de investigación individual, donde los datos son cualitativamente buenos, y podremos hacer algo con ellos si los colocamos dentro de la base de datos del SIG. El dato empírico espacial es examinado a través de acierto y error y las diferentes coberturas son comparadas y analizadas para correspondencias sobre los elementos de otras coberturas para determinar patrones espaciales similares o asociaciones que pueden indicar dentro del proceso con el área de estudio; pero la falta de diseño en la aproximación inductiva para modelado cartográfico es generalmente también ineficiente para lagunas aplicaciones comerciales. Mientras la tentativa científica para explorar datos, aplicaciones del mundo real, son muchas veces más específicas en sus metas y esto puede ser también de una manera deductiva.

### Modelos Deductivos.-

Comienza con una receta específica o una formulación que direcciona muy bien la pregunta, pues permite aproximaciones deductivas, que pueden tener ventajas para el modelado cartográfica, desarrollando solamente la cobertura necesaria y puedes concentrarte en preparar estas coberturas con el cuidado necesario para contestar tus preguntas. (*De Meers, 1997*)

### Factores de selección.-

No todos los datos son obtenidos fácilmente, y no todas las variables son definidas explícitamente.

### Flujo de trazo del modelo.-

Si se usan aproximaciones deductivas o inductivas, en técnicas de uso extremadamente completo para asistir a formular el modelo y determinar las coberturas apropiadas es el trazado del flujo del modelo, que requiere aislar cada elemento de la cobertura que son usados en el modelo, pues la cobertura puede ser muy específica y ser representativa de un simple factor o grupo de factores.

Si se tiene una cobertura muy rudimentaria que represente el mismo tema, se puede eliminar uno o más y el tiempo de salida puede ser reducido (Figura 67) es un simple flujo de trazo del modelo cartográfico deductivo que tiende a la mejor localización del mejor sitio para ubicar un lugar para cierta actividad, lo que nos dará un resultado muy específico.

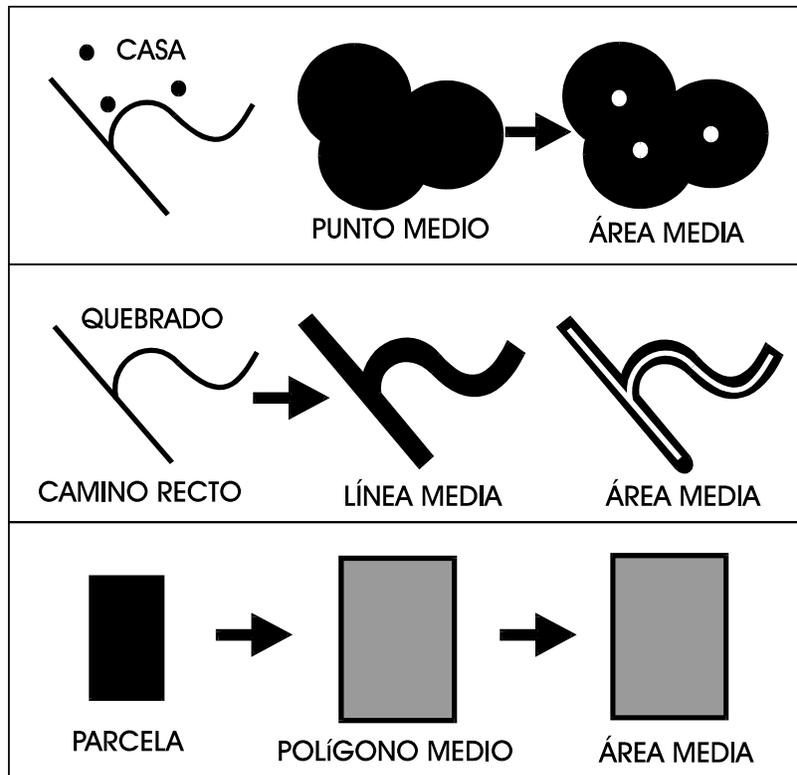


Figura 67.- Exploración geográfica (media) del aspecto alrededor de un punto, una línea y una área .(Tomado de "INTRODUCTORY DIGITAL IMAGE PROCESSING A REMOTE PERSPECTIVE".,Jensen, 1996, pag. 296)

Los cuatro factores necesarios para poder tomar una decisión:

- 1.- Factores de infraestructura: habilitamineto de caminos, agua, electrificación, el gas, etc.
- 2.- Factores políticos y legales: Desde ver el tipo de uso de suelo, permisos para construcción, zonas de tierra para propuestas no residenciales, mapas catastrales, etc.
- 3.- Factores estéticos: si el sitio es de esparcimiento, , para desarrollo humano, puede ser un lugar que este apartado de la ciudad, querer tener cierto tipo de vista, etc.
- 4.- Factores físicos: pendientes, densidad de vegetación, o áreas limpias de árboles, suelos no estables, suelos can mucha arcilla. (De Meers, 1997)

Las operaciones para llevar a cabo el álgebra de mapas o las operaciones matemáticas de la modelación cartográfica que se ofrecen en la caja de herramientas del SIG son:

- 1.- Operaciones locales: Las que después de un proceso obtiene un nuevo valor para cada localización, como una función de uno o más valores existentes, asociados a esa localización.

- 2.- Operaciones focales: Valores existentes, de distancia y dirección de sus valores vecinos, no necesariamente adyacentes o que estén en la misma cobertura.
- 3.- Operaciones zonales: Valores existentes de un layers o cobertura específico y que son asociados con la localización y con todas aquellas que ocurren en esa misma zona en otro layer.
- 4.- Operaciones incrementales: Caracterizan cada localización como incremento de uno, dos o tres formas de dimensionamiento cartográfico. (Guevara, 1992)

En la modelación cartográfica generar una solución en la forma de una cobertura (Figura 68) o de un mapa en el cual, las localizaciones fueron seleccionadas y asociadas con zonas que corresponden a las recomendaciones, se usan las siguientes técnicas:

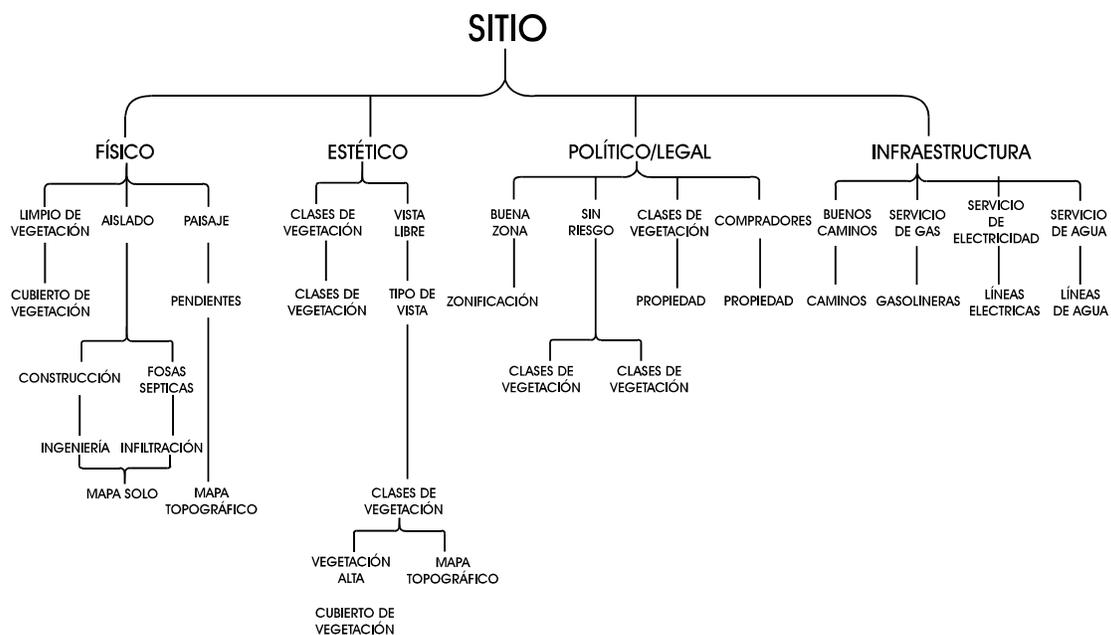


Figura 68.- Modelo de flujo para una situación en particular. Esto muestra cada uno de los elementos como de las cobertura interinas necesarias para producir l solución final- el sitio.(Tomado de "FUNDAMENTAL OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM"., De Mers, 1997, pag. 355)

Atomistas.-

Cuando se representa cualquier realidad geográfica en un modelo raster, cada celda se vuelve un átomo que forma la imagen, y se dice que atomístico cuando se procesa celda por celda o pixel por pixel, es decir la localidad es indivisible.

En el modelo vector los elementos cartográficos son complejos, pero aun así, se puede hacer un modelo atomístico sobre coberturas vector, y aquí se usa la operación de intersección de coberturas, de manera que cada cobertura resultante, por lo que cada polígono es un átomo.

Holísticas.-

Son aquellas en las que no se puede considerar localizaciones independientes, sino que se agrupan en zonas como un todo, pues requieren de operaciones de vecindad, de generación de áreas de influencia, así como establecer una jerarquía entre coberturas, tratando a las coberturas más importantes como regiones fijas.

### 4.3.1.- Estructura Topológica.

La topología o Geometría de localización la podemos definir de la siguiente manera:

“La rama de las matemáticas que se encarga del estudio, de la posición relativa de los objetos, independientemente de su forma exacta, de su localización topográfica y de su tamaño” (*Franco Mass, 1992*)

Esto conduce necesariamente a la resolución de problemas de conectividad de las líneas o de la adyacencia de los polígonos.

La topología puede entenderse como una manera de estructurar los datos gráficos por medios automatizados, de tal manera que se facilita su utilización, especialmente dentro del ámbito de la cartografía.

Sus ventajas:

- 1.- Facilita y acelera la captura de datos, especialmente de tipo de superficies, tales como parcelas, unidades de vegetación, etc.
- 2.- Evita la redundancia de la información geográfica.
- 3.- Hace posible la explotación de datos cartográficos con fin de análisis.

Dentro del modelo topológico se definen diferentes entidades:

- 1) Puntos o Nodos aislados.- Definidos por sus coordenadas X, Y, Z, y sus atributos.
- 2) Arcos.- Definidos por sus coordenadas X, Y, Z, de los nodos que lo componen y sus atributos.
- 3) Polígonos.- Definido por sus coordenadas X, Y, Z, de sus nodos, sus atributos y sus asociaciones suplementarias de vecindad y jerarquía. (Figura 69) (*Franco Mass, 1992*)

A los arcos también llamados Spaguetti, los cuales son líneas y puntos con códigos pero sin topología, y suelen provenir de la captura de datos escaneados.

Los Polígonos, también llamados Cadena-Nodo, son líneas y puntos con intersecciones mutuas y nodos; las relaciones entre nodos y tramos, puede ser una red plana donde todos los cruces son a la misma altura o una red espacial que admite cruces a distinta altura.

La topología puede definirse en el momento de la adquisición de los datos, mediante la asociación del área dentro del polígono con un identificador único o mediante el uso de software especial y muy poderoso que inspecciona los datos y define nodos, ligaduras que generan un archivo de datos, esto, sin embargo, requiere paquetes más sofisticados que realizan laboriosos procesos y que incluyen metodologías para resolver casos especiales del problema.

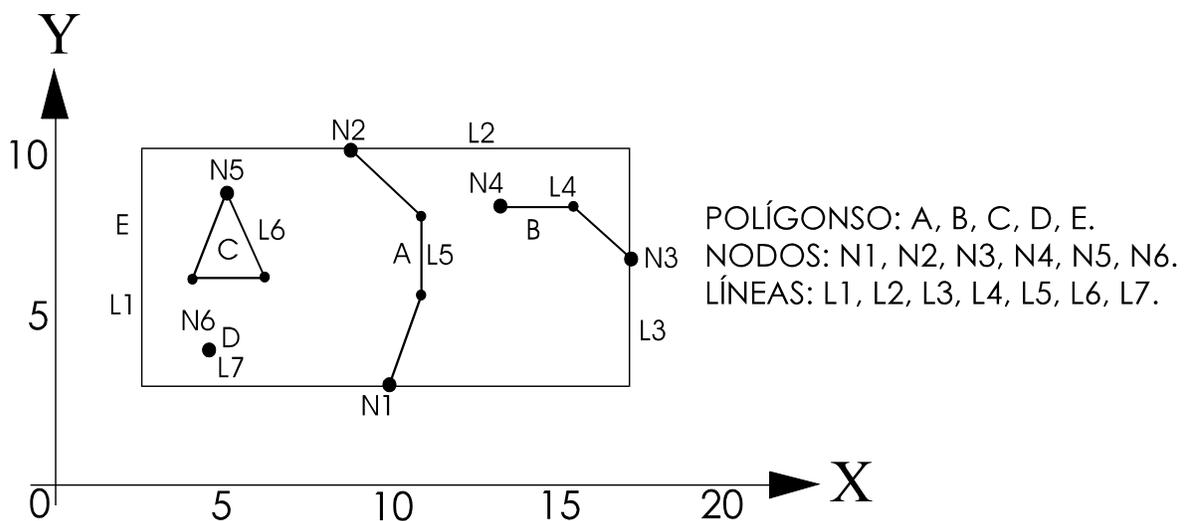


Figura 69.- Esquema donde se muestra los nodos, líneas y polígonos de la topología. (Tomado de "MEMORIAS DEL CURSO INTERNACIONAL PARA EL TRATAMIENTO DE IMÁGENES DE SATÉLITE CON APLICACIONES CARTOGRÁFICAS"., 1995)

Los puntos, líneas y polígonos se definen como coordenadas cartesianas X, Y, Z,, por lo que es posible aplicar principios de teoría gráfica que incluyen relaciones topológicas para expresar la localización relativa de los diversos elementos del mapa.

La primera teoría gráfica aplicada y quizá la más común es la llamada Dual Independent Map Encoding (DIME) que combina el sistema de coordenadas x,y con un sistema de

codificación topológica, este sistema incluye la estructuración topológica de los elementos del mapa. La codificación facilita el análisis espacial al identificar los elementos del mapa que permite el uso de las matemáticas asociadas con la teoría gráfica que incluye redes, agregación espacial, etc., y mediante el almacenamiento de información acerca de los rasgos, la topología provee las bases para muchos tipos de análisis geográficos sin tener que acceder a la localización absoluta contenida en el archivo de coordenadas.

De las ventajas que nos proporciona para el análisis espacial:

- 1.- Definición de rutas o caminos más cortos, en tiempo como en distancia.
- 2.- Explotación de elementos gráficos.
- 3.- Establecimiento de zonas de proximidad.
- 4.- Realización de operaciones booleanas y conjuntales sobre el mapa. (*Franco Mass, 1992*)

Lo que desemboca en dos tipos de topología:

- 1.- Parcial.- Líneas, puntos y superficies con intersecciones mutuas y nodos, definidas estas relaciones entre tramos y nodos y entre superficies y tramos.
- 2.- Completa.- Superficies que llenan el plano por completo, estableciendo relaciones entre superficies y tramos, tramos y nodos y entre nodos y superficies. Su aplicación es el análisis espacial.

### **4.3.2.- Modelo Digital del Terreno (MDT).**

Como sabemos, un modelo es una herramienta que nos sirve para representar la realidad, que puede tener forma de números, porcentajes, gráfica (de barras, de pastel, etc.) lo que nos representara información representada en el modelo. En este caso trataremos Modelos Digitales del Terreno (MDT), que no es otra cosa, que la forma gráfica o dibujo de la superficie terrestre con sus características en tercera dimensión (3D), a los cuales también se les conoce como modelos de caja, ya que representan áreas determinadas de estudio, con dimensiones finitas (largo, ancho y fondo). En este MDT intervienen el dato digital el cual provee información del uso de suelo y la cobertura del suelo (Land-use and Land-Cover (LULC) siglas en ingles), lo cual nos proporciona información de tierras urbanas o con construcciones, tierra agrícola, tierra de riesgo, tierra ecológica, etc.

Los mapas despliegan información de los datos en 5 categorías:

1)Unidades políticas, 2)Unidades hidrológicas, 3) Ciudad dividida en censos, 4) Tierra federal, y 5) Tierra estatal. *.(Jensen, 1996)*

El dato es digitalizado usando el sistema de recuperación y análisis de información geográfica para producir mapas en 2 formatos:

Un formato vector polígono, con elementos completamente topológicos (arcos, nodos, etc.) que representan puntos, líneas y áreas que pueden ser conjugados para formar polígonos en la replica del mapa; este formato es útil para combinar varias categorías de información

temática y relacionar el dato del uso de suelo y cobertura del suelo (LULC) con datos de los sensores remotos de la región.

El modelo digital del terreno consiste en capturar y almacenar datos de elevación digital que pueden ser agrupados en aproximaciones básicas: Contornos de malla, perfiles y retículas triangulares irregulares (Triangulated Irregular Networks (TIN) siglas en ingles) (Figura 70)

Los modelos MDT son creados por 1) Superficies de campo, 2) Digitalización desde copias de los contornos del mapa o 3) Derivados a través de análisis fotogramétricos de fotos aéreas o imágenes de satélite.

Las estructuras más predominantes del MDT es la malla para cada valor Z, como cada localización del píxel en el raster que es la elevación absoluta. (Figura 70-a). Contornos de líneas del mapas que pueden ser digitalizadas, resultando un simple punto a lo largo del contorno que puede ser conectado por vectores para desplegar un sistema basado en líneas vector (Figura 70-b). El punto individual a lo largo del contorno puede ser usado para interpolar en una malla y crear el MDT. Una superficie topográfica puede ser representada para mostrar perfiles de elevación (desniveles, secciones transversales, etc.) de puntos a través de series de líneas paralelas, idealmente los valores de la elevación son almacenados en pendientes y puntos espaciados en los intervalos del terreno (Figura 70-c).

La estructura del dato TIN usa la posición de tres puntos para calcular pendientes del terreno así como sus aspectos (Figura 70-d), generalmente requiere de pocos puntos, para almacenarlos como un MDT raster, y capturar el punto crítico que define discontinuidad donde al hacer análisis de adyacencia son más fáciles de cambiar. (*Jensen, 1996*)

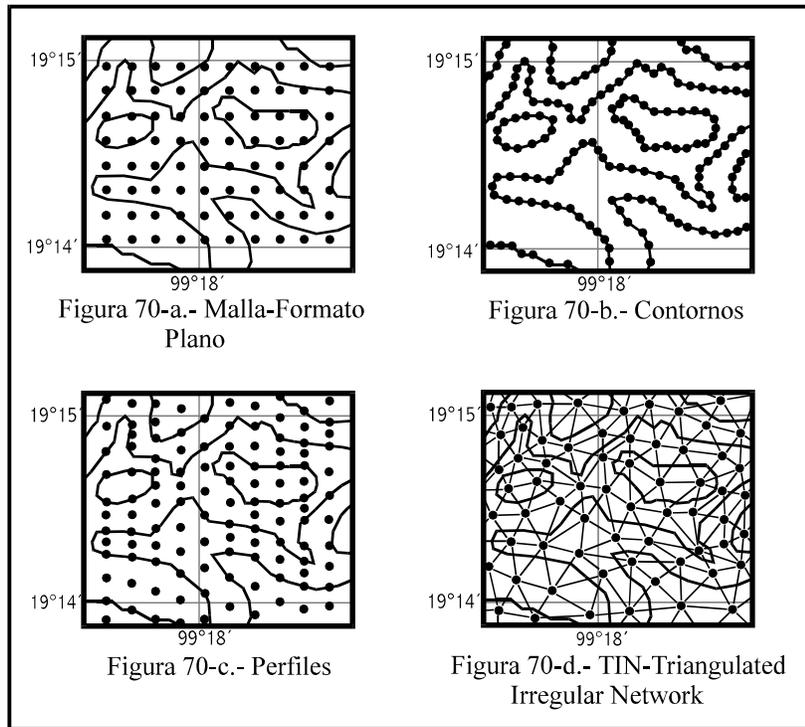


Figura 70.- Las cuatro formas básicas de capturar y almacenar datos de elevación digital (MDT). Tomado de "INTRODUCTORY DIGITAL IMAGE PROCESSING A REMOTE PERSPECTIVE". 1996,. pag.289.

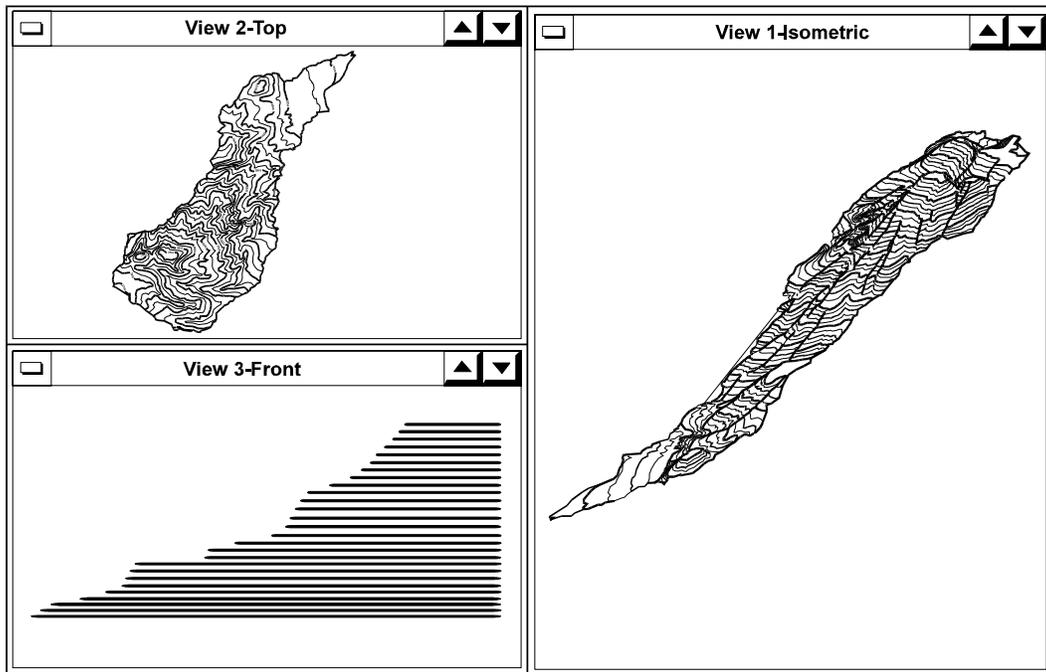


Figura 70e.- Esquema con las tres vistas del Modelo Digital de Terreno (MDT) de la Delegación Magdalena Contreras, realizado en MGE Terrain Analyst de INTERGRAPH. La vista N° 1 nos muestra el MDT en isométrico, la vista N° 2 nos muestra el MDT en planta y la vista N° 3 nos muestra el MDT en perfil, aunque cabe mencionar que el paquete nos permite movilidad y cambio, tanto de vistas como de formatos de MDT. Como se muestra en los siguientes MDT 70e1, 70e2, 70e3.

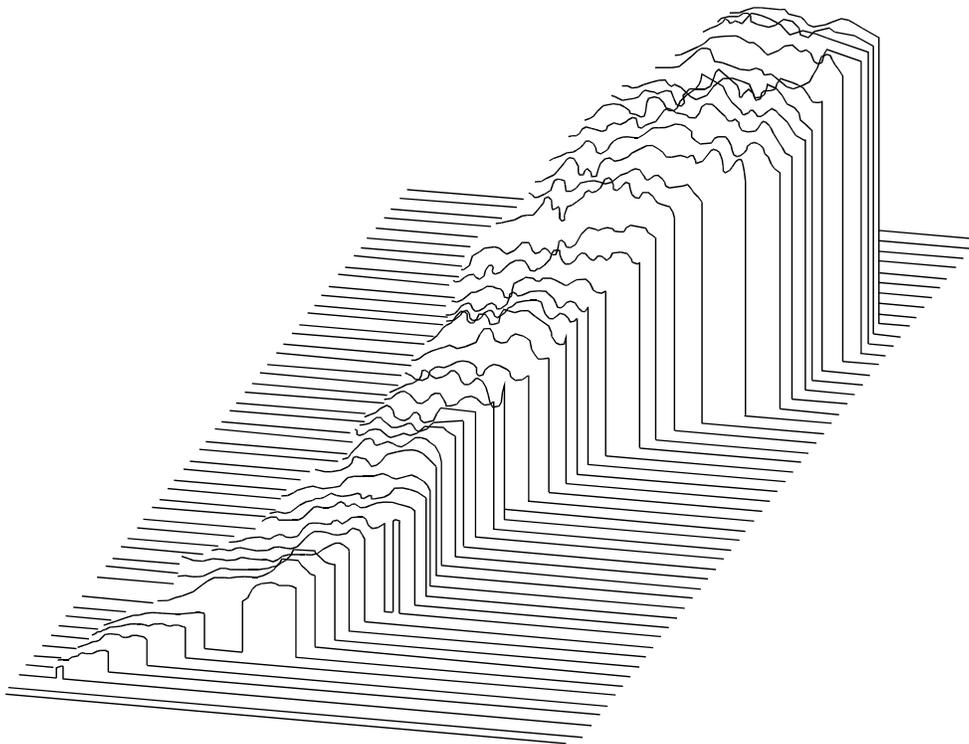


Figura 70e1.- Modelo Digital de Terreno (MDT) en isométrico de la Delegación Magdalena Contreras basado sólo en elevaciones de perfil.

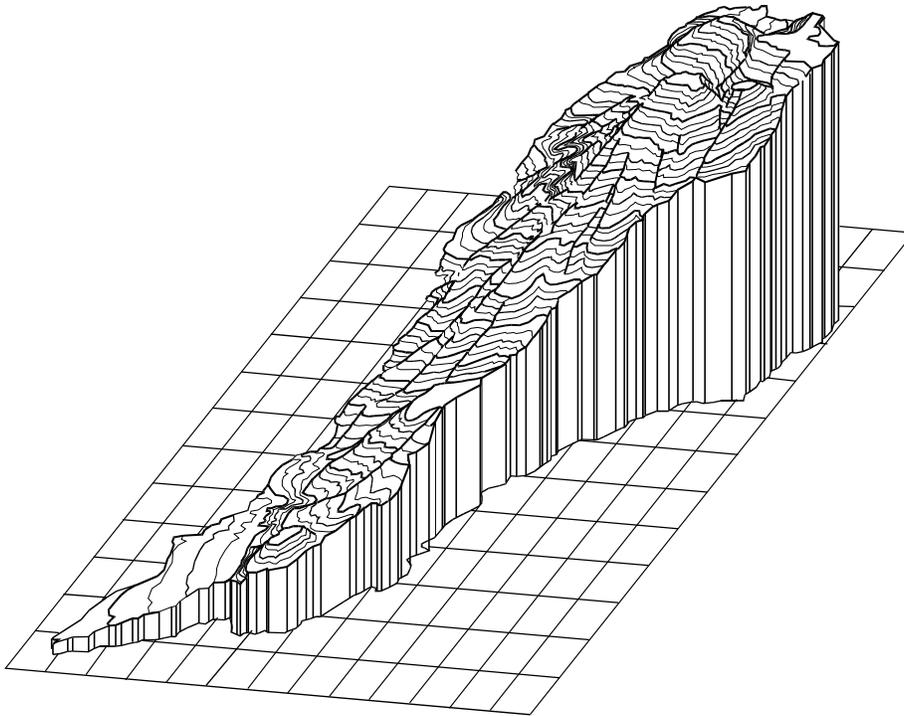


Figura 70e2.- Modelo Digital de Terreno (MDT) en isométrico de la Delegación Magdalena Contreras, donde se muestran las curvas de nivel, representando los desniveles que en ella existen

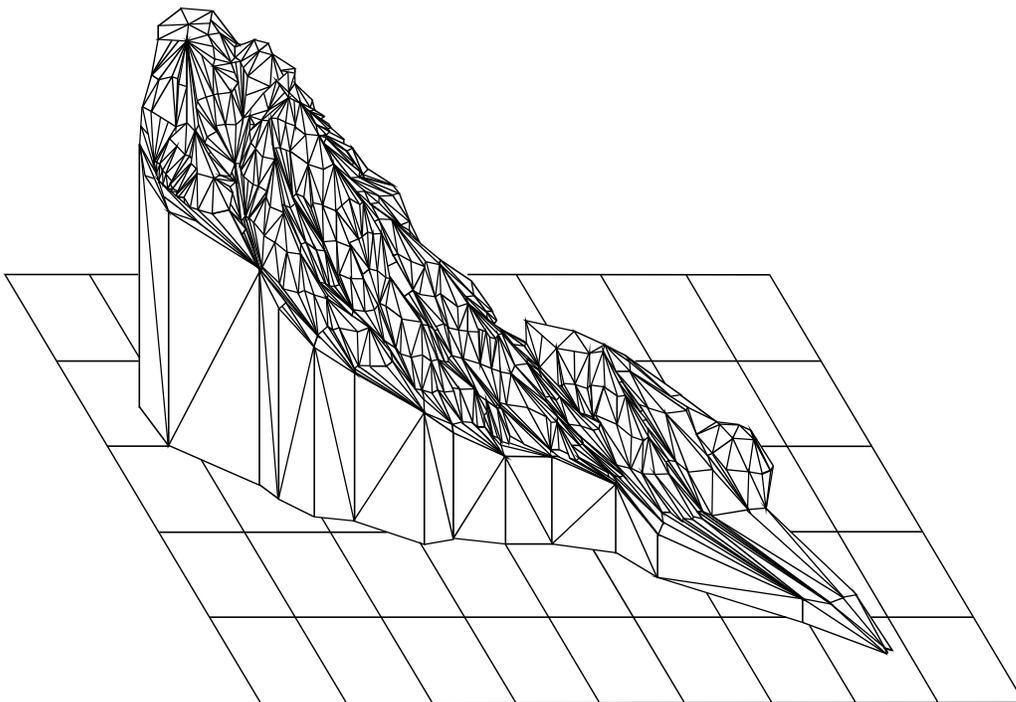


Figura 70e3.- Modelo Digital de Terreno (MDT) en isométrico de la Delegación Magdalena Contreras, trabajado en formato TRIN (Triangular Irregular Network)

#### **4.4.- Actualización Cartográfica**

La actualización cartográfica es un tema no solo de interés para cualquier cartógrafo sino también en continuo cambio en la forma de abordarlo en relación a los medios que se ponen a nuestra disposición. Es decir, las herramientas informáticas aumentan cada día y nos hacen más viables este tipo de proyectos.

Hasta hace pocos años el complementar una serie cartográfica era una tarea tan ardua por lo menos para países de gran extensión como el nuestro, que desde que se empezaba el trabajo hasta su conclusión pasaba tanto tiempo que el resultado final adolecía de una evidente heterogeneidad, pues a lo largo del proyecto se cambiaban los criterios, se introducían distintas normas y se incorporaban nuevas herramientas lo que resultaba en un producto de muy diferente calidad.

Fuere como fuese el producto final, una vez finalizado ya era obsoleto y había que empezar a actualiza, tarea tan ingrata que se postergaba hasta que resultaba ineludible.

Podemos plantearnos de forma general cuando se debe actualizar un Mapa.

En principio hay dos respuestas posibles:

La primera, nada más acabarlo y con intervalos regulares de tiempo para toda su extensión. Esto presupone homogeneidad en su contenido y una disposición grande de recursos.

La segunda, más directa y más realista contempla analizar la información geográfica, valorar las zonas con mayor tasa de cambio y hacer un estudio detallado de los recursos que aún tratándose de la Administración son siempre restringidos.

Para la actualización se requiere información proveniente de diferentes fuentes:

Recopilación de documentos: Guía de vías de comunicación, nomenclatura con las entidades de población, etc.

Mapas y planos de otras instituciones: DGCOH, DGRT, Catastro, etc.

Datos de campo.

Base Cartográfica Numérica.-

Formada por la digitalización de la información contenida en el mapa, el cual deberá contener los temas o capas de información siguiente:

División administrativa

Relieve

Hidrografía

Vegetación

Núcleos de población

Redes de comunicación

Líneas de conducción

Toponimia

*(Fernández , 1994)*

Captura de Información para la Actualización.-

Es imprescindible conocer cuales son las fuentes en la captura de datos para saber de que datos partimos:

Levantamientos topográficos

Sistemas de posicionamiento global (GPS)

Fotografías aéreas. Restitución fotogramétrica

Teledetección. Tratamiento de imágenes

Cartografía existente. Digitalización

Los Sistema de Información geográfica.-

Esto nos dará un modelo de la realidad, en este caso de la Delegación Magdalena Contreras, del que debemos extraer la información geográfica configurando el modelo de la realidad, formado por objetos o entidades con las relaciones de proximidad o influencia que entre ellos se puedan establecerse.

1.- Clasificación de los objetos en: objeto mínimo o entidad simple, entidad compuesta, subgrupo, grupo y tema.

2.- Definición semántica de cada uno de los objetos para conocer a que nos estamos refiriendo con cada uno de ellos.

Por tanto, el modelo que forma el núcleo del SIG, contempla una información planimétrica almacenada en soporte vectorial y la topología definida sobre ella. La información altimétrica se almacena en modo raster y está constituida por el modelo digital del terreno (MDT). Junto con la información raster se incluyen bases de datos monotemáticos (temas específicos). (Figura 71)

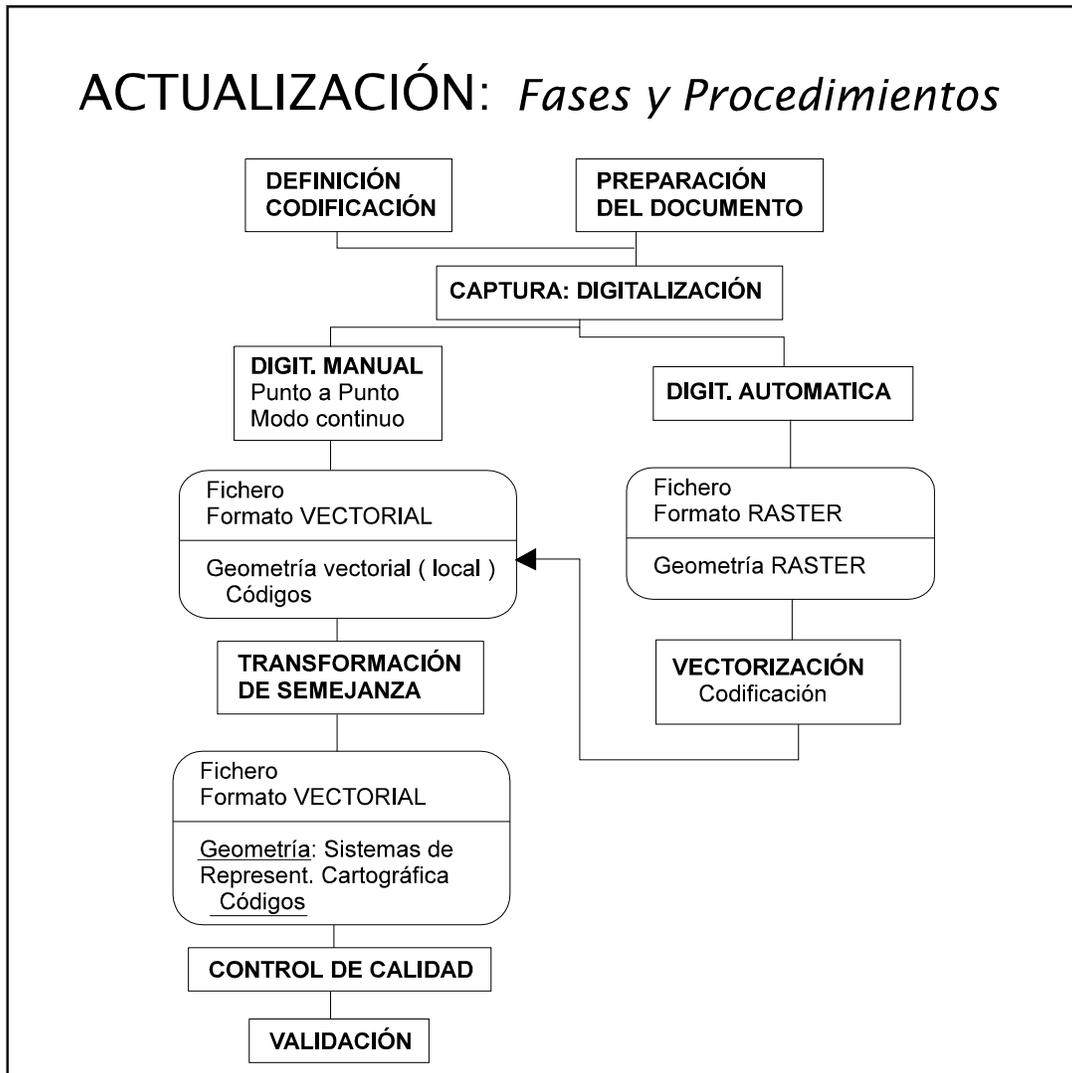


Figura 71.- Esquema básico para la realización de una actualización cartográfica. (Tomado de "MEMORIAS DEL CURSO INTERNACIONAL PARA EL TRATAMIENTO DE IMÁGENES DE SATÉLITE CON APLICACIONES CARTOGRÁFICAS", Vivas, 1994)

Actualización cartográfica mediante imágenes de satélite.-

Ya con la estructura anterior se puede proponer la actualización a través de imágenes de satélite mediante la siguiente metodología:

Tratamiento de diferencia de bandas para realizar una actualización selectiva

Corrección atmosférica y geométrica de las imágenes elegidas

Referenciación a una proyección cartográfica

Cambio de formato de la imagen a un formato compatible con el software utilizado

Integración de ficheros raster con ficheros vector

Ajuste geométrico de ambos ficheros

Interpretación y digitalización de los elementos a actualizar

Las ventajas de este método son la coherencia de la información obtenida es tan solo de elementos lineales y superficiales con lo que para elementos puntuales tendríamos que recurrir a otra fuente de captura de datos.

Actualización cartográfica mediante SIG.-

Para determinar elementos puntuales o indeterminaciones en elementos lineales, es de gran utilidad el GPS, pues permite un amplio rango de precisiones que puede variar de las decenas de metros a los milímetros en función de la técnica de observación utilizada.

Otro tema de interés es la posibilidad de entrar de forma inmediata atributos en el terreno, con lo cual en el volcado de datos obtenemos una gran geometría marcada por los distintos puntos tomados por el GPS, muchos de los cuales podrán llevar asociados características de interés (habremos señalado donde hay un puente, una construcción o atributos de elementos lineales como % de pendiente o tipo firme). Esta información se puede introducir en el sistema de forma inmediata en campo con solo teclear unos códigos en un teclado de temas o leyendo con un lápiz óptico unos códigos de barras previamente diseñados.

#### **4.5.- Terminado de cartas**

Una vez realizado todo el trabajo cartográfico, como fue la digitalización, la fotointerpretación, la vectorización, etc., etc. lo que uno pretende es ver el resultado de este trabajo, o comprobar si lo realizado tiene las aplicaciones que pretendíamos, como realizar una consulta en la computadora o ver impreso todas las escuelas que existen en el área de estudio, los comercios o todos los centros comunitarios, etc. que obviamente están divididos en capas o coberturas o hacer la búsqueda específica de un ducto de PEMEX que pase por esa zona.

Por lo que es imprescindible tener el sistema de información geográfico en la computadora o tener la impresión de los planos en forma vectorizada o de imagen de satélite para la consulta del usuario final.

Lo que permitirá darle la utilidad pretendida, pues a partir de esta cartografía se podrán realizar estudios de medio ambiente, de zonas de riesgo, la reconfiguración de vías de comunicación, vialidad, protección de las zonas ecológicas, de las zonas arqueológicas, o estudios de movimiento de población, actividad comercial, natalidad, etc. y poder hacer una planificación de la ciudad o de la zona de estudio o de interés.

Una vez que se tiene esta cartografía también es importante estarla complementando con el intercambio de información de otras dependencias, ya sean particulares o de gobierno, lo que permitirá empezar a realizar los mapas de riesgos que tanta falta hacen en México, y entonces pensar en la cartografía como una herramienta real e indispensable para la ciudadanía y tantas instituciones que carecen de la cartografía elemental, por que hay veces que las autoridades desconocen sus comunidades, sus límites, su hidrografía y sus zonas vulnerables, lo cual les permitirá gobernar de forma más eficaz y concientemente.

Considero que es importante la cartografía y todas sus implicaciones o sus técnicas para realizarla, pues creo que a partir de ésta, se puede tener conocimiento de muchas cosas que nos facilitarían el proceso de investigación (de la mayoría de la áreas del conocimiento) y entonces pretenderíamos alcanzar niveles de primer mundo.



## **V.- Un SIG para la Delegación Magdalena Contreras**

Debido a la dinámica de los tiempos actuales donde la información es “poder”; el dirigir una Delegación política implica conocer la geografía de ésta, implicando límites delegacionales, zonas de reserva ecológica, zonas de riesgo, zonas de industria (si es que las hay), la hidrografía, etc.

Así como la división de las colonias que la conforman, el número, rutas de evacuación, las vías de comunicación, vialidad, y otros, que facilitan tener un panorama del campo de acción.

El tener una cartografía vigente, actualizada y que se de fácil acceso para todos, debe ser el punto de partida para poder brindar los servicios y la ayuda necesaria a la ciudadanía y que ésta pueda tener una respuesta inmediata en el caso de desastre u situación de emergencia.

Por lo que es de vital importancia en esta actualidad la creación de un Sistema de Información Geográfico en la Delegación Magdalena Contreras, por que todas las áreas administrativas de la Delegación lo requieren, tanto el de protección civil, para poder evacuar una zona de desastre hasta el área de desarrollo social para programar el servicio comunitario del mes, así como todas las demás.

En este último capítulo se presenta el procedimiento para poder implementarla, como es la metodología, las áreas responsables de ello, las áreas que servirán de apoyo fundamental, cuales serian los elementos a utilizar, el tipo de tecnología, el costo-beneficio, etc.

Por lo que, el objetivo es lograr hacer un mapa de riesgos, tan necesario para evitar pérdidas humanas, lo que nos conlleva al beneficio de la ciudadanía, y una buena administración por parte de las autoridades.

## 5.1.- Metodología para la Generación del SIG

No se trata de la simple obtención de un mapa de ocupación del suelo para una época cualquiera, sino el establecimiento de un inventario permanente de datos, numéricos y cartográficos, sobre usos y características de la demarcación, con posibilidad de integración en una base de datos geográficos y cartográficos de la Delegación.

Se trata de establecer un registro moderno, ágil y polivalente de información sobre Contreras.

### 1) Material cartográfico a utilizar.-

Fotos aéreas de diferentes escalas, Espaciomapas de diferente resolución, Cartografía de la Dirección General de Regularización Territorial (DGRT), Cartografía delegacional existente, Cartografía del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Cartografía del SICORI de PEMEX, entre otros.

### 2) Organización del Trabajo.-

Este se realizara en la Delegación Magdalena Contreras siendo parte iniciadora la Dirección General de Tenencia de la Tierra, bajo la colaboración directa de la subdirección de topografía. Los apoyos directos serian de la Dirección General de Jurídico y Gobierno, a través de la subdirección de protección civil, la subdirección de gobierno, la Dirección General de Participación Ciudadana, Dirección General de Desarrollo Social y una muy importante que sería la Dirección de Desarrollo Urbano y Obras, en conjunto con la subdirección de operación hidráulica.

### 2.1)- Variables a incluir en el sistema.-

Aquí le daremos nombre al Proyecto, al que denominaremos **"SIGMACON"**

y constaría de:

#### 1.- Bosquejo Histórico

##### 1.1.-Orígenes

##### 1.2.- Época Colonial

- 1.3.- Nacimiento del Progreso
- 1.4.- Constitución de la Magdalena Contreras
- 2.- Aspectos Generales de la Magdalena Contreras
  - 2.1.- Límites y Sitios Importantes
  - 2.2.- Fisiografía
  - 2.3.- Geología
  - 2.4.- Climas
  - 2.5.- Agricultura y Vegetación
  - 2.6.- Uso Potencial de la Tierra
- 3.- Superficies Artificiales
  - 3.1.- Zona Urbana
    - 3.1.1.- Tejido Urbano Continuo
    - 3.1.2.- Tejido Urbano Discontinuo
  - 3.2.- Colonias (Número, Nombre)
  - 3.3.- Asentamientos Irregulares (Número, Nombre)
  - 3.4.- Pueblos de la Magdalena Contreras (Número, Nombre)
  - 3.5.- Vivienda y Servicios Básicos.-
    - 3.5.1.- Viviendas Habitadas
    - 3.5.2.- Ocupantes
    - 3.5.3.- Ocupantes por vivienda
    - 3.5.4.- Habitadas por Tipo de Tenencia
    - 3.5.5.- Habitadas Según Número de Ocupantes
  - 3.6.- Servicio Básicos.-
    - 3.6.1.- Viviendas con Agua Entubada
    - 3.6.2.- Viviendas con Drenaje
    - 3.6.3.- Viviendas con Energía Eléctrica
    - 3.6.4.- Longitud de Red de Distribución de Agua Potable
    - 3.6.5.- Longitud de Red de Distribución de Agua Residual
    - 3.6.6.- Longitud de Red de Distribución de Drenaje

### 3.7.- Servicios Urbanos y Orden Público.-

3.7.1.- Establecimientos de Servicios Públicos

3.7.2.- Principales Características de Alumbrado Público

3.7.3.- Generación de Desechos Sólidos

3.7.4.- Obra Vial

3.7.5.- Lecherías LICONSA

3.7.6.- Unidades de Comercio y Abasto

3.7.7.- Ampliación y Conservación de la Infraestructura

3.7.8.- Capacidad Total de Almacenamiento de la Presa “Anzaldo”

3.7.9.- Fuentes de Abastecimiento y Volumen Promedio Diario de  
Extracción

### 3.8.- Servicios Públicos

3.8.1.- Bibliotecas

3.8.2.- Ministerios Públicos

3.8.3.- Correos y Telégrafos

3.8.4.- Panteones

3.8.5.- Protección Civil

### 3.9.- Otros Servicios

3.9.1.- Comercio y Abasto

3.9.2.- Centros Comerciales

3.9.3.- Centros Recreativas

## 4.- Zonas Verdes y de Conservación Ecológica.-

4.1.- Superficie Verde o Ecológica

4.2.- Especies de Árboles Existentes

4.3.-Parques y Jardines de la Delegación

4.4.- Zonas de Conservación Ecológica

4.4.1.- Los Dínamos

4.4.2.- Cerro del Judío

4.4.3.- San Nicolás

4.5.- Barrancas

## 5.- Población.-

### 5.1.- Población Total

5.1.1.- Población Total por Colonia

5.1.2.- Población Femenina por Colonia

5.1.3.- Población Masculina por Colonia

5.1.4.- Población Mayor de 18 Años

5.1.5.- Población Mayor de 60 Años

5.1.6.- Población de 65 Años y Más

### 5.2.- Nacimientos

### 5.3.- Defunciones

### 5.4.- Matrimonios

### 5.5.- Divorcios

### 5.6.- Población por Tipo de Religión

### 5.7.- Población Alfabeto y Analfabeta

5.7.1.- Población de 15 Años y más que hablan Alguna Lengua Indígena, por Condición de Analfabetismo

5.7.2.- Población de 15 Años o más por Nivel de Instrucción

5.7.3.- Alumnos Inscritos a Inicio de Cursos por Nivel Educativo

5.7.4.- Adultos Alfabetizados

### 5.8.- Población por Condición de Actividad

5.8.1.- Población de 12 Años y más por Condición de Actividad

5.8.2.- Población Masculina de 12 Años y más por Condición de Actividad

5.8.3.- Población Femenina de 12 Años y más por Condición de Actividad

### 5.9.- Población Económicamente Activa

5.9.1.- Población Ocupada por Sector de Actividad

5.9.2.- Población Ocupada por Ocupación Principal

5.9.3.- Población Ocupada por Nivel de Ingreso Mensual

5.9.4.- Personal Ocupado Total y Valor Agregado por Sector de Actividad

## 6.- Educación

- 6.1.- Infraestructura Educativa Oficial
- 6.2.- Infraestructura Educativa Privada
- 6.3.- Número de Escuelas de Educación Básica Oficial
- 6.4.- Número de Escuelas de Educación Básica Privada
- 6.5.- Número de Escuelas de Educación Secundaria Oficial
- 6.6.- Número de Escuelas de Educación Secundaria Privada
- 6.7.- Número de Escuelas de Educación Media Superior Oficial
- 6.7.- Número de Escuelas de Educación Media Superior Privada
- 6.8.- Número de Escuelas de Educación Superior Oficial
- 6.9.- Número de Escuelas de Educación Superior Privada

## 7.- Infraestructura de Servicios Médicos

- 7.1.- IMSS
- 7.2.- ISSSTE
- 7.3.- Centros de Salud
- 7.4.- Hospitales Oficiales
- 7.5.- Hospitales Privados

## 9.-Economía

- 9.1.- Actividades Primarias
- 9.2.- Actividades Secundarias
- 9.3.- Actividades Terciarias

## 10.- Agua

- 10.1.- Ríos
- 10.2.- Cuencas y Subcuencas
- 10.3.- Cuerpos de Agua

### 2.2.) Generación de Imágenes

Fotos Aéreas

Imágenes de Satélite.

## 5.2.- Aplicación de la Metodología.

Ya en el capítulo anterior se mencionaron y se desglosaron las posibles variables que se pueden incluir en el sistema y siguiendo esa secuencia, éstas se pueden volver agrupar en categorías más generales para poder facilitar su aplicación. Considerando la aplicación como la obtención de la información, clasificarla y cruzarla, para introducirla al sistema.

La podríamos agrupar como sigue:

- Historia
- Singularidad Geográfica
- La Magdalena Contreras Físicamente
- Aspectos Ecológicos
- Población
- Educación
- Salud
- Servicios
- Aspectos Económicos
- Cuerpos de Agua

El proceso de aplicación o reunión de información puede verse desde 2 puntos de vista:

El cartográfico y el estadístico, que se complementan para poder obtener información completa (coordenadas, nombre de la colonia, N° de habitantes, importancia, etc.) de una zona o área. (Fig. 72)

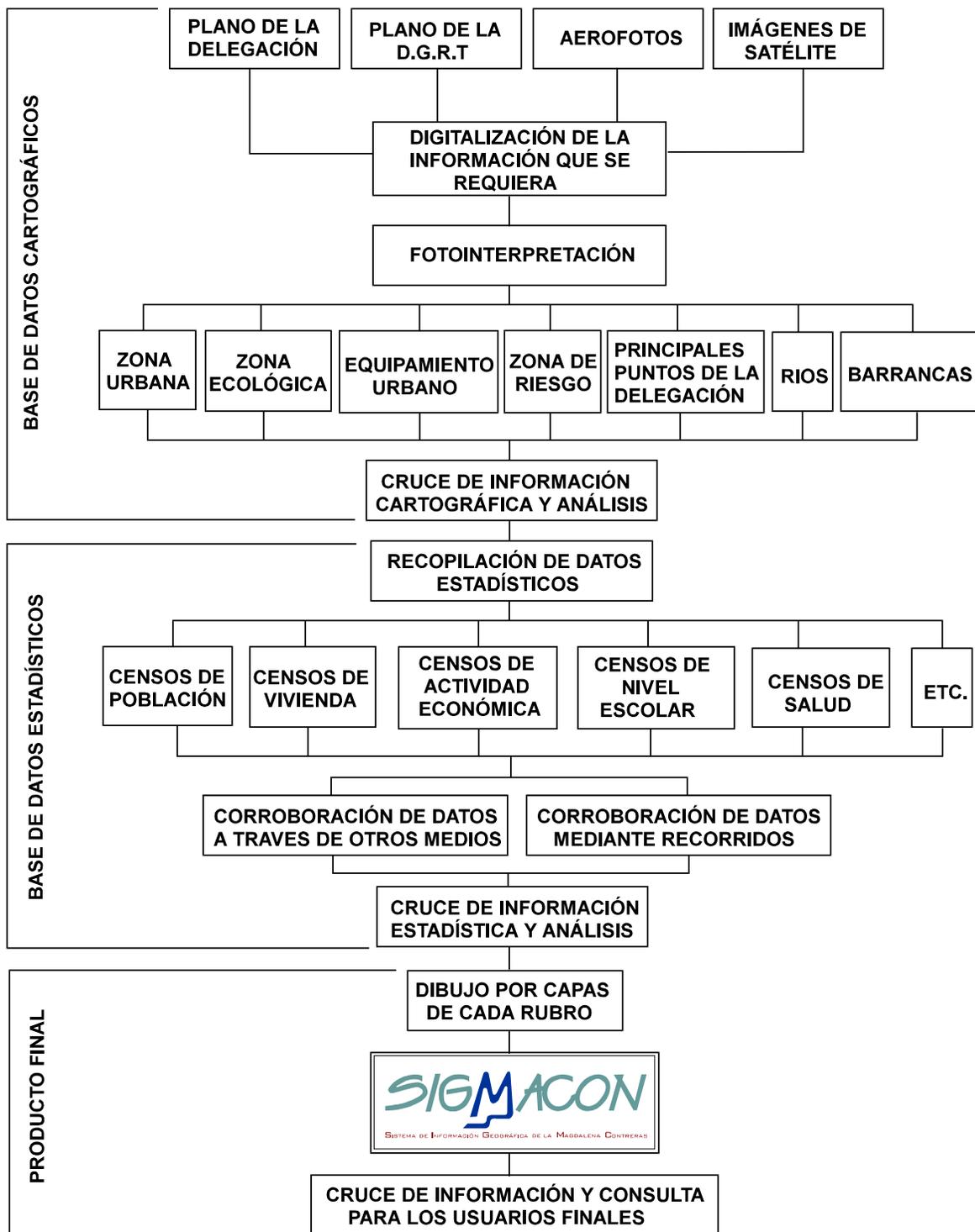


Figura 72.- Esquema de la agrupación de información dividida en 2 rubros, los estadísticos y los cartográficos.

### 5.3.- Adquisición de la Información

La adquisición de la información tendrá principalmente 2 fuentes; La gubernamental y las empresas privadas que tienen productos impresos o digitales que nos serán de gran utilidad. La Dirección General de la Regularización de la Tierra (DGRT), Comisión Reguladora de la Tenencia de la Tierra (CORETT), y el SICORI de PEMEX, entre otros, son instituciones gubernamentales que producen planos a diferentes escalas, con diferente tipo de información, fotos aéreas, espaciomapas, imágenes de satélite, e información digitalizada. Dentro de las empresas privadas, como SIGSA, también se pueden obtener estos productos y algunos más que no manejan las instituciones gubernamentales, los cuales podremos adquirir y emplear en la parte cartográfica.

Y por supuesto otra fuente muy importante es el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) que nos complementa la parte estadística. Así como otras muchas fuentes que nos permitirán complementar, intercambiar y cruzar la información para el SIGMACON.

Una vez que se empieza a recopilar la información es necesario empezar a clasificarla o agruparla, para dar paso a la creación de la base de datos (Cfr. Cap. IV), pues esta tendrá muchas modificaciones a lo largo de proceso, hasta la conclusión y una vez concluida está tendrá que estar en constante actualización para que no se vuelva obsoleta e inútil.

Esta base de datos se creará bajo las siguientes premisas:

- Entrada de los datos espaciales
- Edición y creación de la topología
- Entrada de atributos, definiciones y codificaciones
- Manejo y manipulación de datos

Con el siguiente esquema:

- Numeración de los datos geográficos espaciales y descriptivos
- Creación de topología con estructura arco-nodo

- Elementos definitorios de conectividad, definición de áreas y contigüidad
- Organización de elementos por niveles o coberturas (layers)
- Estructura de los datos cartográficos en elementos puntuales, lineales y superficiales
- Puntos de control
- Georreferenciación en el sistema de representación cartográfico (UTM)
- Datos descriptivos asociados a los elementos espaciales

Todo lo anterior nos permitirá crear una nomenclatura para la Delegación Magdalena Contreras.

El término será utilizado para determinar categorías, subcategorías, agrupamiento de tópicos, de características, etc., y todo esto será clasificado o alojado en las capas o “layers”, lo cual nos dará la suficiente movilidad dentro de la computadora o del sistema, para poder acceder a la información, así como su manejo y la retroalimentación de información, pues debe estar renovando o actualizando de tal suerte que este al día.

No es conveniente alojar demasiadas nomenclaturas en una sola capa, ya que puede tener exceso de información, así como la dificultad para separar lo que es de nuestro interés, segundo, se pueden cometer errores de captura, de sobreposición, de saturación y tercero, cuando se requiera información puntual, el sistema tardará demasiado en estar separándola de la maraña de nomenclaturas existentes.

Por lo que se considera que las nomenclaturas deben de ser claras (nombre asignado), estandarizadas (color y grosor de líneas, tipografía, etc.), específicas (los temas deben ser comunes, por ejemplo; AGUA = ríos, cuencas, tinajas, depósitos, pozos, presas, etc.)

De ser posible se debe tener un catálogo que especifique capas o “layers” con su nombre, contenido y su enumeración.

Para la estandarización se debe tomar en cuenta las ya establecidas de forma nacional o internacional, aunque al tratarse de una Delegación, habrá que implementar algunos., por ejemplo: Líneas internacionales, líneas estatales, líneas municipales, líneas de colonias, líneas de agua, líneas de gas, ríos, líneas de ferrocarril, líneas de energía eléctrica, cuerpos de agua, límites ecológicos, parques, jardines, líneas de comunicación, etc. (Fig. 73)



Figura 73.- Tipología Internacional Estandarizada

En esta nomenclatura existirán también los Tópicos y la Topología.

Los Tópicos se manejaran de forma más general, aunque con “layers” autónomos y cada cual con su información correspondiente, pero que serán agrupados por separado, por tratarse de temas muy relacionados, por ejemplo:

Población: Nivel escolar, totalidad, sexo (femenino y masculino), tipos de empleo, actividad económica, población que es analfabeta, etc.

La Topología nos permite representar o nombrar objetos espaciales a través de un dibujo, permitiendo distinguir un objeto de otro, así como hacerlo congruentemente en cada capa con lo que esta representado, pues al crear una representación de cada característica está no se debe confundir con otra por muy parecida que sea.

Por lo que cada característica física natural (un cerro, un árbol, etc.) y físicas artificiales (un puente, un edificio, etc.), así como características sociales (N° de habitantes, nivel socioeconómico, etc.) deben tener una representación específica (Fig. 74), lo que nos permitirá leer más fácilmente el plano u obtener la información requerida o buscada.



Figura 74.- Topología local para la Delegación Magdalena Contreras

## **5.4.- Bosquejo Histórico de la Delegación La Magdalena Contreras**

### **5.4.1.-ORIGENES**

La presencia del hombre en el territorio de la hoy Delegación La Magdalena Contreras se remonta al período que abarca del año 500 al 200 antes de nuestra era. A esta época se le conoce como preclásico superior, caracterizado por una sobrepoblación extendida territorialmente en el área de Contreras y Anzaldo. Los asentamientos allí localizados dependían del centro ceremonial Cuicuilco, de origen Tolteca .

El desarrollo de esta cultura se interrumpió debido a la erupción del Xitli.

Los habitantes huyeron a las partes más altas de la Sierra de las Cruces, buscando salir de la zona afectada, que se cubrió de lava hace aproximadamente 2,400 años. Aún en nuestros días siguen descubriéndose muestras de esta cultura debajo de la lava, en los pedregales.

#### **OTOMÍES Y NAHUATLACAS**

Las partes boscosas y más altas de la jurisdicción fueron habitadas por Otomíes y Chichimecas. Estos grupos coexistieron con los Nahuatlacas. El Códice Ramírez señala que los indígenas proceden de dos naciones diferentes: Los Nahuatlacas o “Gente que se explica y habla claro” y los Chichimecas, así llamados por los Nahuatlacas y cuyo significado es “Gente cazadora” o “Linaje de perros”.

Los Otomíes o Chichimecas habitaban en los riscos y lugares más ásperos de las montañas, eran recolectores–cazadores y vivían en sociedad sin estado.

#### **LOS TEPANECAS**

Los Tepanecas cohabitaron con los Chichimecas. El actual territorio de la Magdalena Contreras perteneció a la Nación Tepaneca, formando parte del Señorío de Coyoacán. Los Tepanecas eran una de las siete tribus Nahuatlacas que se establecieron en la cuenca de México, su centro rector era Azcapotzalco y sus dominios territoriales comprendían Tenayuca, Tlalnepantla, Tacuba, Tacubaya y Coyoacán, colindando con la cordillera que corre hasta los confines de los Otomíes.

El primer rey Tepaneca fue el príncipe Acolhuatzin, que se casó con la hija de Xólotl. Al trono se sucedió Tezozómoc, quien tuvo cinco hijos: Moquihuiztli, Ecatliztac, Cuacuapitzáhuac, Maztlatzin y Acolhuácatl.

Durante su reinado, Tezozómoc extendió el dominio Tepaneca nombrando a sus hijos señores de distintos lugares, Maztlatzin reino Coyoacán, donde se incluían los poblados de Contreras conocidos como Ocotepc, Atlitic, Aculco y Totolapan

#### GUERRA DE LA TRIPLE ALIANZA

Al fallecer Tezozómoc, en el año 1426, le sucedió en el reinado Maztlatzin, enemigo acérrimo de los Aztecas. Una de sus primeras acciones fue la de someterlos, matando a Chimalpopoca.

Los mexicanos, en medio de la crisis y del yugo chichimeca, eligieron a su cuarto emperador: Itzcoatl, que no tardó en exhortar a su pueblo para liberarse el yugo Tepaneca, y da así principio la conocida “Guerra de la Triple Alianza”; es decir, se unen los de Tacuba, Texcoco y México contra los Tepanecas.

Después de varios hechos de armas, vencieron por completo a Maztlatzin de Azcapotzalco y Coyoacán. Así es como dio principio la sujeción de los habitantes del territorio de la hoy Delegación La Magdalena Contreras, quienes pagaron tributo a los Mexicas, hasta la llegada de los españoles

### **5.4.2.- ÉPOCA COLONIAL.**

Con la derrota del Ejército Azteca cesó la guerra contra los españoles. El 13 de Agosto de 1521 Hernán Cortés había salido victorioso; pero nadie puede explotar y gobernar a un pueblo sólo por medio de la espada, para dominar en forma estable no basta la fuerza, es necesario ante todo un sistema administrativo capaz de asegurar el funcionamiento de ese dominio y su reproducción; así, después de los soldados tenían que llegar los sacerdotes.

El Papa Adriano VI expide la Bula Omnímoda, mediante la cual da todas las facultades al emperador Carlos I de España y V de Alemania para enviar misioneros con el fin de que pudieran impartir todos los sacramentos de la Iglesia.

#### LLEGADA DE LOS MISIONEROS.

Cortés recibió el 23 de Junio de 1524 a doce padres franciscanos que comenzaron a evangelizar metódicamente; a medida que evangelizaban una zona se iban dispersando en la Nueva España. Fueron ellos quienes iniciaron la evangelización de los pueblos de La Magdalena Contreras, ejemplo de ello es una cruz atrial, que hoy se puede admirar en el

templo de San Jerónimo Aculco, al igual que una pila bautismal del siglo XVI con escudos franciscanos e inscripciones en latín. Los franciscanos congregaron a todos los habitantes de Coyoacán en pequeños barrios, o núcleos de población, construyéndoles sus respectivas capillas.

Más tarde emprendió su viaje hacia la Nueva España otra orden de religiosos: Los Dominicos que llegaron en el año de 1526, y auxiliaron a sus compañeros en la impartición de los sacramentos a los nativos de los pueblos, estableciéndose en Tenanitla (hoy San Ángel), en donde fundaron la iglesia parroquial y un convento adjunto, poniéndolo bajo la advocación de San Jacinto.

Para el año de 1535 quedaron evangelizados los pueblos de la hoy delegación La Magdalena Contreras.

### **5.4.3.- NACIMIENTO DEL PROGRESO.**

#### **EL RIO MAGDALENA.**

El río Magdalena dio vida a los poblados aledaños a su cauce.

En el siglo XVI el Oidor de la Real Audiencia de México, Don Antonio Cánseco, por orden del Virrey, hizo el repartimiento de la aguas del Río Magdalena.

Se destinaba en primer lugar al pueblo de Totolapan Mipulco (San Nicolás), en donde vivían 31 indios y existía una hacienda, la que podía hacer uso del agua sólo después de que los indios aprovecharan la que tuvieran necesidad, usando la hacienda sólo el remanente.

#### **LA PRESA DEL REY.**

La segunda toma era para el barrio de Ocoatepec, el pueblo de San Jerónimo y la Magdalena, además de algunas huertas. El agua seguía su cauce para desembocar en dos presas: una construida por orden del Virrey Marqués de Cerralvo, conocida como Presa del Rey, y la otra por el Oidor Cánseco. Continuaba su cauce pasando por el molino de Pedro de Sierra y posteriormente surtía al barrio de Tizapán, regaba además grandes huertas antes de llegar al barrio de Sitongo, San Jacinto, Tenanitla y al Colegio del Carmen, para continuar dando vida a diversas haciendas y huertas, así como, al barrio de Chimalistac, al barrio y hacienda de Axotla y al barrio de Oxtopulco.

Al entrar a la villa de Coyoacán, el agua se detenía en un estanque o caja, para su repartición en la huertas de la misma villa, el agua restante iba a la hacienda Piedad, al Convento de Churubusco, a la hacienda de Pedro Mártir, a los barrios de Ozotitlan y Omaxac, y otras varias hacienda.

#### DESARROLLO DE LA MANUFACTURA

En la parte alta del río, su agua hizo posible la creación de diversos molinos de papel, batanes, obrajes, haciendas, ranchos, huertas y pueblos.

No es difícil imaginar la hermosura de aquellas aguas, mismas con que fue bautizado el pueblo nativo de aquellas regiones, como lo testifica el Códice de San Nicolás Totolapan.

El mismo río dotó de energía eléctrica a las fábricas textiles, para mover la maquinaria y lavar las telas, contaminando sus aguas al grado de no poder después ser usada para las necesidades de los pobladores, que se quejaban ante las autoridades de entonces.

#### LOS OBRAJES.

En la Jurisdicción de la Magdalena Contreras se conserva una serie de monumentos históricos que se vinculan a los obrajes, ranchos y haciendas que se establecieron durante la colonia .

Los españoles trajeron ovejas al nuevo mundo e introdujeron grandes talleres, nombrados obrajes, para la manufactura de la lana y producción de paños. Juntaron artesanos, esclavos negros e indígenas y prisioneros para trabajar en el obraje, en donde se hilaban, tejían y labraban las jergas, bayetas y otros tejidos, cuya labor era dirigida a vestir y abrigar a los hombres. Los obrajes se fundaron en lugares donde abundaba el agua, pues el proceso lo requería para el lavado de la materia prima y el movimiento del batán (máquina compuesta de mazos gruesos de madera que impelidos por una rueda, cuyo eje era movido por la corriente de agua, subían y bajaban ablandando las pieles y apretando los paños con los golpes que daban sobre ellos). Las condiciones climatológicas de la cuenca del río de la Magdalena eran favorables para el establecimiento de obrajes, molinos y batanes que surgieron en el año de 1535.

#### EL OBRAJE DE CONTRERAS

El obraje lo fundó el español Jerónimo de León, quien en 1543 recibió del Cabildo de la Ciudad de México un sitio de batán con una merced de agua junto al templo de San Jerónimo; esta merced quedó registrada en los libros de censos, mismo en que consta que,

en el año 1546 lo adquiere Martín Canon, después Juan Bautista Martínez, a partir de entonces, por sus sesiones testamentarias, es propiedad de Diego de Contreras (hijo), Tomás de Contreras (nieto) y Diego de Contreras (bisnieto).

El obraje paso en el año de 1718 a poder de Juan Pérez Padierna (familiar político) y posteriormente a don Francisco de la Riva Quintana (yerno de Padierna), quien lo heredo a su yerno Francisco Guerra, último dueño y descendiente de la familia obrajera de Contreras.

Francisco Guerra vendió el obraje a Don Martín de San Juan Barroeta en el año de 1760.

#### OBRAJE DE ANZALDO

El obraje se encontraba en los altos del pueblo de San Jacinto y camino real al pueblo de la Magdalena. Se localizaba junto al obraje de Contreras y entre los pueblos de la Magdalena y San Jerónimo.

En 1556 fue adquirido por Cristóbal de Escudero, quien compro diversos lotes colindantes con el batán. En 1598, por muerte de Cristóbal de Escudero, doña Leonor de Figueroa, su mujer, y su hijo vendieron a Baltasar de la Barrera dicho obraje, batán y tierras comprendido en 8 caballerías. Aún se conserva parte del inmueble y la capilla, ubicados en el Camino Real a Contreras, cerca de la Casa Popular. Por el año 1647 Baltazar de la Barrera vendió el obraje con batán y 8 caballerías de tierra a Don Antonio de Anzaldo, de donde proviene su nombre. A mediados del siglo XVI siguió conservando su extensión original, hasta que fue invadido por Don Francisco de la Riva Quintana, dueño del obraje de Contreras, y por habitantes del pueblo de la Magdalena, perdiendo poco más de 2 caballerías.

#### EL MOLINITO

El primer molino de papel de la región se estableció en el rancho “El Molinito” junto al pueblo de la Magdalena, colindando con el obraje de Contreras; en 1644 perteneció a Hernando de Porras Aparicio.

En 1774 Don Martín de San Juan Barroeta, dueño de la Hacienda de Contreras, tuvo conflictos con Francisco Moroto, dueño del molino de papel por el uso de aguas, zanjas y la presa para regar la Hacienda de Contreras; en los autos se realizó una “visita de ojos” y se reconocieron los linderos; el obraje y el molino colindaban con la antigua presa de cal y canto que se hizo unida a una peña o laja redonda. La extensión territorial del rancho era

muy pequeña y no sufrió modificaciones hasta el siglo XIX, cuando el dueño de la fábrica La Magdalena cedió la mayor parte al pueblo del mismo nombre.

#### **5.4.4.- CONSTITUCIÓN DE LA DELEGACIÓN LA MAGDALENA CONTRERAS**

La creación de la municipalidad de La Magdalena se debió al crecimiento desmesurado de la población y con la finalidad de ejercer un control y distribuir mejor los servicios. Sin embargo, esta división jurídica no tardó en desaparecer y en suprimir el municipio.

El 31 de Diciembre de 1928, por decreto presidencia se suprimieron las 17 municipalidades existentes en el Distrito Federal Se dividió en un departamento central y trece delegaciones políticas: General Anaya, Azcapotzalco, Guadalupe Hidalgo, Iztacalco, Coyoacán, San Angel, La Magdalena Contreras, Cuajimalpa, Tlalpan, Ixtapalapa, Xochimilco, Milpa Alta, Tláhuac.

Los primeros días de Enero de 1929, apareció publicada la Ley Orgánica del Distrito y Territorios Federales, la que en su artículo 12 hace mención a la jurisdicción de La Magdalena Contreras.

## 5.5.- Aspectos Generales de la Magdalena Contreras

Aquí mostraremos las características físicogeográficas de la delegación, las que dividiremos en varios rubros:

### 5.5.1.- Límites y puntos principales

La Delegación Magdalena Contreras se encuentra al Norponiente de la ciudad de México y representa el 4.2% de la superficie del Distrito Federal, (Figura 75) contando con una extensión de 7,501 has de las cuales 1,348 has (20%) es suelo urbano y 6,153 has es suelo de conservación.(Figura 76)

Sus coordenadas extremas son:

Al Norte 19°20´

Al Sur 19°13´ de latitud norte

Al Este 99°12´

Al Oeste 99°19´ de latitud oeste

Colinda al Norte con la Delegación Álvaro Obregón; al Este con las Delegaciones Álvaro Obregón y Tlalpan; al Sur con la Delegación Tlalpan; al Oeste con el Estado de México y la Delegación Álvaro Obregón. (Figura 76)

Dentro de sus localidades principales están: (Figura 77)

NOMBRE	LATITUD	NORTE	LONGITUD	ESTE	ALTITUD
	grados	minutos	grados	minutos	msnm
Edificio Delegacional	19	18	99	14	2510
La Magdalena	19	18	99	14	2550
San Bernabé Ocoatepec	19	18	99	15	2610
Cerro del Judío	19	19	99	15	2530
San Jerónimo Lídice	19	19	99	13	2420
San Nicolás Totolapan	19	18	99	14	2550
Santa Teresa	19	19	99	13	2400
1er Dinamo	19	17	99	16	2850
Xalancocotla(4° Dinamo)	19	17	99	16	3040

msnm: metros sobre el nivel del mar

Fuente INEGI. Carta Topográfica, 1:50,000

Sus elevaciones principales: (Figura 77)

NOMBRE	LATITUD	NORTE	LONGITUD	ESTE	ALTITUD
	grados	minutos	grados	minutos	msnm
Cerro Nezehuiloya	19	15	99	18	3760
Cerro Panza	19	13	88	19	3600
Cerro Tarumba	19	15	99	17	3460
Cerro Sasacapa	19	16	99	16	3230
Cerro del Judío	19	19	99	15	2770

msnm: metros sobre el nivel del mar Fuente INEGI. Carta Topográfica, 1:50,000

### 5.5.2.-Fisiografía

En la Magdalena Contreras encontramos un Eje Neovolcánico, el cual nos da tres sistemas de Topoformas, (Figura 78) las cuales son:

Sierra Volcánica de laderas escarpadas con un porcentaje en la Delegación de 74%

Lomerío con cañadas con un porcentaje de 16%

Meseta basáltica malpaís con un porcentaje de 10%

Fuente INEGI. Atlas Cartográfico de la Ciudad de México y área conurbada

### 5.5.3.- Geología

El suelo viene desde el Cenozoico con 2 periodos diferentes que son el Cuaternario y el Terciario, compuesta por roca ígnea, extrusiva y volcanoclástica. (Figura 79)

La unidad litológica en la Delegación es de :

Basalto 4.60%

Andesita 73.04%

Volcanoclástica 22.60%

Fuente CGSNEGI. Carta Geológica, Esc. 1:250,000

### 5.5.4.- Climas

(Figura 80)

TIPOS	PORCENTAJE
Templado sub-húmedo con lluvias en verano, de mayor humedad	42.50%
Semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano	3.12%
Semifrío sub-húmedo con lluvias en verano, de mayor humedad	54.38%

Fuente INEGI. Atlas Cartas de Climas, Esc. 1:100,000

### 5.5.5.- Agricultura y Vegetación

(Figura 81):

CONCEPTO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE LOCAL	UTILIDAD
Agricultura: 4.09% de la superficie	Zea mays	Maiz	Comestible
	Phaseolus vulgaris	Frijol	Comestible
	Vicia faba	Haba	Comestible
	Prunus domestica	Ciruelo	Comestible
	Rosa sp.	Rosa de temporada	Ornamental
Pastizal: 1.41% de la superficie	Festuca spp.	Zacate	Forraje
	Muhlenbergia spp.	Zacatón	Forraje
	Boutelousa sp.	Navajita	Forraje
Bosque: 65.03% de la superficie	Abies religiosa	Oyamel	Ornamental
	Pinus montezumae	Pino-Ocote	Ornamental
	Pinus sp.	Pino-Ocote	Ornamental
	Quercus spp.	Encino	Ornamental
	Arbutus xalapensis	Madroño	Ornamental
Otro: 29.47% de la superficie			

Nota: Sólo se mencionan algunas especies útiles

Fuente INEGI. Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Esc. 1:250,000

### 5.5.6.- Uso Potencial de la Tierra

(Figura 82):

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	% DE LA SUPERFICIE DELEGACIONAL
Uso Agrícola	Manual continua	3.59%
	No aptas para la agricultura	96.41%
Uso pecuario	Para el aprovechamiento de la vegetación de pztizal	1.41%
	No aptas para el uso pecuario	98.59%

Fuente CGSNEGI. Carta Uso Potencial, Agricultura, Esc. 1:100,000

CGSNEGI. Carta Uso Potencial, Ganadería, Esc. 1:100,000

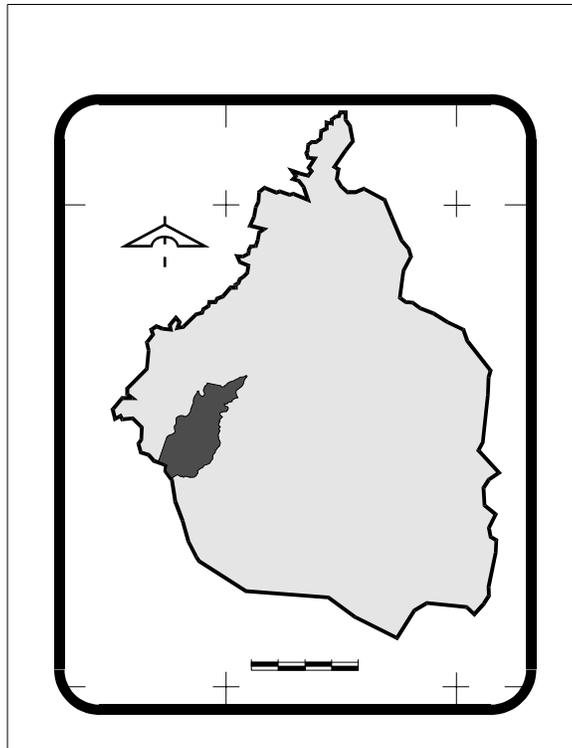


Figura 75.- Plano del Distrito Federal, que muestra la ubicación de la Delegación M. Contreras, (Tomado de "CUADERNO ESTADÍSTICO DELEGACIONAL, LA MAGDALENA CONTRERAS, Edición 2000").



Figura 76.- Plano de la Delegación Magdalena Contreras, donde se muestra la extensión, la zona urbana y la zona ecológica. (Tomado de "CUADERNO ESTADÍSTICO DELEGACIONAL, LA MAGDALENA CONTRERAS, Edición 2000").

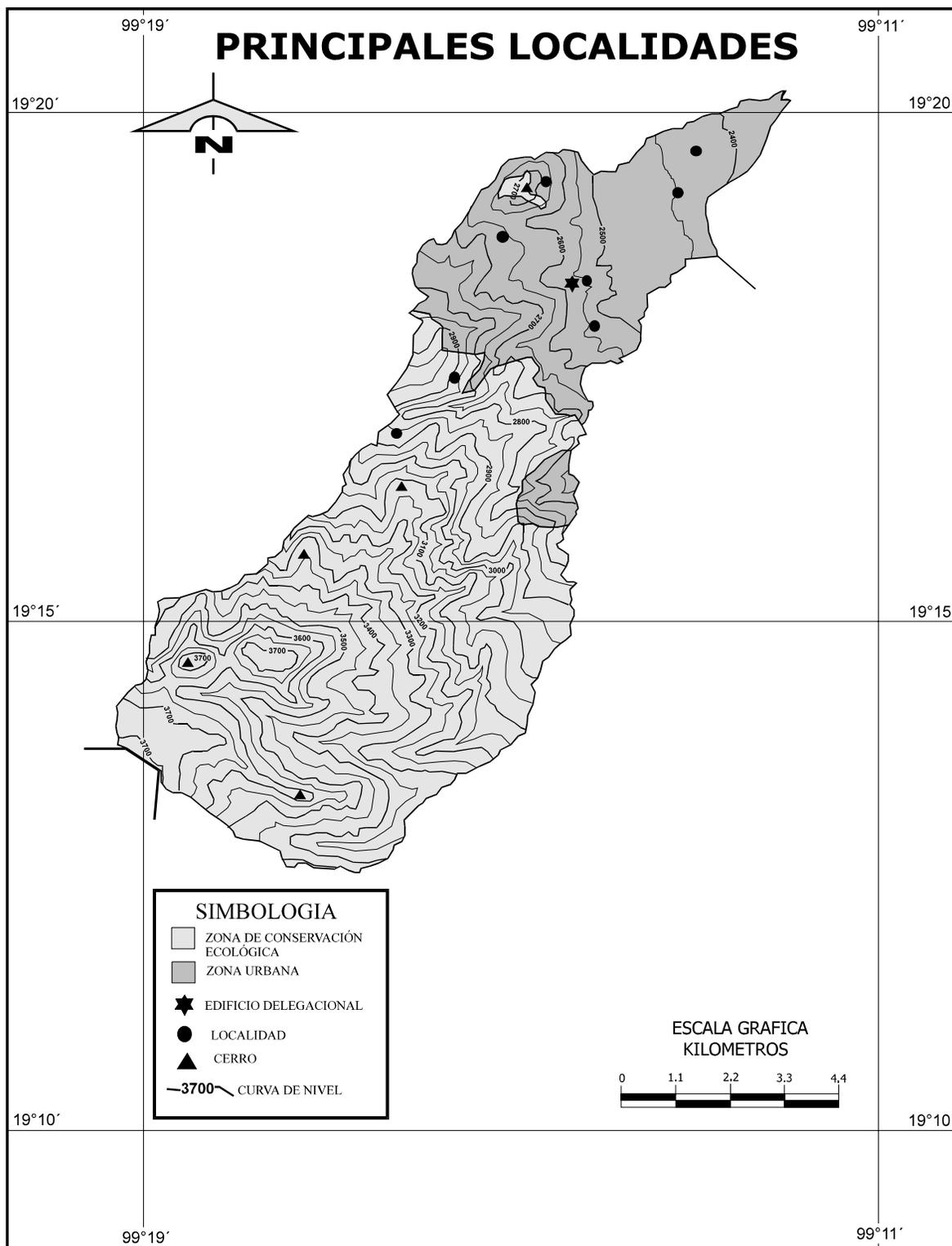


Figura 77.- Plano de la Delegación Magdalena Contreras, donde se muestra la extensión, la zona urbana, la zona ecológica, las principales localidades de esta Demarcación, y sus principales elevaciones (Tomado de "CUADERNO ESTADÍSTICO DELEGACIONAL, LA MAGDALENA CONTRERAS, Edición 2000").

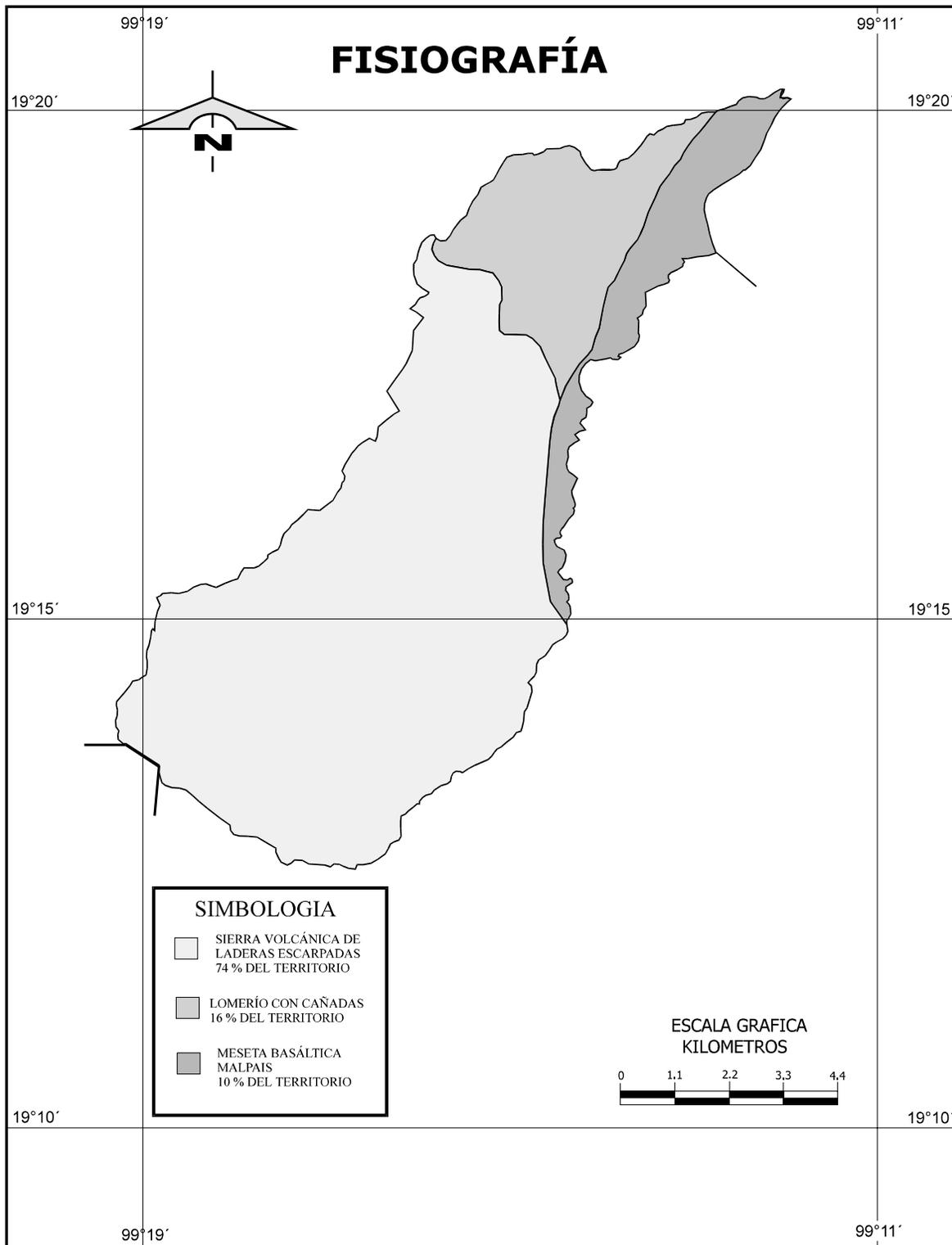


Figura 78.- Plano de la Delegación Magdalena Contreras, donde se muestra su Fisiografía, el cual consta de tres sistemas de Topoformas (Tomado de "CUADERNO ESTADÍSTICO DELEGACIONAL, LA MAGDALENA CONTRERAS, Edición 2000").

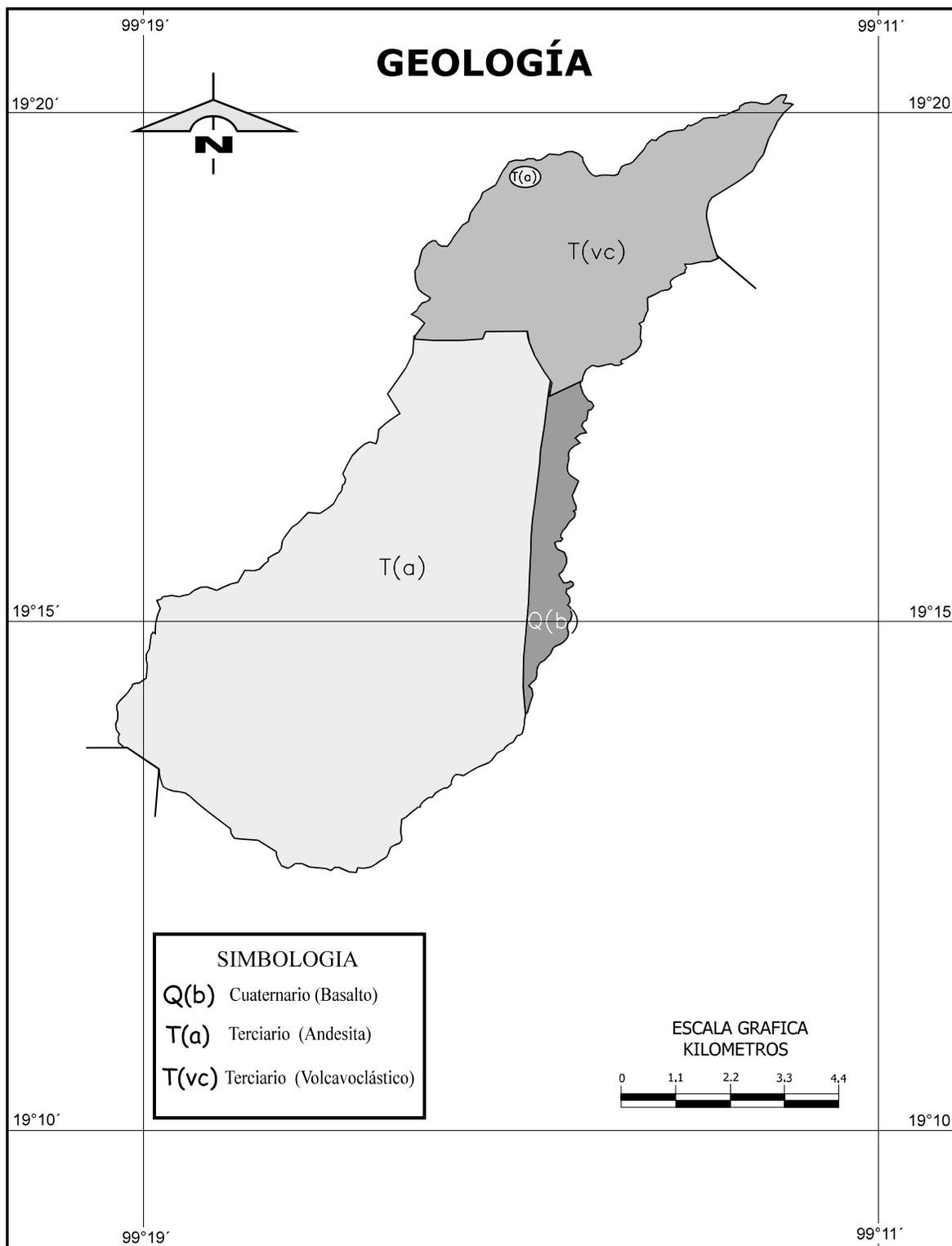


Figura 79.- Plano de la Delegación Magdalena Contreras, donde se muestra la consistencia geológica de la demarcación (Tomado de "CUADERNO ESTADÍSTICO DELEGACIONAL, LA MAGDALENA CONTRERAS, Edición 2000").



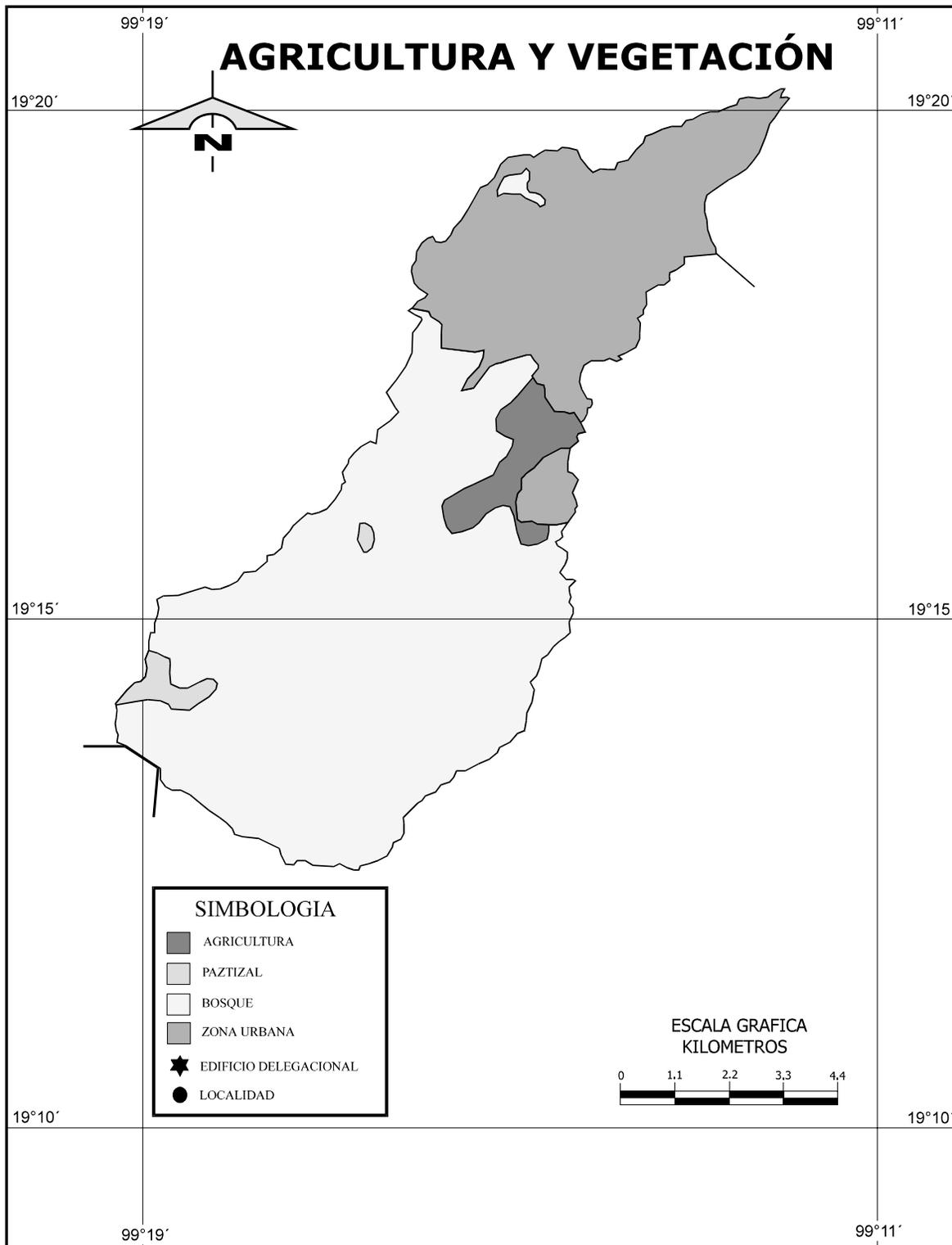


Figura 81.- Plano de la Delegación Magdalena Contreras, donde se muestra la agricultura y vegetación, existente en todo el territorio (Tomado de "CUADERNO ESTADÍSTICO DELEGACIONAL, LA MAGDALENA CONTRERAS, Edición 2000").

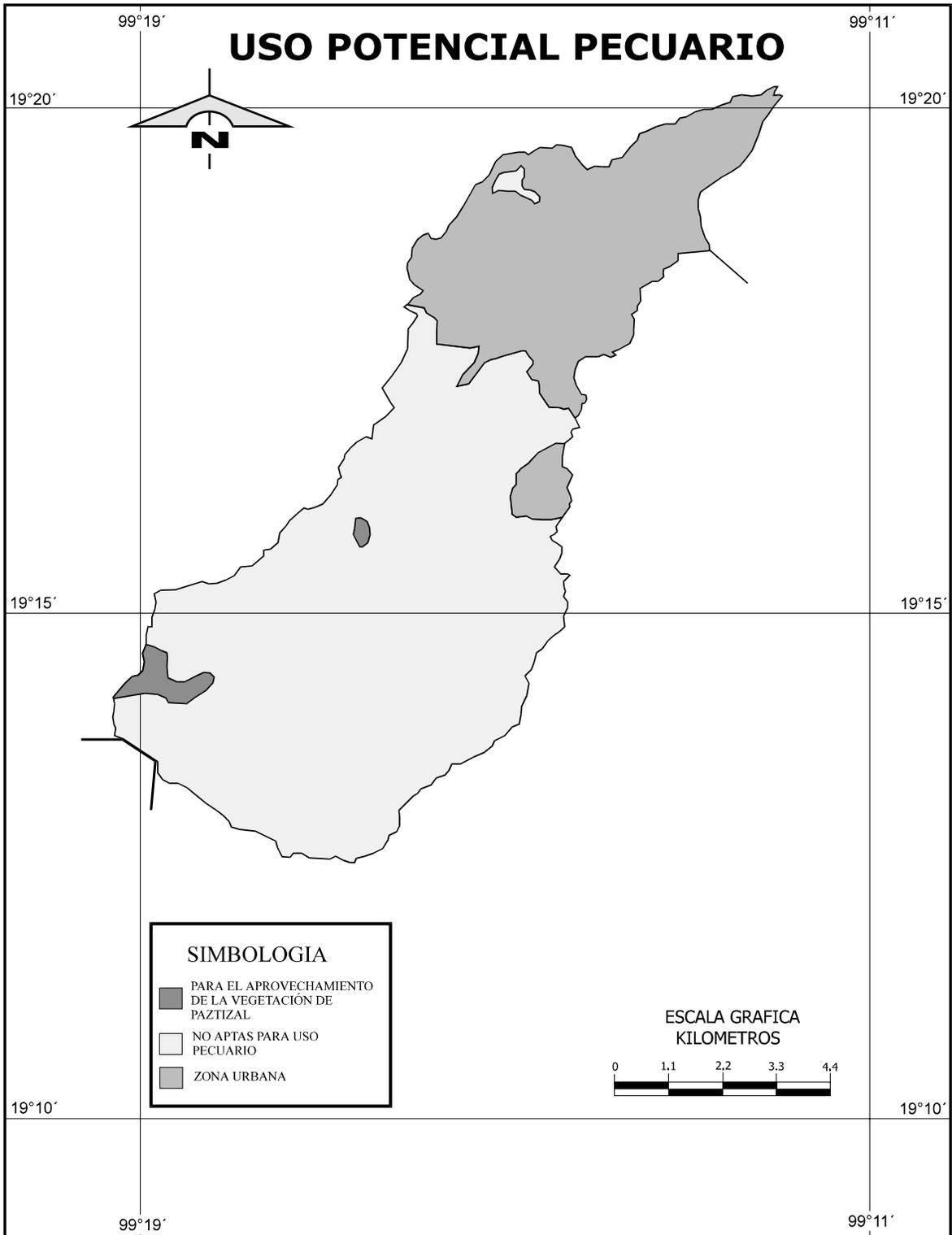


Figura 82.- Plano de la Delegación Magdalena Contreras, donde se muestra el uso potencial pecuario del territorio (Tomado de "CUADERNO ESTADÍSTICO DELEGACIONAL, LA MAGDALENA CONTRERAS, Edición 2000").

## **5.6.- Superficies Artificiales.**

Consideremos este tipo de superficies a las creadas por el hombre, pues con su pensamiento y sus manos a transformado el entorno natural, y es algo que sigue realizando, pues la sinergia de las sociedades y sus habitantes, así lo requieren, por lo que las principales superficies artificiales son las zonas urbanas donde convive y cohabita él mismo.

### **Zona Urbana.-**

Esta zona la podemos definir como un entorno donde el hombre se desarrolla con las actividades propias de su ser y satisface sus necesidades, su recreación y esparcimiento.

Generalmente en la época actual estas zonas se distinguen por estar echas de concreto y donde también se le da espacio a la naturaleza, para que no se nos olvide nuestro origen.

En la zona urbana hay casa edificios, puentes, escuelas, comercios, iglesias, calles, parques, ríos y un sin fin de cosas o elementos que conforman el llamado “Tejido Urbano”, y que hace posible el ser de una Ciudad o Metrópoli.

### **Tejido Urbano Continuo.-**

El conjunto es donde no hay separación de mancha urbana, donde todo esta integrado y donde se puede recorrer a pie o en coche la ciudad o la delegación sin que deje de haber calles, edificios, casa s y todo lo demás. Lo que permite establecer límites entre ciudades, y dentro de ellas, en demarcaciones o delegaciones y estas a su vez se dividirán en colonias.

### **Tejido Urbano Discontinuo.-**

El discontinuo puede separarse de la ciudad por algunos kilómetros y donde la naturaleza predomina, habiendo o no carretera o en su caso solo terracería, que nos permitirá comunicarnos con el siguiente tejido urbano y que en la Ciudad de México y el área metropolitana no sucede en varios kilómetros la redonda.

### **5.6.1.- Colonias.**

Las colonias que conforman la Delegación la Magdalena Contreras son 52, de las cuales 5 son también consideradas asentamientos irregulares (que no están autorizadas como colonias y a las cuales la Delegación no les puede brindar servicios como luz, agua potable, drenaje, etc., aparte de que cuenta con 4 Pueblos que datan de la época de la colonia y que hoy la Delegación las considera colonias, al igual que los asentamientos irregulares, por que aunque no estén autorizados por la SEDUVI (Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda), ya están pobladas y funcionan como tales; y dos barrios.

Comenzaremos de Norte a Sur:

1.-Unidad Habitacional Infonavit, 2.- Batan Norte, 3.- Batan Sur, 4.- Puente Sierra, 5.- Unidad Habitacional San Ramón, 6.- San Jerónimo Lídice, 7.- San Jerónimo Aculco, 8.- Héroes de Padierna, 9.- Conjunto residencial Santa Teresa, 10.- Unidad Habitacional Santa Teresa, 11.- Pedregal II, 12.- Santa Teresa, 13.- La Guadalupe, 14.- La Cruz, 15.- San Francisco, 16.- Barrio de San Francisco, 17.- Lomas Quebradas, 18.- La Malinche, 19.- Cuauhtemoc, 20.- San Bartolo Ameyalco, 21.- El Tanque, 22.- Los Padres, 23.- Cerro del Judio, 24.- Las Cruces, 25.- Barros Sierra, 26.- Atacaxco, 27.- Vista Hermosa, 28.- Las Palmas, 29.- El Toro, 30.- Pueblo Nuevo Bajo, 31.- Barranca Seca, 32.- Plazuela del Pedregal, 33.- La Concepción, 34.- Barrio Las Calles, 35.- San Nicolas Totolapan, 36.- Las Huertas, 37.- La Magdalena, 38.- El Rosal, 39.- San Bernabé, 40.- Potrerillo, 41.- Pueblo Nuevo Alto, 42.- La Carbonera, 43.- Paraje Subestación, 44.- Paraje Gavillero, 45.- Paraje Ixtlahualtongo, 46.- Ampliación Potrerillo, 47.- Huayatla, 48.- Lomas de San Bernabé, 49.- Ampliación Lomas de San Bernabé, 50.- El Ermitaño, 51.- Tierra Unida, 52.- El Ocotal, 53.- Tierra Colorada.

Los Asentamiento Irregulares son:

Paraje Subestación, Paraje Gavillero, Paraje Ixtlahualtongo, El Ocotal ,Tierra Colorada y Cazulco. (Figura 83)

*(Fuente:La Delegación La Magdalena Contreras, Año 2003)*

### **5.6.2.- Pueblos.**

La Delegación cuenta con 4 pueblos que datan de la época colonial y que siguen conservando tanto se presencia como sus tradiciones; Estos pueblos son:

Pueblo de San Bernabé Ocotepc

Pueblo de San Nicolás Totolapan

Pueblo de San Jerónimo

Pueblo de la Magdalena Atlitic

Los dos Barrios son:

Barrio San Francisco y Barrio de las Calles

### **5.6.3.- Calles de la Delegación por colonia.**

Unidad Habitacional Infonavit: Queretaro

Avenida San Bernabé

Batan Norte: Avenida San Bernabé

Heraclio Bernal

Calzada de los Pinos

Chacmol

Sabino Rodríguez

Luis Hidalgo Monrroy

Cerrada Escolta

Pericanto

Batan Sur: Calzada de los Pinos

Calzada Toltecas

Periférico

Avenida Perimetral

Puente Sierra: Río Chico

3a Cerrada Castillo

Avenida San Jerónimo

Privada Nogal

Unidad Habitacional San Ramón: Escolta

San Ramón

Río Chico

Heraclito Bernal

Cerrada Aquila

Pensador

San Jerónimo Lídice:

San Jerónimo Aculco:

Héroes de Padierna:

Conjunto residencial Santa Teresa:

### **5.6.4.- Las Vías principales.**

Av. San Jerónimo, Av. Luis Cabrera, Av. Contreras, Av. San Bernabé. (Figura 84)

### 5.6.3.- Vivienda.

La vivienda en la Delegación Magdalena Contreras no es tan homogénea, solo en algunas zonas específicas, como Sn. Jerónimo Lídice, la Unidad Independencia, Tierra Colorada, el Ocotil y otras, pero en otras colonias se nota mucho el nivel económico.

Las viviendas particulares se cuentan en 48708 con un número de ocupantes de 211526 y de viviendas colectivas (vecindades) solo hay registradas 8 con 372 habitantes, lo que nos representan en porcentaje:

Viviendas Propias: 76.2%

Vivienda no Propias: 23.8%

De acuerdo al número de habitantes:

Ocupantes	Número
1	2516
2	5527
3	8755
4	11992
5	9351
6	4897
7	2509
8	1309
9	766
10	1086

Se cuenta con 26806 tomas domiciliarias instaladas, 15466 medidores instaladas de las cuales 15458 son electrónicas y 8 convencionales.

La fuente de abastecimiento de agua para la Delegación, es primordialmente la presa de anzaldo con una capacidad de 138700 m<sup>3</sup>., aunado a 4 pozos profundos y 3 manantiales, de los cuales se obtiene los siguientes volúmenes:

Pozo profundo 4.75 m<sup>3</sup> por día

Manantial 3.00 m<sup>3</sup> por día.

En cuanto al servicio de iluminación se cuenta con 6074 luminarias, lo que implica 35 habitantes por luminaria y es una luminaria por cada 0.8 hectáreas.

Se tiene una longitud de 6.70 Kilómetros de vialidad primaria y 3494067 m<sup>2</sup> de carpeta asfáltica pavimentada.

(Fuente: CUADERNO DELEGACIONAL (INEGI), Año 1999)

A continuación describiremos la vivienda y sus servicios por colonias de forma más detallada.

COLONIA	Total de viviendas habitadas	Viviendas particulares habitadas	Promedio de ocupantes en vivienda particular	Vivienda particular con agua entubada	Vivienda con energía eléctrica
Unidad Hab. Infonavit	0-217	0-217	0-4	0-128	0-216
Batan Norte	676-833	676-833	0-4	572-896	675-832
Batan Sur	455-675	455-675	0-4	361-571	455-674
Puente Sierra	0-217	0-217	0-4	0-128	0-216
Unidad Hab. San Ramón	834-1255	834-1225	0-4	870-1030	2833-1224
San Jerónimo Lídice	1797-3987	1797-3979	0-4	1031-3862	1794-3970
San Jerónimo Aculco	1226-1796	1226-1796	0-4	1031-3862	1225-1793
Héroes de Padierna	676-833	676-833	0-4	572-869	675-832
Cjto. Res. Sat. Teresa	218-454	218-454	0-4	273-360	217-454
Unidad Hab. Sta. Teresa	0-217	0-217	0-4	0-128	0-216
Pedregal II	0-217	0-217	0-4	273-360	217-454
Sta. Teresa	455-675	455-675	0-4	361-571	455-674
La Guadalupe	218-454	218-454	0-4	273-360	217-454

La Cruz	834-1225	834-1225	0-4	572-869	833-1224
Sn. Francisco	455-675	455-676	0-4	273-360	455-674
Barrio San Francisco	1226-1796	1226-1796	0-4	1031-3862	1225-1793
Lomas Quebradas	1226-1796	1226-1796	0-4	870-1030	1225-1793
La Malinche	1797-3987	1793-3979	0-4	1031-3862	1794-3970
Cuauhtemoc	1226-1796	1226-1796	0-4	870-1030	1225-1793
San Bartolo Ameyalco	934-1225	834-1225	5-5	572-869	833-1229
El Tanque	1797-3987	1797-3979	0-4	1031-3862	1794-3970
Los Padres	1226-1796	1226-1797	0-4	0-128	0-216
Cerro del Judío	0-217	0-217	0-4	0-128	0-216
Las Cruces	1797-3987	1797-3979	0-4	870-1030	1794-3970
Barros Sierra	834-1225	834-1225	0-4	572-869	833-1224
Atacaxco	218-454	218-454	5-5	0-128	217-454
Vista Hermosa	218-454	218-454	5-5	129-272	217-454
Las Palmas	455-675	455-675	0-4	361-571	455-674
El Toro	834-1225	834-1125	0-4	572-869	833-1224
Pueblo Nuevo Bajo	676-833	676-833	0-4	361-571	675-832
Barranca Seca	676-833	676-833	5-5	361-571	675-832
Plazuela del Pedregal	218-454	218-454	0-4	0-128	0-216
La Concepción	218-454	218-454	0-4	273-360	217-454
Las Calles	0-217	0-214	0-4	0-128	0-216

San Nicolás	1797-3987	1797-3979	5-5	1031-3862	1794-3970
Las Huertas	0-217	0-217	5-5	129-272	0-216
La Magdalena	676-833	676-833	0-4	361-571	675-832
El Rosal	1226-1796	1226-1796	0-4	870-1030	1225-1793
San Bernabé	1797-3987	1797-3979	0-4	870-1030	1794-3970
Potrillo	455-675	455-695	0-4	273-360	455-674
Pueblo Nuevo Alto	1797-3987	1797-3979	0-4	572-869	1794-3970
La Carbonera	834-1225	834-1225	5-5	273-360	833-1224
Subestación Gavillero Ixtlahualtongo	1797-3987	1797-3979	5-5	1031-3862	1794-3970
Ampliación Potrillo	455-675	455-675	0-4	129-272	455-674
Huayatla	834-1225	834-1225	0-4	361-571	833-1224
Lomas de Sn. Bernabé	1226-1796	1226-1796	5-5	870-1030	1225-1793
Ampl.. Lomas de Sn Bernabé	676-833	676-833	5-5	129-272	675-832
El Ermitaño	218-454	218-454	5-5	0-128	217-454
Tierra Unida	455-675	455-675	5-5	0-128	455-674
El Ocotál	834-1225	834-1225	5-5	273-360	833-1224
Tierra Colorada	676-833	676-833	5-5	0-128	675-832

(Fuente: CD SCINCE, Año 2000)

COLONIA	Vivienda particular con drenaje conectado a la fosa séptica	Viviendas particulares con drenaje conectado a la red pública	Viviendas particulares con agua entubada de llave pública o hidrate	Vivienda particular con agua entubada en el predio
Unidad Hab. Infonavit	0-0	175-401	0-0	12-64
Batan Norte	0-0	532-745	0-0	0-11
Batan Sur		402-531	0-0	0-11
Puente Sierra	0-0	0-174	0-0	
Unidad Hab. San Ramón		746-1115	0-0	12-64
San Jerónimo Lídice	46-647	1608-3540	5-25	65-173
San Jerónimo Aculco	10-17	1116-1607		242-354
Héroes de Padierna	1-4	532-745	5-25	65-173
Cjto. Res. Sat. Teresa	0-0	175-401	0-0	0-11
Unidad Hab. Sta. Teresa	0-0	0-174	0-0	0-11
Pedregal II	0-0	175-401	0-0	0-11
Sta. Teresa	1-4	532-745	0-0	12-64
La Guadalupe	0-0	175-401	0-0	12-64
La Cruz	5-9	746-1115	0-0	242-354
Sn. Francisco	0-0	402-531	0-0	65-173
Barrio San Francisco	18-45	1116-1607	0-0	242-354
LomasQuebradas	5-9	1116-1607	0-0	174-241

La Malinche	10-17	1608-3540	0-0	750-1297
Cuauhtemoc	125-926-1796	1116-1607	0-0	355-749
San Bartolo Ameyalco		746-1115	0-0	242-354
El Tanque	18-45	1608-3540		750-1297
Los Padres	10-17	1608-3540	0-0	355-749
Cerro del Judío	0-0	0-174	0-0	0-11
Las Cruces	18-45	1608-3540	5-25	750-1297
Barros Sierra		746-1115	0-0	174-241
Atacaxco		746-1115	0-0	174-241
Vista Hermosa		402-531	0-0	174-241
Las Palmas	1-4	532-745	1-4	174-241
El Toro	10-17	746-1115	0-0	242-354
Pueblo Nuevo Bajo	18-45	746-1115	0-0	174-241
Barranca Seca		532-745	0-0	65-173
Plazuela del Pedregal	0-0	0-174	0-0	0-11
La Concepción	10-17	402-531	0-0	65-173
Las Calles	0-0	0-174	0-0	0-11
San Nicolás	46-647	1608-3540	26-404	750-1297
Las Huertas	18-45	0-174	0-0	12-64
La Magdalena	10-17	532-745	5-25	65-173
El Rosal	5-9	1116-1607	0-0	355-749
San Bernabé	46-647	1608-3540	26-404	750-1297
Potreriillo	5-9	175-401	0-0	174-241
Pueblo Nuevo Alto	46-647	1116-1607	26-404	750-1297
La Carbonera	46-647	532-745	5-25	355-749

Subestación Gavillero Ixtlahualtongo	46-647	1608-3540	26-404	750-1297
Ampliación Potrerillo	1-4	402-531	0-0	174-241
Huayatla	10-17	746-1115	1-4	355-749
Lomas de Sn. Bernabé	18-45	1116-1607	0-0	355-749
Ampl.. Lomas de Sn Bernabé	10-17	402-531	5-25	355-749
El Ermitaño	46-647	175-401	26-404	242-354
Tierra Unida	5-9	402-531	26-404	12-64
El Ocotal	46-647	532-745	5-25	355-749
Tierra Colorada	46-647	0-174	5-25	242-354

(Fuente: CD SCINCE, Año 2000) (Figura 85)

### **5.6.6.- Servicios.**

En este rubro se consideran todos los servicios tanto públicos como privados, que la gente requiere y utiliza en su vida cotidiana.

#### **5.6.6.1.- Servicios Públicos**

Los servicios públicos son los otorgados por el gobierno tanto federal como local.

Aquí solo se mostrarán algunos de los más representativos:

Gobierno Delegacional en la Magdalena Contreras: Av. Álvaro Obregón # 20, Col.

Barranca Seca

Almacén del Gobierno de la Magdalena Contreras: Canal, Col. San Nicolás

Almacén del Gobierno de la Magdalena Contreras: Av. Ojo de Agua, Col. Lomas de San Bernabé

Almacén del Gobierno de la Magdalena Contreras, Obras Viales: Av. Ojo de Agua, Col.

Lomas de san Bernabé

Subdirección de Obras Viales: Av. Ojo de Agua, Col. Lomas de San Bernabé

Subdirección de Personal: Av. San Francisco, Col. Barranca Seca

“CASA POPULAR”, Subdirección de Casa Popular: Av. México, Col. San Jerónimo

Lídice

“FORO CULTURAL”, Dirección de Ecología: Av. Contreras, Col. La Concepción

“CASA DE LA CULTURA”, Subdirección de Cultura: Av. Contreras, Col. La Concepción

IFE: Chihuahua, Col. Héros de Padierna

IEDF: Santiago, Col. Barros Sierra

SEPOMEX: Av. Álvaro Obregón, Col. Barranca Seca

PGJDF: José Moreno Salido, Col. Barranca Seca

Ministerio Público: Av. Álvaro Obregón, Col. Barranca Seca

CNDH: Periférico, Col, San Jerónimo Lídice

CORENA: Av. Ajojo de Agua, Col. Ampliación Lomas de San Bernabé

Policía, “Sector 12” :Matamoros, Col. San Nicolás Totolapan

Bibliotecas: “CASA POPULAR”, Av. México, Col. San Jerónimo Lídice

“FORO CULTURAL”, Av. Contreras, Col. La Concepción

“Solidaridad”, Av. Ojo de Agua, Col. Lomas de San Bernabé

Secretaria del Trabajo y Previsión social: Periférico, Col. San Jerónimo Aculco

CNA: Av. San Bernabé, Col. San Jerónimo Lídice; etc.

Panteón: “San Francisco”, Av. San Francisco S/N

“San Bernabé”, Calle Alumnos S/N

“San Nicolas”, Puente Cuadritos S/N

Protección Civil: Boulevard Adolfo López Mateos (Periférico)

### **5.6.6.2.- Deportivos y Centros Recreativos**

Estos espacios permiten a la población el esparcimiento de manera gratuita, y permiten combatir la delincuencia, las adicciones entre los jóvenes, así como consolidar la unión familiar.

Deportivos: “Casa Popular”, Av. México, Col. San Jerónimo

“Foro Cultural”, Camino Real a Contreras, Col, La Concepción

“Deportivo Independencia”, Río Chico, Col. Unidad Independencia San Ramón

“1° de Mayo”, Canal, Col. San Nicolás

“Campo de Fútbol Ojo de Agua”, Av. Ojo de agua, Col. Ampl.. Lomas de San  
Bernabé

“Campo de Fútbol Contreras”, Felipe Ángeles, Col. La Guadalupe

.....

Centros de Recreación: “Casa Popular”, Av. México, Col. San Jerónimo

“Foro Cultural”, Camino Real a Contreras, Col, La Concepción

“Deportivo Independencia”, Río Chico, Col. Unidad Independencia  
San Ramón

.....

Plazas Públicas: Explanada Delegacional: Av. Álvaro Obregón, Col. Barranca Seca

Plaza Cri-Cri: Paseo Cri-Cri, Col. San Jerónimo Aculco

Plaza Lídice: Corregidora, Col. San Jerónimo Lídice

Plaza Juárez: Av. México, Col. Santa Teresa

Plaza Morelos, Av. Luis Cabrera, Col. San Bartolo Ameyalco

.....

### **5.6.6.3.- Servicios**

Los Servicios se considerarán como lugares donde la población obtendrá atención y donde se proporcionan actividades de acuerdo a las necesidades de la gente; Está acudirá por convicción propia o por necesidad, pues estos servicios son de entretenimiento, de esparcimiento o de actividades bursátiles.

Los servicios se pueden dividir en: Bancos, Restaurantes, Bares, Hoteles, Cines.

Bancos: Bancomer, sucursal Av. México, Col. La Cruz

Bancomer, sucursal Av. San Jerónimo, Col, Lomas Quebradas

Banamex, sucursal Av. México, Col. La Cruz

Bitel, sucursal AV. México, Col. La Guadalupe

Banorte, sucursal Av. San Jerónimo, Col. San Jerónimo

Restaurantes: Burquer King, sucursal Periférico, Col. San Jerónimo

Mac Donalds, sucursal Periférico, Col. San Jerónimo

Vips, sucursal Av. México, Col. San Jerónimo

Chili´s, sucursal Av. San Jerónimo, Col. San Jerónimo

Los Almendros, sucursal Av. San Jerónimo, Col, San Jerónimo

El Arroyito, Av. San Jerónimo, Col. San jerónimo

Fonda Santa Clara, Av. San jerónimo , Col. San Jerónimo

Villa María, Av. San Jerónimo, Col, San Jerónimo

La Carreta, Av. México, Col. Héroes de Padierna

Don Julio, Av. México, Col. Héroes de Padierna

Las Margaritas, Av. Álvaro Obregón, Col, La Magdalena

Bares: La Carreta, Av. México, Col. Héroes de Padierna

Hoteles: Pedregal, Periférico, Col. San Jerónimo

Cines: La Linterna Mágica, Periférico, Col. San Jerónimo

(Figura 86)

#### **5.6.6.4.- Comercio y Abasto**

Aquí se consideran los comercios de toda índole y los mercados populares.

Mercados Populares: “La Loma”, José Moreno Salido, Col. Barranca Seca

“La Cruz”, Av. Álvaro Obregón, Col, La Guadalupe

“La Magdalena”, Álvaro Obregón, Col. La Magdalena

“Cuauhtemoc”, Independencia, Col. Cuauhtemoc

Comercios: Plaza San Jerónimo

Plaza Santa Teresa

(Figura 87)

- 1.-U.H.INFONAVIT, 2.-BATAN NORTE, 3.-BATAN SUR, 4.-PUENTE SIERRA, 5.-U.H. SAN RAMON, 6.-SAN JERÓNIMO LÍDICE, 7.-SAN JERÓNIMO ACULCO, 8.-HÉROES DE PADIERNA, 9.-CONJ RES. SANTA TERESA, 10.-U.H. SANTA TERESA, 11.-PEDREGAL II, 12.-SANTA TERESA, 13.-LA GUADALUPE, 14.-LA CRUZ, 15.-SAN FRANCISCO, 16.-BARRIO SAN FRANCISCO, 17.-LOMAS QUEBRADAS, 18.-LA MALINCHE, 19.-CUAUHTEMOC
- 20.-SAN BARTOLO AMEALCO, 21.-EL TANQUE, 22.-LOS PADRES, 23.-CERRO DEL JUDIO, 24.-LAS CRUCES, 25.-BARROS SIERRA, 26.-ATACACCO
- 27.-VISTA HERMOSA, 28.-LAS PALMAS, 29.-EL TORO, 30.-PBLO. NVO. BAJO, 31.-BARRANCA SECA, 32.-PLAZUELA DEL PEDREGAL, 33.-LA CONCEPCIÓN, 34.-BARRIO LAS CALLES, 35.-SAN NICOLAS TOTOLAPAN, 36.-LAS HUERTAS, 37.-LA MAGDALENA, 38.-EL ROSAL, 39.-SAN BERNABÉ, 40.-POTRERILLO, 41.-PBLO. NVO. ALTO, 42.-LA CARBONERA, 43.-SUBESTACIÓN, 44.-GAVILLERO, 45.-IXTLAHUALONGO, 46.-AMPL. POTRERILLO, 47.-HUAYATLA, 48.-LOMAS DE SAN BERNABÉ, 49.-AMPL. LOMAS DE SAN BERNABÉ, 50.-EL ERMITAÑO, 51.-TIERRA UNIDA, 52.-EL COOTAL, 53.-TIERRA COLORADA

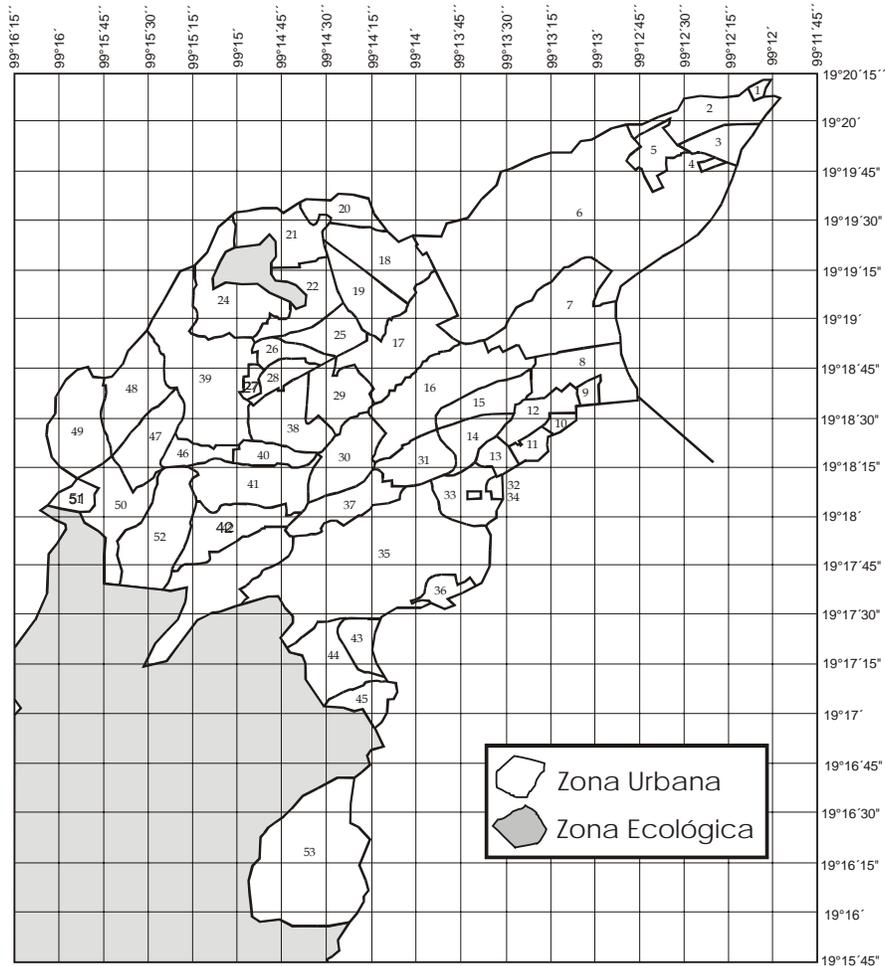


Figura 83.- Plano de la Delegación Magdalena Contreras, con sus coordenadas y las colonias que la conforman. (Tomado del Plano esquemático con que cuenta la Delegación, Año 2000).

# VÍAS PRINCIPALES

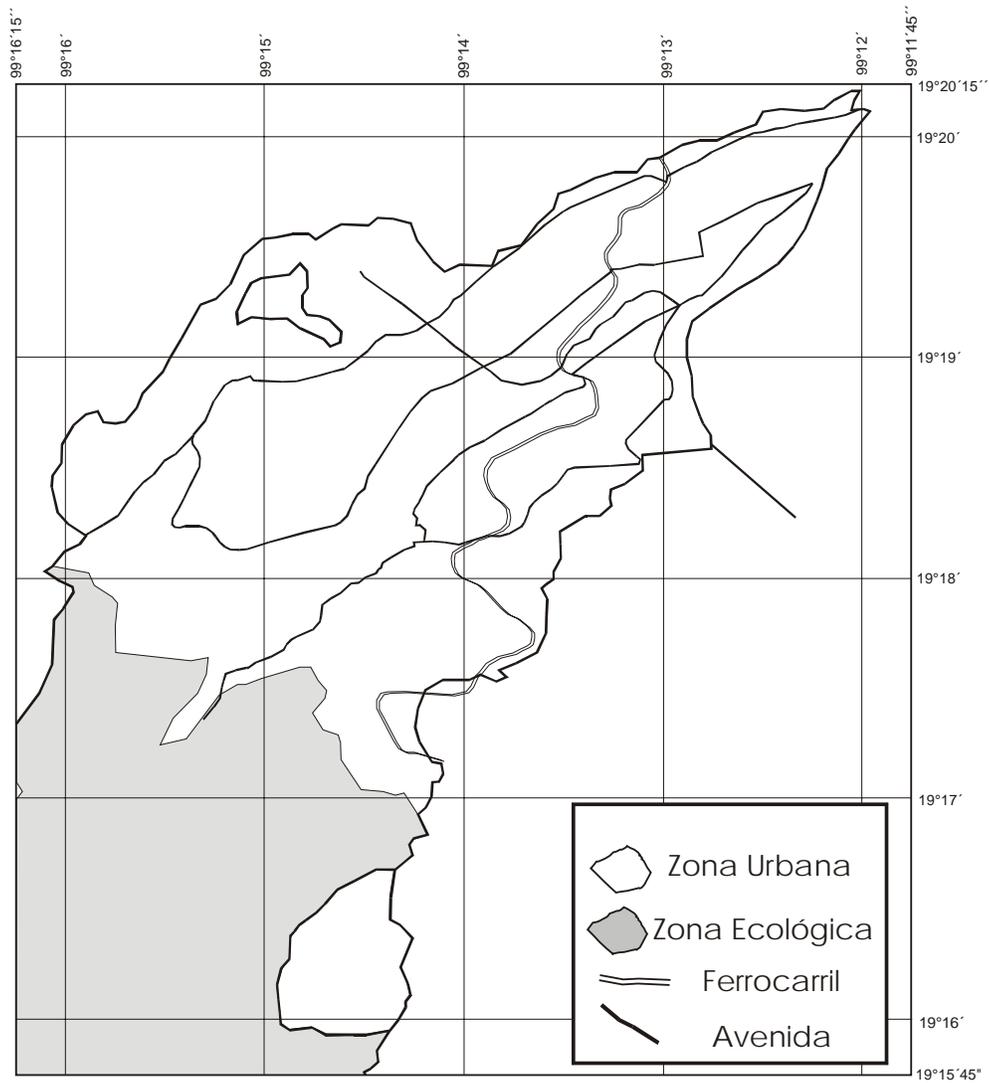


Figura 84.- Plano de la Delegación Magdalena Contreras con sus vías principales. (Tomado del Plano esquemático con que cuenta la Delegación, Año 2000).

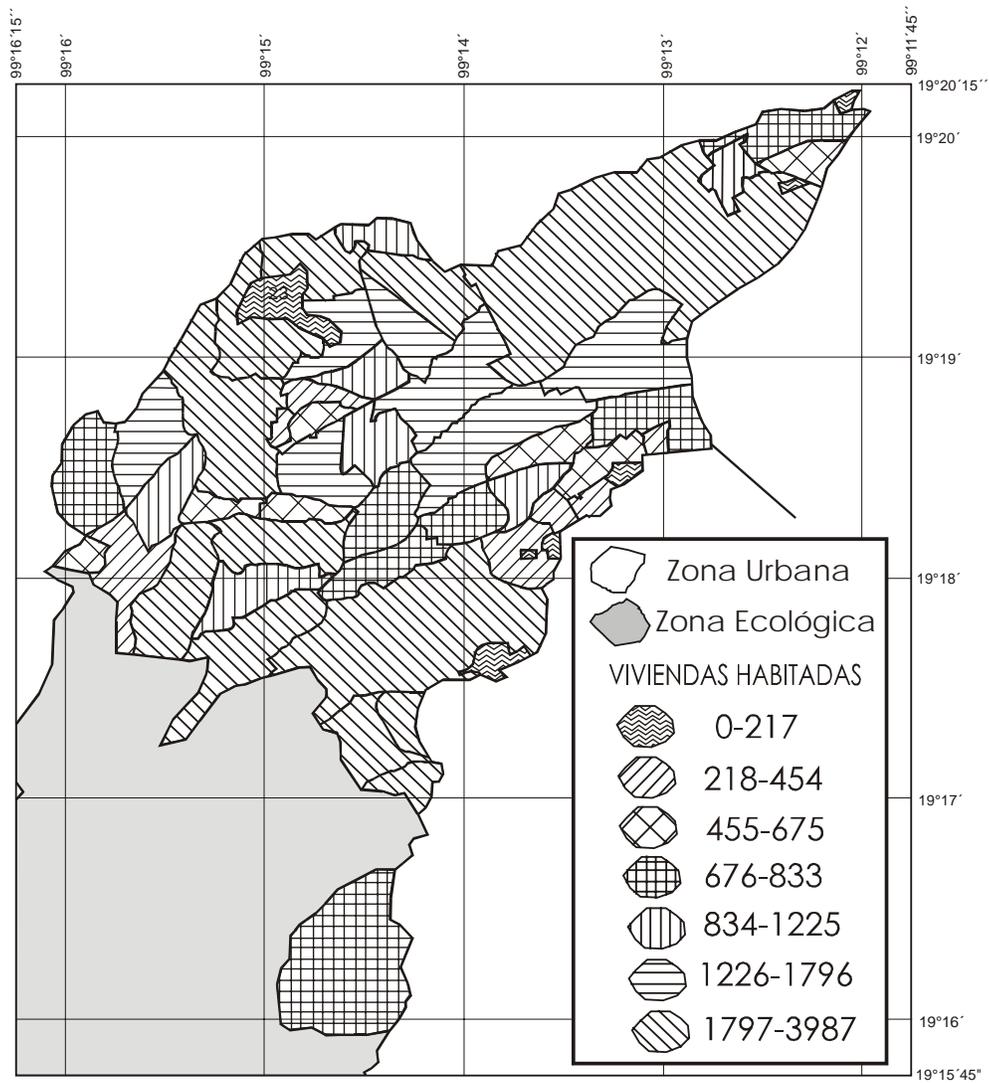


Figura 85.- Plano de la Delegación Magdalena Contreras, donde se muestra la totalidad de viviendas por colonia. (Tomado del SCINCE, Sistema para la Consulta de Información Censal por Colonias, Año 2000).

## OTROS SERVICIOS

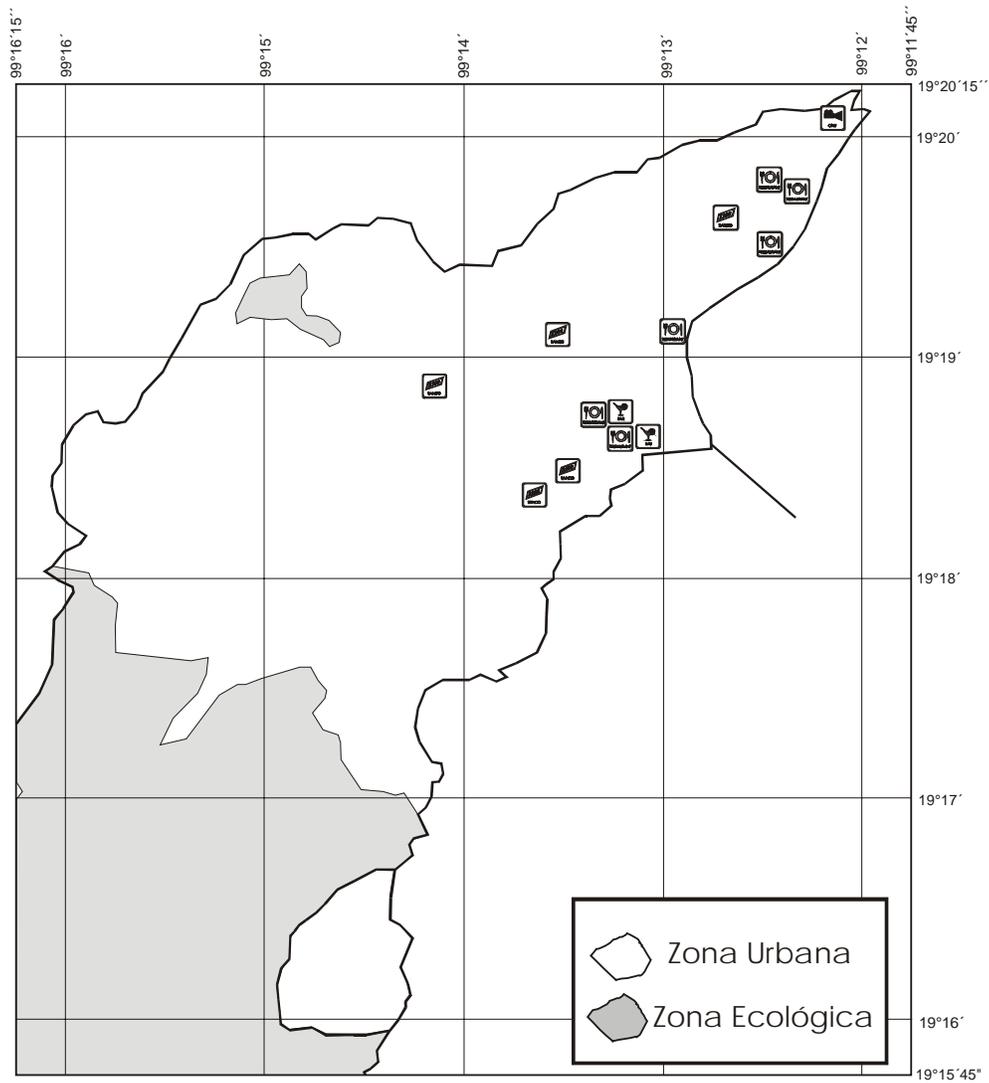


Figura 86.- Plano de la Delegación Magdalena Contreras, donde se muestran los servicios que se brinda al público( Tomado de información proporcionada por la Subdelegación de Desarrollo Social de dicha Demarcación, Año 2000).

# COMERCIO Y ABASTO

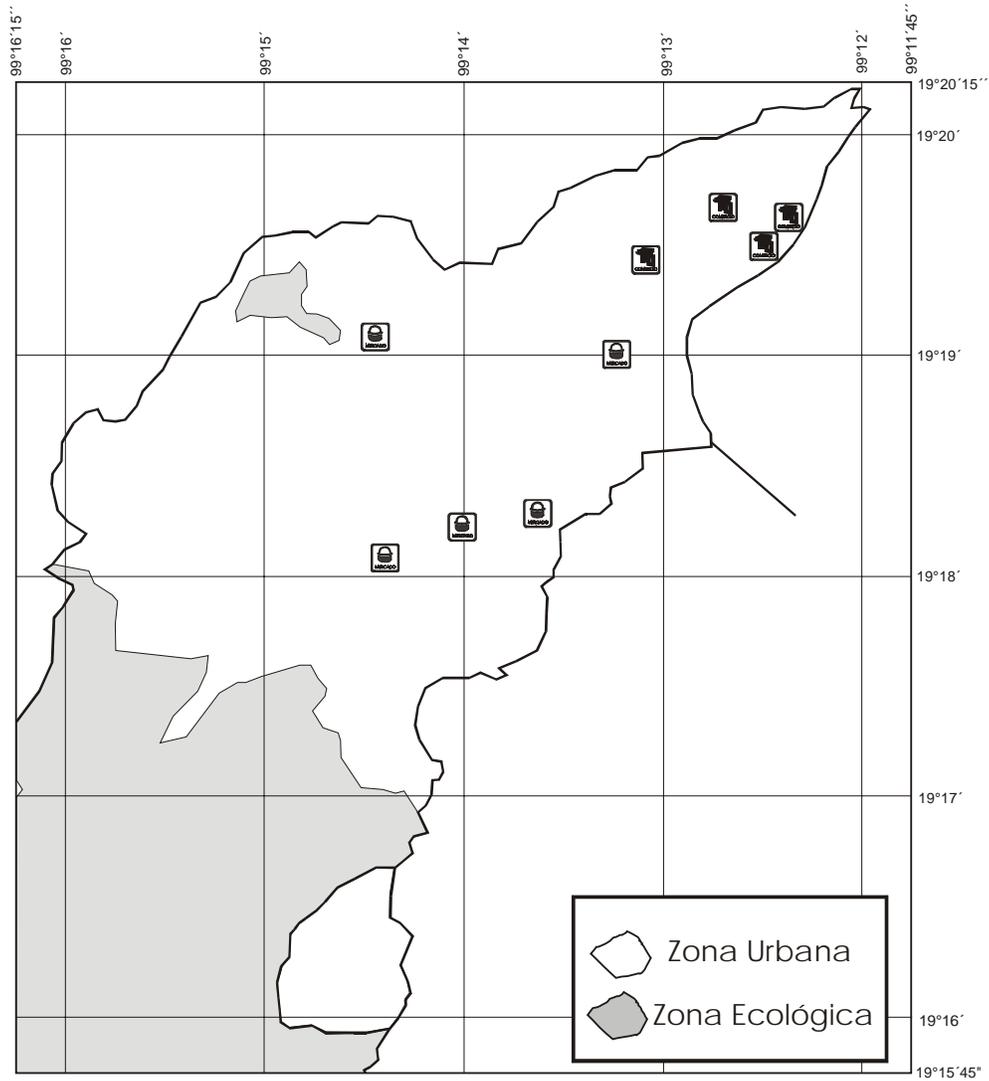


Figura 87.- Plano de la Delegación Magdalena Contreras, donde se muestran los mercados públicos y centros comerciales existentes. ( Tomado de información proporcionada por la Subdelegación de Desarrollo Social, Año 2000).

## 5.7.- Zonas Verdes y de Conservación

En La Demarcación se cuenta con 5,226 hectáreas de suelo de conservación ecológica, donde se encuentra ríos, barrancas, presas, cuencas y subcuencas, sobre todo el único río vivo del Distrito Federal.

### 5.7.1.- Especies de Árboles.

El bosque ocupa el 65.03%, donde crece las siguientes especies:

Oyamel (*Abies religiosa*), Pino-Ocote (*Pinus montezumae*), Pino Ocote (*Pinus sp.*), Encino (*Quercus spp.*), Madroño (*Arbustus xalapensis*), todos de tipo ornamental (*INEGI, 2000*)

### 5.7.2.- Zonas de Conservación.

Áreas Naturales Protegidas:

CATEGORÍA DE MANEJO DESCRIPCIÓN	NOMBRE	AÑO DE DECRETO
PARQUE NACIONAL	LOMAS DE PADIERNA (Cerro del Judío)	1939
	CUMBRES DEL AJUSCO	1947

Fuente SEMARNAP. INE. Balance del Programa de Áreas Naturales Protegidas, 1995-2000, México, julio de 1996.

Coordenadas Geográficas de las Áreas Naturales Protegidas:

NOMBRE	LATITUD NORTE		LONGITUD OESTE	
	Grados	Minutos	Grados	Minutos
Lomas de Padierna (Cerro del Judío)	19	19	99	15
Cumbres del Ajusco	19	12	99	15

Fuente SEMARNAP. INE. Coordenadas Geográficas o UTM, Inédito, México, julio 1996.

### 5.7.3.- Barrancas

Cuenta con 11 Barrancas, aunque algunas ya entubadas:

Barranca Texcalatlaco, barranca Atlapatzin, barranca Ocotepec, barranca Providencia, barranca La Coyotera, barranca Durazno, barranca Anzaldo, barranca Chaca Timiomis, barranca San Jerónimo, y Barranca Coconetla.

En el concepto de zonas verdes o boscosas, esta el parque de los Dínamos, El Cerro del Judío decretado como parque nacional en el año de 1939, y las cumbres del ajusco decretadas en 1947. (Figura 88)



## 5.8.- Población.

La población se puede considerar como una masa no homogénea ,en donde interviene el estrato social, las condiciones de vida, el poder adquisitivo, las posibilidades de empleo y sobre todo la educación tanto escolar como cultural que hace, que de una colonia a otra varíen los conceptos, las idiosincrasias, el número de habitantes y las condiciones de vida.

### 5.8.1.- Población Total

El número total de población es de 221,762, de los cuales 106,008 son hombres y 115,754 son mujeres. Y de esta población total el 29.1% tienen entre 0 y 14 años, el 66.8% de 15 a 64 años y 4.1% de 65 años y más.

### 5.8.2.- Nacimientos y Defunciones

Con una totalidad de nacimientos de 5,052 y 980 defunciones.

### 5.8.3.- Por Tipo de Religión

Católica: 94.5%, Protestante o Evangélica: 1.8%, Ninguna: 2.7% y otra: 1.0%

(Fuente: CD SCINCE, Año 2000)

### 5.8.4.- Edad y Condición de Alfabetismo y Analfabetismo por Colonia

A continuación describiremos la población por colonias de forma más detallada, sobre todo en cuestiones de edad y de alfabetismo:

COLONIA	5 años y más	18 años y más	30 años y más	60 años y más	65 años y más	15 y más alfabetas	De 6 a 14 analfabetas
Unidad Hab. Infonavit	0-803	0-571	0-374	52-73	36-50	0-609	0-113
Batan Norte	1755-2514	1896-2486	1509-2134	438-1375	283-873	1999-2601	114-308
Batan Sur	804-1754	1201-1895	731-1132	345-437	283-873	1284-1998	114-308

COLONIA	5 años y más	18 años y más	30 años y más	60 años y más	65 años y más	15 y más alfabeta	De 6 a 14 analfabeta
Puente Sierra	0-803	0-571	0-374	345-437	0-35	0-609	0-113
Unidad Hab. San Ramón	2515-3999	2487-3505	1509-2134	438-1375	283-873	2602-3708	309-438
San Jerónimo Lídice	7105-15482	5125-11949	2847-7546	438-1375	283-873	5293-12809	1337-2391
San Jerónimo Aculco	4858-7104	5125-11949	2847-7546	438-1375	283-873	5293-12809	866-1336
Héroes de Padierna	3400-4857	2487-3505	1133-1508	166-278	114-185	2602-3708	439-612
Cjto. Res. Sat. Teresa	0-803	572-1200	375-730	52-73	51-113	610-1283	0-113
Unidad Hab. Sta. Teresa	0-803	0-571	0-374	0-51	0-35	0-609	0-113
Pedregal II	804-1754	572-1200	375-730	52-73	36-50	610-1283	114-308
Sta. Teresa	1755-2514	1201-1895	1133-1508	166-278	114-185	1284-1998	309-438
La Guadalupe	804-1754	1201-1895	731-1132	74-165	51-113	610-1283	114-308
La Cruz	3400-4857	2487-3505	1509-2134	345-437	216-282	2602-3708	866-1336
Sn. Francisco	1755-2514	1201-1895	731-1132	74-165	51-113	1284-1998	309-438
Barrio San Francisco	4858-7104	3506-5124	2135-2846	279-344	216-282	3709-5292	866-1336
Lomas Quebradas	4858-7104	3506-5124	2135-2846	345-437	216-282	3709-5292	613-865
La Malinche	7105-15482	5122-11949	2847-7546	438-1375	283-873	5293-12809	1337-2391

COLONIA	5 años y más	18 años y más	30 años y más	60 años y más	65 años y más	15 y más alfabeta	De 6 a 14 analfabeta
Cuauhtemoc	4858-7104	3506-5124	2135-2846	438-1375	216-22	3709-5292	866-1336
San Bartolo Ameyalco	3400-4857	2487-3505	1509-2134	166-278	114-185	2602-3708	613-865
El Tanque	71405-15482	5125-11949	2847-7546	345-437	186-215	5293-12809	1337-2391
Los Padres	4858-7104	3506-5124	2135-2846	279-344	186-215	3709-5292	866-1336
Cerro del Judío	0-803	0-571	0-374	52-73	0-35	0-609	0-113
Las Cruces	7105-1582	5125-11949	2847-7546	279-344	186-215	5293-12809	1337-2391
Barros Sierra	3400-4857	2487-3505	1509-2134	279-344	216-282	2602-3708	139-612
Atacaxco	804-1754	572-1200	375-730	0-51	0-35	610-1283	114-308
Vista Hermosa	1755-2514	1201-1895	731-1132	52-73	36-50	1284-1998	309-438
Las Palmas	2515-3999	1896-2486	731-1132	74-165	51-113	1999-2601	439-612
El Toro	3400-4857	2487-3505	1509-2134	345-437	186-215	2602-3708	613-865
Pueblo Nuevo Bajo	2515-3999	1896-2486	1133-1508	166-278	114-185	1999-2601	439-612
Barranca Seca	2515-3999	1896-2486	1133-1508	279-344	180-215	1999-2601	439-612
Plazuela del Pedregal	0-803	0-571	0-374	0-51	0-35	0-609	0-113

COLONIA	5 años y más	18 años y más	30 años y más	60 años y más	65 años y más	15 y más alfabeta	De 6 a 14 analfabeta
La Concepción	804-1754	572-1200	375-730	74-165	51-113	610-1283	114-308
Las Calles	0-803	0-571	0-374	52-73	36-50	0-609	0-113
San Nicolás	7105-15482	5125-11949	2847-7546	438-1375	283-873	529-12809	1337-2391
Las Huertas	804-1754	0-571	0-374	0-51	0-35	0-609	114-308
La Magdalena	2515-3999	1896-2486	1133-1508	166-278	114-186	1999-2601	439-612
El Rosal	4858-7104	3506-5124	2135-2846	345-437	216-282	3709-5292	866-1336
San Bernabé	7105-15482	5125-11949	2847-7546	279-344	186-215	5293-12809	1337-2391
Potreriillo	1755-2514	1201-1895	731-1132	74-165	51-113	1284-1998	309-438
Pueblo Nuevo Alto	7105-15482	3506-5124	2135-2846	345-437	216-282	3709-5292	866-1336
La Carbonera	3400-4857	2487-3505	1509-2134	166-278	114-185	2602-3708	613-865
Subestación Gavillero Ixtlahualtongo	7105-15482	5125-11949	2847-7546	438-1375	283-873	5293-12809	1337-2391
Ampliación Potreriillo	804-1754	1201-1895	375-730	74-165	36-50	1284-1998	309-438
Huayatla	3400-4857	1896-2486	1133-1508	166-278	144-185	1999-2601	613-865
Lomas de San Bernabé	4858-7104	3506-5124	2133-2846	279-344	186-215	3709-5292	1337-2391

COLONIA	5 años y más	18 años y más	30 años y más	60 años y más	65 años y más	15 y más alfabeta	De 6 a 14 analfabeta
Ampl.. Lomas de Sn Bernabé	2515-3999	1896-2486	1133-1508	74-165	51-113	1999-2601	613-865
El Ermitaño	1755-2514	572-1200	375-730	0-51	0-35	610-1283	309-438
Tierra Unida	1755-2514	572-1200	375-730	52-73	36-50	610-1283	439-612
COLONIA	5 años y más	18 años y más	30 años y más	60 años y más	65 años y más	15 y más alfabeta	De 6 a 14 analfabeta
El Ocotal	7105-15482	3506-5124	2135-2846	438-1375	216-282	2602-3708	613-865
Tierra Colorada	2515-3999	1201-1895	731-1132	52-73	36-50	1284-1998	613-865

(Fuente: CD SCINCE, Año 2000)

(Figura 89)

### 5.8.5.- Densidad Poblacional por colonia

Aquí se considera el número promedio de habitantes por cada colonia, que nos puede dar también una idea del nivel socioeconómico, de los habitantes de dichas colonias, pues en las de estrato alto se pueden ver grandes lotes con pocos habitantes por casa y en los niveles más bajos en un lote promedio o pequeño el número de habitantes es mucho mayor.

A continuación enlisto las colonias, comenzado de norte a sur de acuerdo a la forma de la Delegación.

Unidad Habitacional Infonavit (0-43)

Batan Norte (0-43)

Batan Sur (0-43)

Puente Sierra (0-43)

Unidad Habitacional San Ramón(44-45)

San Jerónimo Lídice (0-43)

San Jerónimo Aculco (0-43)	Héroes de Padierna (44-45)
Conjunto residencial Santa Teresa (0-43)	Unidad Habitacional Santa Teresa (0-43)
Pedregal II (0-43)	Santa Teresa (46-48)
La Guadalupe (44-45)	La Cruz (52-55)
San Francisco (52-55)	Barrio de San Francisco (46-48)
Lomas Quebradas (44-45)	La Malinche (49-50)
Cuauhtemoc (46-48)	San Bartolo Ameyalco (46-48)
El Tanque (49-50)	Los Padres (49-50)
Cerro del Judio (0-43)	Las Cruces (52-55)
Barros Sierra (46-48)	Atacaxco (56-57)
Vista Hermosa (52-55)	Las Palmas (49-50)
El Toro (44-45)	Pueblo Nuevo Bajo (44-45)
Barranca Seca (46-48)	Plazuela del Pedregal (51-51)
La Concepción (46-48)	Barrio Las Calles (46-48)
San Nicolas Totolapan (52-55)	Las Huertas (52-55)
La Magdalena (46-48)	El Rosal (49-50)
San Bernabé (56-77)	Potrerrillo (51-51)
Pueblo Nuevo Alto (52-55)	La Carbonera (56-57)
Paraje Subestación (52-55)	Paraje Gavillero (52-55)
Paraje Ixtlahualtongo (52-55)	Ampliación Potrerillo (44-45)
Huayatla (51-51)	Lomas de San Bernabé (51-51)
Ampliación Lomas de San Bernabé (56-77)	El Ermitaño (56-77)
Tierra Unida (56-77)	El Ocotal (52-55)
Tierra Colorada (56-77).	

*(Fuente: CD SCINCE, Año 2000)*

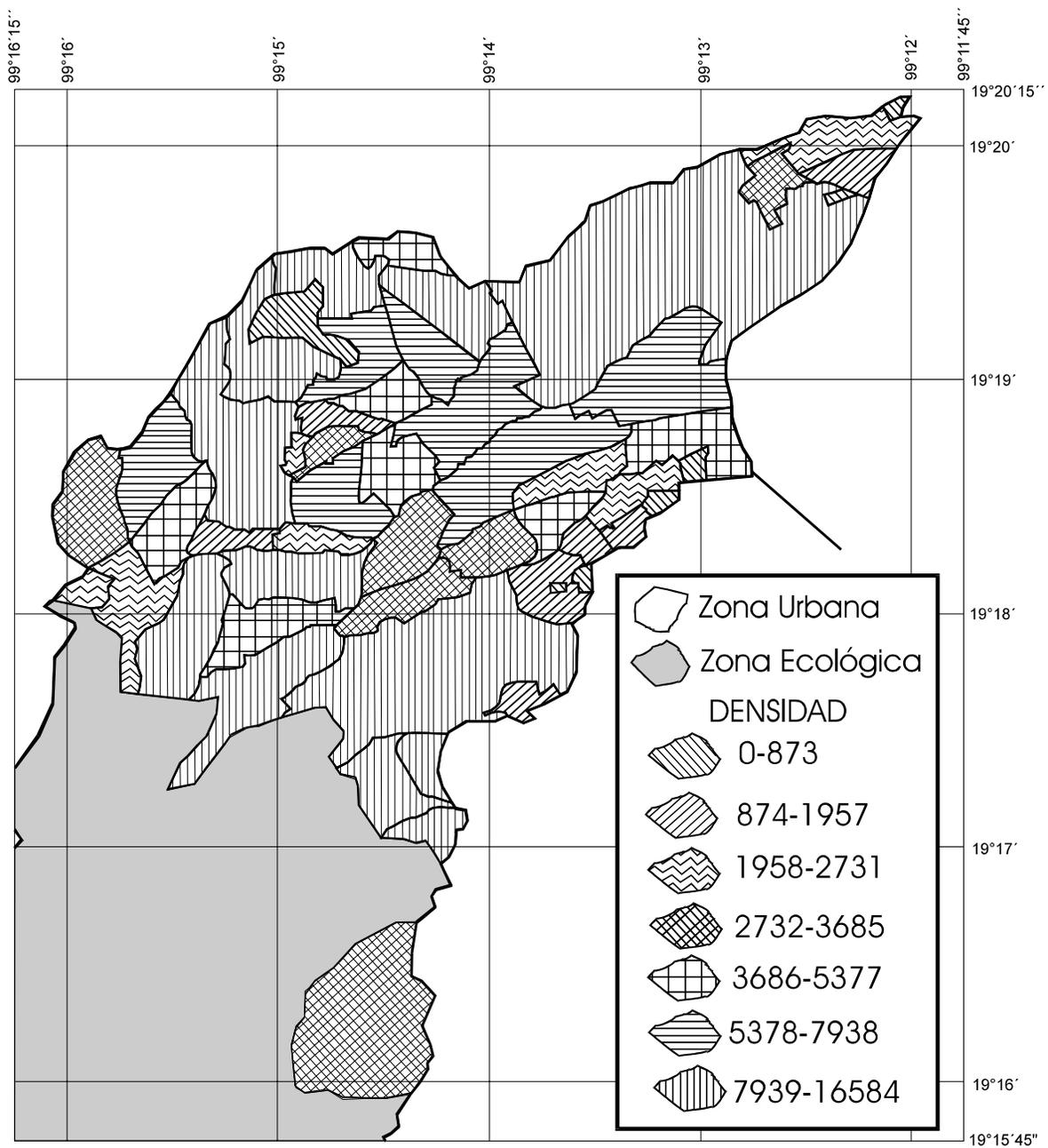


Figura 89.- Plano de la Delegación Magdalena Contreras, donde se muestran la densidad poblacional por colonia. (Tomado del SCINCE, Sistema para la Consulta de Información Censal por Colonias, Año 2000).

## 5.9.- Educación.

En esta parte consideraremos la infraestructura en donde se imparte la educación.

### 5.9.1.- Número de Escuelas y Número de Alumnos

Los servicios educativos están al alcance de toda la población tanto en el sector Federal (SEP) como del privado, contando con Jardín de Niños o kinders, preprimerías, escuelas primarias, escuelas secundarias, bachilleratos, y de educación técnica.

	Número	Alumnos
Preescolar	60	7639
Preescolar Federal	36	6318
Preescolar Particular	24	1321
Primaria	70	25519
Primaria Federal	55	22893
Primaria Privada	15	2626
Secundaria	27	11681
Secundaria Federal	20	10570
Secundaria Privada	7	1111
Profesional Medio	4	3248
Profesional Medio Federal	4	3248
Profesional Medio Privada	NA	NA
Bachillerato	8	3035
Bachillerato Federal	2	2197
Bachillerato Privado	6	838

(Fuente: “Cuaderno Estadístico Delegacional Magdalena Contreras”, INEGI Edición 2000)

### 5.9.2.- Educación Básica

Kinders: “Rosario Castellano”, Av. Contreras, Col. San Jerónimo

“Malinalli”, Naranjo, Col. San Francisco

.....

Primarias: “Juventino Rosas”, Francisco Sarabia, Col. La Guadalupe  
“Maestros Mexicano”, Pachuca, Col. Santa Teresa  
“Mariano Abasolo”, Felipe Ángeles, Col. La Guadalupe  
“Carlos de Singuena y Góngora”, Av. San Jerónimo, Col. Pueblo Nuevo Bajo  
“Héroes de Padierna”, Oaxaca, Col. Héroes de Padierna  
“Próceres de la Reforma”, Río Chico, Col. Unidad Independencia San Ramón  
“Simitrio Ramírez”, Av. Ojo de Agua, Col. Huayatla  
“Xicotencatl”, Emiliano Zapata, Col. San Bernabé  
“Alfredo E. Uruchurto”, Del Rosal, Col. Pueblo Nuevo Bajo  
“Cuauhtemoc”, Av. San Bernabé, Col. Cuauhtemoc

.....

Secundarias: “Diurna # 91”, Jalapa, Col, San Jerónimo Aculco  
“Diurna # 27”, Moreno Salido, Col. Barranca Seca  
“Teleseundaria”, Av. México, Col. San Jerónimo Aculco

.....

### **5.9.3.- Educación Media Superior**

Bachilleratos: “Prepa del GDF”, Av. San Jerónimo, Col. Potrerillo

“Bachilleres Contreras”, Violeta, Col. El Toro

Educación Técnica: “Conalep Contreras”, Durango, Col. San Francisco

“Conalep SECOFI”, Av. Ojo de Agua, Col. Ampl. Lomas de San  
Bernabé

### **5.9.4.- Educación Superior**

Educación Superior: “ITAM Contreras” (Posgrados), Camino a Santa Teresa, Col. Héroes  
de Padierna

Escuela Superior de Guerra: Av. San Jerónimo, Col. San Jerónimo Lídice

.....

(Fuente: Delegación Magdalena Contreras, 2000)

(Figura 90)

# ESCUELAS

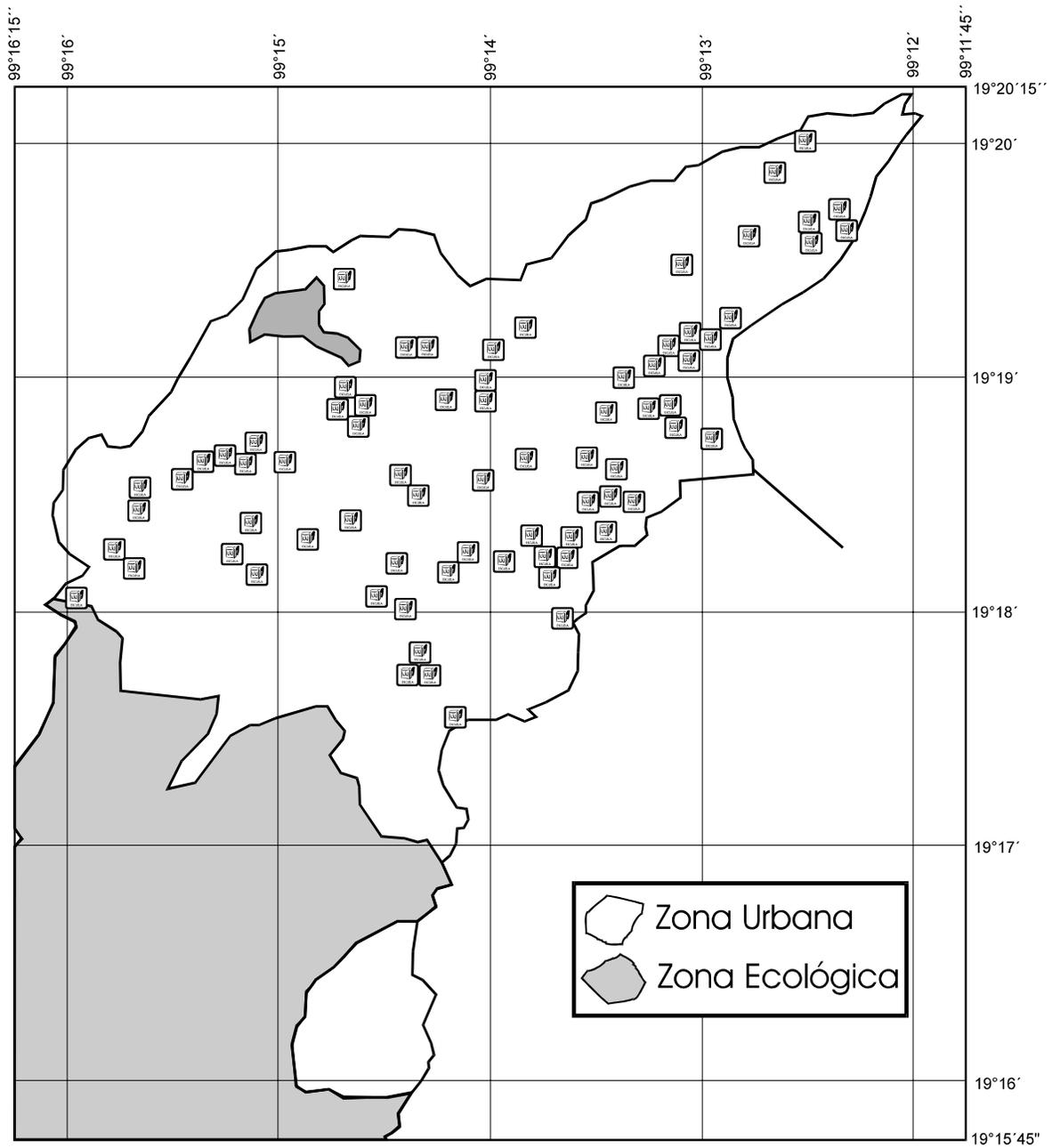


Figura 90.- Plano de la Delegación Magdalena Contreras, donde se muestran todas las escuelas existentes, desde kinder's, preprimarias, primarias, secundarias, nivel medio superior, nivel medio técnico, así como públicas y privadas. (Tomado de información proporcionada por la Subdelegación de Desarrollo Social de dicha Demarcación, Año 2000).

## **5.10.- Salud.**

La salud es algo fundamental para la población, y esta es proporcionada por instituciones oficiales o gubernamentales como por instituciones privadas.

Por lo que los servicios médicos se pueden dividir en dos rubros:

### **5.10.1.- Servicios Federales**

Unidades Médicas: Clínica # 18 del IMSS, Av. México, Col. La Cruz

Clínica # 86 del IMSS, La Teja, Col. Pueblo Nuevo Bajo

Desafortunadamente no se cuenta con clínicas, ni hospitales del ISSSTE

### **5.10.2.- Servicios del Gobierno del Distrito Federal**

Unidad Medica del GDF, Av. San Jerónimo, Col. Potrerillo

Unidad Medica del GDF, Av. Luis Cabrera, Col. Lomas Quebradas

Unidad Medica del GDF, Av. México, Col. San. Jerónimo

Unidad Medica del GDF, Emiliano Zapata, Col. San Bernabé

### **5.10.3.- Servicios Privados**

Hospitales: Ángeles, Periférico, Col. Héroes de Padierna

Santa Elena, Av. México, Col. La Cruz

(Figura 91)

# UNIDADES MÉDICAS Y HOSPITALES

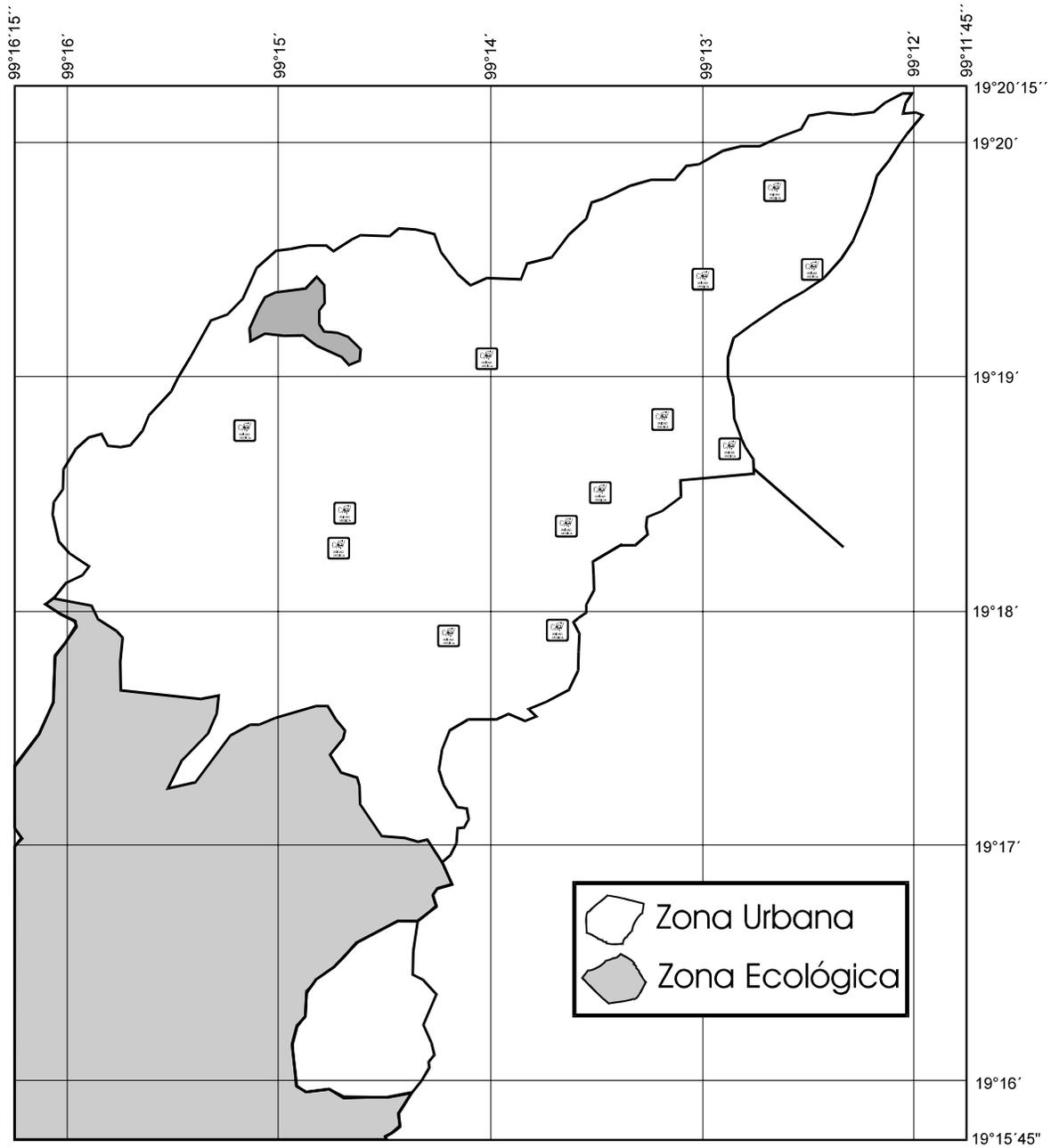


Figura 91.- Plano de la Delegación Magdalena Contreras, donde se muestran los servicios médicos y hospitales, tanto privados como públicos. (Tomado de información proporcionada por la Subdelegación de Desarrollo Social de dicha Demarcación, Año 2000).

## **5.11.- Hidrología de la Magdalena Contreras**

El agua es vital para la existencia del hombre, y la podemos encontrar de varias formas, para beber, para bañarnos, y en este caso, son ríos, cuencas y subcuencas, y estar en pozos, presas, etc.

A la Magdalena Contreras también la ha dado vida, al tener el único río vivo de todo el Distrito Federal, y encontrarse en un escenario esplendoroso como es el parque de los Dínamos

### **5.11.1.- Ríos**

- 1.- La Magdalena
- 2.- Chichicarpa
- 3.- Oxaitla
- 4.- Puente Volador
- 5.- Las Regaderas
- 6.- Del Potrero

Fuente CGSNEGI Carta Hidrológica de aguas superficiales, Esc. 1:250,000 INEGI. Carta Topográfica (Figura 92)

### **5.11.2.- Regiones, Cuencas y Sub-cuencas Hidrológicas**

De la región del Pánuco esta la cuenca del R. Moctezuma y la sub-cuenca L. Texcoco-Zumpango, cubriendo el 100% de la superficie Delegacional. (Figura 92)

Fuente CGSNEGI. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, Esc. 1:250,000

### **5.11.3.- Cuerpos de agua**

Se cuenta con la Presa Anzaldo, que se comparte con la Delegación Álvaro Obregón, pasando mucho tiempo en su más bajo nivel, pero sirve de abastecimiento.

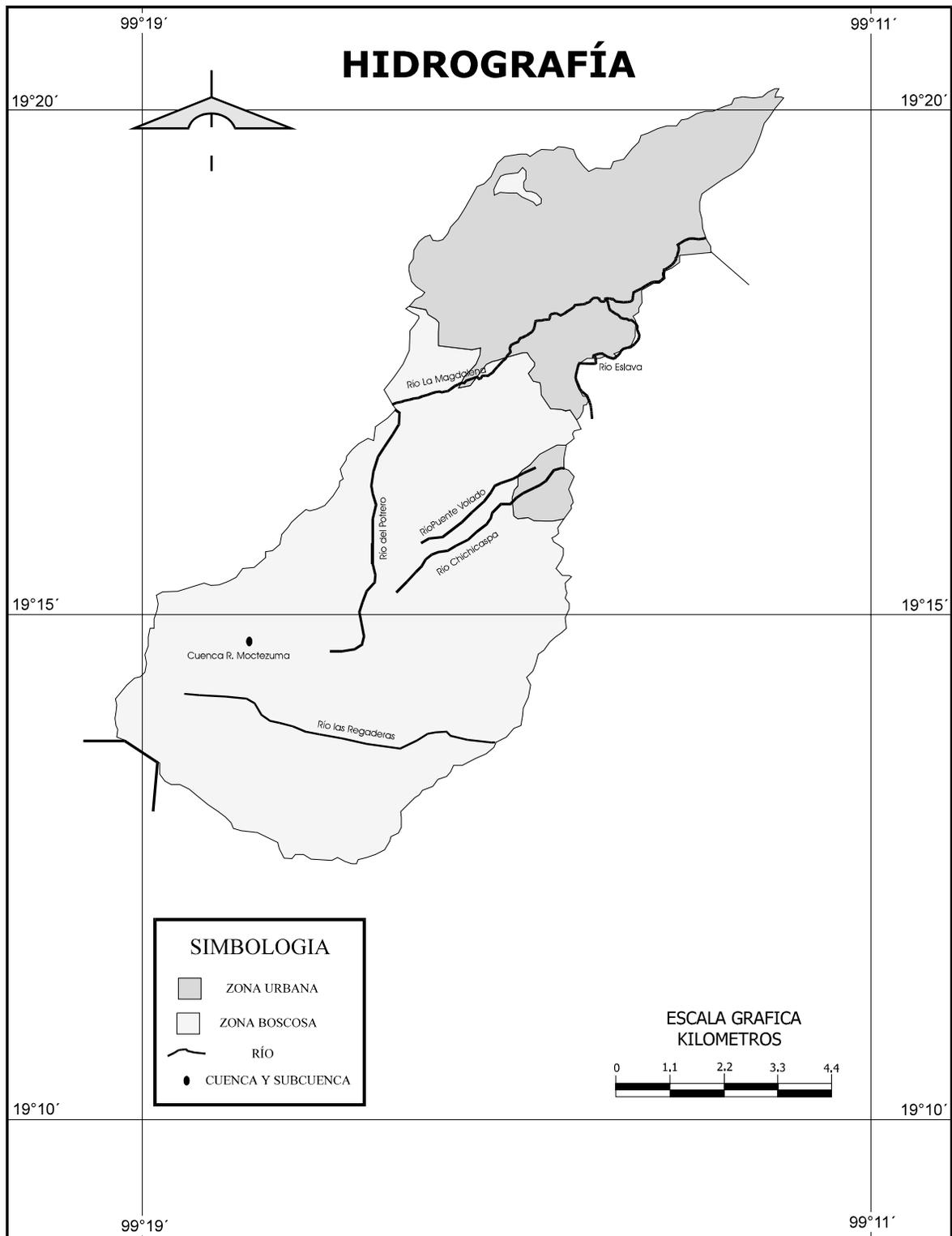
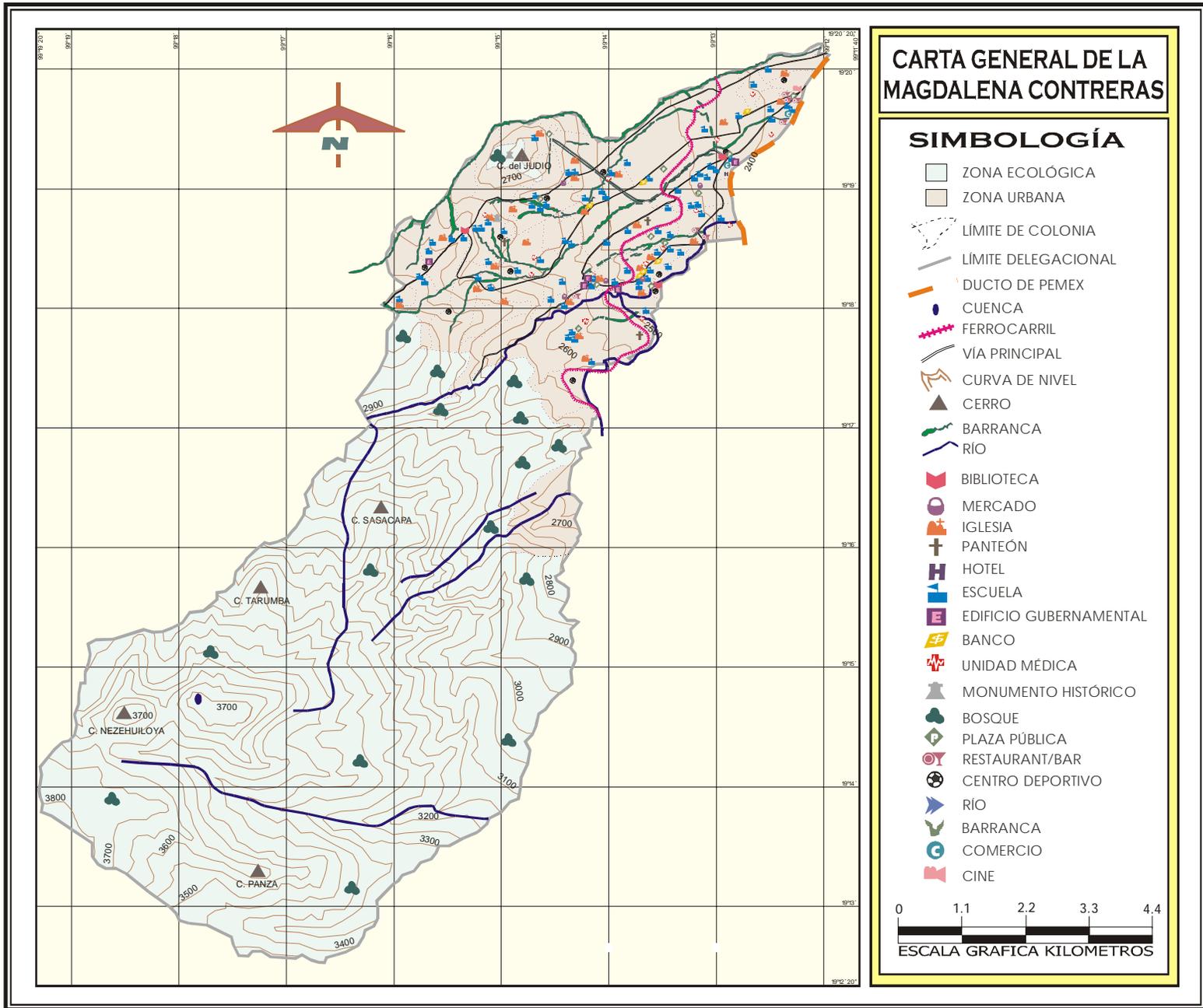


Figura 92.- Plano de la Delegación Magdalena Contreras, donde se muestra la hidrografía de todo el territorio. (Tomado de "CUADERNO ESTADÍSTICO DELEGACIONAL, LA MAGDALENA CONTRERAS, Edición 2000").

## **5.12.- Terminado de Carta**

Aquí simplemente mostrare el resultado del trabajo de toda la investigación, lo que desemboca en un plano con todos los elementos topológicos existentes, las características de la Delegación, y finalmente un plano en 3D (tercera dimensión) de la zona urbana de la Delegación.



## VI.- Consulta del SIGMACON

En este tópico propondremos como funcionaria el SIG de la Magdalena Contreras, a través de la consulta en la computadora, pues los elementos están ya vertidos para poderlos manipular, consultar y obtener la información requerida por las personas que laboran en la Delegación Política y también en el caso de que se abriera a la comunidad en general.

Esta descripción se hará a través de imágenes que mostraran algunas supuestas consultas, y como se presentaría la información en el monitor, y una vez obtenida la información requerida esta se podrá imprimir sin ningún problema.



# SIGMACON

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
DE LA MAGDALENA CONTRERAS



La Delegación Magdalena Contreras cuenta con una superficie de 7501 Hectareas de las cuales 1348 Hectareas es suelo urbano y 6153 Hectareas es suelo de conservación, que comprende el poblado rural de San Nicolas Totolapan con 103 Hectareas, así como una superficie de 324 Hectareas con asentamientos irregulares.

Las coordenadas extremas de la Demarcación son:

Norte 19°20'  
Sur 19°13' Latitud Norte  
Este 99°12'  
Oeste 99°19' Latitud Oeste

Colinda al Norte con la Delegación Alvaro Obregon, al Este con las Delegaciones Alvaro Obregon y Tlalpan, al Sur con la Delegación Tlalpan y al Oeste con el Eddo. de México y la Delegación Alvaro Obregon.

Cuenta con el único río vivo de todo el Distrito Federal, que lleva por nombre río Magdalena así como el parque los Dínamos, uno de los pulmones más importantes de esta ciudad.

◀ ATRAS ADELANTE ▶

# SIGMACON

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
DE LA MAGDALENA CONTRERAS



En la Delegación Magdalena Contreras se cuenta con 11 barrancas, 7 ríos, 2 parques (los Dínamos y el Cerro del Judío), 5 cerros que son representativos, 1 eje neovolcánico.

El suelo está constituido por basalto, andesita y volcanoclastica. Se cuenta con climas templado subhúmedo y semifrío húmedo. Cuenta con una cuenca del río Moctuzuma y una subcuenca del Lago de Texcoco-Zumpango.

El suelo apto para agricultura es del 4.09%, para pastizal 1.41% y bosque del 65.03%.

Así como con 4 ancestrales pueblos que la acompañan desde sus inicios como Delegación, y estos son: San Bernabé Ocoatepec, San Jerónimo, San Nicolas Totolapan y la Magdalena Atlitlic; de donde toma su nombre.

Su Emblema:



◀ ATRAS ADELANTE ▶



# SIGMACON

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
DE LA MAGDALENA CONTRERAS

## MENÚ

- ANTECEDENTES HISTÓRICOS
- **CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS**
- CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS



# SIGMACON

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
DE LA MAGDALENA CONTRERAS

## CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

- **ZONA URBANA**
- ELEVACIONES PRINCIPALES
- FISIOGRAFÍA
- GEOLOGÍA
- CLIMAS
- HIDROLOGÍA
- AGRICULTURA, VEGETACIÓN Y USO POTENCIAL DE LA TIERRA
- ZONAS VERDES Y DE CONSERVACIÓN ECOLÓGICA

◀ ATRAS ADELANTE ▶



# SIGMACON

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
DE LA MAGDALENA CONTRERAS

## ZONA URBANA

- NOMBRE Y NÚMERO DE COLONIAS
- PUEBLOS
- ASENTAMIENTOS IRREGULARES
- VIAS PRINCIPALES
- CALLES
- LÍMITES CON ZONA DE CONSERVACIÓN
- PLANO GENERAL

◀ ATRAS ADELANTE ▶



# SIGMACON

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
DE LA MAGDALENA CONTRERAS

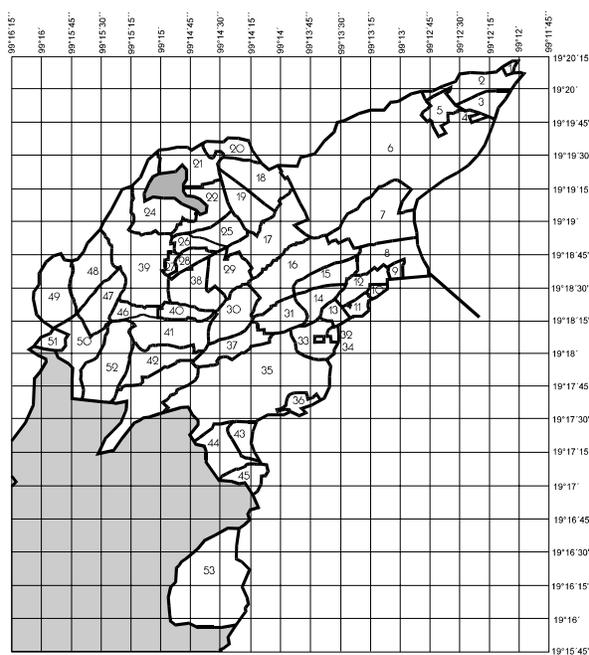
## COLONIAS

SE CUENTA CON 53 COLONIAS

1.-U.H.INFONAVIT, 2.-BATAN NORTE, 3.-BATAN SUR, 4.-PUENTE SIERRA,  
5.-U.H. SAN RAMON, 6.-SAN JERÓNIMO LÍDICE, 7.-SAN JERÓNIMO ACULCO,  
8.-HÉROES DE PADIERNA, 9.-CONJ. RES. SANTA TERESA, 10.-U.H. SANTA TERESA,  
11.-PEDREGAL II, 12.-SANTA TERESA, 13.-LA GUADALUPE, 14.-LA CRUZ,  
15.-SAN FRANCISCO, 16.-BARRIO SAN FRANCISCO, 17.-LOMAS QUEBRADAS,  
18.-LA MALINCHE, 19.-CUAUHTEMOC, 20.-SAN BARTOLO AMEYALCO, 21.-EL TANQUE,  
22.-LOS PADRES, 23.-CERRO DEL JUDIO, 24.-LAS CRUCES, 25.-BARROS SIERRA,  
26.-ATACAXCO, 27.-VISTA HERMOSA, 28.-LAS PALMAS, 29.-EL TORO,  
30.-PBLO. NVO. BAJO, 31.-BARRANCA SECA, 32.-PLAZUELA DEL PEDREGAL,  
33.-LA CONCEPCIÓN, 34.-BARRIO LAS CALLES, 35.-SAN NICOLAS TOTOLAPAN,  
36.-LAS HUERTAS, 37.-LA MAGDALENA, 38.-EL ROSAL, 39.-SAN BERNABÉ,  
40.-POTRERILLO, 41.-PBLO. NVO. ALTO, 42.-LA CARBONERA, 43.-SUBESTACIÓN,  
44.-GAVILLERO, 45.-IXTLAHUALTONGO, 46.-AMPL.POTRERILLO, 47.-HUAYATLA,  
48.-LOMAS DE SAN BERNABÉ, 49.-AMPL. LOMAS DE SAN BERNABÉ, 50.-EL ERMITAÑO,  
51.-TIERRA UNIDA, 52.-EL OCOTAL, 53.-TIERRA COLORADA.

VER PLANO GENERAL  VER UNA COLONIA: \_\_\_\_\_

## PLANO GENERAL



- 1.-U.H.INFONAVIT
- 2.-BATAN NORTE
- 3.-BATAN SUR
- 4.-PUENTE SIERRA
- 5.-U.H. SAN RAMON
- 6.-SAN JERONIMO LIDICE
- 7.-SAN JERONIMO ACULCO
- 8.-HEROES DE PADIERNA
- 9.-CONJ. RES. SANTA TERESA
- 10.-U.H. SANTA TERESA
- 11.-PEDREGAL II
- 12.-SANTA TERESA
- 13.-LA GUADALUPE
- 14.-LA CRUZ
- 15.-SAN FRANCISCO
- 16.-BARRIO SAN FRANCISCO
- 17.-LOMAS QUEBRADAS
- 18.-LA MALINCHE
- 19.-CUAJATEMOC
- 20.-SAN BARTOLO AMEYALCO
- 21.-EL TANQUE
- 22.-LOS PADRES
- 23.-CERRO DEL JUDIO
- 24.-LAS CRUCES
- 25.-BARROS SIERRA
- 26.-ATACAXCO
- 27.-VISTA HERMOSA
- 28.-LAS PALMAS
- 29.-EL TORO
- 30.-PBLO. NVO. BAJO
- 31.-BARRANCA SECA
- 32.-PLAZUELA DEL PEDREGAL
- 33.-LA CONCEPCION
- 34.-BARRIO LAS CALLES
- 35.-SAN NICOLAS TOTOLAPAN
- 36.-LAS HUERTAS
- 37.-LA MAGDALENA
- 38.-EL ROSAL
- 39.-SAN BERNABÉ
- 40.-POTRERILLO
- 41.-PBLO. NVO. ALTO
- 42.-LA CARBONERA
- 43.-SUBESTACION.
- 44.-GAVILLERO
- 45.-XTLAHUALTONGO
- 46.-AMPL.POTRERILLO
- 47.-HUAYATLA
- 48.-LOMAS DE SAN BERNABÉ
- 49.-AMPL. LOMAS DE SAN BERNABÉ
- 50.-EL ERMITAÑO
- 51.-TIERRA UNIDA
- 52.-EL OCOTAL
- 53.-TIERRA COLORADA.



# SIGMACON

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
DE LA MAGDALENA CONTRERAS

## ZONA URBANA

- NOMBRE Y NÚMERO DE COLONIAS
- PUEBLOS
- ASENTAMIENTOS IRREGULARES
- VIAS PRINCIPALES
- CALLES
- LÍMITES CON ZONA DE CONSERVACIÓN
- PLANO GENERAL







# SIGMACON

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
DE LA MAGDALENA CONTRERAS

## CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

- ZONA URBANA
- ELEVACIONES PRINCIPALES
- FISIOGRAFÍA
- GEOLOGÍA
- CLIMAS
- HIDROLOGÍA
- AGRICULTURA, VEGETACIÓN Y USO POTENCIAL DE LA TIERRA
- ZONAS VERDES Y DE CONSERVACIÓN ECOLÓGICA

◀ ATRAS ADELANTE ▶



# SIGMACON

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
DE LA MAGDALENA CONTRERAS

## ELEVACIONES PRINCIPALES

La Magdalena Contreras se puede considerar un terreno agreste, pues cuenta con grandes pendientes y cambios bruscos de terreno, sobre todo en la zona de reserva ecológica.

La elevación máxima es de 3700 metros sobre el nivel del mar.

La elevación mínima es de 2350 metros sobre el nivel del mar.

Y cuenta con cerros que son representativos de esta Demarcación, como son:

Cerro del Judío que tiene 2700 metros sobre el nivel del mar

Cerro Sasacapa que tiene 3000 metros sobre el nivel del mar

Cerro Tarumba que tiene 3300 metros sobre el nivel del mar

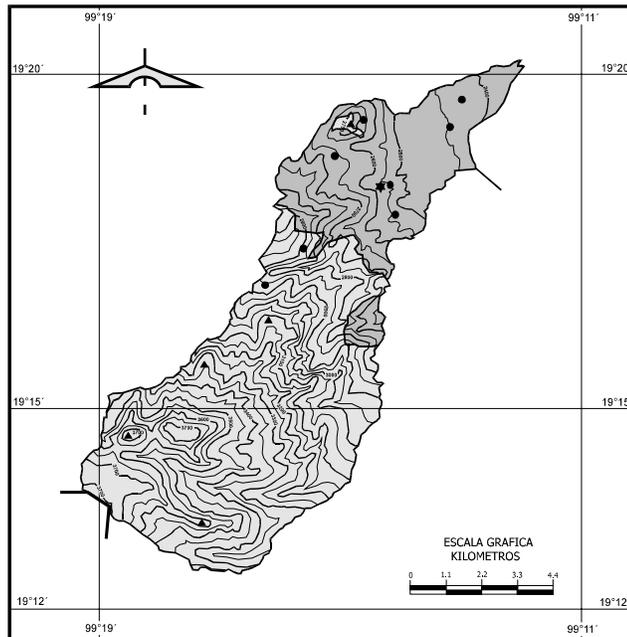
Cerro Panza que tiene 3600 metros sobre el nivel del mar

Cerro Nezehuiloya que tiene 3700 metros sobre el nivel del mar

- CONSULTA DE ELEVACIÓN ESPECÍFICA
- PLANO GENERAL

◀ ATRAS ADELANTE ▶

## ELEVACIONES PRINCIPALES



◀ ATRAS ADELANTE ▶



# SIGMACON

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
DE LA MAGDALENA CONTRERAS

## MENÚ

- ANTECEDENTES HISTÓRICOS
- CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS
- CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS



**SIGMACON**

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
DE LA MAGDALENA CONTRERAS

## CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

- POBLACIÓN
- VIVIENDA
- EDUCACIÓN
- SERVICIOS URBANOS Y ORDEN PÚBLICO
- COMERCIO Y ABASTO
- SERVICIOS
- ECONOMÍA

◀ ATRAS ADELANTE ▶



**SIGMACON**

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
DE LA MAGDALENA CONTRERAS

## POBLACIÓN

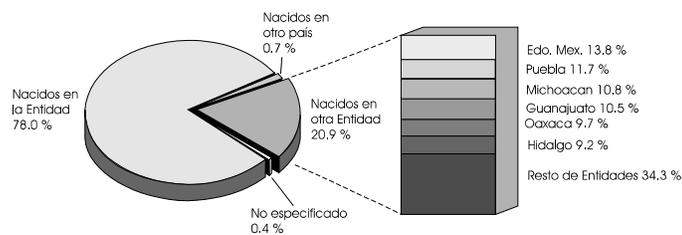
- GENERAL
- NATALIDAD
- MORTANDAD
- POR SEXO
- POR COLONIA
- POR RELIGIÓN
- POR EDADES
- POR ACTIVIDAD ECONÓMICA
- POR ESATDO CIVIL

◀ ATRAS ADELANTE ▶



## NATALIDAD

Los nacimientos en la Delegación nos arroja un resulta de 4639, de los cuales 2487 son de hombres y 2151 son mujeres.  
De lo que se deduce que la tasa bruta de natalidad en la demarcación es del 22.3%, y del total de la población el 78% ha nacido en la entidad, el 20.9% en otras entidades del país, 0.7% son nacidos en otro país y el 0.4 no está especificado.



## CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

- POBLACIÓN
- VIVIENDA
- EDUCACIÓN
- SERVICIOS URBANOS Y ORDEN PÚBLICO
- COMERCIO Y ABASTO
- SERVICIOS
- ECONOMÍA





## VIVIENDA

- VIVIENDA PARTICULAR HABITADAS
- **PROMEDIO DE OCUPANTES POR VIVIENDA**
- VIVIENDA CON AGUA ENTUBADA
- VIVIENDA CON ENERGIA ELECTRICA
- VIVIENDA CON DRENAJE
- VIVIENDA CON DRENAJE EN FOSA SEPTICA

◀ ATRAS ADELANTE ▶



## PROMEDIO DE OCUPANTES POR VIVIENDA

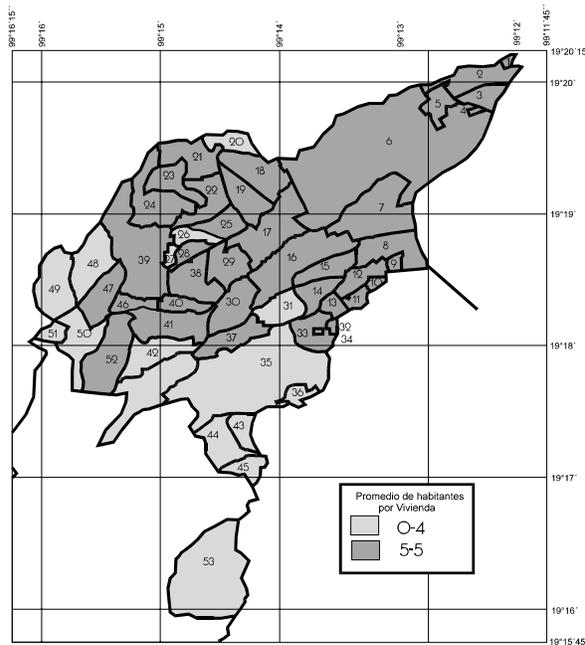
La distribución de la población por vivienda es la siguiente:

Unidad Habitacional INFONAVIT es de 0-4, Batan Norte 0-4, Batan Sur 0-4, Puente Sierra 0-4, Unidad Habitacional San Ramón 0-4, San Jerónimo Lídice 0-4, San Jerónimo Aculco 0-4, Héroes de Padierna 0-4. Conjunto Residencial Santa Teresa 0-4, Unidad Habitacional Santa Teresa 0-4, Pedregal II 0-4, Santa Teresa 0-4, La Guadalupe 0-4, La Cruz 0-4, San Francisco 0-4, Barrio de San Francisco 0-4, Lomas Quebradas 0-4, La Malinche 0-4, Cuauhtemoc 0-4, San Bartolo Ameyalco 5-5, El Tanque 0-4, Los Padres 0-4, Cerro del Judio 0-4, Las Cruces 0-4, Brros Sierra 0-4, Atacaxco, 5-5, Vista Hermosa 5-5, Las Palmas 0-4, El Toro 0-4, Pueblo Nuevo Bajo 0-4, Bararnca Seca 5-5, Plazuela del Pedregal 0-4, La Concepción 0-4, Las Calles 0-4, San Nicolas 5-5, Las Huertas 5-5, La Magdalena 0-4, El Rosal 0-4, San Bernabé 0-4, Potrerillo 0-4, Pueblo Nuevo Alto 0-4, La Carbonera 5-5, Subestación, Gavillero e Ixtlahualtongo, 5-5, Ampliación Potrerillo 0-4, Huayatla 0-4, Lomas de San Bernabé 5-5, Ampliación Lomas de San Bernabé 5-5, El Ermitaño 5-5, Tierra Unida 5-5, El Ocotál 5-5, Tierra Colorada 5-5.

● **VER PLANO**

◀ ATRAS ADELANTE ▶

## PLANO GENERAL



- 1.-U.H. INFONAVIT
- 2.-BATAN NORTE
- 3.-BATAN SUR
- 4.-PUENTE SIERRA
- 5.-U.H. SAN RAMON
- 6.-SAN JERÓNIMO LIDICE
- 7.-SAN JERÓNIMO ACULCO
- 8.-HÉROES DE PADIERNA
- 9.-CONJ. RES. SANTA TERESA
- 10.-U.H. SANTA TERESA
- 11.-PEDREGAL II
- 12.-SANTA TERESA
- 13.-LA GUADALUPE
- 14.-LA CRUZ
- 15.-SAN FRANCISCO
- 16.-BARRIO SAN FRANCISCO
- 17.-LOMAS QUEBRADAS
- 18.-LA MALINCHE
- 19.-CUAUHTEMOC
- 20.-SAN BARTOLO AMEYALCO
- 21.-EL TANQUE
- 22.-LOS PADRES
- 23.-CERRO DEL JUDIO
- 24.-LAS CRUCES
- 25.-BARRROS SIERRA,
- 26.-ATACAXCO
- 27.-VISTA HERMOSA
- 28.-LAS PALMAS
- 29.-EL TORO
- 30.-PBLO. NVO. BAJO
- 31.-BARRANCA SECA
- 32.-PLAZUELA DEL PEDREGAL
- 33.-LA CONCEPCIÓN
- 34.-BARRIO LAS CALLES
- 35.-SAN NICOLAS TOTOLAPAN
- 36.-LAS HUERTAS
- 37.-LA MAGDALENA
- 38.-EL ROSAL
- 39.-SAN BERNABÉ
- 40.-POTRERILLO
- 41.-PBLO. NVO. ALTO
- 42.-LA CARBONERA
- 43.-SUBESTACIÓN,
- 44.-GAVILLERO
- 45.-KTLAHUALTONGO
- 46.-AMPL.POTRERILLO
- 47.-HUAYATLA
- 48.-LOMAS DE SAN BERNABÉ
- 49.-AMPL. LOMAS DE SAN BERNABÉ
- 50.-EL ERMITAÑO
- 51.-TIERRA UNIDA
- 52.-EL OCOTAL
- 53.-TIERRA COLORADA.

◀ ATRAS ADELANTE ▶



**SIGMACON**  
SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
DE LA MAGDALENA CONTRERAS

## CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

- POBLACIÓN
- VIVIENDA
- EDUCACIÓN
- SERVICIOS URBANOS Y ORDEN PÚBLICO
- COMERCIO Y ABASTO
- SERVICIOS
- ECONOMÍA

◀ ATRAS ADELANTE ▶

## VII.- Conclusiones

Como se ha visto a lo largo de esta tesis, las bases ya están dadas para la etapa presente de los Sistemas de Información Geográfica, y sobre todo para el futuro de estos mismos., pues la aplicación es infinita y en todas las áreas del conocimiento humano, por que ya no se limitan a la tierra, sino a otros planetas del sistema solar que se están descubriendo y explorando físicamente.

Pero volviendo a la tierra, considero que es de suma importancia el conocimiento y aplicación de estos sistemas, pues hay que recordar que las fronteras ya no existen en un mundo globalizado como el nuestro y que el intercambio de información a través de una computadora, de la red, del Internet y de vía satelital nos permite observarlo de forma diferente.

Lo esencial, es que México entre en esta dinámica de actualización, por que al día de hoy, todavía tenemos problemas de fronteras y límites a todos los niveles, problemas de información espacial, falta de homologación de información en dependencias gubernamentales, lo que a veces obstaculiza la realización de proyectos, de un actuar conjunto de las autoridades, de no responsabilizarse por que “no me corresponde”, “no está en mi jurisdicción” y finalmente afecta a las comunidades que se encuentran en las “tierras de nadie”.

Instituciones como el INEGI que son las responsables de todo este tipo de programas, a veces por falta de presupuesto, no los ponen en marcha o solo parcialmente y al no terminar las etapas, en 1 o 2 años las tecnologías ya cambiaron, han evolucionado y debemos darle el mayor y mejor uso, pues al no hacerlo hay que volver a empezar todo el trabajo, y desgraciadamente no hemos tenido y creo que no tenemos una cultura de planificar, lo que nos ha costado mucho en tiempo y dinero, que es lo que muy frecuentemente escasea.

Considero que los sistemas de información geográfica son una gran herramienta, que nos permite trasladarnos a cualquier lugar, sin movernos del asiento y saber que hay en el lugar que estamos explorando; desde el nombre de las calles, los centros recreativos, hospitales, escuelas, etc., o si se requiere información precisa como bancos de nivel, microclimas, geología, hidrología, forma del terreno, coordenadas, etc.

Y bueno, concluyo pensando que no hay otro camino más que introducirnos en este universo de posibilidades y que cada quien le de la utilidad que considere, por que tal vez, para muchos todavía es algo extraño, pero para mi hija que aun es muy pequeña, cuando haya crecido, será una herramienta más, como lo fue para mi una calculadora.

## VIII.- Glosario

### Tema I

Geodesia.- Rama de las matemáticas aplicadas que determinan por observaciones y medidas, la posición exacta de puntos, las figuras y áreas de grandes posiciones de la superficie de la tierra, la forma y el tamaño de la tierra, así como las variaciones de la gravedad de la tierra.

### Tema II

Cartas Portulanas.- Al parecer fue ideada por los almirantes y capitanes de la flota de Genova en la segunda mitad del siglo XIII. Estos mapas están orientados al norte magnético, que en aquella época se encontraba de 10 a 11° al oeste del norte verdadero.

Las superficies continentales aparecen en blanco o adornadas con escudos de armas, banderas y retratos de reyes.

El detalle más característico de los mapas portulanos es el minucioso sistema de rosa de los vientos y de rumbos (dirección con la brújula), que se entremezclan por sobre todo el mapa. Generalmente hay una o dos rosas centrales, rodeada cada una por dieciséis de las que parten treinta y dos líneas radiales de diferentes colores.

### Tema III

CAD.- Diseño Asistido por computadora (Computer Aided System)

CAM.- Mecánica Asistida por Computadora (Computer Aided Mechanic)

Geometría de Datos Espaciales., La Distribución de las características físicas de los objetos que se encuentran sobre la superficie.

HardMap.- Mapas Duros.

SoftMap.- Mapas Suaves.

High Tech Environment.- Alta Tecnología Envolvente.

Cybercartography.- Cartografía realizada sobre medios digitales.

Fotomapa.- Mapa captado a través de un medio sensible y que se presenta de forma muy similar a la realidad, aunque puede estar ser trabajado y retocado.

SV's.- Vehículo espacial, donde se transportan los sistemas captadores (que recogen la información emanada de la superficie de la tierra).

Masa Terrestre.- El cuerpo de la tierra, con sus implicaciones como rotación, velocidad, gravedad, inclinación, etc.

ITRF92.- Es un sistema egocéntrico definido por el Servicio Internacional de Rotación de la tierra, basado en el GRS80 propuesto por la Asociación Internacional de Geodesia,

definido de forma dinámica por cuatro parámetros, los cuales se determinaron a partir de la observación redundante de coordenadas cartesianas tridimensionales con técnicas extraterrestres en diferentes puntos de la tierra, orientado de tal forma que se tenga un sistema convencional terrestre (CT).

HRV.- High Resolution Visible, Alta Resolución visible.

PÍXEL.- Picture Element, que es el elemento más pequeño, dotado de color de luz en la pantalla de la computadora, que cuando se combina forma una imagen, su tamaño es de  $25\mu$ .

Banda.-Espacio disponible por donde fluctúan las ondas o frecuencias.

Bits.- Abreviación de binary digit (dígito binario), un bit es la unidad más pequeña de la configuración de una computadora digital y puede tomar sólo un valor, el de 0 o 1.

SLAR.-Radar de Visión Lateral cuya apertura real es del tamaño de la antena física.

SAR.- Radar de Apertura Sintética y funciona haciendo una simulación de su tamaño, utilizando el efecto Doppler. No depende de la distancia del objeto a la antena.

Espectroradiómetro.- Es un medidor de la radiación electromagnética.

VLBI.- Very Long Base Interferometry (Base de Línea Larga para Interferometría) permite calcular los métodos interferométricos, las distancias entre centros radioelétricos de dos o más radiotelescopios que observan un cuasar (cuasi-estelar). Ha servido para establecer una red mundial increíblemente precisa y que constituye un marco de referencia absoluto, así como para determinar las derivas continentales, el movimiento del polo, la rotación de la tierra, etc.

#### Tema IV

ARC/INFO.- Architecture Information.- La arquitectura o el diseño de la información.

Geo-modelado.- La distribución o acomodo de los datos obtenidos de la superficie terrestre.

Mbyte.- Agrupación de miles de bits formando una unidad de la configuración en una computadora digital, un byte usualmente consiste en bits, pero puede contener más o menos dependiendo del modelo de la computadora.

dpi.- Dots Per Inch, esto es, los puntos por pulgada que existen en la pantalla de la computadora.

AVHRR.- Advanced Very High Resolution Radiometer (Altos Avances en Resolución Radiométrica). Diseñado para proporcionar imágenes con una resolución de 1.1 km (en el nadir) en 5 bandas del espectro, se usa para estudios medioambientales de pequeña escala.

RAM.- Espacio disponible en la computadora para poder manejar la información.

Radar.- Radiómetro de microondas que trabaja en una banda comprendida entre 0.1cm y 1m.

TIN.- Triangular Irregular Network, modelo consistente en colocar facetas de triángulos formados desde un punto, línea o área con coordenadas, para que cada aspecto defina las coordenadas del vértice del triángulo, todos los datos de los puntos están dentro, sean preservados. Este método que provee eficiencia, no del todo preciso, puede representar la superficie de la tierra.

## BIBLIOGRAFÍA

Blachut T. J., Chrzanowskiy A., Saastamoinen J. H., 1980, Cartografía y Levantamientos Urbanos, E.E.U.U., DIRECCIÓN GENERAL DE GEOGRAFÍA DEL TERRITORIO NACIONAL Ediciones.

Caire Lomeli J., 1986, La Proyección Cartográfica para la República Mexicana, México, Universidad Nacional Autónoma de México Ediciones.

Chivieco E. 1995, Fundamentos de Teledetección Espacial, Madrid, España, RIALP Ediciones.

Clarke K., (fecha), “Analytical and Computer Cartography”, E.E.U.U. PRENTICE HALL Ediciones

CONACYT, 1993, Ciencia y Desarrollo, Volumen XVIII, Número 108, Enero/Febrero 1994 , México, CONACYT Ediciones.

Cortes Ortiz A. 1994, Fundamentos de Sistemas de Información Geográfica, Segundo Congreso Internacional (aplicaciones de cartografía digital, percepción remota y sistemas de información geográfica), Aguascalientes, México, INEGI Ediciones.

Dana P., 1996, “Global Positioning System Overview”, E.E.U.U., Department of Geography, University of Texas at Austin, Internet.

Demarge L. 1994, Fundamentos de Percepción Remota, Segundo Congreso Internacional (aplicaciones de cartografía digital, percepción remota y sistemas de información geográfica), Aguascalientes, México, INEGI Ediciones.

DeMers M. 1997, “Fundamentals of Geographic Information System”, E.E.U.U., JOHN WILEY & SONS INC. Ediciones.

Dorling D., Fairbairn D., 1997, “Mapping Ways of Representing the World”, E.E.U.U., LONGMAN Ediciones.

Franco Mass S., 1992, Fundamentos de Cartografía Automatizada, México, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO, Posgrado de la Facultad de Geografía, Ediciones.

Frei Shuberigg E., 1995, “GPS Surveying Techniques Using the “Fast Ambiguity Resolution Approach” (FARA)”, E.E.U.U., LEICA Ediciones.

Guevara J. A. 1992, Esquema Metodológico para el Diseño e Implantación de un Sistema de Información Geográfica (SIG),E.E.U.U., THE GEONEX CORPORATION Ediciones.

INAH, 1998, México en el Tiempo, Revista de Historia t Conservación, Año 3, núm. 22, enero/febrero 1998, INAH Ediciones.

INEGI, (2000), Cuaderno Estadístico Delegacional, La Magdalena Contreras, 2000, México.

INEGI, (2000), CD SCINCE, Información por Colonias 2000, México.

INEGI, 1994, La Nueva Red Geodésica Nacional, 1994: Tecnología de Vanguardia, México, INEGI Ediciones.

INEGI, 1994, Memorias del Curso Internacional para el Tratamiento de Imágenes de Satélite con aplicaciones cartográficas, México-España, INEGI-INSTITUTO DE GEOGRAFÍA E HISTORIA-INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL DE ESPAÑA Ediciones.

INEGI, Secretaría de Programación y Presupuesto, 1995, INEGI A TU SERVICIO, México, INEGI Ediciones.

INTERGRAPH, 1993, “MGE Modeler, Getting Started”, E.E.U.U., INTERGRAPH Ediciones.

INTERGRAPH, 1994, “MGE Terrain Analyst, User’s Guide the Windows NT Operation System”, E.E.U.U., INTERGRAPH Ediciones.

Jackson P, Keegan R, Schearz J, Jilali B, 1995, “A new range of GPS Sensors, GPS Controllers and Software”, LEICA Ediciones.

Jensen J. R., 1996, “Introductory Digital Image Processing a Remote Sensing Perspective”, E.E.U.U., PRENTICE HALL Ediciones.

Keates J., 1987, “Cartographic Desing & Production”, E.E.U.U., LOGMAN SCIENTIFIC & TECHNICAL.

Leick A., (fecha ), “GPS Satellite Surveying”, E.E.U.U., JOHN WILEY & SONS INC. Ediciones.

Mercader Martínez Y., 1950, Algunas Consideraciones Sobre Mapas y Mapotecas en México, México, Ediciones del Instituto Panamericano de Geografía e Historia.

Raiz E. 1985, Cartografía, México, OMEGA Ediciones.

Reyes Vayssade M., Ruiz Naufal V., 1990, Joyas de la Cartografía Mexicana, México, ROCHE Y SYNTEX Ediciones.

Robinson A, Sale R., 1985, "Element of Cartography", E.E.U.U., JOHN WILEY & SONS Ediciones.

Sánchez Lamego M., 1995, El Primer Mapa General de México Elaborado por un Mexicano, México, INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFÍA E HISTORIA Ediciones., Publicación N° 10 de la Comisión de Cartografía.

Tomlin D., 1989, "Geographic Information System And Cartographic Modeling", E.E.U.U., PRENTICE HALL Ediciones.

Vanicek P., Krakiwsky E., 1986, "GEODESY, The Concepts", E.E.U.U., ELSEVIER Ediciones.

Varios, 1999, Memorias del Diplomado en Geomática, México, Centro GEO, Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ediciones.